

Uma revisão da literatura sobre modelos EGC aplicados a questões fiscais regionais

A theoretical review of EGC models applied to regional fiscal issues

Jacó Braatz*

PUCRS, Brasil

jacobraatz@hotmail.com

Rodrigo da Rocha Gonçalves*

PUCRS, Brasil

rrochagoncalves@gmail.com

Gustavo Inácio de Moraes*

PUCRS, Brasil

gustavo.moraes@pucls.br

Resumo. Modelos de Equilíbrio Geral Computável (EGC) têm sido aplicados largamente a diversas questões econômicas e por diversos atores. Tal modelagem é apresentada pela literatura como a ferramenta adequada para avaliar opções de políticas econômicas, já que proporciona uma estrutura ideal para analisar os efeitos de mudanças políticas sobre a alocação de recursos. Os modelos EGC possuem uma representação numérica das condições de equilíbrio de uma economia, convertendo a concepção teórica de equilíbrio geral walrasiano em equações comportamentais dos agentes econômicos e sendo assim relevantes para a análise de problemas a longo prazo. Dessa forma, proporcionam importantes lições aos formuladores de políticas, pois possibilitam a comparação, em termos quantitativos, da importância relativa dos efeitos das políticas econômicas e a identificação de quem ganha e de quem perde. Nesse *paper*, avalia-se a produção teórica recente sobre essa modelagem aplicada à questões fiscais de economias regionais.

Palavras-chave: Modelos EGC. Economia Regional. Teoria Econômica.

Abstract. Computable General Equilibrium Models (CGE) have been widely applied to various economic issues and by various actors. Such modeling is presented in the literature as the appropriate tool to evaluate economic policy options, since it provides an ideal framework to analyze the effects of political changes on the allocation of resources. The EGC models have a numerical representation of the equilibrium conditions of an economy, converting the theoretical conception of general Walrasian equilibrium into behavioral equations of the economic agents and thus being relevant to the analysis of long-term problems and providing important lessons for policy makers, since they make it possible to compare, in quantitative terms, the relative importance of the effects of economic policies and the identification of who wins and loses. In this *paper*, we evaluate the recent theoretical production on this model applied to fiscal issues of regional economies.

Keywords: EGC models. Regional Economics. Economic Theory.

* Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Av. Ipiranga, 6681, Partenon, 90619-900, Porto Alegre, RS, Brasil.

Introdução

O objetivo deste artigo é realizar uma revisão de literatura sobre modelos de Equilíbrio Geral Computável (EGC) aplicados a questões fiscais regionais. Buscando conhecer as principais aplicações empíricas, principalmente partindo de modelos da tradição Australiana/Norueguesa¹. Tal modelagem, utilizada em muitas partes do mundo para gerar *insights* dos efeitos de políticas e outros choques de comércio, tributação, gasto público, seguridade social, demografia, imigração, tecnologia, mercado de trabalho, meio ambiente, infraestrutura e crises financeiras, completou em 2010 seu cinquentenário.

Seu nascimento é creditado a Leif Johansen, que em 1960 publicou o trabalho intitulado *Multisectoral Study of Economic Growth*. Nesse *paper*, Johansen descreve a economia da Noruega com 22 setores e com a identificação explícita do comportamento dos agentes. No modelo, famílias maximizam utilidade sujeitas a uma restrição orçamentária, indústrias escolhem seus insumos para minimizar o custo de produção e o nível de produção que satisfaz a demanda, e as taxas de retorno do capital refletem sua taxa histórica. O comportamento desses agentes individuais é coordenado através da interação entre demanda e oferta.

Os modelos computáveis de equilíbrio geral são baseados no modelo de equilíbrio geral walrasiano², de uma economia concorrencial. A análise de equilíbrio geral determina os preços e as quantidades simultâneas em todos os mercados, sendo que ela explicitamente leva em conta os efeitos *feedback*, ou seja, o ajuste de preços ou de quantidades em um determinado mercado causado pelos ajustes de preços ou de quantidades em mercados correlatos.

Nesse sistema existem dois agentes principais: os produtores e os consumidores.

Estes agentes produzem, consomem e comercializam bens e fatores. Os consumidores, dotados de um orçamento e de um conjunto de preferências, demandam bens de forma a maximizar uma função utilidade. As preferências são, por hipótese, contínuas e convexas, das quais resultam funções de demanda contínuas e homogêneas de grau zero em relação aos preços, ou seja, somente os preços relativos podem ser determinados. Do lado da produção, a tecnologia é descrita por uma função de produção com rendimentos constantes de escala, significando que, no equilíbrio, o lucro das firmas é nulo. As firmas, dotadas de uma determinada tecnologia de produção, demandam fatores de forma a minimizar seus custos (FOCHEZATTO, 2005).

Os modelos EGC se baseiam nas matrizes de contabilidade social para definir as variáveis agregadas da economia e nos modelos de insumo-produto, pois englobam todos os setores e todos os agentes da economia, incluindo as fases intermediárias do processo produtivo, conectando aspectos microeconômicos com os macroeconômicos através da modelagem do comportamento dos agentes econômicos e suas inter-relações.

A metodologia de insumo-produto desenvolvida por Leontief (1951) e a matriz de contabilidade social (MCS) que registram todos os fluxos econômicos como receitas e despesas de todos os agentes econômicos, como empresas, famílias, fatores de produção, governo e resto do mundo, é a base de dados utilizada. A partir da MCS são atribuídas formas funcionais aos agentes que representam seu comportamento nos fluxos e entre eles. Assim, na opinião de Fochezatto (2005) pode-se dizer que os modelos de equilíbrio geral computável são extensões modernas dos tradicionais modelos de contabilidade social e de insumo-produto. Eles avançam no sentido de possibilitar variações nos preços relativos e na

¹ Os modelos de EGC podem ser divididos em duas classes: i) modelos de tradição Americana com equações não lineares e soluções apresentadas em nível e ii) modelos de tradição Australiana/Norueguesa com equações linearizadas. Ambas as abordagens são métodos numéricos de solução para um sistema de equilíbrio geral.

² O equilíbrio geral walrasiano refere-se à noção de equilíbrio na qual há igualdade entre oferta agregada e demanda agregada nos mercados de bens e de fatores. Esse equilíbrio é garantido por um vetor de preços responsável pela igualdade. Mais detalhes ver Walras (1983).

substituição de fatores de produção e de produtos. Também, devido ao seu caráter multissetorial, eles são mais ricos em detalhes do que os modelos macroeconômicos.

As qualidades apresentadas pelos modelos computáveis de equilíbrio geral fizeram com que seu uso como instrumentos de análise de políticas econômicas se estendesse desde países desenvolvidos até países em desenvolvimento, em especial após a década de 1970. Segundo Fochezatto (2005), os campos mais privilegiados de aplicação destes modelos são os de análises de temas que exigem respostas agregadas e setoriais, ou seja, que tenham impacto micro e macroeconômicos. Por possuírem uma sólida fundamentação teórica e grande versatilidade, podem ser adaptados para diferentes contextos econômicos, sejam nacionais ou regionais, tendo como pré-requisito a existência de dados suficientes para a elaboração da matriz de contabilidade social.

Conforme Fochezatto (2005) o crescente uso desses modelos se deve à possibilidade de se modelar a complexa interdependência entre instituições e agentes que compõem a economia, além do desenvolvimento computacional recente e a difusão de matrizes de insumo-produto e de contabilidade social. O autor cita também sua flexibilidade, haja vista que, recentemente, com a evolução desse tipo de modelagem, houve relaxamento de suposições restritivas quanto à estrutura de mercado e o papel da moeda, incorporação de concorrência imperfeita e economias de escala além da preocupação em dar aos modelos uma consistência microeconômica mais robusta.

Para esse mesmo autor, algumas características dos modelos de equilíbrio geral computável devem ser destacadas. Primeiro, eles são construídos sobre sólidas bases microeconômicas, já que é preciso definir os agentes (consumidores, produtores, governo e resto do mundo) através de equações de comportamento. Segundo, apresentam consistência interna entre todas as variáveis, já que derivam de uma base de dados necessariamente consistente e coerente. Terceiro, eles fornecem soluções numéricas para todas as variáveis endógenas, possibilitando analisar os efeitos de mudanças

em políticas econômicas. Finalmente, como levam em conta as inter-relações entre todas as variáveis consideradas, permitem capturar os efeitos diretos e indiretos de mudanças em políticas econômicas. Estes são os principais motivos pelos quais esses modelos são instrumentos adequados para analisar mudanças de políticas econômicas, as quais tendem a causar efeitos complexos e de difícil identificação.

Partindo da relevância dos modelos de EGC para a formulação de políticas econômicas, a principal contribuição deste trabalho é demonstrar a evolução desses modelos aplicados a questões fiscais, almejando incentivar a implementação de estudos regionais, principalmente com foco em estados que deparam-se com problemas fiscais estruturais, tal como o estado do Rio Grande do Sul.

Nas próximas seções, apresentam-se a fundamentação teórica dos modelos de EGC e uma síntese da literatura internacional, nacional e regional, demonstra-se o que se vem produzindo teórica e empiricamente nessa área, com foco principal em finanças públicas, especialmente no modelo MONASH. Posteriormente, seguem os comentários finais.

Definições teóricas sobre modelos de EGC

Seguindo os passos iniciais dados por Johansen, Noruega e Austrália têm dado passos significativos para o desenvolvimento da modelagem. Na Noruega, sua agência de estatística oficial (*Statistics Norway*) desenvolveu o MSG (*Multisectoral Growth*) que remonta ao modelo de Johansen, de 1960. Na Austrália, o MONASH, adaptou e estendeu as técnicas apresentadas em 1960 e expandiu para o resto do mundo esse estilo de modelagem (DIXON; JORGENSON, 2013).

Segundo Dixon e Jorgenson (2013), o primeiro modelo MONASH, chamado ORANI, envolveu uma série de melhorias do modelo de Johansen, incluindo: (i) um procedimento computacional para eliminar erros de linearização sem sacrificar a simplicidade do modelo, (ii) endogeneização

de fluxos de comércio pela introdução da substituição imperfeita entre produção doméstica e importada (elasticidades de Armington), (iii) incremento na dimensão de análise, possibilitando a inclusão de detalhes relevantes, como as margens de transporte e de comércio, (iv) fechamentos do modelo flexíveis, possibilitando que o pesquisador escolha qual a teoria a ser usada para “fechar” o modelo, e (v) inclusão de formas complexas de especificar as tecnologias de produção.

Em grande medida, os modelos MONASH³ são utilizados tanto por governos quanto por empresas para quatro tipos de análise: histórica, de decomposição, previsão e política econômica. Simulações históricas produzem dados atualizados e estimam tendências em tecnologias, preferências e outras variáveis não observadas. Simulações de decomposição expõem episódios históricos e efeitos de políticas em contexto histórico. Previsão provê linhas de base utilizando extrapolação de tendências de simulações históricas junto com projeções. Simulações de políticas geram os efeitos das políticas analisadas e seus desvios tendo uma linha base de comparação⁴.

O primeiro modelo MONASH criado reflete uma questão histórica. Desde o início do século 20, a Austrália adotava tarifas de importação para defender suas manufaturas. Após forte debate⁵, os formuladores de política demandaram uma ferramenta quantitativa para analisar essa política tarifária e dar respostas à sociedade sobre os possíveis efeitos das mudanças na proteção sobre as indústrias e sobre o emprego. O ORANI, a primeira versão operacional do modelo construído com base nessa discussão histórica sobre comércio internacional, detalhava quantitativamente os efeitos dos cortes na proteção e mostrava seus vencedores e perdedores, bem como empregos ganhos e perdidos por indústrias. Assim, segundo Dixon *et al.* (2013), essa discussão converteu a Austrália de um país de alta proteção em

meados dos anos 1970 para um país de comércio livre no fim do século.

O sucesso apresentado pelo modelo na sua tarefa básica inicial se estendeu também para outras áreas e tipos de análise, dada sua flexibilidade em prover resultados em uma enorme variedade de questões, incluindo: efeitos em variáveis macroeconômicas, industriais, análises regionais, mercado de trabalho, tributação, gasto público, sustentabilidade fiscal, seguridade social, políticas ambientais, tecnológicas, preços internacionais de *commodities*, taxas de juros, uniões alfandegárias, infraestrutura, distribuição de renda, choques externos, escolhas de estratégias de desenvolvimento, entre outras.

Esse sucesso apresentado pela modelagem EGC deve-se a que: i) perspectivas de longo prazo fazem com que os pressupostos do equilíbrio geral com respostas racionais a incentivos econômicos, preços relativos flexíveis e *market-clearing* sejam mais apropriados; ii) quanto mais longo o horizonte de análise, maior o desvio das variáveis exógenas dos valores de hoje. Além disso, mudanças em tributos e despesa pública causam mudanças na maioria dos mercados da economia, gerando interações entre eles que só seriam captadas por modelos de equilíbrio geral, sendo assim a ferramenta adequada para avaliar opções de políticas, já que proporciona uma estrutura ideal para analisar os efeitos de mudanças políticas sobre a alocação de recursos, pois apresentam uma representação numérica das condições de equilíbrio de uma economia, formalizadas por Arrow e Debreu (1954) e outros nos anos 50, convertendo a concepção teórica de equilíbrio geral walrasiano em equações comportamentais dos agentes econômicos.

Em termos de níveis geográficos, os modelos EGC podem abarcar o nível global (múltiplos países)⁶, nacional e regional. Os modelos com dimensão regional apareceram logo depois do *boom* de desenvolvimento deste tipo de modelagem e têm sido aplicados

³ Uma exposição completa da modelagem MONASH pode ser vista em Dixon e Rimmer (2002).

⁴ Mais detalhes sobre os tipos de fechamento serão discutidos adiante.

⁵ Para mais detalhes ver Dixon e Jorgenson (2013).

⁶ Para análise dos modelos “interpaíses” ver Dixon e Jorgenson (2013).

a um sem número de questões essencialmente regionais como federalismo fiscal, desenvolvimento regional, políticas de transporte, reformas microeconômicas em governos subnacionais, desastres naturais, megaeventos, entre outros.

Modelos EGC regionais são não mais que modelos nacionais com dimensões extras para cada um dos agentes modelados. Entretanto, a modelagem regional envolve desafios adicionais em comparação com a modelagem nacional⁷. Primeiramente, fatores de produção são mais móveis intranacionalmente do que internacionalmente, o que requer uma satisfatória especificação para migração inter-regional. Essa mobilidade implica em análises de bem-estar regional e variação nos padrões de preferências dentro do país. Segundo, modelagem multirregional implica na introdução da distância, e, conseqüentemente, a especificação de margens de transporte e de comércio. Um terceiro desafio é a especificação do comportamento de diferentes níveis de governo: nacional, estadual e local. Um quarto desafio seria a escassa disponibilidade de dados regionais para a construção do banco de dados da região a ser abordada (GIESECKE; MADDEN, 2013).

Em relação ao aspecto regional deste tipo de modelagem, há três tipos básicos de modelos: *top-down*, que é um modelo regional agregado a um modelo nacional; *bottom-up*, que é um modelo multirregional unificado para uma economia nacional e *stand-alone*, que é um modelo com a dimensão apenas subnacional (regional, local). Além disso, pode haver variantes híbridas desses modelos, como modelos *top-down* com elementos *bottom-up* e modelos multirregionais com apenas uma parte de uma nação, como uma cidade, por exemplo.

A essência da abordagem *top-down* é a execução sequencial de um modelo a nível regional para obter resultados para o conjunto da economia nacional, e de posse desses resultados alimentar um segundo modelo que decompõe os resultados em um conjunto de resultados regionais. O primeiro modelo deste tipo foi o modelo ORES (*ORANI Regional*

Equation System). Essa abordagem provê uma poderosa ferramenta para modelar choques emanados do nível regional e seus efeitos sobre toda a economia.

Segundo Giesecke e Madden (2013), ORES divide a indústria em dois grupos: nacional e local. A indústria nacional produz apenas *commodities* que podem ser comercializadas inter-regionalmente. A indústria local produz *commodities* que podem ser comercializadas somente intra-regionalmente. A demanda e oferta da indústria são determinadas via equações de *market-clearing* (equilíbrio) para as *commodities* local e nacional. Essa construção é central para a determinação da distribuição através das regiões dos choques em nível nacional⁸.

O advento de um modelo *bottom-up* no começo da década de 1980 permitiu um alcance maior para a análise de choques impostos em nível regional, haja vista que as equações de comportamento dos agentes são definidas nesse nível que se interliga com o modelo nacional através de fluxos comerciais, financeiros, de tributos e gastos públicos. O primeiro modelo deste tipo foi criado por Liew (1981) que dividiu a Austrália em seis regiões para construir o MRSMAE (*Multi-Regional Multi-Sectorial Model of Australia Economy*). A motivação de Liew era comparar os resultados da modelagem com o estilo *top-down*. Segundo Giesecke e Madden (2013, p. 398) ele encontrou efeitos mais pronunciados regionalmente sobre a oferta, em seu modelo, mas o inverso sobre o emprego.

Enquanto o primeiro modelo *bottom-up* criado por Liew era apenas experimental, Jones e Whalley (1988) criaram um modelo *bottom-up* multirregional capaz de capturar detalhes regionais que permitiu simular uma extensa gama de situações, particularmente o federalismo fiscal. O modelo possui seis regiões e seis *commodities*, características regionais de governo incorporadas para cada uma delas (receitas, despesas e transferências intragovernamentais) e trata o mercado de trabalho com mobilidade imperfeita de mão de obra entre as regiões.

⁷ Revisão e críticas sobre a abordagem regional ver em Jones e Whalley (1988), entre outros.

⁸ Para uma análise completa do modelo ORES ver Dixon *et al.* (1982, p. 277-283).

A construção de modelos *bottom-up* requer maior quantidade de dados como os referentes às interligações regional-nacional dos modelos e os dados das matrizes de insumo-produto regionais, para que possam ser avaliados os choques regionais, ou seja, os impactos de políticas econômicas aplicadas em nível regional aparecem tanto no nível regional quanto no nacional e levam em conta os efeitos *feedback* entre as regiões.

Um número substancial de modelos EGC regionais têm apenas uma região como foco de análise e base de dados, em geral designados para propósitos específicos, particularmente quando a região é muito pequena. Tais modelos, *stand-alone* conhecidos como modelo de região única (*single-region model*) surgiram primeiramente com o AMOS (*A macro-micro model of Scotland* (GIESECKE; MADDEN, 2013)⁹. A seguir, realiza-se uma revisão empírica da modelagem EGC aplicada a questões regionais, bem como ao campo das finanças públicas.

Literatura empírica

Nesta seção realiza-se uma revisão da literatura empírica de modelos EGC aplicados às questões que envolvem as finanças públicas de forma geral. Inicialmente revisa-se a literatura internacional aplicada, com foco na produção teórica mais recente, logo após a literatura nacional e por fim, faz-se uma revisão da literatura regional aplicada.

Literatura internacional

A literatura internacional é vasta no que se refere ao uso de modelos EGC para simular os efeitos econômicos e distributivos de políticas fiscal e tributária. Em modelos construídos para economias nacionais, Shoven e Whalley (1972) e Adelman e Robinson (1978) foram pioneiros na introdução de aspectos distributivos nos modelos EGC voltados para questões tributárias. Dervis *et al.* (1982) propõem a utilização de modelos EGC para

análise de tributação e de outras políticas públicas em países em vias de desenvolvimento. Ballard *et al.* (1985) desenvolveram um modelo para análise de questões de tributação para os EUA. Shoven e Whalley (1992) aprofundam a discussão de como os modelos EGC podem ser utilizados na prática para desenhar políticas públicas de vários tipos, inclusive tributárias.

Holmoy e Strom (2013) construíram um modelo EGC para analisar a sustentabilidade fiscal das políticas aplicadas na Noruega. Preocupados com os esquemas de bem-estar social montados pelos países nórdicos, os autores analisam como o sistema de pensões e demais serviços de saúde poderiam afetar a curto e longo prazos a sustentabilidade fiscal do país, haja vista os custos elevados e crescentes desses tipos de políticas públicas. Utilizando um modelo chamado MSG6 (*Multisectoral Growth version 6*), os autores demonstram que o mecanismo de equilíbrio geral contribui significativamente para explicar os efeitos totais das políticas estudadas.

Devarajan e Robinson (2013) revisam a experiência do uso dos modelos EGC e sua influência no desenvolvimento de políticas públicas em países em desenvolvimento. O *paper* descreve diferentes classes de modelos empíricos, e identifica as características mais utilizadas na solução de diferentes problemas. Para eles, o uso dessa metodologia pode contribuir muito para o debate das diferentes políticas públicas adotadas nesses países.

Jorgenson e Yun (2013) apresentam uma metodologia de equilíbrio geral para avaliar propostas alternativas de reformas tributárias. O artigo apresenta métodos alternativos para analisar a alocação eficiente do capital e do trabalho baseados em remoção de tratamento diferenciado entre categorias de renda e mudança de base tributária da renda para o consumo. Para os autores, o sistema identificado como o mais efetivo equaliza a taxa da renda e do capital e a equidade

⁹ Segundo Giesecke e Madden (2013), ainda que seja plenamente possível obter-se residualmente os dados para o país, à medida em que se disponha dos dados regionais para essa pequena região, é possível que tais

modelos gerem resultados enganosos por ignorarem de antemão os efeitos *feedback* interregionais, o que deve ser alertado pelo analista econômico que utiliza o modelo.

pode ser preservada com alíquotas diferentes para o capital e para o trabalho.

Giesecke e Madden (2013) discutem o desenvolvimento dos modelos de cunho regional, os métodos aplicados pelos pesquisadores para resolver e abordar os problemas regionais, as maneiras encontradas para modelar o comportamento da economia em um contexto multirregional e os métodos de construção dos bancos de dados a serem utilizados. Para os autores, de todos os tópicos abordados pela modelagem EGC regional, o federalismo fiscal é o que recebe a maior atenção dos pesquisadores. Exemplos podem ser vistos em Madden *et al.* (1983), que analisa o impacto de mudanças na alocação dos recursos federais entre os estados da Austrália, e em Whalley e Trela (1986), que fazem o mesmo estudo para o Canadá, dois dos países com os sistemas de equalização considerados os mais desenvolvidos¹⁰.

Em se tratando especificamente do modelo MONASH, este tem sido aplicado em análises de políticas econômicas principalmente nos EUA e na Austrália, especialmente em relação a políticas comerciais, como remoção e imposição de quotas e tarifas, política migratória, indústria aeronáutica entre outros, contudo, aplicado em sua maioria às economias nacionais.

Dentre os mais conhecidos modelos elaborados e aplicados, o USAGE (DIXON; RIMMER, 2002) é o de maior uso. Trata-se de um modelo dinâmico, baseado no MONASH, e criado com 500 indústrias para a economia americana, desenvolvido pelo CoPS – *Centre of Policy Studies* em colaboração com a ITC – *US International Trade Commission*.

Dixon e Rimmer (2009a; 2009b), usando os dados disponíveis até 1998, aplicaram o método com o modelo USAGE para gerar "previsões genuínas" para 500 *commodities* e indústrias norte-americanas para o período de 1998 a 2005. Em seguida, compararam essas previsões com resultados reais e com previsões alternativas derivadas de tendências extrapoladas. Os autores concluem que as previsões para 500 *commodities* superam

em muito eventuais previsões de tendência e mesmo previsões de especialistas, ainda que, com erros médios elevados. Para os autores, o método de previsão USAGE tem um potencial considerável, especialmente em relação às projeções comerciais.

Adams *et al.* (1994), utilizando o MONASH, descrevem as previsões anuais para o período de 1990-1991 a 1996-1997 da economia australiana. Os autores projetam as implicações para a estrutura da economia de previsões macroeconômicas feitas por métodos convencionais e menos formais. Como resultado da análise, concluem que a ferramenta possui dinâmicas suficientes para permitir rastrear, ao nível micro, os fenômenos do ciclo de negócios que são assumidos nas previsões macro. O modelo EGC distingue 112 indústrias, 6 regiões e até 283 ocupações da força de trabalho. Para os autores, além do nível de detalhe, a força do sistema de previsão MONASH é que ele produz previsões que podem ser interpretadas completamente em termos de teoria do modelo, dados os pressupostos subjacentes.

UPGEM é um modelo de equilíbrio geral computacional recursivo-dinâmico, criado com o objetivo de analisar efeitos de mudanças nas preferências das indústrias sul-africanas, apresentado em Bohlmann e Breitenbach (2014). Com dados do ano base para 2006, o banco de dados do modelo distingue indústrias e *commodities*, e em combinação com o modelo teórico descreve as principais inter-relações na economia sul-africana. O modelo é implementado e resolvido seguindo o estilo MONASH - descrito em Dixon e Rimmer (2002; 2005) - de implementar um modelo EGC, incluindo equações para os elementos dinâmicos que permitem *links* intertemporais que descrevem a acumulação de capital, o processo de ajustamento no mercado de trabalho e as contas fiscais do governo. Os resultados da aplicação mostram que houve uma mudança significativa nas preferências dos produtores em favor do uso de mais capital e menos

¹⁰Nesses países, o governo federal ajusta as transferências aos entes subnacionais de acordo com diferenças em variáveis calculadas per capita para compensar as

assimetrias estaduais em bases fiscais e o custo da prestação de serviços públicos de cada ente.

trabalho, causado basicamente por uma deterioração significativa na produtividade da mão-de-obra, o que acabou por gerar elevação do desemprego naquele país, no período avaliado.

Tendo o MONASH como modelo base, EGC também foi aplicado no estudo da indústria de aviação americana (HARBACK *et al.*, 2008). Para rastrear como o Sistema de Transporte Aéreo da Próxima Geração (NextGen) - uma coleção de tecnologias, procedimentos, infra-estrutura e conceitos - poderia afetar as indústrias que não são da aviação, o modelo combinou oferta e demanda agregada em modelagem dinâmica. Os resultados apresentados destacam as indústrias que podem ser mais afetadas pelo NextGen, e descreve um aumento de 0,2% do PIB, associado ao tráfego aéreo nacional.

Utilizando o USAGE juntamente com as previsões da OCDE feitas em 2007, Dixon e Rimmer (2008), chegam à conclusão de que a OCDE estava antecipando os efeitos da crise de crédito americana de 2008. As simulações mostram uma desvalorização real da moeda dos EUA e estimulação de indústrias expostas ao comércio. No entanto, o dólar, nesta simulação, permanece forte, o que gera, segundo os autores, um desafio de modelagem: como realizar uma simulação em que há uma redução no investimento, mas não depreciação real da moeda local?.

Dixon e Rimmer (2004), utilizando USAGE, mostram que o crescimento rápido no comércio internacional dos EUA foi explicado principalmente por mudanças de tecnologia que reduzem os custos nas indústrias orientadas para a exportação e aumentaram os insumos de *commodities* que são fortemente importados. A simulação histórica fornece estimativas de movimentos em tecnologia não observável e variáveis de preferência. A simulação de decomposição explica os desenvolvimentos na economia dos EUA em termos de movimentos nessas variáveis e em variáveis exógenas observáveis, como tarifas.

Dixon e Tsigas (2005) analisam a retirada de tarifas e quotas e seus efeitos sobre a economia americana, utilizando o USAGE. Os autores chegam à conclusão de que a retirada total desses mecanismos geraria um ganho de bem estar de 0,07% para a economia como um

todo. Já para indústrias localizadas haveria ganhos e perdas, essas especialmente localizadas nas indústrias intensivas em mão-de-obra como têxteis.

Como observado nessa breve síntese que mostra como vem sendo utilizado a modelagem EGC e o modelo MONASH, atualmente o seu foco principal está em avaliação de políticas comerciais e especialmente aplicado às economias nacionais. Apesar do uso da ferramenta mostrar-se abrangente, poderosa e em muitos casos não possuir 'métodos concorrentes', aplicações desse modelo às finanças públicas em nível subnacional não foram localizadas. Ainda que haja dificuldades metodológicas consideráveis para a construção de um modelo regional, aparentemente a explicação para essa inexistência de modelos dinâmicos com módulo fiscal aberto, de economias regionais, parece estar ligada à dificuldade de obtenção de dados necessários à construção dos vetores de receitas e despesas subnacionais.

Literatura nacional

No caso brasileiro, a aplicação destes tipos de modelos inicialmente focou nas análises de distribuição de renda, com Lysy *et al.* (1980) e Cruz e Willumsen (1991). Como destaca Fochezatto (2005), o objetivo era capturar os efeitos distributivos de diferentes alternativas de política econômica, incorporando ao modelo o maior número possível de grupos socioeconômicos e categorias de trabalho.

Acompanhando a conjuntura nacional e internacional e os problemas que afligiam a economia brasileira na década de 1980, o foco principal dos modelos direcionou-se para os problemas relacionados aos desequilíbrios externos. Nesse campo se destacaram, segundo Fochezatto (2005), Werneck (1983), Tourinho (1985), Kadota e Prado (1985) e Najberg *et al.* (1995). Na década de 1990 o foco foram as políticas de estabilização, com Urani (1993), que incluiu no seu modelo um setor financeiro, e Fochezatto e Souza (2000), que analisaram as políticas de estabilização e reformas estruturais ocorridas durante a primeira fase do Plano Real.

Araújo e Ferreira (1999), utilizando um modelo de equilíbrio geral dinâmico com agentes que têm vida infinita e taxa de desconto intertemporal positiva, discutem as medidas da reforma tributária tal como estavam propostas no final da última década, realizam quantificações e qualificações dos efeitos alocativos e dos impactos sobre o bem-estar que poderiam ocasionar na economia brasileira e comparam a eficiência do sistema resultante da implantação delas e recomendam a adoção das mais eficientes, dentro daquela ótica de longo prazo. Segundo os autores, no que se refere aos efeitos alocativos, as reformas tributárias propostas trariam resultados positivos, com crescimento do produto, emprego e estoque de capital da economia. Já no que se refere aos impactos de bem-estar, constata-se que o padrão de vida da sociedade poderia melhorar.

Lledo (2005), utiliza um modelo de equilíbrio geral dinâmico de gerações superpostas como o proposto por Auerbach e Kotlikoff (1987), para analisar a implementação das propostas de reforma tributária, e também para discutir os aspectos que dizem respeito à distribuição de renda entre gerações. O autor chega a resultados que levam a aumento nas taxas de consumo já nos primeiros anos após a reforma e a um aumento de bem estar, rejeitando a hipótese de que um possível ajuste fiscal seria um obstáculo para uma reforma tributária que implementasse um sistema mais eficiente de tributação no Brasil.

Silva *et al.* (2005) avaliam os impactos econômicos de longo prazo na economia brasileira de três medidas integrantes da reforma do sistema tributário: a transformação parcial da Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social (Cofins) em uma contribuição sobre o valor adicionado, a adoção do PIS/Pasep e da Cofins sobre importações e a substituição parcial da contribuição previdenciária por uma contribuição sobre o valor adicionado. O instrumento utilizado foi um modelo de equilíbrio geral da economia brasileira (EGC-IPEA), cujo bloco fiscal foi adaptado para permitir a análise detalhada daquelas medidas. Os resultados, apontam que o PIB real é pouco afetado, mas a carga fiscal total

aumenta 0,3% e 0,53% do PIB, respectivamente, com a implantação das duas primeiras medidas listadas. O impacto fiscal da última é nulo, por hipótese. Com a adoção de cada uma das três medidas há uma redução nas importações e nas exportações, mas esse resultado depende das hipóteses de taxa de câmbio flutuante e saldo constante da balança de transações correntes que foram adotados no modelo. O efeito das três medidas consideradas aqui sobre o bem-estar pode ser medido pelo seu impacto no salário real, que é +0,40% para a primeira delas e de -0,20% e -0,10%, respectivamente, para as duas últimas.

Paes e Siqueira (2005) analisam os efeitos econômicos da implantação do princípio do destino na cobrança do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) e suas implicações sobre a pobreza e a desigualdade de renda, utilizando um modelo de equilíbrio geral dinâmico com agentes heterogêneos e dois tipos de governos – estaduais e federal. Foram consideradas duas possibilidades: uma englobando todos os estados e outra excetuando o Amazonas. Além disso, os estados ganhadores puderam aumentar as suas despesas com o ganho de arrecadação ou repassá-lo para as famílias via transferências. Os resultados mostraram que somente seis estados perderiam com a implantação do princípio do destino: Goiás, Santa Catarina, Mato Grosso do Sul, São Paulo, Espírito Santo e Amazonas. Entre os maiores ganhadores estariam Maranhão, Distrito Federal, Roraima, Acre, Alagoas e Piauí. Em termos macroeconômicos há um pequeno aumento no consumo e uma redução progressiva do produto e do estoque de capital. Do ponto de vista da equidade, se os ganhos forem transferidos às famílias, haveria uma significativa redução da pobreza, notadamente nos Estados mais pobres, mas com pouca variação na desigualdade regional, com um pequeno ganho para os estados do Nordeste.

Santos (2006) analisa os impactos sobre a economia brasileira, em nível nacional e regional, de três diferentes políticas no campo da tributação indireta: a redução dos tributos indiretos sobre os principais produtos alimentícios consumidos pelas famílias, a redução dos tributos indiretos sobre os

principais insumos empregados na atividade agropecuária e a redução de tributos indiretos sobre todos os bens e serviços no estado de São Paulo. A análise foi realizada por meio de exercícios de simulação com o uso de um modelo aplicado de equilíbrio geral inter-regional estático, do tipo *bottom-up*, denominado TERM-BR (*The Enourmous Regional model for Brazilian Economy*). Ele especifica 42 setores produtivos e 27 regiões (os 26 estados e o Distrito Federal) e foi calibrado para o ano de 2001. As simulações de redução dos tributos indiretos sobre alimentos (experimento 1) e de redução dos tributos indiretos sobre insumos agropecuários (experimento 2) tiveram pouco impacto para o Brasil como um todo. Em termos regionais, seus resultados sinalizaram aumento no nível de atividade econômica, no emprego, no salário real, no consumo das famílias e no investimento nas regiões mais pobres do País: Norte e Nordeste. Ambas as simulações revelaram ainda que políticas como estas têm o potencial de melhorar o bem-estar dos grupos de rendas mais baixas, especialmente nas regiões mais pobres. O impacto negativo sobre a arrecadação dos governos revela-se como a principal restrição à implementação dessas políticas. A simulação da redução dos tributos indiretos sobre todos os bens e serviços no estado de São Paulo (experimento 3) mostra que este estado seria amplamente beneficiado com esta medida, em detrimento do restante do país.

Para o autor, esta política tributária local-específica, além de comprometer a unidade federativa, dá sinais de regressividade nos seus efeitos sobre a renda, isto é, parece onerar mais as classes de rendas mais baixas, especialmente quando localizadas nas regiões mais pobres do país; enquanto beneficia mais os grupos de rendas mais altas no estado de São Paulo. A grande perda de receita com tributos indiretos para o estado que implementa uma política desta natureza se mostra como o principal elemento que inibe seu uso indiscriminado. Segundo o autor, a principal contribuição do trabalho reside na importância dos seus resultados para a compreensão dos potenciais efeitos regionais das políticas tributárias no Brasil, raramente retratados de maneira formal nos estudos

empíricos sobre o tema no país. Os resultados das simulações deixam claro que os impactos das políticas tributárias diferem regionalmente, muitas vezes de maneira substancial, portanto, não devem ser negligenciados. Eles também reforçam a utilidade dos modelos aplicados de equilíbrio geral inter-regional para análise dos impactos de políticas tributárias no Brasil.

Medir os impactos de alterações recentes na estrutura tributária nacional, foi o objetivo de Tourinho *et al.* (2010). Utilizando um modelo EGC da economia brasileira, eles descrevem o modelo, discutem suas características, formulação, construção e calibração, e o usa para analisar três medidas fiscais: a transformação parcial da COFINS em uma contribuição sobre o valor adicionado e a incidência dos PIS/PASEP e da COFINS sobre as importações, ambas aprovadas em 2003, e a extinção da CPMF, que só foi adotada em 2007. A análise permite identificar detalhadamente os efeitos destas medidas sobre o desempenho econômico agregado e setorial no longo prazo, depois que todos os seus efeitos transitórios se esgotem e que os seus efeitos indiretos sejam absorvidos.

Segundo os autores os resultados apresentados descrevem o equilíbrio macroeconômico e setorial da economia no caso da implantação daquelas medidas, e permite comparações com um cenário básico correspondente à situação observada no ano-base. Ao nível macro eles dizem respeito ao seu impacto sobre o produto, às contas públicas, ao balanço de pagamentos e ao câmbio, e sobre os salários e distribuição de renda. Ao nível desagregado, é possível identificar os efeitos setoriais levando em conta as diferenças estruturais e alíquotas distintas para os vários impostos, que produzem diferenças setoriais no efeito das medidas tributárias sobre os custos e os preços. Os níveis macro e setorial interagem porque o impacto no equilíbrio do mercado doméstico dos diferentes bens, decorrente das variações na produção, consumo, importações e exportações, é levado em consideração simultaneamente em ambos os contextos. As principais hipóteses para o fechamento do modelo são de mobilidade setorial dos fatores

de produção, e uma política cambial de câmbio flutuante.

Domingues (2010) analisa os efeitos da desaceleração econômica com a crise de 2009 sobre a economia brasileira, em especial sobre os setores de atividade e estados brasileiros. Para se ter um quadro consistente destes impactos, que leve em conta tanto indicadores macroeconômicos como setoriais (exportações e importações), um modelo de equilíbrio geral computável de dinâmica recursiva é utilizado. Segundo o autor, a aplicação do modelo permite diferenciar os impactos setoriais e regionais da crise de acordo com componentes da demanda local e das exportações, assim como o papel do gasto do governo no amortecimento da crise.

Além disso, os impactos de algumas reduções temporárias de IPI (linha branca e automóveis) são analisados. Os resultados permitiram identificar os componentes mais significativos na propagação e limitação dos efeitos da crise de 2009 sobre a economia real, bem como o papel da expansão do consumo do governo no amortecimento do impacto da crise sobre setores específicos, como os de serviços, e alguns estados da federação. As projeções apontam que as políticas anticíclicas podem contribuir para minimizar os possíveis efeitos negativos da crise econômica em estados com pequena participação no PIB, ao passo que em economias maiores e mais diversificadas as medidas podem não contrabalançar os efeitos negativos.

Silva (2014) analisa os impactos da redução do ICMS praticado no estado do Amazonas, contextualizando com a polêmica da guerra fiscal entre os estados. Para isso utilizou os dados da economia amazonense, estratificando seus valores para a composição da Matriz Insumo Produto da economia local para que posteriormente se pudesse utilizar a metodologia de EGC. De forma geral, os resultados foram positivos para o estado nortista, na medida em que mostrou elevação do PIB e das exportações.

Finalizando essa síntese dos trabalhos a nível nacional, Porsse e Carvalho (2016) avaliam os impactos econômicos da política

de desoneração da folha de pagamento, instituída em 2011 (pela Medida Provisória nº 540/2011 e Lei nº 12.546/2011), realizando simulações com um modelo de equilíbrio geral computável dinâmico para a economia brasileira derivado do modelo ORANI-G¹¹. Os resultados mostram que a política de desoneração implicaria em ganho acumulado no crescimento do PIB de 0,34% no período entre 2013-2025. explicado pelo aumento no consumo das famílias e das importações, enquanto a política de reoneração levaria a uma perda acumulada de 0,37% no mesmo período.

Literatura regional

Aplicado aos entes federados subnacionais, o uso de modelos de equilíbrio geral computável tem se focado em temas relacionados a reestruturações tributárias, reestruturação orçamentária, políticas tributárias, bem como na construção de modelos regionais estáticos para a economia do estado. Nesse último caso, Fochezatto (2003) apresenta um modelo de equilíbrio geral computável regional que foi construído para analisar políticas econômicas nacionais e regionais. Para avaliar sua robustez, o modelo foi aplicado com vistas a verificar os impactos econômicos de uma política tributária proposta pelo governo estadual. Para isso, adequou-se o modelo para que este contemplasse os aspectos relevantes da estrutura produtiva da economia regional, bem como as relações econômicas desse estado com o resto do Brasil e do mundo. De modo geral, o modelo produziu resultados coerentes com a teoria econômica e com outros estudos similares, o que, segundo o autor, estimula sua utilização na análise de impactos de mudanças de políticas econômicas nacionais e regionais.

Porsse *et al.* (2005) analisam os efeitos econômicos da competição tributária regional a partir de uma abordagem de equilíbrio geral computável, em que as externalidades fiscais das mudanças de políticas tributárias dos governos regionais e do federalismo brasileiro

¹¹ Para maiores informações sobre o modelo recomenda-se ver em Horridge (2011).

são incorporadas na mensuração dos custos e benefícios da competição tributária regional. Para tanto, foi elaborado um modelo inter-regional de equilíbrio geral computável que divide a economia brasileira em duas regiões integradas, o Rio Grande do Sul e o Restante do Brasil. Este modelo foi utilizado para implementar três experimentos de simulação sobre jogos não cooperativos de competição tributária regional, nos quais as alíquotas de ICMS são utilizadas como estratégias de competição para reter e atrair fatores produtivos (capital e trabalho). Os experimentos consideram três fechamentos fiscais distintos para calcular o equilíbrio de Nash e os efeitos de bem-estar da competição tributária regional. Os resultados mostram implicações políticas importantes para o debate sobre a guerra fiscal no Brasil. Observou-se que um regime fiscal que permite expandir o déficit público para acomodar a redução de receita provocada pela competição tributária gera elevados incentivos para o engajamento dos governos regionais em estratégias de competição tributária, com o efeito agravante de transferir o ônus do ajustamento do desequilíbrio fiscal para os governantes e gerações futuras. Em contrapartida, um regime pelo qual os governos regionais possuem déficit público exógeno e gastos com a provisão de bens públicos endógeno reduz aqueles incentivos. Além disso, o equilíbrio de Nash é eficiente e *welfare-improving*, embora gere um comportamento *race-to-the-bottom* para as alíquotas do ICMS, pois as externalidades fiscais aliviam a pressão de redução na oferta de bens públicos.

De outro lado, os autores constataram que, quando o governo federal atua como um *player* no jogo de competição tributária, vinculando sua política tributária e de transferências ao resultado fiscal dos governos regionais, o equilíbrio de Nash ainda é eficiente e *welfare-improving*, mas implica em uma drástica redução da alíquota do imposto sobre a renda e a conseqüente queda nas transferências federais condiciona um comportamento *race-to-the-top* para as alíquotas do ICMS dos governos regionais. Neste caso, embora a política do governo federal funcione como uma compensação para

o aumento dos impostos regionais (ICMS), os ganhos de bem-estar são bastante inferiores em relação aos experimentos anteriores, regionalmente assimétricos e os efeitos distorcivos do aumento no ICMS geram uma redução do produto e do emprego para o país como um todo. O resultado geral é que o processo de competição tributária regional pode não implicar, necessariamente, em perdas de bem-estar porque as externalidades fiscais aliviam o impacto sobre a provisão de bens públicos, principalmente devido aos mecanismos de transferências intergovernamentais. Ademais, as próprias características das relações intergovernamentais do federalismo brasileiro, via mecanismos de transferências, podem atuar como inibidoras dos incentivos à competição tributária regional.

Porsse (2008) analisa os potenciais efeitos de choques de política tributária sobre a economia gaúcha utilizando um modelo inter-regional de equilíbrio geral computável calibrado para o Rio Grande do Sul, o modelo B-MARIA-RS. Para tanto, foram simulados impactos de choque de aumento na alíquota do ICMS, em uma cesta de produtos para um fechamento de curto prazo e outro de longo prazo. Os resultados apontam redução do PIB e do emprego no Rio Grande do Sul, mas com intensidade mais forte se a política for permanente (longo prazo) ao invés de transitória (curto prazo).

Em outro trabalho, Porsse *et al.* (2011) investigam os efeitos de políticas de reestruturação tributária do ICMS para o Rio Grande do Sul, com o objetivo de avaliar se mudanças na estrutura tributária do ICMS podem gerar ganhos econômicos e de bem-estar ao mesmo tempo em que não prejudicam a arrecadação de ICMS. Os exercícios de simulação consistiram em choques negativos e positivos, simultâneos, nas alíquotas tributárias dos produtos, calibrados de tal forma que a arrecadação total de ICMS, a priori, não se alterasse: i) a alíquota tributária de um produto específico é reduzida no montante equivalente a 1% da arrecadação total de ICMS; ii) as alíquotas tributárias de todos os demais produtos são aumentadas no patamar suficiente para gerar uma arrecadação que compense a redução

imputada na alíquota daquele produto específico. Os resultados mostram que algumas mudanças na estrutura tributária do ICMS do Rio Grande do Sul podem gerar ganhos econômicos e de bem-estar. Contudo, esses ganhos são marginais e, majoritariamente, as reestruturações tributárias implicam perdas na arrecadação total de ICMS, tanto no curto prazo como no longo prazo.

Palermo *et al.* (2013) estudam mudanças na legislação tributária que promovem a realocação dos fatores de produção, alterando a produção de setores e regiões e, conseqüentemente, a receita arrecadada pelos governos. Nesse sentido, avaliam a Proposta de Emenda à Constituição (PEC) nº. 233/2008, que propôs a harmonização da legislação do ICMS e o aumento da apropriação do imposto pelo destino, por meio da aplicação de um modelo de equilíbrio geral computável inter-regional, admitindo-se que a harmonização implicará convergência das alíquotas efetivas regionais para a alíquota média efetiva do país. Os resultados mostram que a harmonização gera um aumento da alíquota efetiva média no Rio Grande do Sul, com efeitos negativos no produto interno bruto e no emprego e positivos na arrecadação. Contudo, a mudança no regramento do regime de apropriação do ICMS para o destino reduz o ganho potencial de receita associado ao processo de harmonização, embora o resultado final ainda seja um efeito positivo sobre a receita do Rio Grande do Sul.

Braatz *et al.* (2015) investigam os efeitos de políticas de reestruturação tributária e de despesas públicas para o Estado do Rio Grande do Sul. O objetivo é avaliar via modelos de Equilíbrio Geral Computável, se mudanças marginais na alíquota de ICMS em setores selecionados e/ou redução de gastos podem levar ao equilíbrio orçamentário das contas públicas estaduais, bem como analisar os potenciais efeitos desses choques sobre a economia gaúcha. Para tanto, foram simulados os impactos dos choques de aumento do ICMS para três setores: Energia Elétrica, Comunicações, Refino de Petróleo e Indústria Extrativa de Petróleo e Gás, e de redução uniforme dos gastos públicos para um fechamento de curto prazo e outro de

longo prazo. Os resultados apontam redução da renda e do emprego no Rio Grande do Sul, na maioria dos cenários elaborados, mas com resultados positivos se a política for permanente (longo prazo) ao invés de transitória (curto prazo), sendo um possível equilíbrio orçamentário atingido em aproximadamente dez anos.

Ribeiro e Souza (2019) analisam os efeitos de longo prazo do ajuste fiscal, conduzido pelo Governo Federal, sobre as economias regionais e setores econômicos, com foco especial na economia sergipana a partir de um modelo de EGC dinâmico com dados de 2013. Os resultados demonstraram que o ajuste fiscal atenuaria o crescimento de todas as principais variáveis macroeconômicas do estado de Sergipe. O PIB real cresceria 12% a menos do que no cenário de referência em 2035.

Ademais, os impactos setoriais sobre a produção e o emprego, indicaram que os setores mais afetados seriam Administração Pública, Educação e Saúde, os quais ofertam serviços públicos essenciais para a economia do estado. Os autores enfatizam que o estudo possui como principal limitação o fato de não considerar eventuais ações que podem surgir a médio-prazo em decorrência do ajuste fiscal como, por exemplo, recuperação do investimento privado e ainda alterações significativas no cenário internacional que permitam maiores expansões nas exportações.

Finalizando a síntese dos trabalhos que têm os estados como foco da aplicação dos modelos EGC, Nunes (2015) estimou os efeitos de uma política de redução de tributos indiretos e de uma política de redução de tributos diretos, via modelo de EGC adaptado à economia brasileira, o TERM-BR (*The Enormous Regional Model*). Para tanto, a opção foi pela realização de dois exercícios – o primeiro avalia os efeitos de medidas de incentivo ao consumo implementado pelo governo federal em 2008/2009 em ações anticíclicas, ao passo que o segundo propõe uma política alternativa àquela estabelecida pelo Ministério da Fazenda, qual seja: uma redução da alíquota dos tributos diretos, que tenderia a aumentar a renda disponível e, por conta disso, o consumo.

A pesquisa conclui que a política adotada pelo governo beneficiaria, no curto prazo, sobretudo os setores que foram diretamente favorecidos com a redução das alíquotas de tributos indiretos, ao passo que, no longo prazo, os efeitos sobre a produção seriam negativos, o que demonstra, que políticas de caráter pontual não são capazes de produzir bons resultados no longo prazo. Já a política sugerida no estudo, qual seja, a de redução de impostos diretos, favoreceu a maioria das regiões e segmentos, tanto no curto quanto no longo prazo.

Comentários finais

Muitos países e estados ou províncias no mundo têm passado por desafios que envolvem a questão da sustentabilidade fiscal. Conforme avançam os estados de bem-estar social, como o construído no Brasil com a constituição de 1988, pode-se notar um avanço do Estado sobre a renda nacional, para poder sustentar os benefícios criados via Constituição e demais normas infraconstitucionais. No Brasil, e em especial em alguns estados mais antigos, os efeitos das políticas de bem-estar são sentidos há mais tempo, especialmente devido ao envelhecimento de suas populações.

Análises realísticas de sustentabilidade fiscal de longo prazo, baseadas em modelos empíricos são talvez a única ferramenta capaz de mostrar aos formuladores de políticas econômicas os efeitos e consequências futuras de decisões tomadas atualmente. Assim, a modelagem EGC desempenha um papel importante na elaboração de projeções relevantes para a análise desses problemas a longo prazo, pois segundo Fochezatto (2005) ao contemplarem as transações intersetoriais, todas as alterações de preços resultantes das mudanças políticas são capturadas pelo modelo, proporcionando importantes lições aos formuladores de políticas, pois possibilitam a comparação, em termos quantitativos, da importância relativa dos efeitos das políticas econômicas e a identificação de quem ganha e de quem perde.

Modelos EGC regionais são não mais que modelos nacionais com dimensões extras para

cada um dos agentes modelados. Entretanto, a modelagem regional envolve desafios adicionais em comparação com a modelagem nacional, como mobilidade de fatores de produção, especificação de margens de transporte e de comércio, abertura do módulo fiscal, com o comportamento de diferentes níveis de governo, e a escassa disponibilidade de dados para a construção do banco de dados da região a ser abordada.

Contudo, percebe-se uma importante produção teórica e empírica sobre a modelagem EGC aplicada à economia regional, ainda que não foi constatado a existência de um modelo de equilíbrio geral dinâmico aplicado a entes subnacionais, capaz de desenhar não só o ponto inicial e final de análise, mas também a trajetória entre o curto prazo e o longo prazo. Tal ausência deve-se sobretudo às dificuldades na implementação de um modelo regional tendo como base uma MIP estadual mas também à absoluta falta de dados para que possa-se abrir o módulo fiscal, principalmente no que concerne ao vetor de despesa pública estadual desagregado por função e/ou categoria econômica.

Em linhas gerais, futuras contribuições de trabalhos com EGC aplicados a questões fiscais devem contemplar mecanismos de dinâmica intertemporal em suas análises e também a abertura de módulos fiscais, visto que os modelos de EGC da tradição australiana não possuem uma teoria de finanças públicas endogenamente incorporada na sua especificação. No caso brasileiro, torna-se relevante estudos direcionados a estados com histórico de problemas fiscais, vislumbrando alternativas para a sustentabilidade fiscal de longo prazo.

Referências

- ADAMS, P.; DIXON, P.; McDONALD, G.; PARMENTER, B. 1994. Forecasts for the Australian economy using the MONASH model. **International Journal of Forecasting**, Volume 10, Issue 4, p. 557-571. [https://doi.org/10.1016/0169-2070\(94\)90024-8](https://doi.org/10.1016/0169-2070(94)90024-8)
- ADELMAN, I.; ROBINSON, S. 1978. **Income distribution policy in developing**

- countries.** London: Oxford University Press.
- ARAÚJO, C.; FERREIRA, P. 1999. Reforma tributária, efeitos alocativos e impactos de bem-estar. *Revista Brasileira de Economia*, 53(2):133-66.
- ARROW, K.; DEBREU, G. 1954. Existence of an equilibrium for a competitive economy. *Econometrica*, v. 22, p. 265-90. <https://doi.org/10.2307/1907353>
- AUERBACH, A.; KOTLIKOFF, L. 1987. **Dynamic fiscal policy.** Cambridge University Press, 1987.
- BALLARD, C.; FULLERTON, D.; SHOVEN, J.; WHALLEY, J. 1985. **A General Equilibrium Model for Tax Policy Evaluation.** University of Chicago Press, Chicago. <https://doi.org/10.7208/chicago/9780226036335.001.0001>
- BRAATZ, J.; GONÇALVES, R.; PINTO, G.; MORAES, G. 2015. Proposta de reestruturação tributária e orçamentária para o RS: uma análise em equilíbrio geral computável. In: XVIII Encontro de Economia da Região Sul ANPEC SUL, 2015, Porto Alegre. *Anais... Anpec*. <https://doi.org/10.4013/pe.2015.112.02>
- CRUZ, R.; WILLUMSEN, M. 1991. Wage inflation, fiscal policies, and income distribution in Brazil. *Journal of Policy Modeling*, v. 13, n. 3, p. 383-406. [https://doi.org/10.1016/0161-8938\(91\)90021-P](https://doi.org/10.1016/0161-8938(91)90021-P)
- DERVIS, K.; DE MELO, J.; ROBINSON, S. 1982. **General equilibrium models for development policy.** Cambridge: Cambridge University Press.
- DEVARAJAN, S.; ROBINSON, S. 2013. **Contribution of Computable General Equilibrium Modeling to Policy Formulation in Developing Countries**, 5, p. 277-301. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-59568-3.00005-5>
- DIXON, P.; TSIGAS, M. 2005. **Macro, industry and state effects in the U.S. of removing major tariffs and quotas.** Centre of Policy Studies/IMPACT Centre Working Papers, Victoria University, Centre of Policy Studies/IMPACT Centre.
- DIXON, P.; RIMMER, M. 2002. **Dynamic General Equilibrium Modelling for Forecasting and Policy: A Practical Guide and Documentation of MONASH.** North-Holland, Amsterdam. [https://doi.org/10.1108/S0573-8555\(2001\)256](https://doi.org/10.1108/S0573-8555(2001)256)
- DIXON, P.; RIMMER, M. 2005. Reducing the Barriers to Entry in Dynamic CGE Modelling. 8th Annual Conference on Global Economic **Analysis.** Lübeck, Alemanha.
- DIXON, P.; JORGENSEN, D. 2013. An introduction to CGE modeling, p. 01-22 in: Dixon, P.; Jorgenson, D. (editors) **Handbook of Computable General Equilibrium Modeling,** Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-59568-3.00001-8>
- DIXON, P.; KOOPMAN, R.; RIMMER, M. 2013. The MONASH style of CGE modeling: a framework for practical policy analysis, 2, p. 23-102 in: DIXON, P.; JORGENSEN, D. (editors). **Handbook of Computable General Equilibrium Modeling,** Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-59568-3.00002-X>
- DIXON, P., PARMENTER, B.; SUTTON, J.; VINCENT, D. 1982. **ORANI: A Multisectoral Model of the Australian Economy.** Amsterdam: North-Holland.
- DIXON, P.; PARMENTER, B.; POWELL, A.; WILCOXEN, P. 1999. **Notes and problems in applied general equilibrium economics.** 2. ed. Amsterdam: Butterwoth Heinemann, 408p.
- DIXON, P.; RIMMER, M. 2002. **Dynamic General Equilibrium Modelling for Forecasting and Policy: a Practical Guide and Documentation of MONASH,** Contributions to Economic Analysis, North-Holland Publishing Company, 338 p. [https://doi.org/10.1108/S0573-8555\(2001\)256](https://doi.org/10.1108/S0573-8555(2001)256)
- DIXON, P.; RIMMER, M. 2009b. **Forecasting with a CGE model: does it work?** Melbourne, Austrália. Centre of Policy Studies, Monash University.
- DIXON, P.; RIMMER, M. 2008. **The effects of a credit crisis: simulations with the**

- USAGE model. Centre of Policy Studies and Martin Johnson and Chris Rasmussen of the Department of Commerce November 24.
- DIXON, P.; RIMMER, M. 2004. The US economy from 1992 to 1998: results from a detailed CGE model. **Economic Record**, vol. 80, no. Special, p. 13-23. <https://doi.org/10.1111/j.1475-4932.2004.00180.x>
- DIXON, P.; RIMMER, M. 2009. **Validating a detailed, dynamic CGE model of the U.S.** Melbourne, Austrália. Centre of Policy Studies, Monash University. <https://doi.org/10.1111/j.1475-4932.2010.00656.x>
- DOMINGUES, E. 2010. **Repercussões setoriais e regionais da crise econômica de 2009 no Brasil: simulações em um modelo de equilíbrio geral computável de dinâmica recursiva.** Belo Horizonte: UFMG/Cedeplar, 32p. (Texto para discussão; 390).
- FOCHEZATTO, A. 2005. Modelos de equilíbrio geral aplicados na análise de políticas fiscais: uma revisão da literatura. **Análise (PUCRS)**, EDIPUCRS - Porto Alegre/RS, v. 16, n.1, p. 113-136.
- FOCHEZATTO, A. 2003. Reforma tributária, crescimento e distribuição de renda no Brasil: lições de um modelo de equilíbrio geral computável. **Economia Aplicada**, v. 7, n. 1, 25p.
- FOCHEZATTO, A.; SOUZA, N. 2000. Estabilização e reformas estruturais no Brasil após o Plano Real: uma análise de equilíbrio geral computável. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, v. 30, n. 3, p.83-110.
- GIESECKE, J.; MADDEN, J. 2013. **Regional Computable General Equilibrium Modeling**, Handbook of Computable General Equilibrium Modeling, Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-59568-3.00007-9>
- HARBACK, K.; WOJCIK, L.; CALLAHAM, M. ; MARTIN, S.; TSAO, S.; DREXLER, J. 2008. **Applying Economy-wide Modeling to NextGen Benefits Analysis.** Center for Advanced Aviation System Development, The MITRE Corporation. <https://doi.org/10.2514/6.2009-7061>
- HOLMOY, E.; STROM, B. 2013. Computable General Equilibrium Assessments of Fiscal Sustainability in: **Norway in Handbook of Computable General Equilibrium Modeling**, vol. 1, p. 105-158 from Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-59568-3.00003-1>
- HORRIDGE, M. 2011. **ORANI-G: a generic single-country computable general equilibrium model.** Centre of Policy Studies and Impact Project, Monash University, Australia, 2011.
- JOHANSEN, L. 1960. **A multisectoral study of economic growth.** Amsterdam: North Holland.
- JONES, R.; WHALLEY, J. 1988. Regional effects of taxes in Canada: an applied general equilibrium approach. **Journal of Public Economics**, v. 37, p. 1-28. [https://doi.org/10.1016/0047-2727\(88\)90002-3](https://doi.org/10.1016/0047-2727(88)90002-3)
- JORGENSEN, D.; YUN, K. 2013. Taxation, Efficiency and Economic Growth. In: **Handbook of Computable General Equilibrium Modeling**, vol. 1, p. 659-741 from Elsevier ch. Chapter 10, p. 659-741, Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-59568-3.00010-9>
- KADOTA, D.; PRADO, E. 1985. **Modelo de equilíbrio geral para a análise de política industrial.** Rio de Janeiro: IPEA.
- LEONTIEF, W. 1951. **The structure of the american economy, 1919-1939.** Oxford. Oxford University Press.
- LIEW, L. 1981. **A multi-regional, multi-sectoral general equilibrium model of the Australian economy.** Ph.D. Thesis, Monash University.
- LLEDO, V. 2005. Tax systems under fiscal adjustment: A dynamic CGE analysis of the Brazilian tax reform. **IMF Working Paper** 05/142. <https://doi.org/10.5089/9781451861617.001>
- LYSY, F.; TAYLOR, L.; BACHA, E.; CARDOSO, E. 1980. **Models of growth and distribution for Brazil.** Oxford. Oxford University Press.

- MADDEN, J.; CHALLEN, D.; HAGGER, A. 1983. The Grants Commission's relativities proposals: Effects on the state economies. **Aust. Econ. Pap.**, 22 302-321. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8454.1983.tb00425.x>
- NAJBERG, S.; RIGOLON, F.; VIEIRA, S. 1985. Modelo de equilíbrio geral computável como instrumento de política econômica: uma análise de câmbio x tarifas. Rio de Janeiro: BNDES, Textos para discussão, n. 30.
- NUNES, M. 2015. **Políticas econômicas anticíclicas e seus efeitos regionais e setoriais utilizando um modelo de equilíbrio geral computável inter-regional**. Dissertação de Mestrado, PPGE/PUCRS – Porto Alegre, 127p.
- PAES, N.; SIQUEIRA, M. 2005. Análise dos Efeitos Econômicos da Implantação do Princípio do Destino na Cobrança do ICMS e suas Implicações sobre a Pobreza e a Desigualdade de Renda. **Economia**, Selecta, Brasília (DF), v.6, n.3, p.91-126.
- PALERMO, P.; PORSSE, A.; PORTUGAL, M. 2013. Impactos regionais da reforma tributária: lições de uma análise EGC para o Rio Grande do Sul. **Revista Pesquisa e Planejamento Econômico**, v. 43, n. 3, p.587-624.
- PORSSE, A.; CARVALHO, T. Impacto da (des)oneração da folha de pagamento na economia brasileira. Foz do Iguaçu, 44º Encontro Nacional de Economia da ANPEC. **Anais...** ANPEC.
- PORSSE, A.; HADDAD, E.; RIBEIRO, E. 2005. **Competição Tributária Regional, Externalidades Fiscais e Federalismo no Brasil**: uma abordagem de equilíbrio geral computável. Brasília: ESAF, 2005. 80p. Monografia premiada em 2º lugar no X Prêmio Tesouro Nacional.
- PORSSE, A. 2008. Aumento do ICMS no Rio Grande do Sul, em 2005: uma análise de equilíbrio geral computável. **Ensaio FEE**, Porto Alegre, v. 28, p. 701-726.
- PORSSE, A.; PALERMO, P.; PORTUGAL, M. 2011. Exercícios de reestruturação tributária para o Rio Grande do Sul: análise com um modelo de equilíbrio geral computável inter-regional. **Textos para Discussão** N° 89, FEE.
- PORSSE, A.; PEIXOTO, F.; PALERMO P. 2003. **Matriz de Insumo-Produto Inter-regional Rio Grande do Sul-Restante do Brasil 2003**: metodologia e resultados.
- RIBEIRO, L. SOUZA, K. 2019. Efeitos de longo prazo do ajuste fiscal sobre a economia sergipana. **Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos (RBERU)**. v. 13, n.2, p. 268-287.
- SANTOS, C. 2006. **Política tributária, nível de atividade e bem estar**: lições de um modelo de equilíbrio geral inter-regional. Tese de Doutorado. ESALQ/USP, 139p.
- SHOVEN, J. B. ; WHALLEY, J. 1984. Applied General-Equilibrium Models of Taxation and International Trade: An Introduction and Survey. **Journal of Economic Literature**. Vol. 22, N° 3, p. 1007-1051.
- SHOVEN, J. B. ; WHALLEY, J. 1992. **Applying General Equilibrium**. Cambridge University Press, 303 p..
- SHOVEN, J.; WHALLEY, J. 1972. A general equilibrium calculation of the effects of differential taxation of income from capital in the U.S. **Journal of Public Economics**, n. 1, 281-322. [https://doi.org/10.1016/0047-2727\(72\)90009-6](https://doi.org/10.1016/0047-2727(72)90009-6)
- SILVA, N. ; TOURINHO, O. ; ALVES, Y. 2005. **O impacto da reforma tributária na economia brasileira**: Uma análise com um modelo CGE. In: Secretaria do Tesouro Nacional, editor, Finanças Públicas: IX Premio Tesouro Nacional – p. 359-424.
- SILVA, S. 2014. **Projeção dos impactos econômicos da redução na alíquota do ICMS na economia do estado do Amazonas**: uma abordagem de equilíbrio geral computável (MINIMAN). Porto Alegre.
- TOURINHO, O. 1985. Optimal foreign borrowing in a Multisector Dynamic Equilibrium Model for Brazil. **Working Paper**, n. 1, MIT Energy Laboratory.
- TOURINHO, O; ALVES, Y.; SILVA, N. 2010. Implicações econômicas da reforma tributária: análise com um modelo CGE. **Rev. Bras. Econ.**[online]. vol.64, n.3, p. 307-340. <https://doi.org/10.1590/S0034-71402010000300006>

- URANI, A. 1993. Políticas de estabilização e equidade no Brasil: uma análise contrafactual – 1981/83. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, Rio de Janeiro: IPEA, v. 23, n. 1.
- US International Trade Commission. 2004. **The Economic Effects of Significant US Import Restraints: Fourth Update**. Investigation 332-325, Publication 3701. US ITC, Washington, DC.
- WALRAS, L. 1983. **Compêndio dos elementos de economia política pura**. Tradução: João Guilherme Vargas Netto. São Paulo: Abril Cultural, Série: Os Economistas.
- WERNECK, R. 1983. A multisectoral analysis of the structural adjustment of the Brazilian economy in the 1980's. Rio de Janeiro: PUC, **Texto para discussão**, n. 48.
- WHALLEY, J.; TRELA, I. 1986. **Regional Aspects of Confederation**. University of Toronto Press: Toronto.

Submetido: 2/10/2018

Aceito: 6/1/2020

Os Editores agradecem a Henrique Bidarte Massuquetti pelo apoio editorial.
--