ECONSTOR
Make Your Publications Visible.

A Service of

ZBW Leibniz-Informationszentrum Wirtschaft
Leibniz Information Centre for Economics

Furtado, Bernardo Alves

Working Paper

Alternativas de distribuição fiscal: Modelando o caso das regiões metropolitanas

Texto para Discussão, No. 2520

Provided in Cooperation with:
Institute of Applied Economic Research (ipea), Brasília

Suggested Citation: Furtado, Bernardo Alves (2019) : Alternativas de distribuição fiscal: Modelando o caso das regiões metropolitanas, Texto para Discussão, No. 2520, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), Brasília

This Version is available at:
https://hdl.handle.net/10419/211471

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.

WWW.ECONSTOR.EU

Mitglied der Leibniz-Gemeinschaft

TEXTO PARA DISCUSSÃO

2520

ALTERNATIVAS DE DISTRIBUIÇÃO FISCAL: MODELANDO O CASO DAS REGIÕES METROPOLITANAS

Bernardo Alves Furtado

ipea

2520
TEXTO PARA DISCUSSÃO
Rio de Janeiro, outubro de 2019

ALTERNATIVAS DE DISTRIBUIÇÃO FISCAL: MODELANDO O CASO DAS REGIÕES METROPOLITANAS[1]

Bernardo Alves Furtado[2]

1. O autor agradece a leitura cuidadosa e os comentários de Vanessa Gapriotti Nadalin e Pedro Herculano de Souza. Erros e omissões permanecem como responsabilidade do autor.
2. Técnico de planejamento e pesquisa na Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação e Infraestrutura (Diset) do Ipea; e bolsista de produtividade do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Governo Federal

Ministério da Economia
Ministro Paulo Guedes

ipea **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada**

Fundação pública vinculada ao Ministério da Economia, o Ipea fornece suporte técnico e institucional às ações governamentais – possibilitando a formulação de inúmeras políticas públicas e programas de desenvolvimento brasileiros – e disponibiliza, para a sociedade, pesquisas e estudos realizados por seus técnicos.

Presidente
Carlos von Doellinger

Diretor de Desenvolvimento Institucional
Manoel Rodrigues dos Santos Junior

Diretora de Estudos e Políticas do Estado, das Instituições e da Democracia
Flávia de Holanda Schmidt

Diretor de Estudos e Políticas Macroeconômicas
José Ronaldo de Castro Souza Júnior

Diretor de Estudos e Políticas Regionais, Urbanas e Ambientais
Nilo Luiz Saccaro Júnior

Diretor de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação e Infraestrutura
André Tortato Rauen

Diretora de Estudos e Políticas Sociais
Lenita Maria Turchi

Diretor de Estudos e Relações Econômicas e Políticas Internacionais
Ivan Tiago Machado Oliveira

Assessora-chefe de Imprensa e Comunicação
Mylena Fiori

Ouvidoria: http://www.ipea.gov.br/ouvidoria
URL: http://www.ipea.gov.br

Texto para Discussão

Publicação seriada que divulga resultados de estudos e pesquisas em desenvolvimento pelo Ipea com o objetivo de fomentar o debate e oferecer subsídios à formulação e avaliação de políticas públicas.

© Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – **ipea** 2019

Texto para discussão / Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.- Brasília : Rio de Janeiro : Ipea , 1990-

ISSN 1415-4765

1.Brasil. 2.Aspectos Econômicos. 3.Aspectos Sociais. I. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.

CDD 330.908

As publicações do Ipea estão disponíveis para *download* gratuito nos formatos PDF (todas) e EPUB (livros e periódicos). Acesse: http://www.ipea.gov.br/portal/publicacoes

As opiniões emitidas nesta publicação são de exclusiva e inteira responsabilidade dos autores, não exprimindo, necessariamente, o ponto de vista do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada ou do Ministério da Economia.

É permitida a reprodução deste texto e dos dados nele contidos, desde que citada a fonte. Reproduções para fins comerciais são proibidas.

JEL: H73; R58; C63.

SUMÁRIO

SINOPSE

ABSTRACT

1 INTRODUÇÃO 7

2 CONTEXTO 11

3 METODOLOGIA 15

4 RESULTADOS 25

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS 30

REFERÊNCIAS 32

APÊNDICE A – REGRESSÃO COMPLETA COM ÁREAS DE CONCENTRAÇÃO DE POPULAÇÃO (ACPs) 36

APÊNDICE B – BASE DE DADOS E CÓDIGOS 39

SINOPSE

O tema de criação e emancipação de municípios é premente no debate legislativo brasileiro. Duas propostas sobre esse tema foram vetadas integralmente pelo Executivo em 2013 e 2014, todavia, em agosto de 2018, mais um projeto de lei complementar, com seis apensos, segue em regime de urgência, aguardando votação no plenário da Câmara. A literatura acadêmica, por sua vez, lista evidências dos resultados negativos da fragmentação municipal, especialmente para as regiões metropolitanas. Este texto quantifica a qualidade de vida (QLI) dos cidadãos metropolitanos diante de quatro alternativas de distribuição da arrecadação tributária municipal. Com isso, ele adiciona evidências à literatura corrente, de cunho meramente argumentativo. Metodologicamente, este texto fundamenta-se em um modelo espacial baseado em agentes, validado e simulado com três mercados: imobiliário, de bens e de trabalho. Sobre esses mercados, aplicam-se impostos sobre o consumo, o lucro, os salários, a propriedade e as transações imobiliárias, e as alternativas testadas são verificadas por meio de modelos econométricos. Dois deles utilizam-se de variáveis exógenas reais e três usam dados simulados. Os resultados confirmam duas conclusões centrais. Em primeiro lugar, confirma-se a progressividade do Fundo de Participação Municipal (FPM) e sua relevância para garantir melhor QLI nos municípios metropolitanos. O segundo indicativo é de que a simples fusão municipal melhoraria a QLI dos cidadãos, comparada ao *status quo* em 23 metrópoles brasileiras. Em alguns casos, a fusão municipal metropolitana é suficiente para compensar uma hipotética ausência dos critérios do FPM. De toda maneira, o texto apresenta, de forma quantitativa, evidências que permitem comparar distribuições alternativas de impostos para cada uma das quarenta metrópoles simuladas, identificando formas mais eficientes de distribuição e contribuindo com a literatura e o debate parlamentar contemporâneo.

Palavras-chave: eficiência fiscal; criação e emancipação municipal; regiões metropolitanas; federalismo fiscal.

ABSTRACT

The executive vetoed two legislative proposals on the creation and emancipation of municipalities in its entirety in 2013 and 2014. In August 2018, another supplementary bill, with six other proposals attached, is under an emergency regime, awaiting a vote in the House plenary. The theme of creation and emancipation of municipalities is pressing in the Brazilian legislative debate. The academic literature lists evidence of the negative

results of municipal fragmentation, especially for metropolitan regions. This monograph quantifies the quality of life of metropolitan citizens in the face of four alternative rules of distribution of municipal tax collection. Hence, it adds evidence to the current literature, usually of an argumentative nature. Methodologically, a validated agent-based spatial model is simulated with three markets: real estate, goods and labor. Upon these markets, taxes on consumption, profits, wages, property and real estate transactions are applied. The alternatives tested are verified through econometric models. Two of them use real exogenous variables and three use simulated data. The results confirm two central conclusions. First, the progression of the Municipal Participation Fund (MPF) and its relevance to guarantee a better quality of life in metropolitan municipalities is confirmed. The second indication is that the simple municipal merger would improve citizens' quality of life, compared to the status quo in 23 Brazilian metropolises. In some cases, the metropolitan municipal merger is sufficient to compensate for a hypothetical absence of the FPM criteria. In any case, the monograph presents quantitative evidence that allows comparing alternative tax distributions for each of the 40 simulated metropolises, identifying more efficient forms of fiscal distribution and contributing to contemporary literature and parliamentary debate.

Keywords: fiscal efficiency; creation and municipal emancipation; metropolitan regions; fiscal federalism.

1 INTRODUÇÃO

O período pós-Constituição de 1988 foi profícuo para o desmembramento e a criação de novos municípios no Brasil. De fato, o número de municípios aumentou em cerca de 35%, com mais 1.438 até o censo de 2000 (Fernandes e Araújo, 2017).[1] Entre as novas municipalidades, 80% são pequenas, com população inferior a 10 mil habitantes, que apresentam menor capacidade estatal de oferecer serviços públicos e recolher impostos locais (Marenco, Strohschoen e Joner, 2017).

A criação de novos municípios só se abranda com a publicação da Emenda Constitucional nº 15/1996,[2] que institui a necessidade de consulta em plebiscito às populações envolvidas e remete à observância de lei complementar federal. Adicionalmente, mudanças na legislação, de modo que os recursos do Fundo de Participação Mundial (FPM) passam a ser subdivididos intraestados e não mais nacionalmente, arrefecem o apoio dos governadores (Shikida, 1998; Tomio, 2002).

Desde 1996, nenhuma lei complementar foi promulgada. Ainda assim, 63 novos municípios são criados – de forma inconstitucional – e efetivados no espírito fato consumado (*fait accompli*), após decisão do Supremo Tribunal Federal e chancela do Congresso Nacional (Dantas, 2015).

Em 2002, o Projeto de Lei nº 98 é apresentado. Após várias alterações, ele é encaminhado à sanção presidencial na forma do Projeto de Lei Complementar nº 416, de 2008. Todavia, ele é vetado integralmente pela presidente Dilma Rousseff, em novembro de 2013, com a justificativa transcrita a seguir.

> A medida permitirá a expansão expressiva do número de municípios no país, resultando em aumento de despesas com a manutenção de sua estrutura administrativa e representativa. Além disso, esse crescimento de despesas não será acompanhado por receitas equivalentes, o que impactará negativamente a sustentabilidade fiscal e a estabilidade macroeconômica. Por fim, haverá maior pulverização na repartição dos recursos do Fundo de Participação dos

1. Ressalte-se que o grande crescimento de municípios no Brasil se deu no período de 1940 a 1970, passando de 1.574 para 3.953, na fase de produção do espaço urbano, conforme descreve Costa (1994).
2. Disponível em: <https://bit.ly/2Z7edh8>.

> Municípios – FPM, o que prejudicará principalmente os municípios menores e com maiores dificuldades financeiras.[3]

A Mensagem nº 505 resume os argumentos pelos quais a criação e o desmembramento de municípios impacta o conjunto da administração pública municipal: *i)* crescimento de despesas e estrutura administrativa; *ii)* manutenção (em princípio) de receitas; e *iii)* pulverização dos recursos transferidos da União para os municípios.

Do ponto de vista local, de forma independente, o desmembramento pode ser positivo, já que: *i)* uma nova estrutura administrativa é criada, contendo cargos no Executivo e no Legislativo (Câmara Municipal); *ii)* a pulverização de recursos é feita com ganho dos novos municípios, em detrimento do restante dos municípios estaduais, dadas as regras de distribuição do FPM; e *iii)* há a manutenção do montante transferido pela União.

Nesse sentido, as mesmas razões que sugerem à União que o desmembramento pode não trazer benefícios para o conjunto da sociedade são as que levam aos municípios individualmente a se engajarem no sentido da sua permissão. De fato, após 1996, várias outras iniciativas parlamentares apontam nessa direção.

Esse debate entre possíveis vantagens do desmembramento e seus custos já está presente na literatura e é discutida na próxima seção. Entretanto, não temos notícias acerca de análises quantitativas que simulem resultados decorrentes de distribuições alternativas de recursos entre municípios.

A proposta deste texto é apresentar simulações de configurações fiscais alternativas para municípios de regiões metropolitanas brasileiras.[4] Esse exercício empírico testa alternadamente os efeitos fiscais da fusão dos municípios de regiões metropolitanas e da presença da manutenção das regras do FPM, face à proposta de manutenção da distribuição dos recursos fiscais na forma corrente.

3. Disponível em: <https://bit.ly/2yXoC4n>.

4. Embora o exercício possa ser feito também para municípios fora de regiões metropolitanas, a justificativa de oferta de serviços públicos em rede é mais significativa em regiões conurbadas. Pelo contrário, municípios com regiões urbanas afastadas poderiam incorrer em mais ineficiências na prestação centralizada de serviços.

Metodologicamente, a proposta simula três mercados econômicos (de bens, de trabalho e imobiliário) no ambiente metropolitano e aplica cinco impostos (sobre o consumo, o trabalho, a firma, a propriedade e as transações imobiliárias) nesses mercados. A simulação é feita em um modelo baseado em agentes validado (Furtado, 2018). Então, pode-se compor cenários a partir de alternativas de distribuição fiscal de recursos arrecadados. Uma análise mais informada acerca dos ganhos e perdas para o conjunto da sociedade em processos de redistribuição de recursos tributários, em princípio, fixos, possivelmente se beneficiaria caso incluísse processos geradores de dados que consigam minimamente refletir a dinamicidade da economia e, em especial seus efeitos indiretos e *feedbacks*.

Tesfatsion (2017) caracteriza a economia real como sistemas dinâmicos abertos, nos quais agentes heterogêneos (firmas, trabalhadores, instituições) interagem em jogos sequenciais construídos localmente. Jogos sequenciais são aqueles nos quais múltiplos agentes tomam decisões, uma após a outra, baseadas nas suas próprias decisões anteriores, bem como no contexto local a cada momento. Com isso, os estados de cada agente e da economia como um todo se alteram e evoluem com o tempo.

Uma maneira de operacionalizar a análise econômica como sistemas dinâmicos abertos é por meio da modelagem baseada em agentes (*agente-based modeling* – ABM). A ABM é caracterizada pela réplica em ambiente computacional de agentes caracterizados por atributos que evoluem suas características de acordo com regras determinísticas e explícitas.

Especificamente na ABM utilizada, os serviços públicos oferecidos são contabilizados como ganhos de qualidade de vida (QLI) no município que recebe o investimento derivado da arrecadação tributária. Esse aumento de QLI se reflete como aumento nos preços dos imóveis, trazendo ao modelo o efeito dinâmico de que lugares com melhor QLI apresentam imóveis mais caros. Seguindo o raciocínio de Roback (1982), cidadãos com preferências fortes para amenidades pagam mais caro pelo imóvel, enquanto aqueles com preferências mais fracas aceitam menores salários em regiões com desamenidades urbanas.

Esse efeito, aliado à mobilidade das famílias, afeta, por sua vez, a demanda de bens das firmas e a oferta de trabalhadores mais ou menos qualificados para a produção. Isso porque a localização das famílias impacta no consumo, por proximidade, e na diluição dos recursos investidos a partir da arrecadação tributária que é ponderada

pela população. Nesse sentido, as famílias buscam por maior qualidade na habitação, desde que consigam arcar com os investimentos, refletindo, em certa medida, as ideias organizadas por Tiebout (1956).

Desse modo, a modelagem impõe efeitos indiretos entre os mercados de trabalho, de bens e imobiliário que conseguem replicar no tempo e no espaço os padrões de arrecadação e compor ambiente nas quais alternativas podem ser simuladas, senão *in vitro*, pelo menos *in silico*. Com isso, a proposta deste trabalho se resume conforme descrito a seguir.

1) Construir um ambiente espacialmente empírico, que simule o período 2000-2020, com três mercados e cinco impostos, e replique o *status quo* da geração e distribuição de receitas tributárias para regiões metropolitanas brasileiras.
2) Validar os resultados de modo que o modelo se torne capaz de responder a seguinte pergunta de pesquisa: há outras formas de distribuição de recursos tributários que melhorem a QLI dos habitantes no nível metropolitano?
3) Simular alternativas e comparar com a situação corrente.
4) Apresentar e discutir os resultados, à luz da literatura disponível.

Os resultados indicam que, para a grande maioria dos casos analisados, a fusão[5] dos municípios das regiões metropolitanas é benéfica, ainda que em pequena magnitude, em termos de ganhos de QLI para seus habitantes no período de vinte anos. No sentido deste texto, QLI é entendida como o aporte ponderado pela população de recursos públicos investidos em cada município.

Além disso, em outros casos, a fusão municipal é suficiente para substituir as transferências realizadas por meio do FPM. O exercício realizado reforça ainda a relevância dos efeitos progressivos do FPM na configuração atual.

A contribuição deste texto reside na apresentação de evidências quantitativas – baseadas em dados empíricos – que incorporam efeitos dinâmicos de redistribuição de

5. A fusão municipal está prevista na Constituição Federal, desde que aprovada por ambas as populações envolvidas. Na prática, municípios com orçamentos maiores não estão interessados em se juntarem a municípios vizinhos. Pelo contrário, a tendência é a fragmentação, circunscrevendo territórios com alto poder arrecadatório, a despeito da sua dependência de trabalhadores em municípios vizinhos.

montante de recursos públicos, constante de maneiras alternativas. Com os resultados, confirmam-se outras vertentes disciplinares da literatura que advogam de forma argumentativa que, na maioria dos casos, o desmembramento não é benéfico para o conjunto da sociedade.

Além desta introdução, este trabalho conta com uma breve discussão da literatura na seção 2, com a descrição da metodologia utilizada na seção 3, bem como os resultados do exercício na seção 4. Na seção 5, então, conclui-se o texto, com algumas considerações finais.

2 CONTEXTO

Esta seção retoma o debate recente no Legislativo sobre as propostas emancipacionistas para, em seguida, relatar argumentos favoráveis e contrários. A proposta de pesquisa que deriva da análise de contexto e da disponibilidade de metodologias conclui a seção.

2.1 Histórico recente de iniciativas parlamentares

O tema de criação e emancipação municipal continua em evidência mais de vinte anos após a publicação da Emenda Constitucional nº 15/1996. Foram mais duas tentativas após o Veto nº 550, de 2013. O Projeto de Lei nº 104 no Senado (e Projeto de Lei Complementar nº 397 de 2014) foi novamente vetado integralmente na Mensagem nº 250, de 26 de agosto de 2014. Embora elogie-se o texto mais criterioso, evoca-se a responsabilidade fiscal e o desequilíbrio de eventuais redistribuições, como razões para o veto.[6]

Em nova tentativa parlamentar, o Projeto de Lei do Senado nº 199/2015 foi aprovado em plenário e segue em tramitação em regime de urgência como Projeto de Lei Complementar (PLP) nº 137/2015[7] da Câmara dos Deputados e apensa seis outras iniciativas: PLP nº 437/2014, PLP nº 438/2014, PLP nº 450/2014, PLP nº 455/2014, PLP nº 283/2016 e PLP nº 464/2017.

6. Disponível em: <https://bit.ly/2OVUuRF>.
7. Disponível em: <https://bit.ly/29ZTAA5>.

Em 27 de março de 2018, o relator do projeto na Câmara, deputado Carlos Henrique Gaguim, apresentou, e a Comissão Especial aprovou, um parecer pela constitucionalidade, juridicidade e técnica legislativa da matéria, indicando ainda que não caberia pronunciamento quanto à adequação financeiro-orçamentária, pois não implicaria aumento ou em diminuição de receita ou despesa públicas. Além disso, o projeto determina que a criação de municípios possa ocorrer entre a posse dos prefeitos eleitos e o último dia do ano anterior ao ano de eleições municipais. Excluem-se, portanto, apenas os anos nos quais há eleição municipal. Finalmente, o parecer lista ainda critérios mínimos para a aprovação de novos municípios, que são: *i)* contingente populacional mínimo para os novos municípios e para os remanescentes, variável por grandes regiões do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE); *ii)* indicação do desmembramento por Estudo de Viabilidade Municipal (EVM); e *iii)* inclusão de análises econômico-financeira, político-administrativa e socioambiental e urbana de EVMs, entre outras exigências.

Fundamentalmente, estabelecem-se critérios muito semelhantes aos que vigoraram até 1996, com pequena imposição populacional mais rigorosa e mínimo de 20 mil habitantes para o caso do Sudeste. Muito provavelmente, a aprovação do projeto de lei gerará centenas de novos municípios, como previsto nos projetos anteriores (Sachsida, Monasterio e Lima, 2013). Essa indicação de criação de novos municípios parece contraproducente face ao debate presente na literatura, conforme detalhado a seguir.

2.2 Literatura

A revisão de literatura busca sustentar três pontos centrais. Em primeiro lugar, a contribuição econômica da metrópole, produzida com recursos conjuntos, sugere que não deveria haver privilégio na distribuição fiscal entre partes dessa metrópole. Adicionalmente, argumenta-se que tanto do ponto de vista da governança quanto da gestão de serviços públicos em rede a coordenação seria preferível, em contraste à fragmentação. Finalmente, a literatura sugere que, para alguns municípios emancipados, há ganhos locais derivados, provavelmente, da maior disponibilidade de recursos, em detrimento do conjunto de municípios metropolitanos.

No contexto de regiões metropolitanas, observam-se áreas economicamente conurbadas, com múltiplos municípios e bacias comuns de emprego, consideradas regiões, nas quais cidadãos se locomovem cotidianamente para o trabalho, escola, lazer e serviços. A Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE)

define bacias de emprego como regiões funcionais (Ahrend *et al.*, 2014). Tais áreas referem-se a regiões economicamente únicas, distribuídas pelo território difuso, em contextos político-administrativos distintos (Monte-Mór, 2006).

O fato de essas regiões funcionais – no Brasil denominadas áreas de concentração de população (ACPs) (IBGE, 2015) – estarem fragmentadas entre vários municípios traz alguns aspectos negativos.[8] A forte polarização centro-periferia (Furtado, Krause e França, 2013), com dominação da metrópole, traz redução da produtividade (Ahrend *et al.*, 2014), aumento da violência nas periferias (Rodrigues, 2013) e quebra da continuidade de oferta de serviços em rede, tais como transportes (Pedroso e Lima Neto, 2013), ou metropolitanos, como habitação (Royer, 2013).

Do ponto de vista estritamente fiscal, a literatura sugere não somente que municípios de sedes metropolitanas recebem mais receita tributária *per capita* (Carvalho Junior, 2017; Furtado, Mation e Monasterio, 2013), como também que são mais eficientes na sua aplicação (Gasparini e Miranda, 2011).

Essa literatura descrita parece indicar que os ideais municipalistas da Constituição de 1988 não foram suficientes para alçar o município – ente autônomo, parte integrante da Federação – à condição de promotor do desenvolvimento local (Cioatto e Boff, 2017). De fato, para além da falta de capacidade gerencial já mencionada (Marenco, Strohschoen e Joner, 2017), acrescente-se a debilitada capacidade estritamente financeira:

> um dos maiores problemas enfrentados na federação brasileira é a autonomia municipal devido à baixa capacidade fiscal, financeira e institucional dos governos locais para absorver e dar conta de todas as suas funções constitucionais, inclusive a política urbana (Fernandes e Araújo, 2017, p. 3).

No conjunto, essas dificuldades de execução da política municipal são contraproducentes, pois inibem na prática a autonomia e o esforço fiscal, tornando o município dependente de transferências (Carvalho Junior, 2017) e restringindo seu desenvolvimento.

8. Embora o título do trabalho do IBGE refira-se a arranjos populacionais e concentrações urbanas, adotamos o termo ACP, conforme menção e definição à página 19 deste trabalho (IBGE, 2015).

A análise da literatura anterior sugere que há indicações suficientes de que regiões metropolitanas fragmentadas com múltiplos municípios: *i)* são menos produtivas; *ii)* apresentam capacidade estatal e recursos financeiros díspares entre metrópole e vizinhos; *iii)* concentram deseconomias de aglomeração nas periferias (violência e congestionamento); *iv)* concentram economias de aglomeração nas sedes; e *v)* restringem ganhos de escala na prestação de serviços em rede, tais como transporte, saneamento básico (água e esgoto) e uso e ocupação do solo (habitação social).

Contudo, há que se considerar que, como dito, do ponto de vista de cada município criado, há justificativas e ganhos gerados com a emancipação. Algumas razões para a criação de municípios indicadas por seus partidários são: *i)* a extensão territorial do município que dificulta o atendimento de distritos distantes por serviços localizados na sede municipal; e *ii)* o descaso político da sede original em relação a outros municípios, por vezes, com maior contingente populacional ou atividade econômica. Há, inclusive, redistribuição de recursos públicos a favor dos novos municípios e também toda uma nova estrutura político-administrativa, com consequente observância de melhoria do atendimento público.

No saneamento básico, por exemplo, Rocha, Mattos e Saiani (2017) indicam aumento de 12% nos investimentos no setor para municípios novos, em comparação aos municípios da própria microrregião. Wanderley (2008) faz uma análise exploratória para os municípios de Minas Gerais no período 1991-2000 e indica ganhos nos indicadores de saúde e educação, ao mesmo tempo que não detecta perda significativa nos municípios remanescentes. Fávero (2004), por sua vez, analisa os municípios paulistas e, embora apenas liste estatísticas descritivas, sem controle algum, e se apoie na literatura pregressa, avalia que há melhoria nos municípios emancipados sem prejuízo para os remanescentes.

A criação de novos estados segue lógica similar. O estado criado recebe recursos e estrutura, em detrimento dos estados remanescentes. Espera-se, portanto, ganhos para os habitantes da seção territorial seccionada. No caso do estado de Tocantins, por exemplo, há indicativos de que sua emancipação, a partir de Goiás, em 1987, trouxe melhoria da QLI aos habitantes tocantinenses (Parente, 2014).

3 METODOLOGIA

A ABM permite a consecução do exercício que se intenciona neste texto, qual seja, avaliar de forma dinâmica mercados relevantes sobre os quais se aferem receitas tributárias e que oferecem oferta de serviços públicos em contrapartida.

Na economia, o texto recente que discute o tema é o capítulo que Dawid e Gatti (2018) publicaram no *Handbook of Computational Economics*. Os autores apresentam um compêndio sobre sete grandes famílias de ABM e suas aplicações em políticas públicas. Eles discutem as práticas emergentes de modelagem, bem como as especificidades de cada uma das famílias. Adicionalmente, detalham aplicações de políticas, incluindo análise de mudanças climáticas (Lamperti, Roventini e Sani, 2017), mercado de trabalho (Napoletano *et al.*, 2012) e política monetária (Dosi *et al.*, 2015).

Uma das famílias com maior tradição é a Keynes Encontra Schumpeter, desenvolvida pela escola italiana liderada por Giovanni Dosi e baseada no Instituto de Economia da Scuola Superiore Sant'Anna. A contribuição maior do modelo é a capacidade de reproduzir ciclos econômicos de longo prazo – ou seja, crises – ao mesmo tempo em que produz resultados de curto prazo consistentes. Ao todo, os autores afirmam reproduzir dezessete fatos estilizados nos ambientes macro e microeconômico (Dosi *et al.*, 2017). O modelo é testado e validado de forma independente por Guerini e Moneta (2017).

PolicySpace (Furtado, 2018) é uma proposta de modelagem econômico-espacial que se encaixa na família chamada de Lengnick (2013), com contribuições ainda de Gaffeo (2008), de código aberto, disponível para *download* na plataforma GitHub.[9] Entretanto, PolicySpace se diferencia das contribuições anteriores ao adicionar a análise do espaço intraurbano e intermunicipal, a mobilidade das famílias, a dinâmica populacional e o uso de distância como critério de escolha nos mercados de consumo e de trabalho.

Neste texto, utilizamos a ABM – detalhada na subseção 3.1 e descrita como PolicySpace na subseção 3.2 – para analisar de forma sistemática quatro alternativas de distribuição de arrecadação fiscal entre municípios de quarenta regiões metropolitanas

9. Disponível em: <https://bit.ly/31Fi07a>.

brasileiras, constantes das ACPs, conforme definidas pelo IBGE (2015). Em seguida, confirmada a validade do modelo, são aplicados testes econométricos, utilizando-se de dados reais e dados simulados como forma adicional de análise dos resultados.

3.1 ABM

Uma ABM é a implementação em um ambiente computacional artificial no qual agentes interagem no tempo e no espaço. Ela é um sistema temporal discreto e dinâmico, explicitado por equações genéricas simultâneas (Epstein e Axtell, 1996). Para além das famílias de agentes para análise econômica descritas anteriormente (Dawid e Gatti, 2018), outros dois manuais recentes descrevem a utilização da ABM especificamente para análise econômica (Boero *et al.*, 2015; Hamill e Gilbert, 2016). Ressaltem-se ainda aplicações de análise fiscal e monetária (Dosi *et al.*, 2015), energia (Tesfatsion, 2018) e habitação (Geanakoplos *et al.*, 2012).

O modelo utilizado neste texto, por sua vez, pode ser descrito como baseado em agentes de código aberto, econômico-espacial com implementação de três mercados e um sistema de impostos que simula empiricamente regiões metropolitanas brasileiras (Furtado, 2018).

Entre as vantagens da utilização de ABMs, são destacados o baixo custo (experimentação *in silico*), a possibilidade de realizar experimentos (*what-if questions*) e sua construção explicitamente espacial, dinâmica e modular que permite que outros usuários desenvolvam recursos adicionais à plataforma disponível. Além disso, o código aberto possibilita a reprodutibilidade dos resultados e a compreensão completa de todos os mecanismos, garantindo a inexistência de decisões de modelagem não explícitas, as chamadas caixas pretas.

Entre as desvantagens, incluem-se a flexibilidade deste tipo de modelagem, a falta de modelos paradigmáticos e a facilidade de construção de novos modelos. Dawid e Gatti (2018) buscam justamente identificar padrões na literatura que ajudem a navegar esse problema. Adicionalmente, Grimm *et al.* (2010) criaram protocolos de comunicação que buscam a compreensão completa do modelo, para além da disponibilidade do código. Outras limitações referem-se ao contraponto de metodologias com maior tradição na literatura, a despeito de suas próprias limitações (Fagiolo e Roventini, 2017).

3.2 PolicySpace: breve relato

PolicySpace conta com agentes – cidadãos – que se oferecem no mercado de trabalho e organizam-se em famílias, as quais participam no mercado de consumo e no mercado imobiliário, de modo que são móveis e podem alterar a localização da sua residência.[10]

As firmas empregam trabalhadores e ofertam um produto homogêneo no mercado de consumo. Elas competem por preços no mercado de consumo e por trabalhadores mais qualificados no mercado de trabalho.

Conforme dados geoespaciais reais do IBGE,[11] os governos municipais já estão constituídos. As prefeituras investem os tributos arrecadados e recebidos por transferências na melhoria da QLI de seus cidadãos de modo linear, ponderada pela população corrente.[12]

A temporalidade do modelo é de 2000 a 2020, e a sequência de acontecimentos mensais ocorrem da seguinte maneira.

1) A firma executa sua função de produção baseada no número de empregados corrente e sua qualificação (Lengnick, 2013).
2) Na sequência, a dinâmica populacional é executada. Há envelhecimento dos cidadãos (de acordo com o mês de aniversário), mortes (seguindo tábuas de mortalidade do IBGE, por Unidade da Federação, gênero, idade e ano calendário) e nascimentos (ainda de acordo com tábuas de fecundidade do IBGE e probabilidade de acordo com a idade das mulheres).
3) Todos os meses, as famílias poupam uma porcentagem variável dos seus rendimentos e consomem o restante. A decisão de consumo pode se dar por critério de preço ou de distância, ambos entre uma amostra de firmas.
4) As firmas atendem as famílias, por ordem de chegada, até o limite de sua oferta disponível em estoque.

10. Para mais detalhes do modelo, valores de parâmetros, acesso ao código e extensa validação, ver Furtado (2018).
11. De acordo com a malha digital de 2010, disponível em: <https://github.com/BAFurtado/PolicySpace>.
12. Nesse sentido, não há utilização de dados reais de impostos, exceto como elemento de proporção que opera a distribuição de FPM dos recursos gerados endogenamente. O índice de QLI se inicia a partir dos valores do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) de 2000.

5) Na sequência, as firmas decidem sobre os salários de seus empregados, a partir da receita de vendas (Neugart e Richiardi, 2012); sobre os preços, observando o estoque (Seppecher, Salle e Lavoie, 2017); e sobre a necessidade de participação no mercado de trabalho, observando o lucro ou prejuízo.

6) Firmas que estão pagando salários maiores escolhem empregados primeiro, optando por aqueles mais qualificados na amostra de candidatos. Opcionalmente, uma porcentagem da força de trabalho pode ser escolhida por critério de proximidade da residência do candidato à firma empregadora.

7) No modelo, sempre há mais casas vazias do que ocupadas (Nadalin, Furtado e Rabetti, 2018). Mensalmente, algumas famílias entram como compradoras no mercado imobiliário (Jordan, Birkin e Evans, 2012) e o cálculo do preço da oferta é feito por meio de preços hedônicos (Rosen, 1974), utilizando-se as características fixas da residência e sua localização. O componente de preço da localização varia de acordo com os investimentos municipais em melhoria de QLI. As famílias com poupança próxima ao valor das residências fazem uma proposta com base nos recursos poupados disponíveis, e o preço final da transação é a média entre o preço calculado da residência e a oferta da família.

8) Famílias com mais de uma residência decidem se mudam para a melhor casa. Entretanto, optam por mudar-se para a pior residência quando todos os adultos se encontram desempregados e a família precisa de liquidez. As casas desocupadas, por sua vez, sempre estão disponíveis no mercado imobiliário.

9) Impostos são cobrados no momento do consumo, sobre os salários pagos, os lucros das empresas, a propriedade – mensalmente – e transações imobiliárias. Os impostos buscam refletir aproximadamente o Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) – de forma mais agregada –, o Imposto de Renda de Pessoa Física (IRPF), o Imposto de Renda de Pessoa Jurídica (IRPJ), o Imposto Predial Territorial Urbano (IPTU) e o Imposto de Transmissão de Bens Imóveis (ITBI). O investimento nos municípios é feito mensalmente, a cada rodada.[13]

3.3 Estratégia de testes para alternativas fiscais

A análise de políticas públicas deste texto foi testada em quatro alternativas de distribuição de recursos fiscais, conforme descrito na tabela 1. Para cada um dos casos, o modelo PolicySpace é simulado para o período completo de vinte anos, várias vezes, e os resultados medianos são computados.

13. Para efeitos de distribuição, os impostos da União são redistribuídos igualmente entre os municípios, ponderados pela população.

TABELA 1
Alternativas de distribuições de impostos entre municípios de regiões metropolitanas (ACPs)

Alternativas	Caso 1			Caso 2		Caso 3	Caso 4
Impostos/*proxy*	Município	Estado/União	FPM	Estado/União	FPM	Município	Estado/União
ICMS	0,1875	0,8125	-	1	-	1	1
IRPF	-	0,765	0,235	0,765	0.235	1	1
ITBI	1	-	-	1	-	1	1
IRPJ	-	0,765	0,235	0,765	0,235	1	1
IPTU	1	-	-	1	-	1	1
Critérios	Localmente	Igualmente	FPM	Igualmente	FPM	Localmente	Igualmente

Fonte: Furtado (2018).
Elaboração do autor.

No caso 1,[14] que serve de base de comparação e representa o *status quo*, o imposto sobre consumo (*proxy* para o ICMS) é distribuído em 18,75% para o município de origem, e o restante (81,75%) é repassado ao estado e (teoricamente) distribuído em partes iguais entre os municípios da região metropolitana. Com isso, tem-se os três critérios de divisão de impostos: *i)* localmente, ou seja, recursos arrecadados no município são investidos no próprio município; *ii)* igualmente: recursos arrecadados na região metropolitana (ACP) são distribuídos igualmente, ponderados pela população, entre os municípios da ACP; e *iii)* FPM, cuja proporcionalidade segue a observada empiricamente na distribuição do FPM real, com municípios menores recebendo proporcionalmente mais recursos. A parte de recursos da União que não são dirigidos ao FPM são distribuídos igualmente entre os municípios, ponderados pela população. Adicionalmente, os impostos sobre trabalho e sobre lucros (IRPF e IRPJ) – recolhidos pela União – são distribuídos igualmente entre os municípios (76,5%) e o restante é distribuído conforme as regras do FPM para os municípios da região metropolitana.

No caso 2,[15] os municípios da ACP funcionam como um município único para a distribuição fiscal e não há recursos revertidos localmente. Nesse caso, as *proxies* para o ITBI, o IPTU e o ICMS são distribuídas igualmente entre os municípios da ACP, ponderados pela população.

14. Nesse caso, os parâmetros do modelo são *Alternative0* verdadeiro e *FPM* verdadeiro.
15. Nesse caso, tem-se o parâmetro *Alternative0* igual a falso no modelo.

Na sequência, são testados dois casos extremos, no intuito de enriquecer a análise. No caso 3,[16] todos os impostos são distribuídos de acordo com os municípios de origem. Ou seja, não há redistribuição progressiva por FPM, e o ICMS é todo distribuído nos municípios, como se o estado fosse obrigado a aplicar todos os recursos de forma local.

Finalmente, no caso 4,[17] 100% do valor arrecadado com o imposto sobre consumo é distribuído de maneira igual entre os municípios, ponderados pela população.

Com isso, testa-se a situação atual, *status quo*, do caso 1, em comparação às alternativas de ausência do FPM (casos 3 e 4) e união fiscal de municípios (casos 2 e 4), além do caso extremado (caso 3) em que todos os impostos e até o ICMS são distribuídos localmente.

A premissa de pesquisa é a de que o caso 2 seria o mais benéfico para a população com fusão municipal e progressividade do FPM. O caso 3 seria o menos benéfico, com todos os impostos retidos e distribuídos localmente. De forma *ex ante*, não é possível determinar se o caso 2, que inclui progressividade do FPM e impostos locais (ITBI, IPTU e parte do ICMS), seria melhor ou pior do que o caso 4, que não inclui a progressividade do FPM, mas distribui o conjunto dos impostos de forma igualitária.

Ressalte-se que o exercício é apenas de redistribuição de recursos arrecadados. Não há ganhos tributários decorrentes de uma suposta diminuição de burocracia administrativa e tampouco ganhos com uma também suposta melhoria da eficiência (Gasparini e Miranda, 2011).

3.4 Validação

A validação do modelo PolicySpace é proposta em três passos sucessivos, que indicam a robustez dos procedimentos. Neste texto, apresentamos apenas as conclusões principais da validação – para uma validação mais exaustiva, ver Furtado (2018).

16. Nesse caso, tem-se o parâmetro *Alternative0* igual a verdadeiro (adicionalmente com a distribuição do ICMS também localmente) e *FPM* igual a falso.
17. Nesse caso, ambos os parâmetros são falsos.

3.4.1 Indicadores macroeconômicos

O primeiro passo da validação refere-se à adequação dos indicadores macroeconômicos. Dado que o modelo é voltado para análise do mercado imobiliário e a distribuição fiscal, não há mercado de crédito (Dawid e Gatti, 2018; Lengnick, 2013). Com isso, não se espera que o modelo vá replicar trajetórias de inflação, taxa de juros (inexistente) ou desemprego.

Entretanto, avalia-se que um modelo cujo desemprego é de 50% ou a inflação é 100% ao mês não é razoável nem adequado para análise de políticas públicas (Fagiolo e Roventini, 2017; Gatti *et al.*, 2011; Gräbner, 2015). Dessa forma, o PolicySpace apresenta-se compatível e adequado para os grandes indicadores macroeconômicos. De fato: o desemprego no período 2000-2020 situa-se sempre abaixo de 10%, variando entre 8,5% e 0,5%, para todas as regiões metropolitanas e número de simulações realizadas. Note que, por construção, o modelo fornece taxas de desemprego para todos os municípios. Nesse caso, municípios periféricos e com menores populações apresentam taxas mais elevadas, o que era esperado, mas que no conjunto da ACP permanecem abaixo dos 10%.

A inflação permanece por volta de 0,5% ao mês para o primeiro decênio da simulação e atinge valores mais baixos, próximos de 0,05% ao mês, para o segundo decênio, de acordo com a parametrização base da simulação. O produto interno bruto (PIB) apresenta também ganhos expressivos (e variáveis) nos primeiros anos da simulação e atinge crescimento menor ao final do período.

3.4.2 Análise de sensibilidade: parâmetros e regras

Adicionalmente, deve-se verificar se o modelo é robusto a modificações que o alterem de forma disruptiva (Galán *et al.*, 2009). Isso ocorre, por exemplo, quando os resultados são dependentes de um valor específico de um parâmetro determinado.

No caso do PolicySpace, o programa contém um módulo de simulação automático que permite selecionar qualquer parâmetro do modelo (numérico ou booleano), escolher valores iniciais e finais e número de intervalos, registrando em gráficos todos os indicadores para cada valor do parâmetro testado. Isso permitiu testar a influência dos parâmetros individuais no comportamento do modelo e a sua

robustez de resultados. Ou seja, embora os resultados finais sejam distintos de acordo com a escolha dos parâmetros, não houve resposta estruturalmente diferente, ou que não representasse resultados econômicos esperados. Cite-se, por exemplo, o teste de aumento do parâmetro de produtividade que, obviamente, melhora o consumo e o padrão de vida das famílias, ou o aumento do número de famílias que participam no mercado imobiliário e a consequente dinamização da economia como um todo.

Finalmente, vale ressaltar ainda que foram realizados testes de regras, como a presença ou ausência de determinadas escolhas do modelo. Citem-se a utilização de distância como critério de contratação no mercado de trabalho, ou a escolha da firma de observar o nível de desemprego (ou não) na decisão do nível salarial dos empregados.

3.4.3 Replicação empírica da arrecadação tributária: globais e distribuição

Talvez, para o caso da pergunta de pesquisa deste texto, o fator validador mais relevante seja a capacidade da simulação de replicar resultados razoáveis de arrecadação de impostos em termos de porcentagem tanto do PIB quanto de cada imposto no total.

De fato, não se procura fazer uma replicação idêntica, pois não é possível. De um lado, porque os dados simulados não contemplam todos os impostos e toda a regulação disponível. De outro, porque há números distintos quando se buscam dados na literatura, referentes a 2010 (Afonso, Soares e Castro, 2013), e quando se usam dados da própria Secretaria de Tesouro Nacional (STN) do Ministério da Fazenda no recorte de regiões metropolitanas utilizadas neste trabalho.

De todo modo, entende-se que a validação realizada em Furtado (2018) é razoável no sentido que replica proporções dos cinco impostos utilizados em termos de magnitude na proporção em relação ao total arrecadado e em relação aos impostos de propriedade e transações em relação ao PIB.

TABELA 2
Comparação dos dados simulados pelo modelo e fontes disponíveis para arrecadação de *proxy* de impostos em relação à porcentagem do PIB e ao total arrecadado

	Afonso, Soares e Castro (2013)	Simulado	STN
Em relação ao PIB			
IRPF	0,0024	0,0105	-
IRPJ	0,0065	0,0173	-
Consumo (ICMS)	0,0093	0,0334	-
Propriedade (IPTU)	0,0007	0,0056	0,0044
Transações (ITBI)	0,0008	0,0012	0,0012
Arrecadação total	**0,0207**	**0,0679**	**0,0869**
FPM		0,0534	0,0184
Em proporção ao total			
IRPF	0,1178	0,1522	-
IRPJ	0,3181	0,2595	-
Consumo (ICMS)	0,4498	0,4819	-
Propriedade (IPTU)	0,0356	0,0885	0,0919
Transações (ITBI)	0,0399	0,0179	0,0119
FPM	-	0,4303	0,412

Fonte: Furtado (2018).

Entre os cinco impostos representativos, a proporção simulada também é próxima à obtida na literatura. Especificamente para as proporções de arrecadação dos impostos em relação ao total, os valores simulados para o FPM são de 43% do total, enquanto a análise de dados da STN indica 41%.

Adicionalmente, as distribuições de arrecadação entre os municípios das ACPs são comparadas entre dados reais e simuladas apresentando similaridades para os casos de PIB, arrecadação tributária total, FPM, IPTU e ITBI. Na comparação das proporções em relação ao total, o IPTU é mais arrecadado no caso simulado – no qual todos os municípios necessariamente recolhem IPTU – do que no caso real.

Finalmente, PolicySpace apresenta testes de Kolmogorov que compara o conjunto das ACPs para cada uma das *proxies* de impostos simulados (Furtado, 2018).

3.5 Ilustração para o conjunto das ACPs

A estratégia econométrica busca verificar se os dois parâmetros do modelo que compõem as quatro alternativas de distribuição fiscal – *Alternative0* e *FPM* – se mantêm com mesma ordem de magnitude e sinal quando se variam as co-variáveis de cada ACP. Nesse sentido, são explorados cinco modelos econométricos, sendo três com dados da própria simulação (Simul1-3) e dois com dados reais, exógenos (Real1-2), coletados diretamente de fontes oficiais sobre as regiões metropolitanas (ACPs) em análise.

Em todos os casos, a variável dependente é a QLI observada ao fim do período da simulação (lembrando-se que, para o caso do modelo, a QLI é dada pela arrecadação tributária ponderada pela população acumulada). Esse é o parâmetro que se entende como efeito central da modelagem, dado que se trata exatamente de alternativas de redistribuição da receita tributária arrecadada.

Note que o exercício apenas busca refletir o efeito de cada alternativa no conjunto das ACPs, sem buscar afirmar causalidade. Vale ressaltar ainda que, para a análise com dados reais, os valores exógenos são repetidos em cada uma das quatro alternativas, dado que não existem dados sobre as alternativas hipotéticas.

Também em todos os casos, mantêm-se os dois parâmetros (*Alternative0* e *FPM)* que representam as alternativas de distribuição, conforme a tabela 1. *Alternative0* é verdadeiro para o *status quo* e falso quando os municípios estão juntos para efeito de distribuição. *FPM* é verdadeiro quando a regra de distribuição de acordo com a presença de *FPM* está presente e falso quando a regra não é aplicada. Os resultados são obtidos por meio de uma regressão simples – Mínimos Quadrados Ordinários (MQO).

Adicionalmente, são utilizadas *dummies* de todas as ACPs para os casos Simul1-2, sendo que Simul3 testa sua ausência. A intenção é verificar se o comportamento é diferente ao se controlar por diferentes ACPs ou não. Nos casos Real1-2 foram reunidas informações apenas para as metrópoles principais.[18]

18. O resultado completo (com *dummies* das ACPs), o banco de dados e o código utilizado se encontram nos apêndices deste texto.

Nos casos Simul2-3, os controles são as variáveis de número médio de trabalhadores por firma, lucro das firmas, valor do índice do PIB, inflação, desemprego e número de municípios na ACP. Este último também foi utilizado no modelo Real2. Finalmente, no modelo Real2, foram utilizados como controle um índice Herfindal-Hirschman (Herfindal-Hirschman Index – HHI) para os setores, o *log* da população na ACP e a porcentagem de habitantes com ensino superior completo.

Ressalte-se que a QLI na simulação é dada basicamente pela arrecadação tributária, sendo assim, nenhuma variável associada aos tributos foi incluída nos modelos. Entretanto, sabe-se que o PIB e a população estão altamente correlacionados à arrecadação tributária. O PIB (endógeno à simulação) foi incluído nos modelos Simul2-3 ,e a população, no modelo Real2. Ainda assim, os modelos Simul1 e Real1 contam apenas com a presença dos dois parâmetros de distribuição e as *dummies* das ACPs.

4 RESULTADOS

Os resultados são obtidos para cada ACP de forma independente, e a recomendação de política também pode ser distinta para cada caso. Vários fatores influenciam a configuração, incluindo-se a população (seus grupos etários e sua distribuição pelos municípios), a concentração de firmas e a qualificação dos trabalhadores, além do número absoluto de municípios.

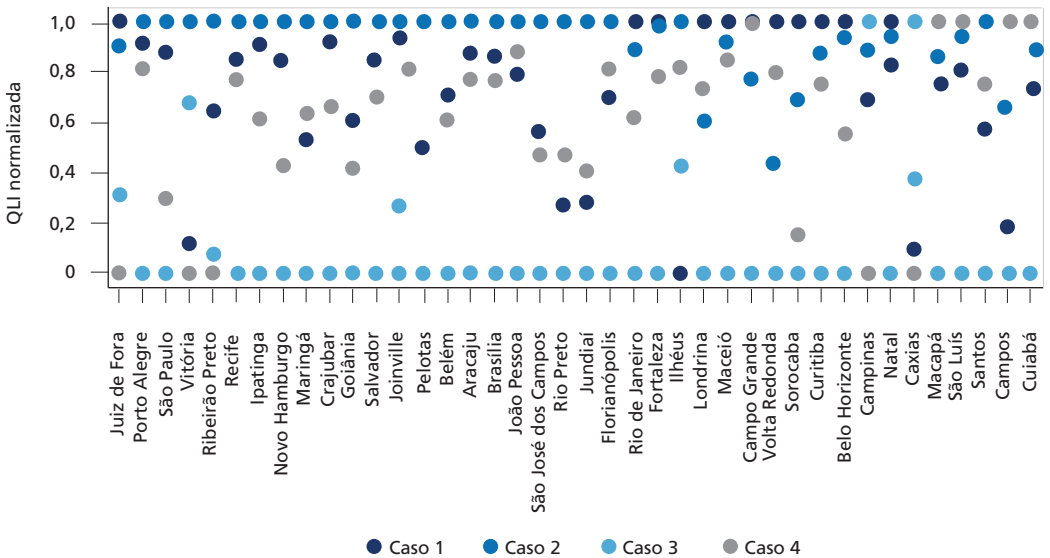
No intuito de compor um resultado sistêmico para o conjunto de regiões metropolitanas (ACPs), elaboramos o gráfico 1. Nesse caso, os valores de QLI para o último mês da simulação são normalizados de modo a distinguir mais claramente as diferenças entre as distribuições e permitir a comparação entre as ACPs. Além do gráfico 1, quantificamos também os indicadores resultantes do modelo de modo a compreender melhor a dinâmica dos resultados no seu conjunto (tabela 3).

Em 23 ACPs, o caso 2, com fusão municipal e manutenção do FPM, é o resultado com melhor indicador de QLI. A situação atual (caso 1) apresenta melhor resultado em dez ACPs.

Como forma de capturar o comportamento geral das ACPs, em vez de simplesmente contar os casos nos quais os indicadores assumem valores máximos, somamos também os coeficientes normalizados de cada indicador. Tem-se assim, também, um indicador que incorpora a magnitude das diferenças dos resultados. De fato, ao somar os coeficientes normalizados, o caso 2 atinge patamar de 36,75 pontos em QLI, enquanto o *status quo* atinge patamar bem próximo de 30,01 pontos.

Note que a metodologia envolve apenas redistribuição de recursos. Ademais, os recursos redistribuídos espacialmente são de baixa magnitude. Nesse sentido, não se esperam resultados completamente diferentes dos observados atualmente.

GRÁFICO 1
Resultado das simulações de alternativas de distribuição fiscal entre as ACPs[1]



Elaboração do autor.
Nota: [1] A QLI normalizada entre as alternativas é máxima o maior número de vezes para a opção de região fiscal única e manutenção das regras de distribuição do FPM (caso 2). A retirada do FPM leva aos piores resultados de QLI no maior número de vezes (caso 3). Os resultados referem-se a 2% da população e a três simulações por ACP.

O caso 3, extremo, no qual todos os recursos são distribuídos localmente, apresenta apenas duas ACPs com melhores resultados: Campinas e Caxias do Sul. Somando os índices de todas as ACPs, a distribuição local atinge apenas 3,82 pontos, cerca de um décimo das outras distribuições alternativas.

Finalmente, o caso 4 – no qual os municípios são considerados em conjunto, porém não há distribuição conforme FPM – é melhor para cinco ACPs e atinge o terceiro lugar no indicador da soma normalizada dos valores com 25,01 pontos.

Outros indicadores resultantes do modelo também foram considerados, conforme apresentado na tabela 3, tendo em vista a soma dos coeficientes para o conjunto das ACPs, resultando em indicadores gerais. O PIB, por exemplo, apresenta valores mais elevados para a situação atual (caso 1), seguido do caso 2, no qual há fusão municipal.

TABELA 3
Resultados de vários indicadores normalizados da simulação para o caso de todas as ACPs

	PIB	Desemprego	Gini	Consumo famílias	QLI
Caso 1	23,41	24,3	21,89	19,81	30,01
Caso 2	21,48	19,1	22,47	18,74	36,75
Caso 3	19,48	18,74	18,38	16,33	3,82
Caso 4	16,25	23,12	12,81	23,08	25,01

Elaboração do autor.

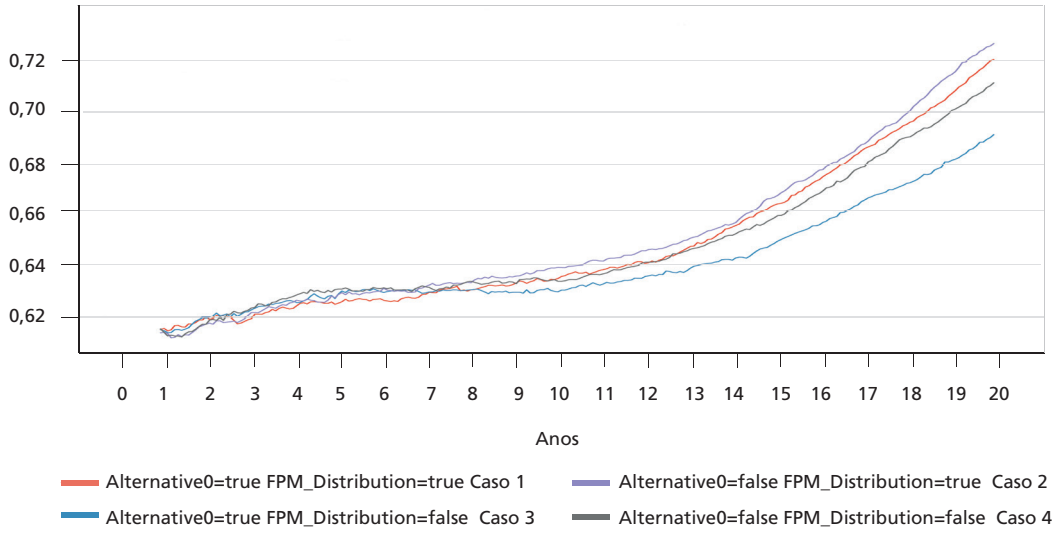
O desemprego apresenta o menor índice para o caso 3, mais extremado – embora bem próximo do caso 2, com melhor QLI –, e o pior nível fica com a situação atual. O consumo das famílias tem o melhor resultado no caso 4, com distribuição de recursos igualmente entre os municípios e ausência da regra do FPM. Esse último também é o melhor caso em termos de desigualdade entre as famílias, atingindo o menor valor do índice de Gini.

O caso 3, extremado, no qual todos os recursos são distribuídos localmente, é o pior para o conjunto da região metropolitana, levando ao menor patamar de QLI ao final do período. Finalmente, ressalte-se que o cancelamento da regra do FPM, em conjunto com a fusão municipal para efeitos distributivos fiscais (caso 4), é quase equivalente ao *status quo*. Com isso, ter-se-ia que o custo de distribuição do FPM é quase revertido pela fusão municipal.

A título de exemplo, o gráfico 2 retrata as alternativas de distribuição fiscal para Belo Horizonte como mediana de quatro simulações e 2% da população. Note que, nesse caso, as premissas de pesquisa se mantêm. Quais sejam, o caso mais benéfico para

a QLI é o caso 2, no qual tem-se a manutenção do FPM como regra de distribuição, e, além disso, os municípios recebem valores iguais, proporcionalmente em relação à população. O *status quo* (caso 1), todavia, aparece como melhor resultado em seguida, pouco abaixo dos valores alcançados no melhor cenário.

GRÁFICO 2
Resultados para a QLI média para o caso de Belo Horizonte com 2% de população e quatro simulações



Elaboração do autor.
Obs.: A alternativa como região única e presença do FPM (roxo) *Caso 2* apresenta maior QLI ao final do período. A opção sem presença de FPM (azul) *Caso 3* apresenta o pior desempenho.

Os resultados do exercício econométrico apenas contribuem como descrição de resultados médios do conjunto das ACPs, controlados por co-variáveis simuladas e reais, conforme exposto na tabela 4. Como mencionado no item sobre estratégia econométrica, os parâmetros da simulação *Alternative0* e *FPM_distribution* são testados e configuram a distribuição conforme descrita na tabela 1.[19]

De fato, *Alternative0* é significante, pois tem o mesmo valor de coeficiente em todos os modelos testados. A interpretação, conforme esperado, indica que quando *Alternative0* é verdadeiro – nos casos em que a divisão municipal permanece como

19. Note, entretanto, como dito, que para o caso 3, escolhido como caso extremo, o ICMS é distribuído integralmente de forma local.

observado – há perda de QLI. Isso indica que há indicativos de ganhos para todos os modelos quando a opção *Alternative0* é falsa e, portanto, os municípios estão todos juntos para efeitos de distribuição fiscal.

TABELA 4
Resultados dos testes de consistência das alternativas de distribuição fiscal entre ACPs

	Simul1	Simul2	Simul3	Real1	Real2
ALTERNATIVE0[T.True]	-0,01*** (0,00)	-0,01*** (0,00)	-0,01* (0,01)	-0,01*** (0,00)	-0,01*** (0,00)
FPM_DISTRIBUTION[T.True]	0,02*** (0,00)	0.01*** (0.00)	0,02** (0,01)	0,02*** (0,00)	0,02*** (0,00)
Intercepto	0,60*** (0,00)	0,90 (0,64)	0,73*** (0,01)	0,61*** (0,00)	0,02*** (0,00)
Area_acp	-	-	-	-	-0,00*** (0,00)
Num_med_empreg	-	-0,00	-0,00	-	-
	-	(0,01)	(0,00)	-	-
Lucro_firmas	-	0,00 (0,00)	-0,00 (0,00)	-	-
Pib_index	-	0,00** (0,00)	0,00 (0,00)	-	-
hhi	-	-	-	-	-0,00*** (0,00)
Inflação	-	-1,55 (1,10)	11,31*** (3,15)	-	-
ln_populacao_acp	-	-	-	-	0,01*** (0,00)
num_mun_na_acp	-	-0,01 (0,01)	-0,00 (0,00)		0,00** (0,00)
pct_superior_completo	-	-	-	-	0,04*** (0,00)
... ...	...	...	...	...	...
Desemprego	-	-0,00 (0,01)	-0,00* (0,00)	-	-
Log-likelihood	506,85	510,85	267,02	260,65	260,65
R-squared Adj	0,98	0,98	0,60	0,98	0,98
AIC[1]	-931,69	-929,70	-516,04	-477,31	-477,31
BIC[2]	-806,65	-789,41	-488,59	-424,90	-424,90
Número de observações	156	156	156	80	80

Elaboração do autor.
Notas: [1] AIC – Akaike's information criterion.
[2] BIC – Bayesian information criterion.
Obs.: 1. Erros-padrão entre parênteses.
2. ** p<.1; ** p<.05; ***p<.01*.
3. As reticências ao longo da tabela indicam que nem todos os resultados estão presentes, porém eles estão no Apêndice A.

Adicionalmente, a presença da regra de distribuição do FPM (*FPM_distribution* é verdadeiro) é benéfica também em todos os casos. De fácil interpretação, os resultados

sugerem que, quando o FPM não está presente na distribuição fiscal (falso), haveria piora da QLI.

Os controles dos modelos levam a diferentes valores para o intercepto e para a significância de cada um dos controles. Contudo, não alteram os coeficientes ou a significância das regras de distribuição e apresentam ajustes semelhantes.

O modelo Simul2, com as *dummies* para cada ACP e variáveis de controle, aparece como o mais ajustado entre os modelos simulados pelo critério de *log-likelihood*. Entretanto, o modelo Simul1, somente com as *dummies*, apresenta ajuste muito similar e parece mais robusto, do ponto de vista da análise das ACPs, conforme a tabela A.1 do apêndice.

O modelo Real2, por sua vez, correlaciona população e porcentagem de cidadãos com ensino superior completo com melhor QLI e apresenta efeito nulo (significativo) para área da ACP, índice de diversidade setorial (HHI) e número de municípios na ACP. Note que, nesse caso, o intercepto apresenta o menor valor e maior significância em possível indicação, e que o controle do modelo é praticamente todo dado pelas outras variáveis.

Enfim, para além da análise descritiva do gráfico 1 e da tabela 2, a ilustração econométrica parece indicar que, na média das ACPs, é relevante a presença do FPM e dos ganhos em eficiência distributiva da fusão de municípios metropolitanos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este texto utiliza-se de dados oficiais das regiões metropolitanas para fazer um exercício quantitativo e dinâmico que simula três mercados econômicos, impõe impostos sobre eles, valida de forma cumulativa o modelo e testa alternativas de distribuições fiscais entre os municípios.

Desse modo, ele traz argumentos quantitativos adicionais à pletora de argumentos que balizam a eficiência e efetividade da capacidade administrativa-burocrática local centralizada, no âmbito de regiões metropolitanas para o caso brasileiro. De fato,

partindo do conceito econômico de regiões funcionais metropolitanas, a literatura relata distribuição desigual, em desfavor das periferias, em relação à violência, ao congestionamento, ao acesso a serviços públicos, e à restrição de oportunidades.

A leitura de que essa desigualdade afeta no médio e longo prazo a QLI do conjunto indistinto da metrópole nos motivou a investigar se alternativas de distribuição fiscal, a partir de estritamente o mesmo montante inicial, em uma análise dinâmica que considera por meio do mercado imobiliário a retroalimentação dos investimentos, poderia levar a melhorias da QLI da população.

As análises descritas permitem sugerir duas conclusões centrais. A primeira é que a progressividade do FPM é marcante nas regiões metropolitanas e sua manutenção é significativamente positiva. A segunda conclusão é a de que, na maioria das regiões metropolitanas, a fusão municipal para efeitos de distribuição fiscal seria benéfica. O efeito, porém, não é homogêneo e teria que ser verificado caso a caso. Em algumas regiões metropolitanas, o ganho da fusão é tão relevante que seria suficiente para compensar a hipótese de ausência do FPM.

Em termos factíveis, a própria Emenda Constitucional nº 15/1996 prevê a possibilidade de fusões municipais, condicionadas à consulta às populações interessadas. Nesse sentido, pares de fusões metropolitanas entre municípios poderiam ser testadas de modo a compor mais um argumento de convencimento às populações envolvidas.

Como trabalhos futuros, buscar-se-á inserir custos de transportes heterogêneos às famílias, bem como mercado de aluguéis, ainda não presentes no modelo PolicySpace. Ademais, seria interessante detalhar mais o Imposto sobre Serviços de Qualquer Natureza (ISS), municipal, e o ICMS, estadual.

Finalmente, observe-se que o federalismo com ênfase municipal dado a partir da Constituição Federal de 1988 pode ser vantajoso para o conjunto dos municípios brasileiros, espalhados por uma extensão continental. Sua fragmentação excessiva, no âmbito metropolitano em específico, entretanto, parece ser mais prejudicial. Esperamos que os indicativos apresentados neste trabalho contribuam com a acumulação de evidências para melhor gestão e governança do espaço urbano e suas implicações econômicas para o caso brasileiro.

REFERÊNCIAS

AFONSO, J. R. R.; SOARES, J. M.; CASTRO, K. P. de. **Avaliação da estrutura e do desempenho do sistema tributário brasileiro**: livro branco da tributação brasileira. Washington, DC: Inter-American Development Bank, 2013.

AHREND, R. *et al*. **What makes cities more productive?** Evidence on the role of urban governance from five OECD countries. Paris: OECD iLibrary, 2014. 33 p. (Working Paper, n. 5). Disponível em: <https://bit.ly/33Jc1A5>.

BOERO, R. *et al*. **Agent-based models of the economy**: from theories to applications. New York: Palgrave Macmillan, 2015.

CARVALHO JUNIOR, A. C. C. D. **Criação de municípios**: dados gerais sobre receitas, despesas e população. Brasília: Câmara dos Deputados, 2017. (Estudo Técnico, n. 32/2017).

CIOATTO, R. M.; BOFF, S. O. O reconhecimento da autonomia política municipal não é suficiente para o desenvolvimento local. **Revista Direitos Fundamentais e Democracia**, v. 22, n. 2, p. 272-295, 2017.

COSTA, H. Habitação e produção do espaço em Belo Horizonte. *In*: MONTE-MÓR, R. (Org.). **Belo Horizonte**: espaços e tempos em construção. Belo Horizonte: Cedeplar e PBH, 1994. p. 51-77.

DANTAS, R. E. de A. A criação de novos municípios no Brasil: o emancipacionismo brasileiro e os novos desafios legislativos. **Revista Eleitoral TRE/RN**, v. 29, p. 61-67, 2015.

DAWID, H.; GATTI, D. D. Agent-based macroeconomics. *In*: HOMMES, C. H.; LEBARON, B. D. (Ed.). **Handbook of computational economics**. New York: Elsevier, 2018. v. 4.

DOSI, G. *et al*. Fiscal and monetary policies in complex evolving economies. **Journal of Economic Dynamics and Control**, v. 52, p. 166-89, 2015.

_____. Micro and macro policies in the Keynes+Schumpeter evolutionary models. **Journal of Evolutionary Economics**, v. 27, n. 1, p. 63-90, 2017.

EPSTEIN, J. M.; AXTELL, R. **Growing artificial societies**: social science from the bottom up. Cambridge, Massachusetts: Brookings Institution Press; MIT Press, 1996.

FAGIOLO, G.; ROVENTINI, A. Macroeconomic policy in DSGE and agent-based models redux: new developments and challenges ahead. **Journal of Artificial Societies and Social Simulation**, v. 20, n. 1, 2017.

FÁVERO, E. **Desmembramento territorial**: o processo de criação de municípios, avaliação a partir de indicadores econômicos e sociais. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

FERNANDES, A. S. A.; ARAÚJO, S. M. V. G. de. A criação de municípios e a formalização de regiões metropolitanas: os desafios da coordenação federativa. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 7, n. 3, p. 295-309, 2017.

FURTADO, B. A. **PolicySpace**: modelagem baseada em agentes. Brasília: Ipea, 2018.

FURTADO, B. A.; KRAUSE, C.; FRANÇA, K. C. **Território metropolitano, políticas municipais**: por soluções conjuntas de problemas urbanos no âmbito metropolitano. Brasília: Ipea, 2013.

FURTADO, B. A.; MATION, L.; MONASTERIO, L. Fatos estilizados das finanças públicas municipais metropolitanas brasileiras entre 2000-2010. *In*: FURTADO, B. A.; KRAUSE, C.; FRANÇA. K. C. B. (Ed.). **Território metropolitano, políticas municipais**: por soluções conjuntas de problemas urbanos no âmbito metropolitano. Brasília: Ipea, 2013.

GAFFEO, E. *et al*. Adaptive microfoundations for emergent macroeconomics. **Eastern Economic Journal**, v. 34, n. 4, p. 441-463, 2008.

GALÁN, J. M. *et al*. Errors and artefacts in agent-based modelling. **Journal of Artificial Societies and Social Simulation**, v. 12, n. 1, 31 jan. 2009.

GASPARINI, C. E.; MIRANDA, R. B. Transferências, equidade e eficiência municipal no Brasil. **Planejamento e Políticas Públicas**, n. 36, 17 out. 2011.

GATTI, D. D. *et al*. **Macroeconomics from the Bottom-up**. [s.l.]: Springer Science & Business Media, 2011. v. 1.

GEANAKOPLOS, J. *et al.* Getting at systemic risk via an agent-based model of the housing market. **The American Economic Review**, v. 102, n. 3, p. 53-58, 2012.

GRÄBNER, C. **Methodology does matter**: about implicit assumptions in applied formal modelling. The case of dynamic stochastic general equilibrium models vs agent-based models. Munich: MPRA, 2015. (MPRA Paper, n. 63003) Disponível em: <https://bit.ly/31REL7P>.

GRIMM, V. *et al*. The ODD protocol: a review and first update. **Ecological modelling**, v. 221, n. 23, p. 2760-2768, 2010.

GUERINI, M.; MONETA, A. A method for agent-based models validation. **Journal of Economic Dynamics and Control**, v. 82, p. 125-141, 1 set. 2017.

HAMILL, L.; GILBERT, N. **Agent-based modelling in economics**. United Kingdom: Wiley, 2016.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Arranjos populacionais e concentrações urbanas do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 2015.

JORDAN, R.; BIRKIN, M.; EVANS, A. Agent-based modelling of residential mobility, housing choice and regeneration. *In*: HEPPENSTALL, A. J.; CROOKS, A. T.; SEE L. M; BATTY, M. (Ed.). **Agent-based models of geographical systems**. [s.l.]: Springer, 2012. p. 511-524.

LAMPERTI, F.; ROVENTINI, A.; SANI, A. **Agent-based model calibration using machine learning surrogates**. New York: Cornell University, 2017. (Working Paper, p. 36).

LENGNICK, M. Agent-based macroeconomics: a baseline model. **Journal of Economic Behavior e Organization**, v. 86, p. 102-120, 2013.

MARENCO, A.; STROHSCHOEN, M. T. B.; JONER, W. Capacidade estatal, burocracia e tributação nos municípios brasileiros. **Revista de Sociologia e Política**, v. 25, n. 64, p. 3-21, 2017.

MONTE-MÓR, R. L. M. **O que é o urbano, no mundo contemporâneo**. Belo Horizonte: UFMG/Cedeplar, 2006. (Textos para Discussão, n. 281).

NADALIN, V. G.; FURTADO, B. A.; RABETTI, M. DOS S. Concentração intraurbana de população e empregos: os centros antigos das cidades brasileiras perderam primazia? **Revista Brasileira de Estudos de População**, v. 35, n. 3, 2018.

NAPOLETANO, M. *et al*. Wage formation, investment behavior and growth regimes: an agent-based analysis. **Revue de l'OFCE**, n. 5, p. 235-261, 2012.

NEUGART, M.; RICHIARDI, M. **Agent-based models of the labor market**. Toscana: LABOR, 2012. (Working Papers, n. 125).

PARENTE, D. S. de M. **Análise do impacto da criação do estado de Tocantins para qualidade de vida de seus habitantes**. 2014. Monografia (Graduação) – Universidade de Brasília, Brasília, 2014.

PEDROSO, F. F. F.; LIMA NETO, V. C. Transportes e metrópoles: um manifesto pela integração. *In*: FURTADO, B. A.; KRAUSE, C.; FRANÇA, K. C **Território metropolitano, políticas municipais**. Brasília: Ipea, 2013. p. 195-224.

ROBACK, J. Wages, rents, and the quality of life. **Journal of Political Economy**, v. 90, n. 6, p. 1257-1278, dez. 1982.

ROCHA, M. S. de B.; MATTOS, E.; SAIANI, C. C. Descentralização e provisão de serviços públicos: evidências a partir da criação dos municípios brasileiros no setor de saneamento básico. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, v. 47, n. 1, p. 105-150, 2017.

RODRIGUES, A. L. Ingovernabilidade metropolitana e segregação espacial: receita para a explosão da violência. *In*: FURTADO, B. A.; KRAUSE, C.; FRANÇA, K. C. **Território metropolitano, políticas municipais**. Brasília: Ipea, 2013. p. 53-82.

ROSEN, S. Hedonic prices and implicit markets: product differentiation in pure competition. **Journal of Political Economy**, 1974.

ROYER, L. de O. Municípios "autárquicos" e região metropolitana: a questão habitacional e os limites administrativos. *In*: FURTADO, B. A.; KRAUSE, C.; FRANÇA, K. C. **Território metropolitano, políticas municipais**. Brasília: Ipea, 2013. p. 157-194.

SACHSIDA, A.; MONASTERIO, L.; LIMA, I. M. **Criação de municípios depois do PLS 98/2002**: uma estimativa preliminar. Brasília: Ipea, 2013. (Nota Técnica, n. 6).

SEPPECHER, P.; SALLE, I.; LAVOIE, M. **What drives markups?** Evolutionary pricing in an agent-based stock-flow consistent macroeconomic model. Paris: Centre d'Economie de l'Université de Paris Nord, 2017.

SHIKIDA, C. D. **A economia política da emancipação de municípios em Minas Gerais.** Brasília: ESAF, 1998.

TESFATSION, L. **Modeling economic systems as locally-constructive sequential games**. Ames: Iowa State University Press, 2017. (Working Papers, n. 17.022).

_____. Electric power markets in transition: agent-based modeling tools for transactive energy support. *In*: HOMMES, C. H.; LEBARON, B. D. (Ed.). **Handbook of computational economics**. New York: Elsevier, 2018. v. 4.

TIEBOUT, C. M. A pure theory of local expenditures. **Journal of Political Economy**, v. 64, p. 416-424, 1956.

TOMIO, F. R. de L. **Instituições, processo decisório e relações executivo-legislativo nos estados**: estudo comparativo sobre o processo de criação de municípios após a Constituição de 1988. 2002. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.

WANDERLEY, C. B. Emancipações municipais brasileiras ocorridas na década de 90: estimativa de seus efeitos sobre o bem-estar social. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS, 16., 2008, Caxambu, Minas Gerais. **Anais...** [s.l.]: Abep, 2008.

APÊNDICE A

REGRESSÃO COMPLETA COM ÁREAS DE CONCENTRAÇÃO DE POPULAÇÃO (ACPs)

TABELA A.1
Resultados da regressão completa – incluindo *dummies* das ACPs, conforme estratégia econométrica

	Simul1	Simul2	Simul3	Real1	Real2
ALTERNATIVE0[T.True]	-0,01*** (0,00)	-0,01*** (0,00)	-0,01* (0,01)	-0,01*** (0,00)	-0,01*** (0,00)
FPM_DISTRIBUTION[T.True]	0,02*** (0,00)	0,01*** (0,00)	0,02** (0,01)	0,02*** (0,00)	0,02*** (0,00)
Intercepto	0,60*** (0,00)	0,90 (0,64)	0,73*** (0,01)	0,61*** (0,00)	0,02*** (0,00)
Area_acp	-	-	-	-	-0,00*** (0,00)
Num_med_empreg	-	-0,00 (0,01)	-0,00 (0,00)	-	-
Lucro_firmas	-	0,00 (0,00)	-0,00 (0,00)	-	-
Pib_index	-	0,00** (0,00)	0,00 (0,00)	-	-
hhi	-	-	-	-	-0,00*** (0,00)
Inflação	-	-1,55 (1,10)	11,31*** (3,15)	-	-
ln_populacao_acp	-	-	-	-	0,01*** (0,00)
num_mun_na_acp		-0,01 (0,01)	-0,00 (0,00)	-	0,00** (0,00)
pct_superior_completo	-	-	-	-	0,04*** (0,00)
s[T.BELEM]	0,01* (0,01)	0,20 (0,43)	-	-	-
s[T.BH]	0,11*** (0,01)	-0,03 (0,08)	-	0,10*** (0,01)	0,06*** (0,00)
s[T.BSB]	0,06***	-0,03	-	0,05***	0,02***
s[T.CAMPINAS]	0,19*** (0,01)	0,07 (0,15)		0,17*** (0,01)	-0,00 (0,00)
s[T.CAXIAS]	0,16*** (0,01)	0,00 (0,34)	-	-	-
s[T.CG]	-0,01 (0,01)	0,07 (0,14)	-	-	-
s[T.CRAJUBAR]	0,01 (0,01)	0,15 (0,26)	-	-	-
s[T.CUIABA]	0,11*** (0,01)	0,05 (0,11)	-	-	-

(Continua)

(Continuação)

	Simul1	Simul2	Simul3	Real1	Real2
s[T.CURITIBA]	0,10*** (0,01)	-0,05 (0,18)	-	0,09*** (0,01)	-0,04*** (0,01)
s[T.FLORIPA]	0,13*** (0,01)	0,01 (0,29)	-	-	0,07*** (0,01)
s[T.FORTAL]	0,02** (0,01)	-0,01 (0,10)	-	0,01 (0,01)	0,07*** (0,01)
s[T.GOIANIA]	0,08*** (0,01)	-0,05 (0,19)	-	0,07*** (0,01)	0,05*** (0,01)
s[T.ILHEUS]	0,02*** (0,01)	0,00 (0,05)	-	-	-
s[T.IPATINGA]	0,10*** (0,01)	0,06 (0,11)	-	-	-
s[T.J. PESSOA]	0,02** (0,01)	0,01 (0,01)	-	0,00 (0,01)	-0,02** (0,01)
s[T.JOINVILLE]	0,14*** (0,01)	0,04 (0,23)	-	-	-
s[T.JUIZ FORA]	0,14*** (0,01)	0,00 (0,31)	-	-	-
s[T.JUNDIAI]	0,18*** (0,01)	0,13 (0,12)	-	-	-
s[T.LONDRINA]	0,14*** (0,01)	0,02 (0,28)	-	-	-
s[T.MACAPA]	-0,01 (0,01)	0,27 (0,54)	-	-	-
s[T.MACEIO]	-0,04*** (0,01)	0,02 (0,13)	-	-0,05*** (0,01)	-0,01 (0,01)
s[T.MARINGA]	0,12*** (0,01)	-0,01 (0,30)	-	-	-
s[T.N. HAMBURGO]	0,10*** (0,01)	0,02 (0,21)	-	-	-
s[T.NATAL]	0,03*** (0,01)	0,03 (0,02)	-	0,01* (0,01)	0,01* (0,01)
s[T.PELOTAS]	0,17*** (0,01)	0,09 (0,15)	-	-	-
s[T.POA]	0,15*** (0,01)	-0,02 (0,19)	-	0,14*** (0,01)	0,09*** (0,01)
s[T.RECIFE]	0,05*** (0,01)	0,05 (0,15)	-	0,04***	0,00
s[T.RIBEIRAO]	0,16*** (0,01)	0,02 (0,29)	-	-	-
s[T.RIO PRETO]	0,22*** (0,01)	0,10 (0,28)	-	-	-
s[T.RJ]	0,16*** (0,01)	-0,05 (0,06)	-	0,14*** (0,01)	0,00 (0,01)
s[T.SALVADOR]	0,05*** (0,01)	-0,03 (0,04)	-	0,04*** (0,01)	0,05*** (0,01)
s[T.SANTOS]	0,17*** (0,01)	0,05 (0,19)	-	0,16*** (0,01)	0,13*** (0,01)

(Continua)

(Continuação)

	Simul1	Simul2	Simul3	Real1	Real2
s[T.SAO LUIS]	0,01 (0,01)	0,16 (0,33)	-	(-0,01) (0,01)	0,03*** (0,01)
s[T.SJC]	0,20*** (0,01)	0,13 (0,09)	-	0,18*** (0,01)	0,07*** (0,01)
s[T.SOROCABA]	0,17*** (0,01)	0,12 (0,09)	-	0,15*** (0,01)	0,14*** (0,01)
s[T.SP]	(0,01)	(0,01)	-	(0,06)	(0,01)
s[T.V. REDONDA]	0,14*** (0,01)	0,12** (0,05)	-	-	-
s[T.VITORIA]	-	-	-	-	-
Desemprego	-	-0,00 (0,01)	-0,00* (0,00)	-	-
Log-likelihood	506,85	510,85	267,02	260,65	260,65
R-squared Adj	0,98	0,98	0,60	0,98	0,98
AIC[1]	-931,69	-929,70	-516,04	-477,31	-477,31
BIC[2]	-806,65	-789,41	-488,59	-424,90	-424,90
Número de observações	156	156	156	80	80

Elaboração do autor.
Notas: [1] AIC – Akaike's information criterion.
[2] BIC – Bayesian information criterion.
Obs.: 1. Erros-padrão entre parênteses.
2. **p < 0,1; **p < 0,05; ***p < 0,01.*

APÊNDICE B

BASE DE DADOS E CÓDIGOS

As bases de dados encontram-se disponíveis em formato *.csv, com os nomes *real.csv* (referente à base com dados reais) e *simulado.csv* (referente à base com dados simulados).

O código utilizado nas regressões realizadas lê as bases de dados simulados e reais, roda os modelos descritos neste texto e plota o gráfico dos resíduos. Para rodar o modelo, utilize um terminal ou console Python 3.6.4 e os módulos importados anteriormente. Com as bases de dados e o código no mesmo diretório, digite: <python main.py>. Em seguida, os resultados são impressos no terminal e gravados em arquivo TXT.[1]

1. Disponível em: <https://github.com/BAFurtado/AlternativasDistribuicaoFiscal>.

Ipea – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

Assessoria de Imprensa e Comunicação

EDITORIAL

Coordenação
Reginaldo da Silva Domingos

Supervisão
Carlos Henrique Santos Vianna

Revisão
Carlos Eduardo Gonçalves de Melo
Elaine Oliveira Couto
Lis Silva Hall
Mariana Silva de Lima
Marlon Magno Abreu de Carvalho
Vivian Barros Volotão Santos
Bárbara Coutinho Ornellas (estagiária)
Bruna Oliveira Ranquine da Rocha (estagiária)
Laysa Martins Barbosa Lima (estagiária)

Editoração
Aline Cristine Torres da Silva Martins
Mayana Mendes de Mattos
Louise de Freitas Sarmento (estagiária)

Capa
Danielle de Oliveira Ayres
Flaviane Dias de Sant'ana

Projeto Gráfico
Renato Rodrigues Bueno

The manuscripts in languages other than Portuguese published herein have not been proofread.

Livraria Ipea

SBS – Quadra 1 - Bloco J - Ed. BNDES, Térreo.
70076-900 – Brasília – DF
Fone: (61) 2026-5336

Correio eletrônico: livraria@ipea.gov.br

Composto em adobe garamond pro 12/16 (texto)
Frutiger 67 bold condensed (títulos, gráficos e tabelas)
Rio de Janeiro-RJ

Missão do Ipea
Aprimorar as políticas públicas essenciais ao desenvolvimento brasileiro por meio da produção e disseminação de conhecimentos e da assessoria ao Estado nas suas decisões estratégicas.

ipea Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

MINISTÉRIO DA
ECONOMIA

PÁTRIA AMADA BRASIL
GOVERNO FEDERAL

ISSN 1415-4765