

Os Efeitos das Políticas Monetárias e Fiscais sobre a economia do Ceará: Uma análise com base no SAMBA+REG

Isadora Gonçalves Costa Osterno*

Christiano Modesto Penna†

José Weligton Félix Gomes‡

Vitor Borges Monteiro§

Área 1: Teoria Econômica e Aplicada

*Doutoranda em Economia CAEN/UFC e Técnica da Secretaria de Planejamento de Gestão do Ceará. Contato: (85) 98817-9999 <isadora@caen.ufc.br>.

†Professor DTE/FEAAC/UFC e Bolsista FUNCAP/CE (Observatório do Federalismo Brasileiro - OFB/Seplag-CE). Contato: <cmp@caen.ufc.br>.

‡Professor do Curso de Economia e Finanças da UFC/Sobral e Bolsista FUNCAP/CE (Observatório do Federalismo Brasileiro - OFB/Seplag-CE). Contato: <weligtongomes@ufc.br>.

§Professor Adjunto do Departamento de Finanças da UFC e Bolsista FUNCAP/CE (Observatório do Federalismo Brasileiro - OFB/Seplag-CE). Contato: <vitorborges@ufc.br>.

Resumo

Há um esforço de pesquisa recente que sugere que se deva empregar as modernas ferramentas de análise macroeconômica à análise de questões regionais. Rickman (2010) sugere que o tratamento macroeconômico baseado em modelos DSGE e em VAR globais ou restritos, podem contribuir com respostas rápidas e evidências empíricas sobre os problemas inerentes da área de economia regional. Esse artigo constrói uma metodologia de análise empírica com esse intuito, a qual chamamos de SAMBA+REG. A ideia é construir um instrumental teórico que reúne elementos macroeconômicos extraídos a partir do modelo SAMBA, mas que acrescenta elementos regionais característicos da economia cearense. Foram realizadas simulações com choques fiscais e monetários sobre uma economia parametrizada para o Ceará e os resultados são compatíveis com a literatura e reforçam a potencialidade desse modelo. Assim o SAMBA+REG é capaz de dar suporte não só para simulação de efeitos de políticas econômicas do Governo Central sobre a economia cearense, mas também pode lançar luz sobre um rol de alternativas para o Governo do Estado vir a responder de maneira adequada à essas políticas.

Classificação JEL: C68. R13.

Palavras-chave: SAMBA. Modelos DSGE. Economia Regional.

Abstract

There is a recent research effort that suggests that modern macroeconomic analysis tools should be used to analyze regional issues. Rickman (2010) suggests that macroeconometric treatment based on models DSGE and VAR global or restricted, can contribute with quick answers and empirical evidence on the inherent problems of the regional economics. This article builds an empirical analysis methodology for this purpose, which one we call SAMBA+REG. The idea is to build a theoretical instrument that brings together macroeconomic elements extracted from the model SAMBA, but that adds regional elements characteristic of the Ceará economy. Simulations with fiscal and monetary shocks on a parameterized economy for Ceará were implement and the results are compatible with the literature and reinforce the potential of this model. The SAMBA+REG it is capable of providing support not only for simulating the effects of economic policies by the Central Government on the Ceará economy, but it can also shed light on a list of alternatives for the State Government to respond adequately to these policies.

JEL Classification: C68. R13.

Keywords: SAMBA. DSGE Models. Regional Economics.

1 Introdução

No Brasil, existem inúmeras pequenas regiões que produzem apenas uma pequena fração do PIB Nacional. Em 2018, por exemplo, enquanto o estado de São Paulo foi responsável por 31,6% do PIB naquele ano, estados como Amapá, Acre e Roraima participavam com apenas 0,2% da produção nacional, de acordo com dados das Contas Regionais do IBGE¹. Dada essa heterogeneidade, não é difícil concluir que políticas do Governo Central atingem de forma diferente a economia dessas federações. Assim, os *policy makers* destas pequenas regiões necessitariam de uma ferramenta eficaz para avaliar suas políticas econômicas, sociais e governamentais vis à vis as ações do Governo Central.

Na década passada a academia se deu conta disso e passou a desenvolver Modelos de Equilíbrio Geral Computáveis (CGE) com este intuito. Dado o aprimoramento técnico existente, a qualidade e disponibilidade de dados, o ferramental inicialmente proposto obviamente passou a ser embasado em modelos de Matrizes Insumo-Produto (MIP). Consequentemente, foram desenvolvidas as MIPs de cunho regional que inicialmente formuladas por uma série de organismos com preocupações regionais. Embora estes esforços de pesquisa tenham suas contribuições reconhecidas, tais estudos, além de não serem comparáveis entre si, não são necessariamente compatíveis com a abordagem do IBGE², o que dificulta sua utilização para a adoção de políticas públicas e coloca em dúvida sua aderência aos dados oficiais.

Christ (1955), por exemplo, argumenta que: (i) as análises calcadas nas MIPs requerem a estabilidade dos coeficientes técnicos de produção ao longo do tempo, ou seja, excluem a possibilidade de qualquer avanço tecnológico; (ii) por serem estáticos, estes modelos não percebem alterações nos preços relativos, o que limita a possibilidade de substituir insumos no processo de produção; (iii) também devido a estática, não há possibilidades de os produtores explorarem suas curvas de possibilidades de produção; (iv) nestes modelos (estáticos) apenas os fluxos correntes de insumo e produto são importantes, ou seja, capacidade instalada e disponibilidade de capital são ignorados. Note-se adicionalmente que estes quatro pontos excluem qualquer tipo de comportamento ótimo por parte dos produtores, ou seja, a análise restringe a racionalidade dos agentes.

Além destas críticas teóricas, os resultados qualitativos e quantitativos das análises melhoram conforme se desagregam os setores, entretanto, a desagregação de setores requer maior controle e segmentação de dados, o que limita ainda mais a viabilidade financeira da análise. A demasiada agregação dos setores negligencia ainda questões importantes levantadas recentemente pela literatura que trata de *misallocation*, tais como as relacionadas a heterogeneidade das firmas nos quesitos produtividade e eficiência. A estática da modelagem descarta ainda possíveis alterações nas distribuições de produtividade das firmas dentro de um determinado setor.

Com efeito, estes pontos põem a validade dos resultados de modelos estáticos em cheque, ou ao menos estimula a utilização de modelos alternativos. Uma classe de modelos que vem ganhando peso na literatura e que busca se desvencilhar destas críticas é chamada de Modelos Dinâmicos Estocásticos de Equilíbrio Geral (DSGE). Este tipo de modelagem teve início com os trabalhos de Lucas Jr (1976), Kydland e Prescott (1982) e Long Jr e Plosser (1983), todos eles na área de ciclos de negócios.

A Modelagem DSGE teve seus alicerces fundados em cima de questões macroeconômicas. Esta vertente de modelos busca explicar o comportamento dos agregados macroeconômicos usando teorias estritamente baseadas em fundamentos microeconômicos. Nestes modelos a economia é retratada como um sistema dinâmico estocástico de equilíbrio geral que reflete as decisões coletivas de indivíduos racionais tomadas com relação a um conjunto de variáveis que levam em consideração tanto o presente quanto o futuro. Estas decisões individuais são então coordenadas através de mercados de modo que findam na macroeconomia propriamente dita. Nestes modelos, a economia é vista como estando em constante equilíbrio

¹ Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/29445-contas-regionais-em-2018- apenas-sergipe-teve-queda-no-pib>>.

² Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101604.pdf>>.

no sentido de que, dada a informação disponível, as pessoas tomam decisões ótimas para elas e, portanto, não incorrem em erros sistemáticos, ou seja, os agentes agem racionalmente, sendo a ocorrência de erros atribuídas a *gaps* informacionais, tais como choques não antecipados na economia.³

O uso dos modelos DSGE se difundiu entre os bancos centrais de todo mundo, devido a sua flexibilidade para explicar fatos estilizados da macroeconomia e por prover intuições importantes, consequência da sua construção teórica rigorosa e fundamentação microeconômica.⁴ Essa abordagem já consolidada, como explica [Smets e Wouters \(2003\)](#), consegue aliar consistência teórica a uma capacidade preditiva tão satisfatória quanto a dos modelos tradicionais de séries temporais.⁵

Nesse esteio, diversos modelos DSGE foram desenvolvidos para a economia brasileira com o intuito de avaliar impactos de diversos tipos de choques e de simulações de cenários. Para uma abordagem de curto prazo, bem ajustada para prover suporte à política monetária nacional conduzida pelo Banco Central do Brasil, o destaque é o Stochastic Analytical Model with Bayesian Approach (SAMBA) desenvolvido por [Castro et al. \(2015\)](#). O referido modelo carrega consigo particularidades da economia do país, tais como: adoção de metas para o superávit primário, de acordo com o regime fiscal adotado a partir de 1999; grande setor de bens de consumo com preços administrados pelo governo; dependência externa para obtenção de insumos para as firmas; e presença de indivíduos sem acesso ao mercado financeiro, sendo impedidos de suavizar seu consumo ao longo do tempo. O modelo é estimado a partir de técnicas bayesianas e, como resultado, apresenta boa consistência com as evidências disponíveis para o país.

Outro estudo importante foi desenvolvido por [Vereda e Cavalcanti \(2010\)](#). Esse trabalho buscou operacionalizar um modelo DSGE para o Brasil no médio prazo⁶, aos moldes de [Smets e Wouters \(2003\)](#) e [Christiano, Eichenbaum e Evans \(2005\)](#). Seguindo de perto o SAMBA, os autores tentaram identificar o impacto de diversos choques externos e de políticas econômicas na dinâmica das principais variáveis macroeconômicas brasileiras. Este modelo também incorpora características específicas da economia nacional, tais como a existência de uma fração de famílias financeiramente restritas ao crédito e de firmas com poder de mercado e preços administrados. Adicionalmente, eles inserem um prêmio de risco sobre títulos convencionais de renda fixa emitidos pelo governo que depende de fatores externos, como propensão ao risco de investidores estrangeiros. Além dos já citados, outros autores desenvolveram modelos DSGE para analisar diversas especificidades e fatos estilizados do Brasil, como: [Kanczuk \(2015\)](#), [Cavalcanti e Vereda \(2015\)](#), [Teles, Júnior e Rosa \(2015\)](#) e [Carvalho e Vilela \(2015\)](#).⁷

A academia parece ter notado que a utilização de modelos DSGE superaria as críticas realizadas aos modelos de equilíbrio geral estáticos, pois: (i) os modelos estocásticos geralmente requerem uma maior agregação e um menor número de variáveis; (ii) além de elegância teórica contida em seu bojo, esta classe de modelos traz de volta a racionalidade e o princípio de otimização dos agentes; (iii) a especificação estocástica sempre permite a projeção de séries de tempo artificiais que podem ser contrastadas com o comportamento das variáveis reais relevantes do modelo; (iv) a interação e adequação às abordagens econométricas usuais focadas em Vetores Autoregressivos (VAR) geram excelentes previsões, pelo menos é o que se observa em termos macroeconômicos; (v) a análise estática é superada pela análise dinâmica; (vi) a questão da heterogeneidade pode ser facilmente implementada à análise; (vii) o custo de elaboração, calibração e

³ A estruturação das equações e a transparência dos modelos DSGE são uma virtude. Mas também os torna presa fácil à críticas. Fortes suposições podem ser destacadas, assim como importantes variáveis ausentes e inconsistências com as evidências empíricas podem ser facilmente identificadas. O processo de resposta às críticas formadas é uma parte integrante do processo de construção e de melhorias dos modelos DSGE, ([CHRISTIANO; EICHENBAUM; TRABANDT, 2018](#)).

⁴ Bancos Centrais ao redor do mundo, inclusive o Banco Central do Brasil (SAMBA), usam o arcabouço DSGE para a condução de sua política monetária. Alguns modelos são: Banco Central Europeu (NAWM), Banco do Canadá (Totem), Banco da Inglaterra (BEQM), Banco do Japão (JEM), Banco Central do Chile (MAS), Comunidade Europeia (QUEST III) e Fundo Monetário Internacional (GEM).

⁵ Para uma análise de algumas descobertas e limitações dos modelos DSGE usados pelos bancos centrais, ver [Tovar \(2009\)](#).

⁶ Os autores consideram o médio prazo um período de quatro anos.

⁷ No periódico *Brazilian Review Econometrics* foi publicado um volume especial sobre o SAMBA no qual todos esses artigos citados foram publicados. Disponível em: <<http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/bre/issue/view/3187>>.

estimativas de modelos desse tipo é substancialmente inferior ao custo destas atividades em modelos como os de MIP.

Analisando a atratividade e conveniência dos diversos modelos de equilíbrio geral computável – dinâmicos e estáticos – para interpretação de fenômenos regionais, assim como suas capacidades de lograr êxito em previsões e avaliações de políticas regionais, [Rickman \(2010\)](#) aconselha que haveria ganhos potencialmente promissores ao se estender a abordagem DSGE para essas questões. O autor considera que estratégias empíricas usadas na implementação de modelos DSGE fornecem *insights* em como modelos CGE regionais poderiam ser melhor parametrizados e verificados empiricamente.

Dada esta percepção da academia, sucederam-se estudos com maior enfoque nas questões regionais, os quais foram variantes de modelos DSGE para pequenas economias abertas. [Christiano, Trabandt e Walentin \(2011\)](#), por exemplo, construíram um modelo DSGE para uma economia aberta e pequena que incorpora desemprego e restrições financeiras e utiliza o mesmo para estimar a economia da Suécia. [Adolfson et al. \(2008\)](#) e [Marcellino e Rychalovska \(2014\)](#) fizeram o mesmo para a Zona do EURO. [Cakici \(2011\)](#) examinou os efeitos da integração financeira sobre os ciclos de negócios numa pequena economia aberta e constatou que um maior grau de integração amplifica os efeitos de choques na política monetária. Por sua vez, [De Paoli \(2009\)](#) investigou a política monetária ótima em uma economia pequena e aberta revelando que a regra de política monetária ótima pode diferir de acordo com a elasticidade de substituição entre produtos nacionais e estrangeiros.

Recentemente, foram desenvolvidos estudos para o Japão com um enfoque regional mais específico. [Tamegawa \(2012\)](#), por exemplo, sugere como construir um modelo DSGE para N regiões, e simula os efeitos da política fiscal sobre a economia usando um modelo DSGE de duas regiões. Seu modelo tem interação entre pequenas regiões e o resto das regiões através do comércio. Um empecilho é que o modelo não admite um agente coordenando a política monetária. Posteriormente, [Tamegawa \(2013\)](#) constrói um modelo DSGE a partir de pequenas regiões japoneses com baixo impacto na economia nacional, procurando avaliar os efeitos das mudanças locais e políticas governamentais na região dados diversos choques na economia. Os resultados revelam expansões fiscais regionais maiores que modelos DSGE padrões, particularmente em razão do aumento de produção regional não aumentar as taxas de juros, possibilitando um efeito *crowding-in* de investimento.

[Okano et al. \(2015\)](#), desenvolveram um modelo DSGE para examinar a região japonesa de Kansai com o intuito de descobrir as causas de sua estagnação econômica de longo prazo. Este modelo incorpora política monetária e fiscal, e abarca governos local e central. Entretanto, as regiões foram modeladas como se fossem economias fechadas, o que não é muito realístico, pois torna a interdependência entre regiões inadmissível.

Os autores [Paiva et al. \(2018\)](#)⁸, construíram um modelo multissetorial CGE para análises de políticas e avaliação de impactos do Estado do Ceará, o modelo MARES/CE. Foram realizados exercícios de simulação de políticas visando ilustrar a funcionalidade e o potencial analítico do modelo, sendo comprovado um bom ajuste do modelo à teoria econômica. Dentre os diferenciais para este trabalho, destacam-se: a abordagem é estática, aqui propõe-se a perspectiva dinâmica; as famílias são representativas, no modelo proposto as famílias são heterogêneas; e não há interferência da política monetária na análise, elemento que se considera como um canal relevante para quantificar e identificar impactos regionais das políticas nacionais.

Dada a literatura existente, propõe-se nesse artigo um modelo dinâmico regional que trabalha em conjunto com um modelo DSGE para o Brasil. A proposta é explorar o SAMBA de [Castro et al. \(2015\)](#), já consagrado no meio acadêmico, adotando este como ponto de partida e, a partir deste, complementar a estrutura do modelo com características regionais específicas. Com efeito, constrói-se um modelo agregado nacional que funciona em fina sintonia com o modelo regional, o qual chama-se de SAMBA+REG. Os resultados do SAMBA+REG mostram-se bastante realísticos e explicam adequadamente de que maneira os

⁸ Disponível em: <http://www2.ipece.ce.gov.br/encontro/2018/artigos_aprovados/Um%20Modelo%20de%20Equilibrio%20Geral%20para%20o%20Cear%C3%A1%20-%20O%20Model%20MARES_CE.pdf>.

choques nacionais possam vir a ser repassados para economias regionais.

Os modelos macroeconômicos costumam estudar o efeito de choques a partir de funções impulso-resposta. O aparato empírico aqui apresentado permite desagregar as variáveis relevantes do modelo macro, de modo a observar de que maneira os choques agregados se propagam dentro de uma região específica e no restante do Brasil (isso é conhecido na literatura como modelo específico para abordagem regional). Assim, o modelo final é capaz de dar suporte não só para simulação de efeitos de políticas econômicas do Governo Central sobre as economias regionais, mas também trará maiores e melhores condições na tomada de decisões, assim como terá uma ideia mais precisa dos impactos econômicos gerados de políticas macroeconômicas.

O arcabouço teórico do nosso modelo se diferencia dos trabalhos de [Tamegawa \(2012\)](#), [Tamegawa \(2013\)](#) e [Okano et al. \(2015\)](#) nos seguintes aspectos: Em contraste com o modelo de [Tamegawa \(2012\)](#), o modelo proposto incorpora um agente coordenando a política monetária. Esse detalhe é importante pois, a política monetária tende a gerar rebatimentos no consumo, nos investimentos, na estrutura produtiva e nas finanças subnacionais. Diferentemente de [Okano et al. \(2015\)](#) e de [Tamegawa \(2012\)](#), os quais modelam as economias regionais enquanto economias fechadas, nosso modelo trata a economia regional como uma pequena economia aberta, ou seja, ela transaciona tanto com o restante do Brasil quanto com o exterior, mas ela é incapaz de fixar preços com base em poder de mercado. Note-se que a hipótese da economia fechada limita bastante a análise, visto que, nesse escopo, apenas a atuação local teria efeitos sobre a dinâmica da economia. Por fim, [Tamegawa \(2013\)](#) desconsidera a existência de famílias ricardianas e não-ricardianas, o que impossibilita inferir sobre os impactos de políticas fiscais ou monetárias em famílias restritas aos mercados financeiro e de crédito. Como uma parte considerável da população brasileira possui restrições de crédito ou não têm poupança disponível, e sendo essa parcela muito maior em Estados como o Ceará, não considerar essa hipótese torna o modelo bastante distante da realidade.

Além dessa introdução, na segunda seção é apresentada a estrutura regional e as equações de fechamento acopladas ao SAMBA. Na terceira seção são apresentados os valores estimados dos parâmetros do modelo e a discussão dos dois exercícios distintos de simulação de choques monetários e fiscais. Na última são feitas as considerações finais.

2 O SAMBA+REG

A ideia básica do SAMBA+REG é de prover um instrumento para mensurar os rebatimentos - em âmbito regional - de choques fiscais e monetários gerados pelo governo central. Com essa premissa, primeiramente é necessário um modelo macroeconômico robusto da economia agregada. Aqui utilizou-se o SAMBA do Banco Central, e é conveniente explicitar as razões dessa escolha: primeiro, o SAMBA tem em sua estrutura diversos tipos de rigidezes incorporados ao modelo que fazem com que ele se insira naturalmente em modelos agregativos para análises de flutuações de curto prazo. Nossa escolha de se trabalhar com um modelo de curto prazo não é *ad hoc*, pois uma análise de médio/longo prazos pode fazer com que se perca o *timing* de diversos rebatimentos mais imediatos; segundo, o SAMBA já incorpora em sua estrutura diversos tipos de choques passíveis de análise e isso se torna uma vantagem na identificação de choques específicos e em termos de uma melhor compreensão dos mecanismos de transmissão deles.

Todo o embasamento do SAMBA está descrito em pormenores em [Castro et al. \(2015\)](#). Basicamente, ele é um modelo de uma pequena economia aberta que combina as características padrões de modelos DSGE de curto prazo: rigidez de preços e salários à la Calvo – fato que permite que a política monetária tenha efeitos reais na economia – formação de hábito no consumo, custo de ajustamento do capital, exportadores e importadores. O modelo também utiliza as características específicas da economia brasileira, tais como: firmas sujeitas a preços regulados, importação no processo produtivo, financiamento externo das importações e uma regra fiscal específica do país, assim como uma autoridade de política monetária. Também há heterogeneidade de consumidores, com alguns deles sendo agentes não-ricardianos com restrições ao crédito.

Essa heterogeneidade junto à fricção no crédito gera efeitos particularmente importantes quando há condução de política fiscal, por exemplo (MANKIW, 2000).

Especificamente, as famílias coexistem intertemporalmente e são determinadas em dois tipos: i) famílias otimizadoras (ricardianas): proprietárias de estoque de capital, participantes nas firmas e que são capazes de acumular ativos financeiros; ii) famílias de “regra geral” (não ricardianas ou *rule-of-thumb*): são restritas ao crédito financeiro - não têm acesso ao mercado financeiro - e consomem toda a renda do trabalho que ganham, isto é, não suavizam seu consumo ao longo do tempo. Essa hipótese das famílias não ricardianas também é importante por incorporar no modelo questões sobre desigualdade e exclusão social que são bem características na economia brasileira.

No SAMBA, a produção dos bens setoriais é realizada em três estágios. No estágio 1, existem produtores de bens domésticos e importadores. O produtor doméstico representativo opera uma tecnologia com retorno constante padrão, e fornece os serviços combinados de capital e trabalho para os produtores de bens intermediários. Em paralelo, importadores compram insumos diferenciados do exterior e revendem para um montador que transforma os bens diferenciados em um insumo importado homogêneo, o qual é vendido para o setor de produção de bens intermediários. No segundo estágio, existe um continuum de produtores de bens intermediários indexados por $j \in [0; 1]$ em cada setor - bens de consumo privado, bens de consumo do governo, bens de investimento e exportação - que opera com tecnologia com retorno constante de escala e que transforma insumos importados, juntamente com uma cesta de capital e trabalho, em bens setoriais diferenciados. Por fim, no estágio 3, as montadoras setoriais combinam os bens diferenciados em bens homogêneos setorialmente correspondentes.

O governo compreende as autoridades fiscal e monetária. Elas seguem regras embasadas na meta de inflação formulada com base numa Regra de Taylor e numa meta explícita para a razão superávit primário sob o PIB do setor público. A receita do governo advém de impostos do tipo *lump-sum* e utiliza uma agregação dos tributos totais como uma proporção do produto da economia, aos moldes de Medina e Soto (2007). A justificativa para tanto é que o foco do SAMBA seria sobre os efeitos do ciclo de negócios dos gastos do governo e não sobre as estruturas dos diferentes impostos.

Como já explicitado, o SAMBA+REG “regionaliza” o SAMBA. Ainda, trabalhar com economias regionais num contexto de equilíbrio geral não é tarefa fácil. Rigorosamente, é preciso caracterizar de que maneira os fluxos de insumos, produtos e de receitas e despesas fiscais se dão. Por exemplo, é oportuno modelar de que maneira a economia regional absorve produtos importados do resto do mundo e do resto do Brasil, assim como ela exporta bens e serviços para o Brasil e para o resto do mundo. Também é conveniente observar quais as receitas fiscais com produtos obtidos de outros estados, assim como a receita fiscal proporcionada por produtos locais. As transferências do Governo Central também precisam ser segmentadas em transferências para a região em análise e para o resto do Brasil, e assim por diante. Ademais, a questão regional deve ser explorada levando-se em conta a possibilidade de substituição entre insumos no processo produtivo regional. Há questões relevantes como migração de mão de obra e transferência de capital. Políticas do Governo Central podem alterar drasticamente o preço dos insumos entre as regiões e é preciso saber ao certo de que forma essas alterações gerarão reflexos sobre a composição agregada do capital usado na economia. Por exemplo, é possível que determinadas políticas gerem “fuga de cérebros”, recomposição de capital advinda de outras regiões, aumento de migração, desemprego etc.

A proposta do SAMBA+REG é a de que essas e diversas outras rigorosidades teóricas sejam propositalmente relaxadas pois, por ser o SAMBA um modelo de equilíbrio geral de curto prazo, é de se esperar que diversas hipóteses de equilíbrio simplificadoras aqui empregadas se sustentem em curtos horizontes de tempo. A seguir, descrevem-se as hipóteses empregadas aqui e busca-se reforçar o porquê da utilização delas.

2.1 A Estrutura Teórica do SAMBA+REG

PIB Regional: O PIB do Brasil é a soma do PIB de uma determinada região Y_{RR} e no PIB do resto do Brasil, Y_{RB} :

$$Y_t = Y_{RR,t} + Y_{RB,t} \quad (1)$$

Para se acoplar essa identidade ao SAMBA é preciso se trabalhar com equações log-linearizadas em torno do estado estacionário, pois o SAMBA carrega consigo essa estrutura, por construção. Seja $y_{RR,t} = \ln(Y_{RR,t}) - \ln(Y_{RR}^*)$, onde, Y_{RR}^* é a posição de estado estacionário de $Y_{RR,t}$, a log-linearização em torno do estado estacionário gera,

$$y_t = \left(\frac{Y_{RR}^*}{Y^*} \right) y_{RR,t} + \left(1 - \frac{Y_{RR}^*}{Y^*} \right) y_{RB,t} \quad (2)$$

A expressão em (2) sugere que o logaritmo do desvio (com relação ao steady-state) do PIB do Brasil é igual às participações relativas de longo prazo da região e do restante do Brasil vezes os seus log-desvios com relação ao estado estacionário. Essa expressão parte do pressuposto que a participação relativa do PIB da região no PIB do Brasil é constante no curto prazo, e isso de fato é verdade para uma série de Estados. O Ceará, por exemplo, vem mantendo sua participação no PIB em torno de 2% há décadas. Então, na ausência de choques, por serem calcados em parâmetros estruturais, é de se esperar que essa participação relativa também se mantenha constante no curto prazo.

Número de Pessoas Empregadas: Com relação ao mercado de trabalho, o número de pessoas empregadas no Brasil pode ser descrito por:

$$N_t = N_{RR,t} + N_{RB,t} \quad (3)$$

Assim como para o PIB, a log-linearização em torno do estado estacionário também gera:

$$n_t = \left(\frac{N_{RR}^*}{N^*} \right) n_{RR,t} + \left(1 - \frac{N_{RR}^*}{N^*} \right) n_{RB,t} \quad (4)$$

Tecnologia, Capital e Investimento: A Lei de Okun sugere uma relação negativa entre desemprego e produto. Note-se que essa relação teórica pode ser facilmente pré-estabelecida regionalmente ao se idealizar uma função de produção neoclássica simples, do tipo:

$$Y_{RR,t} = A_{RR,t} K_{RR,t}^\alpha N_{RR,t}^{1-\alpha} \quad (5)$$

onde A_{RR} é a TFP regional, K_{RR} é o estoque de capital físico regional, N_{RR} é o número de pessoas ocupadas na região e α é um parâmetro regional específico que estabelece a participação do capital no produto. A Log-linearização de (5) em torno do steady-state gera:

$$y_{RR,t} = a_{RR,t} + \alpha k_{RR,t} + (1 - \alpha) n_{RR,t} \quad (6)$$

Note-se que (6) assegura o comportamento contracíclico preconizado pela Lei de Okun. Como $y_{RR,t}$ foi definida em (2) e $n_{RR,t}$ foi definida em (4), a equação (6) requer que se modelem duas novas variáveis endógenas do modelo regional: capital e tecnologia. Ambas variáveis podem ser modeladas de modo padrão. Aqui, assume-se que a tecnologia regional é regida por um processo AR(1) com:

$$A_{RR,t} = (1 - \rho_A) A_{RR}^* + \rho_A (A_{RR,t-1}) + \varepsilon_t^A \quad ; \quad \varepsilon_t^A \sim N(0, \sigma_A^2) \quad (7)$$

Como de praxe, supondo $A_{RR}^* = 1$, a log-linearização em torno do steady-state gera:

$$a_{RR,t} = \rho_A a_{RR,t-1} + \varepsilon_t^A \quad ; \quad \varepsilon_t^A \sim \text{LogN}(0, \sigma_A^2) \quad (8)$$

O capital também pode ser modelado da forma padrão, e.g. através de uma função investimento:

$$K_{RR,t+1} = (1 - \delta)K_{RR,t} + I_{RR,t} \quad (9)$$

onde δ é a taxa de depreciação do capital físico específica da região (notando-se que não há por que esperar que essa taxa seja diferente da taxa nacional). Usando-se o fato de que $I^*/K^* = \delta$, a log-linearização de (9) gera:

$$k_{RR,t+1} = (1 - \delta)k_{RR,t} + \delta i_{RR,t} \quad (10)$$

A expressão acima introduz uma nova variável endógena ao modelo regional, i_{RR} , que requer modelagem específica. O investimento é uma variável chave quando se trata de economia regional, pois as decisões de investimento na região devem ser calcadas com base na taxa de retorno do capital investido na região. Essas taxas de retorno do capital podem ser específicas para cada região e a diferenciação delas com base em teorias regionais costuma agregar complexidade demais aos modelos, entregando um conjunto de equações de difícil solução.

Buscando-se contornar essa limitação, a proposta é a de que se modele o investimento simplesmente com base na taxa real (*ex-ante*) de juros agregada, \hat{R} , e em um prêmio de risco que é função da expectativa de ganhos de produtividade regional, A_{RR} , ou seja,

$$I_{RR,t} = \phi \left[\hat{R}_t - E_t(A_{RR,t+1}) \right] \quad (11)$$

onde $\phi < 0$ representa um parâmetro regional específico que descreve de que modo o investimento regional responde à taxa de juros nominal, à expectativa de inflação doméstica, e aos ganhos de produtividade esperados. Note-se que, por ϕ ser negativo, o investimento responde negativamente à taxa real de juros, mas positivamente à expectativa de ganhos de produtividade regionais. A log-linearização de (11) gera:

$$i_{RR,t} = \phi_{ia} E_t(a_{RR,t+1}) - \phi_{ir} \hat{r}_t \quad (12)$$

É interessante observar (12) com um pouco mais de atenção. ϕ_r e ϕ_a são parâmetros positivos que dependem das relações de estado estacionário do investimento em conjunto com a taxa de juros real e a TFP. Note-se que se não se espera ganhos de produtividade, então o investimento responde a taxa real de juros da economia, mas essa resposta não é necessariamente a mesma que a resposta agregada, pois ϕ_r é um parâmetro regional específico.⁹ Também é importante ressaltar que essa estrutura condensa boa parte da discussão sobre diferenciais de taxas de remuneração do capital em contexto regional.

Demanda Agregada Regional: Em um contexto regional, o produto da região pode ser canalizado para consumo, investimento, gastos do governo e negociação com os demais estados e exterior. Assim, temos a seguinte função de demanda agregada regional:

$$Y_{RR} = C_{RR} + I_{RR} + G_{RR} + NX_{RB} + NX_{RW} \quad (13)$$

Aqui, NX_{RB} e NX_{RW} são as exportações líquidas para o resto do Brasil e para o resto do mundo, respectivamente. A log-linearização em torno do steady-state da identidade acima retorna:

$$y_{RR,t} = \left(\frac{C_{RR}^*}{Y_{RR}^*} \right) c_{RR,t} + \left(\frac{I_{RR}^*}{Y_{RR}^*} \right) i_{RR,t} + \left(\frac{G_{RR}^*}{Y_{RR}^*} \right) g_{RR,t} + \left(\frac{NX_{RB}^*}{Y_{RR}^*} \right) nx_{RB,t} + \left(\frac{NX_{RW}^*}{Y_{RR}^*} \right) nx_{RW,t} \quad (14)$$

⁹ Ressalte-se que, embora não se tenha boas proxies regionais para investimento e TFP regionais, ϕ_r e ϕ_a podem ser estimados sem maiores problemas utilizando-se técnicas bayesianas.

Comércio Interregional e Internacional: Consumo e gastos do governo serão modelados mais adiante. Aqui vamos nos concentrar nas exportações líquidas. Segue-se Junior (2013) e vamos supor que as exportações líquidas para o restante do Brasil dependem da renda regional e da renda do resto do Brasil, ou seja,

$$NX_{RB} = \varphi_{RB}Y_{RB} - \varphi_{RR}Y_{RR} \quad (15)$$

onde φ_{RB} e φ_{RR} são parâmetros positivos que representam respectivamente as sensibilidades das exportações líquidas para o resto do Brasil com relação às rendas do resto do Brasil e regional, respectivamente. Log-linearizando (15), temos:

$$nx_{RB,t} = \varphi_{RB} \left(\frac{Y_{RB}^*}{NX_{RB}^*} \right) y_{RB,t} - \varphi_{RR} \left(\frac{Y_{RR}^*}{NX_{RB}^*} \right) y_{RR,t} \quad (16)$$

Analogamente, supondo,

$$NX_{RW} = \lambda_{RW}Y_{RW} - \lambda_{RR}Y_{RR} \quad (17)$$

onde λ_{RW} e λ_{RR} são parâmetros positivos que concebem as sensibilidades das exportações líquidas para o resto do mundo com relação às rendas do resto do mundo e regional, respectivamente, a log-linearização de (17) gera:

$$nx_{RW,t} = \lambda_{RW} \left(\frac{Y_{RW}^*}{NX_{RW}^*} \right) y_{RW,t} - \lambda_{RR} \left(\frac{Y_{RR}^*}{NX_{RW}^*} \right) y_{RR,t} \quad (18)$$

Consumo Regional: Veja que da equação de demanda agregada em (14) há a necessidade de se modelar o consumo regional, o qual pode ser extremamente importante e diferente do agregado, dependendo da região em análise.

No SAMBA, o conjunto de equações que define o comportamento do consumo é dado por três equações. Essas três equações são equações estruturais, e reforçamos que elas são descritas em termos de log-desvios com relação ao steady-state. A primeira delas define os logaritmos dos desvios com relação ao estado estacionário das famílias otimizantes, ou seja, das famílias ricardianas, ou ainda, das famílias que detêm acesso aos mercados financeiros e de crédito. Essa equação é dada por:

$$c_t^O = \frac{\tilde{\kappa}}{1 + \tilde{\kappa}} c_{t-1}^O + \frac{1}{1 + \tilde{\kappa}} E_t c_{t+1}^O - \frac{1 - \tilde{\kappa}}{\sigma(1 + \tilde{\kappa})} (r_t + s_t^B - E_t \pi_{t+1}^c) + \frac{\rho_Z - \tilde{\kappa}}{1 + \tilde{\kappa}} z_t^Z - \frac{(1 - \rho_C)(1 - \tilde{\kappa})}{\sigma(1 + \tilde{\kappa})} z_t^C$$

Em termos de log desvios das variáveis, a expressão acima sugere que o consumo presente, c_t^O , depende positivamente do consumo passado, c_{t-1}^O , da expectativa de consumo no próximo período, $E_t c_{t+1}^O$, da expectativa de inflação no próximo período, $E_t \pi_{t+1}^c$, e do choque tecnológico permanente (ou tendência da taxa de crescimento da economia), z_t^Z ; o consumo presente também depende negativamente da taxa nominal de juros, r_t , do prêmio de risco doméstico, s_t^B , e de um choque qualquer na preferência das famílias, z_t^C . Os parâmetros que ponderam tais variáveis são: $\tilde{\kappa} \equiv \kappa (Z^Z)^{-1}$, onde κ é um parâmetro que governa a persistência do hábito de consumo, Z^Z é a taxa de crescimento de steady-state do progresso tecnológico, σ é a inversa da elasticidade intertemporal de substituição e, ρ_Z é um parâmetro autorregressivo que ajusta a taxa de crescimento do progresso tecnológico para o steady-state.

Já os logs desvios do consumo com relação ao estado estacionário das famílias não-ricardianas é dado por:

$$c_t^{RT} = w_t + n_t - \frac{T}{1 - T} \tau_t$$

Ou seja, o consumo das famílias não-ricardianas depende positivamente da taxa de salário real e do número de pessoas empregadas na economia, e negativamente da carga tributária, τ_t . O parâmetro relevante nessa expressão é a alíquota média de imposto, T . Por fim, o consumo agregado é dado por:

$$c_t = \widetilde{\varpi}_C c_t^{RT} + (1 - \widetilde{\varpi}_C) c_t^O$$

onde, $\widetilde{\varpi}_C \equiv \varpi_{RT} \left(\frac{C^{RT}}{\bar{c}} \right)$; por sua vez, ϖ_{RT} descreve o peso do consumo das famílias não ricardianas no consumo total e $\frac{C^{RT}}{\bar{c}}$ é o consumo relativo de estado estacionário das famílias não ricardianas no consumo total. Assim, o consumo agregado é dado basicamente pela média ponderada de estado estacionário dos consumos de cada grupo de famílias.

Na modelagem do consumo em termos regionais, para as famílias não-ricardianas, pode-se assumir que o salário real e a carga tributária são os mesmos entre as regiões, mas que o número de pessoas engajadas na produção regional específica. Assim como foi feito com o investimento, pode-se acrescentar um prêmio salarial advindo da expectativa de ganhos de produtividade. Mais especificamente, pode-se definir que $w_{RR,t} = w_t + \phi_{wa} E_t(a_{RR,t+1})$. Assim sendo, a equação acima pode ser convertida em:

$$c_{RR,t}^{RT} = w_{RR,t} + n_{RR,t} - \frac{T}{1-T} \tau_t \quad (19)$$

A expressão acima sugere que o descolamento do SS do consumo das famílias não ricardianas depende do descolamento da população da região engajada na produção, do descolamento da taxa de salário e da expectativa de ganhos de produtividade, e do descolamento da carga tributária. Com relação às famílias ricardianas instaladas na região, acreditamos que a persistência do hábito de consumo e a taxa de crescimento de steady-state do progresso tecnológico não difere do restante do Brasil, ou seja, $\tilde{\kappa}$ agregado permanece o mesmo para a região. Também admitimos que a elasticidade intertemporal de substituição e alterações nas preferências são semelhantes entre regiões e, além disso, a taxa nominal de juros, a expectativa de inflação e o prêmio de risco doméstico continuam influenciando as decisões de consumo das famílias otimizantes na região de maneira análoga ao agregado. Em sumo, não é de se esperar que as tomadas de decisão dos agentes ricardianos difiram entre regiões. Isso equivale a dizer que as tomadas de decisão das famílias ricardianas na região são estritamente iguais às das famílias ricardianas do SAMBA, ou seja:

$$c_{RR,t}^O = c_t^O \quad (20)$$

Por fim, assim como o consumo agregado, o consumo agregado regional seria dado por:

$$c_{RR,t} = \varpi_{RR} c_{RR,t}^{RT} + (1 - \varpi_{RR}) c_{RR,t}^O \quad (21)$$

onde $\varpi_{RR} = \omega_{RR}^{RT} \left(\frac{C_{RR}^{RT*}}{C_{RR}^*} \right)$ e ω_{RR}^{RT} é o peso do consumo das famílias não-ricardianas da região no consumo total da região. É importante ressaltar que a estrutura social de um estado/região pode diferir bastante do restante do Brasil, e que pode haver diferenças significativas entre estes parâmetros quando se observa os mesmos em termos agregados e regionais. No caso do Brasil, estados mais pobres, por exemplo, tendem a ter um ϖ_{RR} bem mais elevado do que o $\widetilde{\varpi}_C$ nacional, o que pode gerar alterações expressivas nos padrões de consumo estadual e nacional.

Governo Regional: Falta-nos determinar um comportamento para os gastos do governo subnacional. Primeiramente, note-se que os gastos do governo são determinados, basicamente, pela arrecadação, T_{RR} , e pelas transferências diretas do governo central para o ente subnacional, F_{RR} , ou seja,

$$G_{RR,t} = T_{RR,t} + F_{RR,t} \quad (22)$$

Aqui, supomos que o governo regional arrecada uma fração da renda da região, assim como arrecada em cima de produtos vendidos para fora do estado e trazidos para a região. Essa hipótese pode ser mais bem delineada da seguinte maneira:

$$T_{RR,t} = \tau_{RR}Y_{RR,t} + \tau_{RB}Y_{RB,t} \quad (23)$$

Cuja log-linearização retorna:

$$t_{RR,t} = \tau_{RR} \left(\frac{Y_{RR}^*}{T_{RR}^*} \right) y_{RR,t} + \tau_{RB} \left(\frac{Y_{RB}^*}{T_{RR}^*} \right) y_{RB,t} \quad (24)$$

Da log-linearização de (22), temos que,

$$g_{RR,t} = \left(\frac{T_{RR}^*}{G_{RR}^*} \right) t_{RR,t} + \left(\frac{F_{RR}^*}{G_{RR}^*} \right) f_{RR,t} \quad (25)$$

Substituindo (24) têm-se:

$$g_{RR,t} = \tau_{RR} \left(\frac{Y_{RR}^*}{G_{RR}^*} \right) y_{RR,t} + \tau_{RB} \left(\frac{Y_{RB}^*}{G_{RR}^*} \right) y_{RB,t} + \left(\frac{F_{RR}^*}{G_{RR}^*} \right) f_{RR,t} \quad (26)$$

Por fim, falta-nos definir as transferências do governo central. Por hipótese, assume-se que ela é exógena e evolui com base num processo AR(1),

$$f_{RR,t} = \rho_{f_{RR}} f_{RR,t-1} + \varepsilon_t^{f_{RR}} \quad ; \varepsilon_t^{f_{RR}} \sim \text{LogN} (0, \sigma_{f_{RR}}^2) \quad (27)$$

3 Metodologia

3.1 Base de dados

A base de dados utilizada na pesquisa agrega variáveis domésticas nacionais observadas, variáveis estrangeiras observáveis e variáveis regionais para o Estado do Ceará, obtidas de diversas fontes e com diferentes tratamentos, conforme detalhamento da Tabela 1. Os dados possuem frequência trimestral e compreendem o período do primeiro trimestre de 2003 ao primeiro trimestre de 2021, totalizando séries temporais com 73 observações.

No que se refere as variáveis macroeconômicos regionais cearenses, enumeradas na Tabela 1, inicialmente, busca-se entender a correlação entre as séries. Tratando-se de séries temporais, uma abordagem metodológica para medir a qualidade do ajustamento das variáveis é através de uma Função de Transferência (FT). A vantagem desse modelo é que a série de interesse é explicada não só pelo seu passado histórico, como também por outras séries temporais não correlacionadas entre si, pois acrescenta-se outros regressores X_t na previsão da variável Y_t , além dos componentes autorregressivos e de médias móveis de ambos. Desta forma, a literatura destaca que o poder de previsão dos modelos de FT são superiores aos modelos ARIMA.

O método consiste em estimar as funções de correção cruzadas dos resíduos ARIMA das séries, através destes parâmetros construir a função de transferência $f(X_t)$, estimar Y_t dentro amostra e medir o erro quadrático médio percentual de previsão (MAPE).

Na Tabela 2 apresenta-se o MAPE das funções de transferências das covariáveis: Consumo, Exportação, Importação, Inflação e Emprego sobre o Índice de Atividade Econômica (*proxy* do PIB cearense).

Tabela 1: Descrição das séries de dados utilizadas na estimação

Descrição	Fonte (cod.)	Tratamento
Variáveis Domésticas Observadas		
Produto Interno (s.a.)	IBGE (22109)	fld
Consumo das Famílias (s.a.)	IBGE (22110)	fld
Formação Bruta de Capital Fixo (s.a.)	IBGE (22113)	fld
Consumo do Governo (s.a.)	IBGE (22111)	fld
Exportações de Bens e Serviços (s.a.)	IBGE (22114)	fld
Importações de Bens e Serviços (s.a.)	IBGE (22115)	fld
Número de pessoas empregadas (s.a.)	IBGE (28763)	fld
Salário Real	IBGE	fld
Inflação: IPCA (s.a. % trimestral)	IBGE (433)	dam
Meta de Inflação (s.a. % trimestral)	IBGE (13521)	dam
Inflação Preços Administrados (s.a. % trimestral)	IBGE (4449)	dam
Inflação Preços Livre (s.a. % trimestral)	IBGE (11428)	dam
Inflação de Preço de Exportação (s.a. % trimestral)	Funcex	dm
Taxa de Juros Nominal – Selic (%Trimestral)	BCB (11)	dam
Superávit Primário como proporção do PIB – Setor Público 12 meses	BCB (7869)	dm
Taxa de câmbio efetiva real	BCB (20360)	pd
Prêmio de Risco País – EMBI (% Trimestral)	J.P. Morgan (366)	dm
Variáveis Estrangeiras Observáveis		
Produto Mundial – Volume (s.a.)	FMI	fld
Preços Relativos de Importação	Funcex	lt
Inflação Mundial	OECD	dm
Índice de Aversão ao Risco do Investidor -VIX	CBOE	dm
Taxa de Juros mundial	Fed St. Louis	dm
Variáveis Regionais – Estado do Ceará (CE)		
Índice de volume de vendas no varejo - Total - Ceará - Índice	BCB (1465)	fld
Índice de Atividade Econômica Regional (Ref. 2012) - Ceará - com ajuste sazonal	BCB (20449)	flp
Exportação de bens - Ceará - US\$ (mil)	BCB (13093)	flp
Importação de bens - Ceará - US\$ (mil)	BCB (13094)	flp
Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo - variação mensal - Fortaleza - %	BCB(13005)	dam
Pessoal ocupado assalariado (Jan/2001=100) - Ceará – Índice	BCB(7421) e PNADC e CAGED	flp

Fonte: Elaboração Própria. Notações: fld – primeira diferença do log; dm – diferença em relação a média; dam – diferença em relação a média (amostra ajustada após 2005); pd – porcentagem do desvio em relação a média; lt – tendência linear.

Tabela 2: Erro quadrático médio percentual das previsões da Atividade Econômica através da Função de Transferência (FT) de covariáveis.

Covariáveis	MAPE
FT - Consumo	4,85%
FT - Exportação	6,92%
FT - Importação	7,04%
FT - Inflação	7,70%
FT - Emprego	2,74%

Fonte: Elaboração Própria.

3.2 Estimação dos Parâmetros

Esta versão do SAMBA+REG conta com 123 equações a serem solucionadas (ou 123 variáveis endógenas) e com 25 choques estocásticos (dois são choques regionais e os 23 demais são choques advindos do próprio SAMBA). Há 141 parâmetros advindos do SAMBA e 43 parâmetros advindos do modelo regional, totalizando 184 parâmetros. Apesar disso, alguns desses parâmetros são resultantes da manipulação de parâmetros pré-estabelecidos. É preciso salientar que o modelo é resolvido simultaneamente, ou seja, o modelo SAMBA+REG é um modelo onde as equações regionais são acrescentadas ao modelo SAMBA antes de que o modelo seja resolvido. Assim, o que se está fazendo é reforçando a estrutura do SAMBA, pois, matematicamente, está se inserindo um maior número de equações no modelo que devem necessariamente serem atendidas.

Os passos para a estimação bayesiana do SAMBA+REG são os seguintes:

1. Os dados nacionais e regionais são tratados via filtro HP, caso a série apresente tendência, e via normalização, caso a série seja uma taxa;
2. Com os dados filtrados nacionais e as *priors* estabelecidas em [Castro et al. \(2015\)](#) é realizada a estimação dos parâmetros do SAMBA;
3. A partir dos parâmetros estimados no passo 2, estes são fixados e é iniciada a estimação dos parâmetros regionais do SAMBA+REG.

A ideia por trás desse método de estimação é a de que o SAMBA seria um modelo fidedigno da economia nacional e que o restante da modelagem regional teria que, necessariamente, se adequar à estrutura já imposta pelo modelo base. Ressalte-se, entretanto, que o modelo log-linear é prontamente resolvido. As condições de Blanchard-Khan são atendidas, os valores de estado estacionário são os condizentes com a log-linearização do modelo, são geradas condições de momento para as variáveis, etc. Os resultados das modas à posteriori são descritos na Tabela 3.

Tabela 3: Valores dos Parâmetros Regionais para o Ceará via Estimação Bayesiana

Parâmetro	Valor	Descrição
Y_{RR}^*/Y^*	0.101	Participação do PIB do Ceará no PIB do Brasil de SS
N_{RR}^*/N^*	0.025	Participação do Trabalho do Ceará no Trabalho do Brasil de SS
ρ_A	0.945	Auto-regressividade da TFP do Ceará
α	0.282	Participação do capital no produto do Ceará
δ	0.058	Taxa de depreciação do capital físico no Ceará
ϕ_{ia}	0.618	Sensibilidade do investimento à TFP do Ceará
ϕ_{ir}	0.676	Sensibilidade do investimento à taxa de juros
C_{RR}^*/Y_{RR}^*	0.216	Part. regional do consumo na renda de SS (em %)
I_{RR}^*/Y_{RR}^*	0.388	Part. regional do investimento na renda de SS (em %)
G_{RR}^*/Y_{RR}^*	0.915	Part. regional do gasto do governo na renda de SS (em %)
NX_{RB}^*/Y_{RR}^*	0.927	Part. regional das NXs para o resto do Brasil na renda de SS (em %)
NX_{RW}^*/Y_{RR}^*	0.448	Part. regional das NXs para o resto do Mundo na renda de SS (em %)
φ_{RB}	0.433	Elasticidade renda dos outros estados das NXs para os outros estados
φ_{RR}	0.643	Elasticidade renda do Ceará das NXs para os outros estados
λ_{RW}	0.818	Elasticidade renda do Resto do Mundo das NXs para o resto do mundo
λ_{RR}	0.308	Elasticidade renda do Ceará das NXs para o resto do mundo
ϕ_{wa}	0.474	Potencializador do consumo (família não-ricardiana) via ganhos de produt. esperados
ω_{RR}^{RT}	0.519	Peso das famílias não-ricardianas no consumo de SS
Y_{RB}^*/T_{RR}^*	0.083	Carga tributária de SS que recai sobre o resto do Brasil de SS
Y_{RR}^*/T_{RR}^*	0.876	Carga tributária de SS que recai sobre o Ceará de SS
Y_{RR}^*/G_{RR}^*	0.241	Razão Arrecadação com Ceará / Gasto Total de SS
Y_{RB}^*/G_{RR}^*	0.223	Razão Arrecadação com o Resto do Brasil / Gasto Total de SS
F_{RR}^*/G_{RR}^*	0.289	Razão Arrecadado com Transferências / Gasto Total de SS
$\rho_{f_{RR}}$	0.582	Autoregressividade das Transferências Federais

Fonte: Elaboração Própria. Nota: SS: estado estacionário.

Da Tabela 3 são retirados importantes fatos estilizados da economia cearense. Observe que, em estado estacionário, a função de produção da economia cearense ainda tem uma participação relevante do insumo trabalho com $(1 - \alpha) = 0,718$. [Gomes et al. \(2021\)](#) obtiveram para a economia brasileira em 2014 valores equivalentes a 0,422 e 0,578 para a participação do capital e trabalho em relação ao produto. Outro ponto a ser destacado é a relevante sensibilidade do investimento à TFP cearense, $\phi_{ia} = 0,618$, isso pode indicar que este é um importante canal para o aumento da produtividade regional.

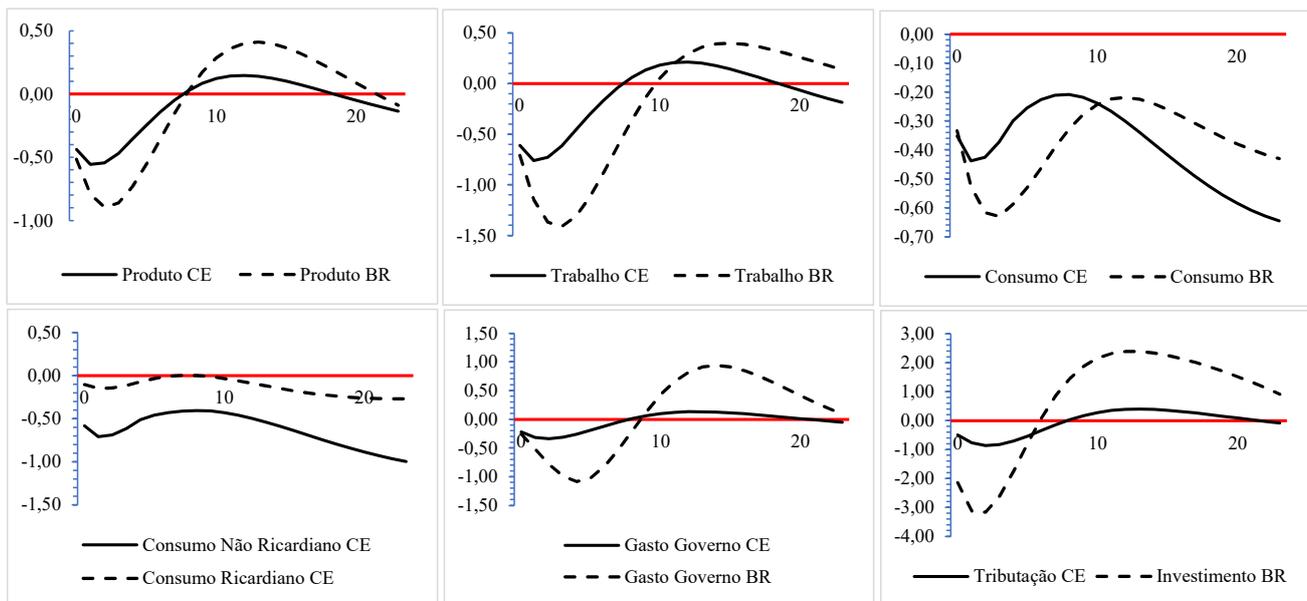
4 Simulações

Os gráficos a seguir apresentam as funções de resposta ao impulso provocados por choques na taxa de juros, nos gastos do governo central e nas transferências federais e seus efeitos sobre as variáveis macroeconômicas: PIB, trabalho, consumo, investimento, gasto do governo e arrecadação tributária, tanto a nível regional quanto nacional. As simulações realizadas consideram choques de 1% no desvio-padrão na taxa de juros, nas despesas do governo e nas transferências do Governo Central. É importante notar que esse é um tipo de exercício *coeteris paribus*, ou seja, ele revela o efeito líquido da elevação da taxa de juros, descontados todos os outros choques (positivos e negativos) que vem afetando e que possam vir a afetar a economia.

Pela Figura 1, dado o choque inicial, percebe-se uma trajetória de decrescimento do PIB brasileiro durante 8 períodos em proporção superior ao decrescimento, pelo mesmo período, ocorrido no PIB cearense. Os efeitos sobre o mercado de trabalho são mais proeminentes sobre a economia nacional do que em nível local, assim como o impacto sobre o consumo das famílias restritas ao crédito, ou seja, as mais pobres, que são as mais afetadas. Com relação aos gastos do governo, dado que estes se tornam mais caros, há um movimento de decrescimento das despesas públicas nacional por período superior ao que ocorre no governo regional. Isto pode ser explicado devido a diferenças na composição e nível das despesas entre esses entes federativos. O efeito sobre os investimentos segue ao que se espera na literatura macroeconômica que aponta um declínio nesta variável quando há acréscimo na taxa de juros. O impacto negativo no nível de tributação local é explicado pela queda no consumo das famílias.

É importante ressaltar que as simulações apresentadas estão em linha com a literatura especializada que estuda os efeitos da política monetária sobre as regiões, sugerindo que há diferenças nos choques de política monetária entre a economia agregada e as economias regionais, conforme encontrado em [Araújo et al. \(2004\)](#), [Bertanha e Haddad \(2008\)](#) e [Serrano \(2015\)](#). Em uma aplicação para a economia americana, [Pizzuto \(2020\)](#) encontra que um aperto da política monetária leva a uma diminuição persistente na renda real dos indivíduos da região e no emprego, com efeitos assimétricos entre as regiões.

Figura 1: Funções Impulso-Resposta de um choque na Taxa de Juros

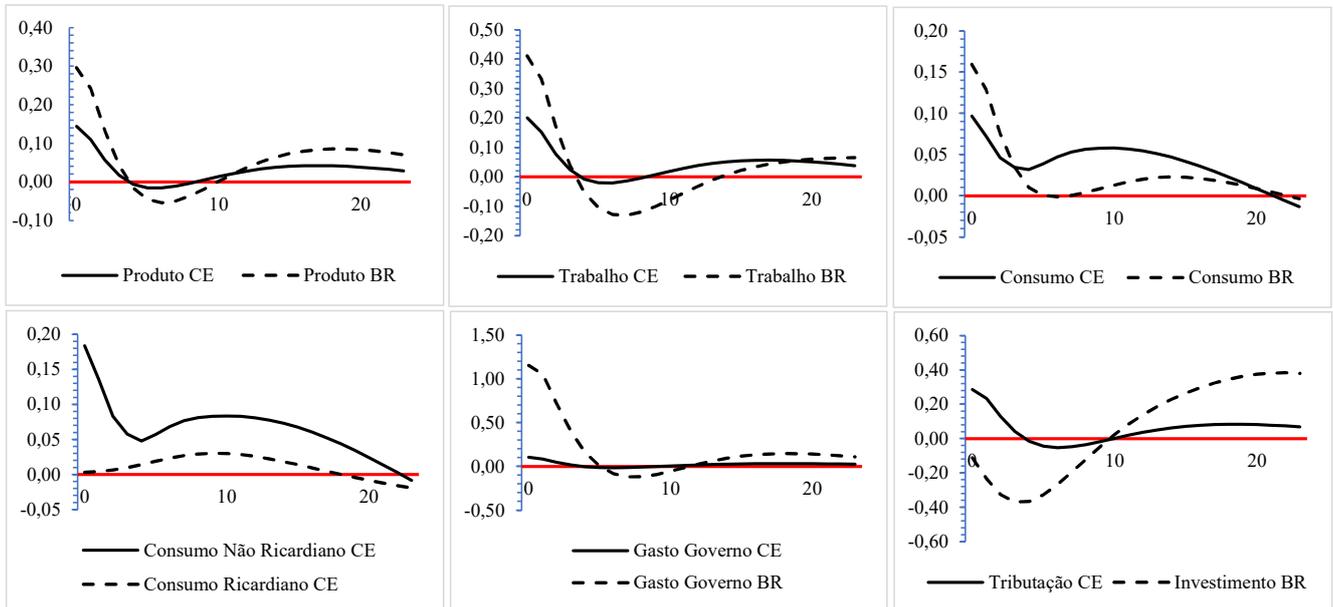


Fonte: Elaboração Própria.

Em relação ao choque de 1% de desvio padrão referente aos gastos do governo nacional, Figura 2, observa-se, inicialmente, um movimento de crescimento nas trajetórias de todas as variáveis analisadas, exceto, nos investimentos agregados. Esse resultado é compatível com o efeito *crowding out* dos investimentos que ocorre quando o governo amplia seu nível de endividamento para financiar suas despesas. Como consequência, há uma elevação substancial na taxa de juro real, que desestimula as empresas a fazerem investimentos de capital, afetando todas as demais variáveis macroeconômicas conforme discutido acima. Vale destacar que esse choque tem maior persistência sobre a taxa de investimentos, pois o custo de oportunidade de tomar dinheiro emprestado para realizar investimentos aumentou, tornando inviáveis a consecução de projetos tradicionalmente lucrativos das empresas por meio de empréstimos. Cabe pontuar que a magnitude do choque negativo da taxa de juros sobre o investimento é bem superior do que o apresentado pelo aumento de gastos do governo, no entanto a persistência do último choque é superior ao primeiro. Outro

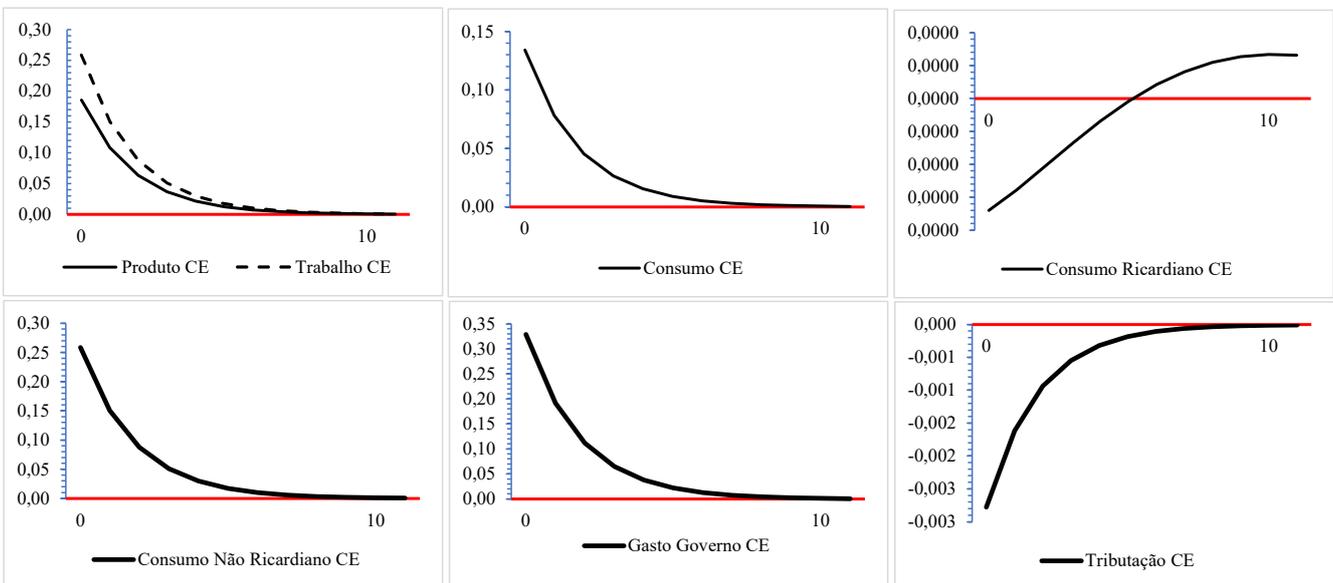
ponto é que como esse choque no gasto inicialmente impacta o consumo de forma positiva, principalmente das famílias restritas ao crédito, a tributação regional também absorve positivamente esse impacto.

Figura 2: Funções Impulso-Resposta de um choque nos Gastos do Governo Central



Fonte: Elaboração Própria.

Figura 3: Funções Impulso-Resposta de um choque nas Transferências Regionais



Fonte: Elaboração Própria.

Na Figura 3 são mostradas as IRFs de um choque de 1% no desvio padrão das transferências federais na economia do Ceará. Os impactos mostram-se positivos no produto, trabalho, consumo e gastos como esperado. A diferença é que no consumo esse choque tem relevância positiva para as famílias não ricardianas, isto é, as famílias mais pobres. Isso é explicado pelas transferências federais ao aumentar os

gastos do governo, este oferta mais bens públicos que são consumidos em maior escala por essas famílias com restrição. Nas famílias ricardianas esse choque é praticamente nulo. Em relação à tributação, o impacto inicial é negativo mas muito próximo de zero. Esse resultado negativo para a tributação também é esperado, pois quanto maiores forem o volume das transferências federais, menor será o esforço arrecadatório do estado. Por fim, cabe ressaltar que a persistência desse choque não ultrapassa 8 trimestres.

5 Considerações Finais

Há certa carência na literatura de metodologias empíricas que consigam mensurar os impactos de políticas nacionais em economias regionais. Devido a isso, os governos locais não conseguem antever choques de ações por parte do Governo Central em sua economia, sendo que os efeitos de tais choques são sempre avaliados *ex post*. O presente trabalho busca preencher essa lacuna. Aqui se propõe um instrumento empírico inédito na literatura nacional e regional capaz de mensurar e simular esses rebatimentos de modo *ex ante*.

Para tanto, desenvolveu-se um modelo dinâmico regional que opera em conjunto com um modelo DSGE para a economia brasileira a fim de investigar os efeitos de choque fiscais e monetários sobre a economia local. Posto que o modelo regional trabalha em conjunto com o modelo SAMBA do Banco Central, o modelo é chamado de SAMBA+REG.

Os parâmetros do modelo são estimados a partir de técnicas bayesianas, utilizando dados tanto do Brasil quanto do Ceará. Através de funções de impulso-resposta, simulamos os impactos sobre as variáveis macroeconômicas regionais provocados por três tipos de choques: na taxa de juros, nos gastos do governo e nas transferências diretas para o Estado.

De acordo com os resultados das simulações, observou-se que choques na taxa de juros provocam respostas com magnitudes diferentes sobre as economias nacional e regional e têm impacto mais acentuado sobre o consumo das famílias de modo a conter uma provável expansão da demanda. Como esperado, o produto da economia, o número de empregos, os gastos do governo, a arrecadação tributária e os investimentos sofrem um declínio por pelo menos 8 períodos (ou trimestres).

Quando se trata de um choque nos gastos do governo federal, num primeiro momento há uma melhoria de todas as variáveis macroeconômicas, mas há uma elevação da taxa de juros e queda no investimento, o que caracteriza um efeito *crowding out*. Ressalte-se que os impactos aqui capturados são de curtíssimo ou médio prazo.

Com relação ao choque sobre as transferências regionais, os impactos se mostram positivos sobre produto, trabalho, consumo agregado das famílias e gastos do governo. No que tange a arrecadação tributária cearense há um pequeno efeito redutor que já era esperado, visto que o aumento das transferências governamentais acaba por reduzir o esforço fiscal dos estados.

Por fim, foi possível identificar efeitos heterogêneos dos choques sobre o consumo das famílias ricardianas e não ricardianas. Cabe salientar que os resultados preliminares aqui produzidos demonstram haver consistência quanto aos impactos dos choques sobre as variáveis macroeconômicas de acordo com o que se espera na literatura e é um instrumental importante para simulações de políticas diversas que poderão servir como horizonte, tanto para a tomada de decisão dos governos regionais quanto a melhor política anticíclica a ser adotada, isto é, será possível criar uma estratégia para amortecer o ciclo econômico.

Para trabalhos futuros poderão ser usadas extensões do modelo proposto, como por exemplo incluir investimentos públicos estaduais ou até mesmo adicionar estoque capital humano público na função de produção regional. Além dessas possíveis derivações da modelagem, podem ser trabalhadas melhorias nas estimações dos parâmetros a fim de dar maior robustez aos resultados encontrados.

Referências

- ADOLFSON, M. et al. Evaluating an estimated new keynesian small open economy model. *Journal of Economic Dynamics and Control*, Elsevier, v. 32, n. 8, p. 2690–2721, 2008.
- ARAÚJO, E. et al. Medindo o impacto regional da política monetária brasileira: uma comparação entre as regiões nordeste e sul. *Revista Econômica do Nordeste*, v. 35, n. 3, p. 356–393, 2004.
- BERTANHA, M.; HADDAD, E. A. Efeitos regionais da política monetária no brasil: impactos e transbordamentos espaciais. *Revista Brasileira de Economia*, SciELO Brasil, v. 62, p. 3–29, 2008.
- CAKICI, S. M. Financial integration and business cycles in a small open economy. *Journal of International Money and Finance*, Elsevier, v. 30, n. 7, p. 1280–1302, 2011.
- CARVALHO, C.; VILELA, A. What if brazil hadn't floated the real in 1999? *Brazilian Review of Econometrics*, v. 35, n. 2, 2015.
- CASTRO, M. R. D. et al. Samba: Stochastic analytical model with a bayesian approach. *Brazilian Review of Econometrics*, v. 35, n. 2, p. 103–170, 2015.
- CAVALCANTI, M. A.; VEREDA, L. Fiscal policy multipliers in a dsge model for brazil. *Brazilian Review of Econometrics*, v. 35, n. 2, p. 197–232, 2015.
- CHRIST, C. *A Review of Input-Output Analysis*. [S.l.], 1955.
- CHRISTIANO, L. J.; EICHENBAUM, M. S.; EVANS, C. L. Nominal rigidities and the dynamic effects of a shock to monetary policy. *Journal of Political Economy*, The University of Chicago Press, v. 113, n. 1, p. 1–45, 2005.
- CHRISTIANO, L. J.; EICHENBAUM, M. S.; TRABANDT, M. On dsge models. *Journal of Economic Perspectives*, v. 32, n. 3, p. 113–40, 2018.
- CHRISTIANO, L. J.; TRABANDT, M.; VALENTIN, K. Introducing financial frictions and unemployment into a small open economy model. *Journal of Economic Dynamics and Control*, Elsevier, v. 35, n. 12, p. 1999–2041, 2011.
- DE PAOLI, B. Monetary policy and welfare in a small open economy. *Journal of International Economics*, Elsevier, v. 77, n. 1, p. 11–22, 2009.
- GOMES, J. W. F. et al. Efeitos fiscais e macroeconômicos da emenda constitucional do teto dos gastos (nº 95/2016) 1. *Nova Economia*, SciELO Brasil, v. 30, p. 893–920, 2021.
- KANCZUK, F. Brazil through the eyes of chorinho. *Brazilian Review of Econometrics*, v. 35, n. 2, p. 171–195, 2015.
- KYDLAND, F. E.; PRESCOTT, E. C. Time to build and aggregate fluctuations. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, JSTOR, p. 1345–1370, 1982.
- LONG JR, J. B.; PLOSSER, C. I. Real business cycles. *The Journal of Political Economy*, The University of Chicago Press, p. 39–69, 1983.
- LUCAS JR, R. Econometric policy evaluation: A critique. In: *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*. [S.l.]: Elsevier, 1976. v. 1, n. 1, p. 19–46.

- MANKIW, N. G. The savers-spenders theory of fiscal policy. *American Economic Review*, v. 90, n. 2, p. 120–125, 2000.
- MARCELLINO, M.; RYCHALOVSKA, Y. Forecasting with a dsge model of a small open economy within the monetary union. *Journal of Forecasting*, Wiley Online Library, v. 33, n. 5, p. 315–338, 2014.
- MEDINA, J. P.; SOTO, C. The chilean business cycles through the lens of a stochastic general equilibrium model. *Bank of Chile Working Papers*, v. 457, 2007.
- OKANO, M. et al. *Development of a Regional DSGE Model in Japan: Empirical Evidence of Economic Stagnation in the Kansai Economy*. [S.l.], 2015.
- PAIVA, W. et al. Um modelo de equilíbrio geral para o estado do ceará: o modelo de análises regionais estático – mares/ce. In: XIV ENCONTRO CEARÁEM DEBATE, IPECE. [S.l.], 2018.
- PIZZUTO, P. Regional effects of monetary policy in the us: An empirical re-assessment. *Economics Letters*, Elsevier, v. 190, p. 109062, 2020.
- RICKMAN, D. S. Modern macroeconomics and regional economic modeling. *Journal of Regional Science*, Wiley Online Library, v. 50, n. 1, p. 23–41, 2010.
- SERRANO, F. M. *Impacto regional da política monetária no Brasil: uma abordagem Bayesiana*. Tese (Doutorado) — Universidade de São Paulo, 2015.
- SMETS, F.; WOUTERS, R. An estimated dynamic stochastic general equilibrium model of the euro area. *Journal of the European Economic Association*, Oxford University Press, v. 1, n. 5, p. 1123–1175, 2003.
- TAMEGAWA, K. Two-region dsge analysis of regionally targeted fiscal policy. *Review of Regional Studies*, v. 42, n. 3, p. 249–263, 2012.
- TAMEGAWA, K. Constructing a small-region dsge model. *ISRN Economics*, Hindawi Publishing Corporation, v. 2013, 2013.
- TELES, V. K.; JÚNIOR, C. J. C.; ROSA, R. M. Investment-specific technological change and the brazilian macroeconomy. *Brazilian Review of Econometrics*, v. 35, n. 2, p. 233–264, 2015.
- TOVAR, C. E. Dsge models and central banks. *Economics: The Open-Access, Open-Assessment E-Journal*, v. 3, 2009.
- VEREDA, L.; CAVALCANTI, M. A. Modelo dinâmico estocástico de equilíbrio geral (dsge) para a economia brasileira: versão 1. Texto para Discussão, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), Brasília, Brasil, n. 1479, 2010.