

**MODELO ESPACIAL SIMPLES DE UMA ECONOMIA
COM AGENTES: UMA PROPOSTA METODOLÓGICA****Bernardo Alves Furtado**

Técnico de planejamento e pesquisa e coordenador da Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação, Regulação e Infraestrutura (Diset) do Ipea. E-mail: <bernardo.furtado@ipea.gov.br>

Isaque Daniel Eberhardt

Pesquisador do Programa de Pesquisa para o Desenvolvimento Nacional (PNPD) na Diset/Ipea. E-mail: <isaquedanielre@yahoo.com.br>

A abordagem de sistemas complexos e suas metodologias permite a realização de prospecção e cenários em sociedades artificiais. Por meio dessa abordagem, é possível, por exemplo, estudar uma sociedade com agentes e firmas distribuídos no espaço em que ocorrem interações, ou ainda estudar um caso real descrito por suas variáveis econômicas, demográficas e geográficas, e pelos mecanismos associados a ele.

Este texto apresenta uma metodologia no âmbito da abordagem de sistemas complexos desenvolvida para simular a evolução de economias artificiais. Tem por intuito compreender a relevância tributária de limites administrativos na qualidade de vida de seus habitantes.

As ferramentas computacionais de programação orientada a objetos (*object-oriented programming* – OOP) são uma das formas de desenvolver esse tipo de simulação. Em termos práticos, a metodologia aplicada foi a de modelagem baseada em agentes. Utilizamos um algoritmo computacional no qual estão contemplados agentes e um espaço delimitado e dividido que representa cidades conurbadas em diferentes tamanhos e número de unidades administrativas. O algoritmo foi desenvolvido na linguagem de programação Python e seu desenho contemplou cidadãos, firmas e governos que interagem em mercados de bens, de trabalho e imobiliário.

O mercado imobiliário foi concebido para permitir que as famílias se mudem para domicílios com maior qualidade ou menor preço, dependendo de sua condição econômica, capitalizando a valorização dos terrenos ou investindo suas reservas em um imóvel de maior qualidade. Uma porcentagem das famílias entra mensalmente no mercado imobiliário. O mercado de bens,

por seu turno, permite ao consumidor acessar produtos de um número flexível de firmas, escolhendo por preço e proximidade, sendo o consumo realizado mensalmente. Por último, o mercado de trabalho é simulado por meio de um processo de pareamento entre firmas (dada sua localização e o salário ofertado) e candidatos, de acordo com sua qualificação, mensalmente, até que não haja mais candidatos ou firmas.

O governo pode se configurar em uma região única ou em quatro ou sete governos subnacionais distintos, porém conurbados economicamente. Essa decisão se dá no momento de criação da simulação. O papel do governo é coletar impostos sobre o valor das vendas realizadas pelas firmas no seu território e aplicá-los na melhoria da qualidade de vida dos habitantes.

O modelo foi concebido com o uso de nove parâmetros exógenos que mediam as relações dos agentes, firmas e governos. Os parâmetros contemplam: Alpha (produtividade); Beta (consumo); quantidade em estoque para mudar os preços; *mark-up* (ajuste de preços); frequência de entrada no mercado de trabalho; tamanho do mercado de consumo (quantas empresas os consumidores pesquisam antes do consumo); satisfação auferida a partir do consumo; porcentagem de famílias que entram no mercado imobiliário; e alíquota de impostos sobre o consumo.

De modo ilustrativo, este texto apresenta os resultados de diferentes simulações de economias estocásticas, com variação do número de regiões administrativas e dos parâmetros exógenos, e criação de uma economia e de parâmetros demográficos novos a cada rodada de simulação. Os resultados são

apresentados para 1 mil iterações. Nessa configuração, os limites administrativos parecem ser relevantes para os níveis de qualidade de vida advindos da inversão dos tributos. Assim, o recorte com sete regiões é mais dinâmico, porém mais desigual e heterogêneo entre as regiões, enquanto o recorte com região única é homogeneamente mais pobre e menos desigual.

Este trabalho pertence a uma iniciativa de pesquisa de longo prazo, a qual permite que sejam implementadas várias alternativas de expansão do modelo descritas no texto. O trabalho busca contribuir como referência metodológica para descrever, operacionalizar e testar modelos computacionais de análise de finanças públicas, com viés explicitamente espacial e dinâmico.

SUMÁRIO EXECUTIVO