



## Uso de modelos macroeconômicos nacionais no Brasil em perspectiva histórica e metodológica

**Rafael Galvão de Almeida**

Doutor em Economia

Universidade Federal de Minas Gerais.

E-mail: [rgdealmeida@cedeplar.ufmg.br](mailto:rgdealmeida@cedeplar.ufmg.br)

**Geraldo Edmundo Silva Junior**

Doutor em Economia

Professor Associado da Universidade Federal de São Carlos – Campus Sorocaba

E-mail: [gedmundos@ufscar.br](mailto:gedmundos@ufscar.br)

**Resumo:** Modelos macroeconômicos evoluíram bastante desde sua introdução na década de 1930. Este artigo faz um histórico sobre a evolução destes modelos no Brasil. Eles foram introduzidos na década de 1950, como iniciativa da CEPAL, e foram se desenvolvendo, incorporando as tendências internacionais. A década de 1970 viu a introdução de modelos autóctones e estes evoluíram e se diversificaram. Modelos macroeconômicos, de equilíbrio geral, programação dinâmica, entre outros, compartilham a paisagem econômica. O artigo entende que os modelos econômicos estão em um processo constante de mudança, a exemplo da controvérsia da crítica de Lucas e o fim dos supermodelos macroeconômicos. Esse processo de mudança acaba levando a uma discussão sobre os limites dos modelos, de forma que a crise de 2007-8 expôs alguns problemas de uso dos modelos, como a capacidade de lidar com os dados.

**Palavras-chave:** macroeconomia; modelagem econômica; história dos modelos.

**Abstract:** *Macroeconomic models have evolved a lot since their introduction in the 1930s. This article does a historical retrospective about the evolution of these models in Brazil. They were introduced in the 1950s, as an initiative of CEPAL, and followed the international tendencies in their development. The 1970s had seen the introduction of homemade models and these evolved and diversified. Macroeconomic models, general equilibrium models, dynamic programming, among others, share the economic landscape. The article understands that economic models are in a constant process of change, as the example of the Lucas critique and the end of the macroeconomic supermodels. This process of change ends up leading to a discussion on the limits of models. The 2007-8 crisis exposed a few problems of use of models, such as their capacity of dealing with data.*

**Key words:** *macroeconomics; economic modelling; history of models*

**JEL Code:** *B22, B41*

## 1. INTRODUÇÃO

Desde que primeiro surgiram, no segundo quartel do século XX (MORGAN, 1990), os modelos macroeconômicos se tornaram ubíquos na ciência econômica. Foi Jan Tinbergen, em um artigo publicado em 1935, quem primeiro utilizou a palavra “modelo” para se referir a um produto matemático resultado de pesquisa empírica (cf. BOUMANS, 2005, p. 21). Desde então, a modelagem formal por meio de métodos quantitativos, por meio de modelos matemáticos, estatísticos, econométricos, é uma ferramenta fundamental da teoria econômica, por ser capaz de comparar e confrontar as previsões dos modelos econômicos com a realidade, em uma linguagem pouco ambígua (PINTO, 2011, p. 436). Qualquer livro-texto de introdução à economia cita modelos importantes, como o modelo de oferta e demanda, o modelo IS-LM, entre outros. O foco deste artigo, porém, é a tradição de modelos macroeconômicos nacionais e afins, ou simplesmente “modelos nacionais”. O macroeconomista Władysław Welfe escreveu que “a modelagem de economias nacionais tem uma tradição longínqua e importante” (WELFE, 2013, p. 3)<sup>1</sup> e a evidência para tal estaria na abrangência de sua coletânea, dedicando capítulos inteiros à história dos modelos macroeconômicos em vários países diferentes.

Desde então, modelos são considerados importantes para os tomadores de decisão nos âmbitos da academia, instituições públicas e privadas. Modelos são utilizados com o intuito de sintetizar os aspectos de alguns paradigmas, representados por conjuntos de hipóteses, axiomas, teoremas, lemas e corolários, “matematizados” ou não, buscando simplificar aspectos da complexa realidade do sistema econômico. Para alguns teóricos os modelos se constituiriam em “caricaturas” da realidade para estudar mais a fundo certa característica da economia (GIBBARD; VARIAN, 1978, p. 677). Tais representações, ainda, interessariam a governantes e seriam necessários para a tomada de decisões e para o direcionamento do uso de recursos públicos, por isso, tais modelos se constituiriam em ferramentas que o *policymaker* não deveria desconsiderar durante o seu processo de decisão.

Modelos também são instrumentos de disputa entre abordagens diferentes; em outras palavras, economistas diferentes têm ideias diferentes de como melhorar a

---

<sup>1</sup> Todas as traduções são responsabilidade dos autores.

performance econômica. Por exemplo, já na década de 1960, Bronfenbrenner (1961) demonstra que diferentes modelos se tornaram *artifícios* para diferentes políticas. A fim de influenciar *policymakers*, os keynesianos usaram o supermodelo FRB-MIT-Penn (e.g. NELSON, 1972), e os monetaristas o Modelo Monetarista de St. Louis (e.g. ELLIOT, 1985)<sup>2</sup>.

O Brasil não deixou de seguir a tendência internacional, desenvolvendo modelos macroeconômicos autóctones a partir da década de 1960. De acordo com Welfe, “o primeiro modelo construído para a economia do Brasil foi feito em 1969 como parte de uma tese de doutorado” (WELFE, 2013, p. 239). Apesar disso, os modelos econométricos e macroeconômicos utilizados influenciaram tanto o ambiente acadêmico quanto institucional, público e privado.

Neste artigo, portanto, são discutidos os principais modelos desenvolvidos e aplicados no país, bem como os objetivos, influências e suas limitações. O uso dos modelos foi importante em vários pontos da economia brasileira após a Segunda Guerra Mundial, e eles mudaram o pensamento econômico brasileiro, apesar de sua natureza menos visível que se apresentou mais ambígua em determinar um efeito objetivo sobre os âmbitos institucional e acadêmico.

Para tal, o presente trabalho tem a seguinte estrutura: a seção primeira com a presente introdução; a segunda seção apresenta um histórico dos principais modelos matemático-econômicos enfatizando-se o contexto e os objetivos de suas aplicações; a terceira seção discute a influência acadêmica de tais modelos e o escopo do mesmo; na quarta seção as limitações dos modelos são destacadas; e, finalmente, a última seção sintetiza considerações conclusivas e procura definir uma agenda de pesquisa.

## 2. HISTÓRICO DOS MODELOS NACIONAIS NO BRASIL

A tradição de modelos macroeconômicos se iniciou com o modelo de 1936, de Jan Tinbergen (TINBERGEN, 1936). Este foi o primeiro a incorporar dados reais, análise estatística e análise de cenários para sugerir políticas econômicas em benefício nacional, neste caso, estratégias de saída da crise na Holanda, gerada pela Grande Depressão,

---

<sup>2</sup> Ver Rancan (2019), para um relato sobre a rivalidade entre tais modelos, e como eles defendiam sugestões de política opostas, mesmo usando um instrumental semelhante.

vigente havia sete anos. A esse, seguiu-se o modelo de 1939 (TINBERGEN, 1939), que era um modelo mais ambicioso, financiado pela Liga das Nações, cobrindo vários países, na tentativa de procurar relações causais por trás da Grande Depressão. Esses modelos deram origem a uma tradição que iria se firmar com o trabalho de Lawrence Klein (1947a, b), sendo que o diferencial em relação a Tinbergen encontrava-se na estrutura da síntese neoclássica e no uso de diferentes técnicas econométricas e teste de hipóteses.

A disseminação da modelagem se desenvolveu a partir dos aparatos acadêmico e administrativo-burocrático, como o do *Federal Reserve System* (FED), que privilegiou a pesquisa nas áreas de política econômica, disseminando-se do setor público ao setor privado.

No Brasil, a experiência decorreu em uma direção um tanto quanto diferente. Decorrente dos problemas vinculados à formação tecnoburocrática e acadêmico-científica, o Brasil, nos anos 1960 e 1970, vinculou-se ao escopo do que era produzido no exterior, ou ao que se encontrava no mercado.

Os primeiros cursos de economia matemática foram inaugurados durante a década de 1930 (PAULA, 1942), mas a integração ao currículo básico foi impulsionada por economistas como Eugênio Gudim e Octávio Bulhões. Houve uma pressão para que os cursos fossem internacionalizados e terem como foco disciplinas matemáticas e estatísticas, ao invés de disciplinas administrativas e de direito (cf. LOUREIRO; LIMA, 1994), o que possibilitou o desenvolvimento de um campo para a propagação de modelos formais. Observamos três blocos no desenvolvimento dos modelos brasileiros: o primeiro bloco é identificado pelo período anterior aos choques da década de 1970; o segundo, o período entre a aceleração da inflação, decorrente dos choques dos anos setenta e a sua desaceleração; e, finalmente, o terceiro e último se deveu ao advento do Plano Real em 1994, o qual marcou o período de desaceleração da inflação até os dias atuais.

Diante de tal cronologia, vislumbra-se que o país experimentou três correntes: os exercícios de programação monetária, incentivados pela Comissão Econômica para a América Latina (CEPAL); os modelos econométricos, que começaram de forma rudimentar até ganhar visibilidade; e um período de adequação ao outrora disseminado modelo de insumo-produto, utilizado para a previsão onde a estrutura produtiva do país

poderia ser utilizada para a previsão dos efeitos de políticas direcionadas durante os anos 1960 e 1970.

## 2.1 Primórdios do uso de modelos

A CEPAL incentivou o uso de ferramentas matemático-estatísticas e modelos:

A primeira apresentação dessa proposição [de orientação de investimentos] foi feita na 5ª Reunião Plenária da Cepal, realizada em Petrópolis, no estado do Rio de Janeiro, em 1953, através de uma versão preliminar da conhecida Introdução à programação econômica, elaborada sob a orientação de Jorge Ahumada e Raúl Prebisch. A técnica consiste, como se sabe, nos seguintes procedimentos: (a) cálculo da taxa viável de crescimento através da combinação da taxa de poupança (interna e externa, corrigida pela variação dos termos de troca) e da relação capital-produto; (b) cálculo do quadro futuro da procura dos diferentes setores produtivos, a partir das projeções de demanda; e (c) cálculo e programação dos investimentos nos diversos setores, de acordo com a estrutura econômica projetada e levando em consideração as limitações da capacidade para importar e o critério da produtividade social marginal (BIELSCHOWSKY, 2004, p. 387).

O discurso de planejamento da CEPAL foi incorporado aos governos da década de 1950. Deve se observar que tais técnicas eram consideradas ideologicamente neutras, o que era importante, pois havia um estigma de esquerda associado ao próprio conceito de planejamento<sup>3</sup>. Além disto, tais técnicas foram a ferramenta padrão dos regimes do pós-guerra no mundo inteiro (HAFFNER, 2002, p. 44). O grupo misto CEPAL-BNDE (Banco Nacional de Desenvolvimento), chefiado por Celso Furtado foi um dos primeiros a aplicar esses modelos (*ibid.*, p. 109).

Durante a década de 1960, houve ainda o uso de técnicas de programação aliado aos modelos macroeconômicos. “A construção de modelos macroeconômicos latino-americanos começou nas universidades no começo da década. Instituições

---

<sup>3</sup> O estigma de esquerda associado ao planejamento tem sua origem “no peso e na orientação da *intelligentsia* esquerdista, assim como na orientação dos partidos políticos e instituições (como sindicatos), junto com a ideia generalizada de que a felicidade pública deve ser servida por uma mão visível” (ACOCCELLA, 2017, p. 668). Tinbergen, por exemplo, teve que modificar, em seus relatórios, “frases emocionalmente carregadas, como ‘planejamento’ e ‘Plano de Bem-Estar Nacional’, em ‘previsão organizada’ e ‘Plano Econômico Central’. Tinbergen também gastou esforços consideráveis em promover a ‘Terceira Via’, demonstrando a alternativa entre nenhum plano e planejamento soviético” (JOLINK, 2009, p. 395).

governamentais e internacionais começaram em meados da década. Instituições comerciais vieram no fim da década de 1960 e começo de 1970” (BELTRAN-DEL-RIO, 1991, p. 395). Para auxiliar o desenvolvimento de modelos autóctones, manuais de econometria em português foram publicados, como o de Oskar Lange (LANGE, 1963), traduzido diretamente do polonês.

O Brasil seguiu a tendência internacional de enviar estudantes para os cursos de pós-graduação no exterior, que incentivavam este tipo de modelagem. Beltran-del-Rio (1991) menciona que os primeiros modelos macroeconômicos com ênfase no Brasil foram o elaborado por Abdalla Addad (1963), na Universidade de Purdue, e o de Mahmoud Marzouk (1969), construído juntamente com Denise de Souza, e orientado por Lawrence Klein, na Universidade da Pensilvânia, lugar com uma tradição na construção destes modelos. Macromodelos da economia brasileira foram utilizados no Plano Decenal, que não chegou a ser executado, e no Plano Trienal, que foi implementado (cf. SOUZA; MONTEIRO, 1975).

## 2.2 Modelos pré-década de 1980

Durante a passagem da década de 1960 para a de 1970, houve inúmeras mudanças na economia brasileira, as quais foram acompanhadas pela academia. O investimento em modelagem econômica autóctone na década de 1960 começou a dar resultados na década de 1970. Modelos de insumo-produto e macroeconômicos começaram a se desenvolver e a ficar cada vez mais complexos, mesmo assim, porém, a literatura não era tão ampla. Teses começavam a ser orientadas e escritas a fim de expandir a prática de modelagem (e.g. QUEIROZ, 1978). Devido ao baixo número de artigos, era comum, até a década de 1990, revistas de economia reimprimir os índices de outras revistas a fim de facilitar a divulgação (ALMEIDA; ALMEIDA; CARVALHO, 2018, p. 297). Assim, um pesquisador da área teria menor dificuldade em assimilar toda a literatura, o que confere um *status* único a esses modelos primordiais, quando comparado à literatura enorme em determinados assuntos dos dias atuais. Barreiras de disponibilidade de dados e ferramentas tinham que ser transpostas por esses pesquisadores. Fullerton e Araki (1996, p. 52), por exemplo, identificam o costume de

divulgar estatísticas nacionais anualmente, em contraste com divulgações de menor intervalo, como um dos principais empecilhos à modelagem econômica na América Latina.

Posteriormente, durante o começo da década de 1970, houve um crescimento da difusão dos modelos macroeconômicos. A Fundação Getúlio Vargas foi uma das pioneiras na utilização de modelos durante o começo da década. A *Revista Brasileira de Economia*, publicada pela fundação, fez um esforço em publicar artigos e modelos nesta direção. Um dos iniciais foi o modelo de Tintner-Consigliere-Carneiro (TINTNER; CONSIGLIERE; CARNEIRO, 1970), um modelo keynesiano estruturado em cinco equações que possibilitavam inferências preditivas para a economia brasileira limitada aos anos sessenta. Foi adaptado de um modelo americano, e não foi um modelo macroeconômico grande. Tinha como preocupação medir o impacto de um aumento populacional e de um aumento de gastos na economia brasileira. Seus resultados tornaram o modelo mais conciso em relação aos grandes modelos macroeconômicos

O modelo de Shubik, Kerstenetzky e Naylor (1970) se focou num assunto que foi normalmente ignorado: a relação entre as diferentes esferas de transmissão da política. “A maior parte dos conflitos entre pessoas e organizações está no problema de se estabelecer o que é considerado como prático, relevante e importante pelo coletor de estatísticas ou pelo pesquisador”, assim, “pode ser considerado como uma perda de tempo por quem decide sobre a política econômica e vice-versa” (SHUBIK; KERSTENETZKY; NAYLOR, 1970, p. 10).

O modelo de Naylor *et. al* (1971) foi parte de um programa para o desenvolvimento de modelos socioeconômicos, capitaneado pelo Instituto Brasileiro de Economia da Fundação Getúlio Vargas, tendo a participação da Universidade Católica do Rio de Janeiro, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e o Ministério do Planejamento. Os objetivos deste projeto foram: i) formular um modelo econômico capaz de simular políticas e comportamento, ii) testar a consistência dos dados estatísticos, iii) sugerir novas séries de dados para o IBGE, e iv) função didática, ao dar aos estudantes de economia uma ferramenta a mais de aprendizado. Este modelo teve previsões melhores do que o modelo usado pelo Banco Mundial.

Outro modelo importante foi o do economista indiano Gian Singh Sahota, de 1975. Seu modelo continha 46 equações e era considerado tecnicamente mais elaborado do que os outros, e tinha o diferencial de, no decorrer do processo de elaboração, ter realizado entrevistas com o então ministro do Planejamento João Paulo dos Reis Velloso, na tentativa de fazer com que o modelo possa ter fundamento prático. Adotando o método Theil-Frisch (conhecido pelos alunos de graduação como a função de perda do planejador), ele combina estimação macroeconométrica com o uso de controle ótimo para exercícios de simulação de política. No fim, Monteiro argumentou que o modelo “apresenta grandes limitações e não responde a questões que talvez se constituam nas reais necessidades do *policymaker*” (MONTEIRO, 1975, p. 609).

O objetivo tácito de tais modelos era a possibilidade de análise de cenários por eles identificados. Esse aspecto difere muito do uso da programação monetária e orçamentária por parte das autoridades econômicas, onde os cenários seriam oriundos da *expertise* da equipe e da autoridade econômica.

### 2.3. Modelos da década de 1980

Para essa década, deve-se mencionar que este foi marcado pelo surgimento do uso de modelos de escalas variáveis. Tais modelos eram estruturados em blocos, os quais conformariam o que se identificava como fluxo da renda ou círculo fechado em um procedimento de modelagem, conforme Contador (1984). É notório que o uso de tais modelos foi difundido nos Estados Unidos já nos anos 1960, oriundos de três fontes: o modelo do Instituto de Tecnologia de Massachussets e da Universidade da Pensilvânia (MIT-Penn), posteriormente incorporado pelo FED, os modelos da *Wharton Econometric Forecast Associates* (WEFA)<sup>4</sup>, e o modelo do FED de Saint Louis. Diferenças estruturais entre eles seriam devidas ao escopo dos modelos, bem como em relação ao destino de suas predições.

Um modelo importante foi o Modelo Macroeconômico para o Brasil (MEB) foi desenvolvido no IPEA durante o começo da década de 1980 (ASSIS, 1983). Segue o

---

<sup>4</sup> A WEFA foi uma consultoria privada, fundada em 1969 por Lawrence Klein, que produziu modelos macroeconômicos para uso por instituições públicas e privadas. Seus modelos se tornaram alguns dos mais influentes e usados da época (ICHIMURA; KINOSHITA; YAMADA, 2018, p. 1).

formato de um modelo macroeconômico comum, de 54 equações simultâneas, divididos em três grandes blocos de equações, para demanda agregada, oferta agregada e setor externo. Seu principal objetivo era estudar os mecanismos de transmissão da economia. Era um modelo bastante focado na política fiscal. Variantes deste modelo foram utilizadas para incorporar os efeitos da crescente inflação (MOREIRA *et al.*, 1983).

A publicação de artigos empíricos também aumentou consideravelmente: já haviam inúmeros modelos publicados tanto por entidades públicas, como o Banco Central, o IPEA, os institutos de pesquisa, e entidades privadas como a Fundação Getulio Vargas. Digno de nota é a difusão dos modelos comerciais:

Bunge e Born, uma das maiores comerciantes de grãos no mundo, estabeleceu um centro de pesquisa econométrica completo (Serfina), cuja função incluía a construção de modelos econométricos para os países latino-americanos em que a companhia tinha interesses e fazia previsões regulares (BELTRANDEL-RIO, 1991, p. 408).

Com relação à difusão de tais modelos é possível, através de Contador (1987), identificar a Coppead, a escola de pós-graduação em administração da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como uma instituição de ensino pública cujo trabalho era baseado no esforço solidário de um grupo de pesquisadores. No setor privado, a Macrométrica, também baseada no Rio de Janeiro, fornecia o estudo de cenários para a sua carteira de clientes, também usando esses modelos.

#### **2.4. Modelos pós-década de 1980**

Com relação ao terceiro e último período, que compreende a pós-estabilização inflacionária com o Plano Real, a utilização dos modelos de equilíbrio geral dinâmico-estocástico (da sigla em inglês, DSGE) se deve amplamente ao processo da Grande Moderação, observado na literatura macroeconômica (BERNANKE, 2004). O processo gerou, aos moldes das revoluções científicas de Kuhn (2010), uma estrutura simbólica onde os problemas específicos foram inseridos no modelo na forma de blocos os quais, em razão da sua aplicabilidade, teriam, por meio de hipóteses, vínculos com a estrutura funcional pré-existente.

Portanto, o Plano Real e o fim da inflação foram boas notícias para os modeladores, pois permitiu a estabilidade de algumas séries. O desenvolvimento dos cursos de econometria permitiu a mais alunos construírem modelos aplicados para diferentes setores da economia. Entre os modelos mais importantes estão Moreira, Fiorêncio, Lopes (1996) para a política monetária, o GAMMA/IPEA (REIS *et al.*, 1999), que é um herdeiro dos supermodelos, com 131 variáveis e foi relevante o suficiente para entrar no o projeto LINK, coordenado por Lawrence Klein, que foi um projeto de integração de modelos internacionais (MEURER; SAMOHYL, 2002).

Desta forma, para Lima, Araújo e Costa e Silva (2011), o uso de tais modelos decorreu do desafio de se apurar o comportamento de variáveis macroeconômicas relevantes para o sistema do regime de metas de inflação, em especial para o comportamento da inflação. A criação, no ano de 1999, do Departamento de Estudos e Pesquisas (DEPEP) no Banco Central (BACEN) foi fruto desta nova perspectiva. Em outras palavras, a aproximação de tal estrutura aos moldes do que conhecemos hoje como *Federal Reserve System*, onde as unidades são responsáveis por pesquisas e publicações sobre política monetária.

O expediente tem sido utilizado pelas autoridades monetárias para fins de acompanhamento dos agregados e para o estudo destes com relação à liquidez da economia, conforme salientam Mendonça, Medrano e Sachsida (2010) em uma alusão ao que convencionaram chamar de procedimento de identificação agnóstica (estes herdeiros da programação dinâmica).

A utilização de modelos DSGE é uma tendência dos bancos centrais pelo mundo todo, especialmente em países que adotam metas de inflação (cf. VEREDA; CAVALCANTI, 2010). O trabalho do BACEN em construir um modelo DSGE autóctone começou em 2007, e envolveu um intercâmbio intenso com outros bancos centrais. O resultado foi a implementação do modelo “Stochastic Analytical Model with a Bayesian Approach”, mais conhecido pelo seu acrônimo SAMBA (CASTRO *et al.*, 2011). O modelo ganhou visibilidade após divulgação na mídia (e.g. NAKAGAWA, 2011), o que permite uma certa singularidade ao SAMBA.

Porém, apesar do SAMBA ser o modelo mais conhecido, o BACEN usa vários modelos diferentes em conjunção. Rafael Santos, caracterizou o SAMBA como “não uma vela na escuridão, mas uma vela na procissão”<sup>5</sup>, fato demonstrado pelo seu semissucessor, o CHORINHO (KANCZUK, 2015). De fato, existe uma procissão de modelos sendo utilizados no BACEN. Eles existem em cinco categorias:

- A. Indicadores e antecedentes de inflação, que são modelos estatísticos;
- B. Modelos VAR, utilizados para prever a trajetória de inflação;
- C. Modelos semiestruturais pequenos, com poucas equações e localizados, também para auxiliar na previsão de inflação;
- D. Modelos médio, intermediário entre os modelos semiestruturais pequenos e os microfundamentados de médio porte, para projeção de cenários;
- E. Modelos microfundamentados de médio porte, nos quais se inclui o SAMBA<sup>6</sup> (LIMA; ARAÚJO; SILVA, 2011, p. 369-371).

A “procissão de modelos” tem um papel fundamental para as políticas do BACEN. A questão crucial, entretanto, deve ser a aproximação do aparato institucional para a funcionalidade do regime como, por exemplo, a criação da Gerência de Relações Institucionais (GERIN) com vistas à aferição das expectativas de variáveis macroeconômicas, estas enviesadas ao se configurar amostras no próprio sistema financeiro (STRACHMAN, 2013). Esse aspecto, portanto, evidencia que a utilização dos modelos DSGE causaram mudanças no ambiente institucional com vistas à sua utilização para o desenho de cenários.

## 2.5. Modelos de insumo-produto e programação linear

Do ponto de vista analítico, os modelos de insumo-produto não são econométricos por não considerarem o uso de inferência estatístico sobre os seus

---

<sup>5</sup> Fala na conferência “DSGE models for Brazil: SAMBA and beyond”, Escola de Economia de São Paulo, 22 de setembro de 2014.

<sup>6</sup> Muitos modelos do Banco Central não são de domínio público, embora haja referências aos seus resultados em vários relatórios e artigos técnicos. O próprio Banco Central destaca que “o SAMBA não substitui modelos anteriores, mas complementa-os” (Email do Banco Central do Brasil a um dos autores, 2014).

resultados. Mas, devido à sua importância para a economia brasileira, é necessário dedicar uma seção a eles. Este aspecto coaduna com a recente utilização dos chamados Modelos de Equilíbrio Geral Computável, que possibilitam a desagregação setorial para efeitos de comparação políticas alternativas.

Os modelos de insumo-produto foram extremamente profícuos, embora não tenham sido utilizados para fins de política econômica diante dos efeitos imprevisíveis dos choques do petróleo em 1974 e do choque dos juros em 1979. Assim, segundo Leão *et al.* (1973), a matriz de insumo-produto foi utilizada como um instrumento para a programação econômica, ampliando a sua aplicabilidade para estudos, através de matrizes derivadas, para os mercados de trabalho regionais.

Paralelo ao uso dos modelos de insumo-produto o uso do instrumento de programação, analisado em suas origens na seção anterior, tornou-se fundamental na ausência de modelos “robustos” para o estudo da previsão da política econômica, em especial a política monetária. Para Carvalheiro (2002), o expediente surgiu com a criação do Banco Central e foi utilizado desde então, mesmo no período de inflação crônica da década de 1980. Naquele período, no entanto, a capacidade analítica tornou-se inócua devido aos efeitos da indexação generalizada.

Segundo Ferreira (1973), já na década de 1970, o uso da programação monetária e financeira já apontava para os problemas decorrentes da indexação, uma vez que a necessidade de redução dos meios de pagamento, com vistas à redução da inflação, a contenção dos déficits públicos e a iminente necessidade de disciplina do crédito, com limites aos créditos oficiais, tornaram a programação monetária e financeira inapropriada para um cenário tão complexo onde os choques geravam efeitos diversos sobre o conjunto de variáveis e agregados econômicos com hiatos de tempo diversificados.

Do ponto de vista acadêmico, Simonsen e Cysne (1989) estruturaram a programação monetária como uma programação contábil sobre um conjunto de agregados em que algumas suposições iniciais sobre os âmbitos das políticas cambial, fiscal e monetária seriam aludidas. Nesse aspecto, a limitação do escopo do procedimento deixou tanto a política monetária, quanto as políticas fiscais e cambiais sujeitas à *expertise* do formulador e executor de políticas econômicas.

Os modelos de insumo-produto, junto com a programação monetária ou fiscal, ora descrito como programação contábil, são modernamente estruturados em modelos de equilíbrio geral computáveis. O seu escopo tem sido aparelhar órgãos de planejamento e desenvolvimentos regionais, como exemplo Cavalcante e Argollo (2000). Embora de tratamento técnico variado, ao permitir inferências em muitas áreas da economia como Economia Regional, Economia Industrial, dentre outras, o modelo permite alcance em órgãos de planejamento. Destacam-se, nesses aspectos, os trabalhos realizados para estudos regionais na Universidade de São Paulo e na Universidade Federal de Minas Gerais.

Os antecedentes dos modelos de insumo-produto conduzem ao processo de organização de informações estatísticas pré-Plano de Metas, já em meados dos anos 50. No período pós-milagre, especificamente no ano de 1975, foi possível para o IBGE o início da construção sistemática de matriz de insumo-produto para o Brasil. Ainda, segundo Borges e Lopes (2015), o procedimento tornou-se cada vez mais desagregativo possibilitando o planejamento econômico no País, Unidades da Federação e Regiões de Planejamento. Os pontos principais do uso de tal estrutura tem sido a possibilidade de estudos vinculados aos efeitos sobre o emprego e impactos da estrutura tributária a partir das relações interindustriais.

### 3. EVOLUÇÃO DOS MODELOS E DE SUA INFLUÊNCIA EM GERAL

Existe uma literatura maciça sobre a história e método dos modelos econômicos, incluindo os macroeconômicos, e o objetivo desta seção não é fazer uma revisão desta, mas é necessário fazer um sumário dela para entender como as práticas de modelagem no Brasil são influenciadas pela literatura econômica internacional. A macroeconomia se torna o campo no qual essas discussões são mais intensas devido à vocação pública da disciplina; isto é, desde que Keynes escreveu a *Teoria Geral do Juro, do Emprego e da Moeda*, macroeconomistas procuram dar sugestões de políticas, a fim de influenciar os rumos da nação. Por isso, o potencial de polêmicas destes modelos é muito maior, pois lidam com um escopo nacional de políticas, como o modelo de 1936 de Tinbergen aspirava influenciar a política holandesa, o que acabou não ocorrendo (MAGNUS;

MORGAN, 1987, p. 119). Do ponto de vista das aplicações práticas, algumas considerações sobre o viés na formulação de política econômica, especialmente sobre a política monetária, merecem destaque, uma vez que as autoridades se baseiam em informações dadas por instituições que seriam diretamente afetadas, por exemplo, pela escolha do nível de taxas de juros.

Já do ponto de vista acadêmico, a prerrogativa do uso de tais modelos, bem como a sua disseminação nos ambientes privados e institucionais acabaram tornando-os aceitáveis com poucas contestações quanto à sua eficiência preditiva, bem como em relação à escolha de instrumentos e metas diretamente vinculadas aos mesmos. Assim, a integração entre ambientes acadêmicos, privados e públicos é esperada com as disciplinas matemático-estatísticas, pois Duarte (2011, p. 230) observa que, desde sua inserção no século XVII, “a estatística nasce como ferramenta auxiliar ao Estado”. Tinbergen foi um defensor dessa integração, e introduziu a teoria da política econômica no pós-guerra, com o foco em uma teoria que unisse métodos matemático-estatísticos com políticas públicas a fim de maximizar a utilidade coletiva de uma nação (TINBERGEN, 1955). De um ponto de vista histórico, os modelos macroeconômicos tinham como desafios problemas de especificação e qualidade ruim das contas nacionais, incipientes na época, o que levou ao desenvolvimento dos modelos da classe Klein-Goldberg (EPSTEIN, 1987, 121-124), e os modelos autorregressivos de médias móveis (ARIMA), que se tornaram um apoio importante aos modelos macroeconômicos (BOX; JENKINS, 1976). Este paradigma foi criticado por Milton Friedman, que demonstrou os problemas de especificação e instabilidade, e advogou que a (variável) moeda era um previsor melhor da renda nominal e real. “Do ponto de vista de Friedman, sua teoria monetária era um pequeno Davi que prevalecia sobre o Golias dos supermodelos keynesianos de múltiplas equações” (EPSTEIN, 1987, p. 126).

A controvérsia sobre política monetária e política fiscal se intensificou durante o final da década de 1960. Um episódio que marcou esta controvérsia foi o debate entre Milton Friedman e o conselheiro do governo americano Walter Heller (FRIEDMAN; HELLER, 1969). Heller defendeu a abordagem tradicional de política fiscal, e critica o fato de não haver um elo distinto entre quantidade de moeda e crescimento econômico, e

defendeu que previsões são bons instrumentos de política, além de advogar em prol da flexibilidade que ações discricionárias proporcionam (*ibid.*, p. 22); em contraste, Friedman criticou a política fiscal e defendeu não só a política monetária, mas também regras fixas:

A razão à qual acredito que você faria melhor com uma regra fixa, com uma taxa constante de crescimento na quantidade de moeda, é porque eu examinei a experiência americana com política monetária discricionária. Eu voltei atrás e perguntei... ‘Os Estados Unidos estariam melhor ou pior com uma regra fixa?’ Eu desafiei qualquer um para estudar a história monetária dos Estados Unidos e vir com qualquer outra conclusão para a maior parte do tempo de que você estaria melhor com a regra fixa. Você teria evitado todos os erros (*ibid.*, p. 77-78).

A crise da década de 1970 mudou novamente o cenário. Os supermodelos não podiam passar livres de contestações e as críticas de Lucas e Kydland-Prescott prevaleceram na discussão teórica.

Lucas não poupou os planejadores keynesianos: “simulações usando estes modelos *não* podem, em princípio, fornecer informações úteis sobre as consequências reais de políticas econômicas alternativas” (LUCAS, 1976, p. 20, ênfase no original). Isso foi um dos fatores da crítica de expectativas racionais, o conceito de que os agentes adaptam suas expectativas de forma que os efeitos esperados da política não acontecem. Portanto, políticas públicas não devem ser normativas, o que viria a ser chamado de “proposição da ineficácia da política” (cf. SARGENT; WALLACE, 1975).

Junto com a crítica das expectativas racionais, a crítica de Kydland-Prescott deu origem ao conceito de inconsistência dinâmica (KYDLAND; PRESCOTT, 1977). A teoria do controle ótimo, uma das principais ferramentas da teoria da política econômica, não é boa para o planejamento porque embora a matemática por trás do modelo seja otimizada, a reação do público não é. Os agentes podem mudar suas expectativas e comportamento, tornando a política econômica executada nula, por isso regras devem ser preferidas à discricionariedade. Assim, a política econômica é uma escolha entre alternativas de regras.

Ambas as críticas modificaram profundamente a paisagem acadêmica<sup>7</sup>. “Alguns vão além e dizem que entre os macroeconomistas acadêmicos os métodos convencionais não foram apenas atacados, mas desacreditados” (SIMS, 1982, p. 327). Assim, essas mudanças abriram caminho para que os modelos de calibragem da teoria *real business cycles* (ciclos econômicos reais) pudessem penetrar na academia e em setores públicos e privados, modelos que evoluíram para o paradigma atual de DSGE.

Novamente uma crise voltou a contestar o paradigma, neste caso dos modelos DSGE, nos anos 2007-2008. Um episódio icônico aconteceu durante a presença da Rainha Elizabeth II na inauguração de um edifício da *London School of Economics*, em que ela perguntou: “Por que ninguém percebeu?” (CHORAFAS, 2013, p. 15). Essa pergunta foi ecoada durante a audiência no Comitê do Senado norte-americano sobre o estado da ciência econômica (COMMITTEE ON SCIENCE AND TECHNOLOGY, 2010 – doravante CST). Robert Solow foi uma das testemunhas e argumentou que os modelos DSGE “não têm nada de útil a dizer sobre políticas antirrecessivas porque foram construídos sobre a hipótese essencialmente implausível de que não há nada que a política macroeconômica possa fazer” (*ibid.*, p. 13). Essa crítica é repetida por Paul Romer (2015) em seu ensaio sobre *mathiness* (uma tradução pode ser “matematicidade”), de que há um problema com modelagem na macroeconomia, em que o modelo se torna um fim em si mesmo, ao invés de lidar com a realidade.

Dentre os problemas vinculados aos modelos DSGE destacam-se o problema da superposição sobre a previsibilidade dos mesmos quando estes orientam *policymakers*. Em aspectos gerais, como citado em Castro *et al.* (2011), os modelos que deveriam ser justapostos, utilizam informações dos demais, sem alguma estrutura interativa correspondente. Outro problema está vinculado ao uso das expectativas em tais modelos quando as autoridades econômicas utilizam expectativas do setor privado (instituições financeiras), que utilizam as expectativas do BACEN em suas estimativas. Do ponto de vista econométrico, trata-se do problema de estimativas com erros se transformando em

---

<sup>7</sup> Existe também a crítica da escolha pública, que é uma crítica mais microeconômica e se foca nos agentes políticos agindo em interesse próprio como a origem das falhas de governo (e.g. DOWNS, 1957). Esta crítica está fora do escopo do artigo e autores modernos a consideram de natureza secundária, quando comparada ao teorema da impossibilidade de Arrow e a crítica das expectativas racionais (cf. ACOCELLA; DI BARTOLOMEO; HUGHES HALLET, 2016, p. 7).

estimativas com erros. A proposta de Lima e Céspedes (2003) foi a de que modelos univariados simples, elaborados por estagiários com conhecimentos básicos de séries temporais, seriam superiores às previsões da FOCUS, para previsões até o limite de três meses à frente. Tais resultados foram replicados por Lima e Alves (2011), para um período de tempo ainda mais amplo.

Vemos que a evolução dos modelos ocorre quando as limitações dos modelos anteriores são contestadas, um processo incremental que segue o descrito por Kuhn (2010). Muitas vezes, porém, essas limitações estão no cerne dos próprios modelos. A próxima seção vai fazer uma avaliação metodológica das limitações.

#### 4. ALGUNS LIMITES DOS MODELOS

A transformação de variáveis imateriais, incertas, instáveis em números que podem ser manipulados por meio de palavras e equações é um dos principais feitos da ciência moderna. As mudanças descritas na seção anterior aconteceram exatamente porque os limites dos modelos anteriores foram alcançados. Isso não impediu certos autores de divagarem sobre um “modelo final” da economia. Robert Lucas, em 2003, chegou a dizer que o problema de prevenção de depressões foi resolvido de uma vez por todas (LUCAS, 2003) e Costas Azariadis e Leo Kaas (2007) imaginaram que os modelos DSGE seriam uma abertura para uma “teoria de tudo” em macroeconomia. A crise de 2007-2008, porém, teria invalidado tais afirmações triunfalistas.

Modelos têm seus limites. Assim como um mapa 1:1 é inútil, um modelo perfeito seria implausível. A própria existência de incertezas fundamentais demonstra que a sabedoria humana tem seus limites, existem coisas que *simplesmente* não podem ser previstas. O filósofo Charles Taylor escreve que a era presente nos deu três fortes fatores para que houvesse a “virada antropocêntrica”, na qual as ciências econômicas também fazem parte: poder, razão e invulnerabilidade:

Vivendo num mundo desencantado, o *self* protegido não está mais aberto, vulnerável a um mundo de espíritos e forças que cruzam a fronteira da mente, na verdade, negam a própria ideia de uma fronteira segura. Os medos, ansiedades e até mesmo os terrores [...] ficam para trás. E a sensação de autocontrole, de um firme reinado mental interior, é bem mais forte se, além de

desencantar o mundo, também aderimos à virada antropocêntrica e não nos fiarmos no poder de Deus (TAYLOR, 2010, p. 358-359).

Ainda assim, por menores que feitos científicos podem ser na ordem integral da vida, eles são alguma coisa e que, *principalmente*, servem para alguma coisa, entender melhor o mundo, como a história dos modelos brasileiros e geral demonstra, que são tentativas de entender a economia e a influenciar de forma eficiente. Porém, resultados podem variar, por isso é tão importante reconhecer tanto possibilidades quanto limites, algo que esteve sempre presente na pesquisa científica. Em seu manual de história do pensamento econômico publicado inicialmente em 1911, L. H. Haney lembra que a economia foi construída sobre a tese de que existem variáveis que podem ser mensuradas. Porém ele alerta: “uma parte do problema está na falha de alguns economistas em entender as limitações de sua disciplina” (HANEY, 1936, p. 778).

Discussões quanto a limites de modelos sempre acompanharam o desenvolvimento destes. Keynes perguntou a Tinbergen se o seu modelo macroeconômico (TINBERGEN, 1939) não estaria indo “longe demais?” (KEYNES, 1939)<sup>8</sup>. Em sua crítica ao modelo de Tinbergen, a maioria dos problemas do modelo poderia ser resolvida com avanços na tecnologia de modelagem e melhoria das bases de dados disponíveis – o que efetivamente ocorreu com melhores modelos e dados; porém, sua crítica sobre a instabilidade estrutural das relações ataca o limite humano, pois isso significa que é impossível para os dados serem homogêneos (o que torna profícua a análise estatística em outros campos como a física). Por isso, sua crítica ainda relevante: existe algo na natureza humana que não pode ser capturado por um modelo (PESARAN; SMITH, 1985, p. 104; BOUMANS, 2019, p. 284).

Podemos então destacar algumas considerações sobre estas ferramentas, bem como a disseminação da sua influência, a saber:

- (i) os objetivos dos modelos formalizados e testados;
- (ii) a influência teórica em sua especificação, e;

---

<sup>8</sup> A crítica de Keynes se desenvolveu por meio de debate aberto nos números da *Economica* entre os anos de 1939 e 1940, e é chamada de “controvérsia Keynes-Tinbergen”. Ver Almeida (2016) e Boumans (2019) para mais detalhes.

(iii) os limites para fins de política econômica desses modelos e os efeitos de sua utilização no longo prazo.

Os pontos i) e ii) estão relacionados com o conhecimento da teoria econômica e como relacionar com seus objetivos. Quanto a este assunto, pode-se aludir ao episódio da correspondência Patinkin-Phipps, em que o economista Don Patinkin se engajou em um longo debate com o matemático Cecil Phipps sobre a necessidade de se entender a teoria por trás de um modelo (ver WEINTRAUB, 2002, p. 171-182). Phipps criticou (justamente) a presença de erros matemáticos nos artigos em periódicos de economia e argumentou que “o *background* econômico é importante apenas para auxiliar na tradução em matemática” (*ibid.*, p. 175), algo que Patinkin protestou veementemente. O debate terminou inconclusivo, mas demonstrou o que cada campo pode ver como uma limitação pode ser diferente de outro.

E a questão é de maior importância no ponto iii), pois, como o relatório do CST (2010) demonstra, vários economistas culpam a falta de entendimento de como os mecanismos dos modelos funcionam.

E é claro, existe o debate interminável sobre a relação do modelo com a realidade. Muitos modelos testados empiricamente não correspondem à realidade, mas não é um problema, sendo mais importantes suas conclusões, como Friedman (1966 [1953]) argumentou<sup>9</sup>. Aqui valem as hipóteses do trabalho de Kuhn (2010) sobre o ciclo de produção científica. Economistas estão cientes do “inexorável trade-off entre a obtenção de consistência teórica e de um bom ajuste aos dados” (VEREDA; CAVALCANTI, 2010, p. 7). Quando um modelo não consegue interpretar a realidade, ou falta nele algo, a comunidade científica o substitui por outro modelo, se não conseguir melhorá-lo. Porém pode existir um problema de “*too big to fail*” nestes modelos, devido à sua imensa complexidade, o que limita a sua substituição. Em outras palavras, busca-se um modelo com o mesmo patamar de complexidade.

Do ponto de vista do realismo de tais modelos, cabem as considerações críticas de Simonsen (1986, 1989) com o seguinte exemplo: considere um conjunto com quatro

---

<sup>9</sup> Boianovsky (2020) argumenta que “Friedman era primeiramente um economista empírico que usou princípios econômicos gerais para escrutinar fatos a fim de fazer previsões”. Portanto, Friedman era um pragmático, e isso se refletiu no seu ensaio de 1953.

jogadores de xadrez A, B, C e D, respectivamente. Suponha que se defrontem em partidas simultâneas em quatro salas distintas, descritas estas como Sala 1, Sala 2, Sala 3 e Sala 4. Na Sala 1, o jogador A joga uma partida simultânea de xadrez contra os demais jogadores tendo a vantagem de jogar com as brancas, por ser desafiado pelos oponentes em três mesas distintas. O jogador B, na Sala 2 será desafiado, tendo a vantagem de jogar com as brancas. O arranjo é realizado para os quatro jogadores nas quatro salas. Logo, 12 partidas são realizadas e cada jogador joga quatro partidas, uma como desafiado e as outras três como desafiante. Considerando a hipótese de expectativas racionais, e os seus desdobramentos até os modelos DSGE, a suposição de um equilíbrio, mesmo que estocástico mostra que todos os dias os resultados, trinta e seis possíveis (vitória das brancas, vitória das pretas e empate) serão marginalmente repetidos. Da mesma sorte, o grau de complexidade do evento não pode ser comparável à complexidade do ambiente econômico, mesmo em situação de informação perfeita entre os jogadores. Em outras palavras, um simples movimento de um jogador em um tabuleiro, em uma sala, pode influenciar as suas ações e as ações dos oponentes no mesmo tabuleiro e nas demais salas. A solução ótima seria válida apenas no caso em que os jogadores combinam não jogar.

Porém os modelos DSGE ainda permanecem importantes. V. V. Chari, alheio às críticas dos outros economistas do CST, escreveu que “não existe outro jogo na cidade” (CST, 2010, p. 36); sem um DSGE, não é possível fazer um modelo macroeconômico apropriado e, por isso, recursos devem ser investidos na melhoria da tecnologia para produzir modelos DSGE melhores, mais precisos e realistas, ao invés de modelos alternativos. Parece que os DSGEs continuarão no centro da pesquisa macroeconômica por bastante tempo (cf. LINDÉ, 2018). Mas até quando? Uma possibilidade é que sejam substituídos por modelos operacionalizáveis por bancos de dados gigantescos<sup>10</sup> (coloquialmente, *big data*) que considerem a possibilidade de crise ou recessões, auxiliados por modelos de *machine learning* (MULLAINATHAN; SPIESS, 2017). Por

---

<sup>10</sup> Diferente do desenvolvimento de modelos e contas nacionais, o desenvolvimento de *big data* emerge do alto volume, velocidade e variedade da produção de informação do nosso presente, e sua exploração está mais a cargo de empresas privadas para fins comerciais e administrativos (MCAFFE; BRYNJOLFSSON, 2012), o que contrasta com o financiamento público dos macromodelos, em sua fase incipiente. Ver Barbosa (2019) sobre como os modelos de Big Data estão sendo disseminados por bancos privados.

enquanto, economistas não têm explorado a fundo a questão do *big data*, sendo um tópico de administradores e cientistas de dados (MCAFEE; BRYNJOLFSSON, 2012). Hal Varian, um economista que acompanhou as tendências, argumenta que o *big data* tem um volume tão grande de informações que é necessário criar novas ferramentas capazes de manipular os dados. Se isso for bem-sucedido, o *big data* abre oportunidades para desenvolvimento de modelos melhores, capazes de previsões melhores, estatísticas mais robustas e identificar causalidades mais precisas, embora não ainda não tenha fundamentação teórica robusta (VARIAN, 2014). Resta saber se estes modelos com base em *big data* serão capazes de resistir a crises e outras querelas.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo fez uma retrospectiva de alguns dos principais modelos nacionais utilizados no Brasil, indo desde os exercícios de programação dinâmica e modelos keynesianos rudimentares das décadas de 1950 e 1960 até os modelos DSGE atuais, como o SAMBA. A fim de os situar no pensamento econômico geral, foi também realizada um resumo da evolução internacional dos modelos da disciplina e de como certos modelos são substituídos por outros. Eles seguem um processo de décadas de debates e exercícios que levaram a disciplina da economia até o ponto em que ela se encontra no momento.

Criar e replicar modelos é uma das mais importantes características que um economista pode ter, apesar de ser uma parte menos visível do processo econômico – aquilo que Tinbergen chamou de “trabalho de cozinha” (QIN, 2013, p. 72). Eles são a linguagem fundamental pelos quais um economista pode comunicar seus achados aos seus pares, e, assim, serem usados como instrumentos de política e planejamento.

O artigo se propôs a demonstrar que os modelos são um exemplo tanto das possibilidades quanto das limitações do conhecimento humano, no campo da economia. Os supermodelos macroeconômicos da década de 1960 eram o estado da arte na década de 1960, assim como os modelos keynesianos da década de 1970 no Brasil, mas foram eventualmente suplantados. Na época atual, modelos DSGE, como o SAMBA, ocupam uma posição similar, e ainda estão sendo utilizados de forma ampla, sendo

melhorados de forma incremental, para a melhoria de previsões e uma melhor conformidade com a realidade. Tal processo deve levar em conta limites, com prudência e parcimônia, além das limitações do próprio ser humano, como Keynes demonstrou. O futuro destes modelos depende mais de melhorias técnicas, já que o paradigma atual torna improvável que haja uma mudança repentina.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACOCCELLA, N. The rise and of economic policy as an autonomous discipline: a critical survey. *Journal of Economic Surveys*, v. 31, n. 3, p. 661-677, 2017.
- ACOCCELLA, N.; DI BARTOLOMEO, G.; HUGHES HALLETT, A. *Macroeconomic paradigms and economic policy: from the Great Depression to the Great Recession*. Cambridge University Press, 2016.
- ALMEIDA, R. G. O debate Keynes-Tinbergen: relato histórico de uma controvérsia sobre a origem da econometria. In: FERRARI FILHO, F.; BITTES TERRA, F. H. (Org.). *Keynes: ensaios sobre os 80 anos da Teoria Geral*. Porto Alegre: Tomo Editorial, p. 71-96, 2016.
- ALMEIDA, I. C. S.; ALMEIDA, R. G.; CARVALHO, L. R. Academic rankings and pluralism: The case of Brazil and the new version of Qualis. *Economia*, v. 19, n. 3, p. 293-313, 2018.
- ASSIS, M. Estrutura e o mecanismo de transmissão de um modelo macroeconômico para o Brasil (MEB). *Revista Brasileira de Economia*, n. 37, p. 483-512, 1983.
- AZARIADIS, C.; KAAS, L. Is dynamic general equilibrium a theory of everything? *Economic Theory*, v. 32, n. 1, p. 13-41, 2007.
- BARBOSA, S. Como, e por que, a ciência de dados é aplicada no dia a dia de um grande banco. *NaPrática.org*. 3 Mai. 2019. Disponível em <<https://www.napratica.org.br/aplicacao-ciencia-de-dados-nos-bancos/>>. Acesso: 5 Set. 2019.
- BELTRAN-DEL-RIO, A. Macroeconometric model-building of Latin American countries, 1965-1985. In: BODKIN, R., KLEIN, L., MARWAH, K. (Eds.), *A History of macroeconomic model-building*. Aldershot: Edward Elgar, 1991, 395-448.
- BERNANKE, B. The Great Moderation: Remarks before the Eastern Economic Association, Washington-DC. 2004. Disponível em <<http://www.federalreserve.gov/BOARDDOCS/speechES/2004/20040220/default.htm>>. Acesso: 20 Fev. 2015)
- BIELSCHOWSKY, R. *Pensamento econômico brasileiro: o ciclo ideológico do desenvolvimentismo*, 5ª ed., Rio de Janeiro: Contraponto, 2004.
- BOGDANSKI, J., TOMBINI, A., WERLANG, S. *Implementing Inflation Targeting in Brazil*. Brasília: Banco Central do Brasil – Working Paper Series, n. 1, 2000.
- BOIANOVSKY, M. The Brazilian connection in Milton Friedman's 1967 Presidential Address and 1976 Nobel Lecture. *History of Political Economy*, v. 52, 2020. No prelo.
- BORGES, R.; LOPES, T. C. Breve histórico das tabelas de insumo-produto no Brasil. *Revista de Economia Política e História Econômica*, n. 33, p. 211-232, 2015.
- BOX, G. E. P.; JENKINS, G. M. *Time series analysis, forecasting, and control*. 2<sup>nd</sup> edition. San Francisco: Holden Day, 1976.
- BOUMANS, M. *How economists model the world into numbers*. London: Routledge, 2005.

- BRONFENBRENNER, M. Statistical tests of rival monetary rules. *Journal of Political Economy*, v. 69, n. 1, p. 1-14, 1961.
- BOUMANS, M. Econometrics: the Keynes-Tinbergen controversy. In: DIMAND, R.; HAGELMANN, H. (eds.). *The Elgar companion to John Maynard Keynes*. Cheltenham: Edward Elgar, p. 283-289, 2019.
- CARVALHEIRO, N. A política monetária no Brasil pós-Real. *Pesquisa & Debate*, 13, n. 1, p. 5-29, 2002.
- CAVALCANTE, R.; ARGOLLO, M. *Cenários macroeconômicos: projeção de longo prazo usando o Modelo do BNDES*. Salvador: Desenbahia-Agência de Fomento do Estado da Bahia, Artigo Técnico nº 02/2000, 2000.
- CASTRO, M. R. *et al.* SAMBA: Stochastic Analytical Model with a Bayesian Approach. Brasília: Banco Central do Brasil. Working Paper Series, n. 239, 2011.
- CHORAFAS, D. N. *The changing role of Central Banks*. New York: Palgrave, 2013.
- COMMITTEE ON SCIENCE AND TECHNOLOGY. Building a Science of World Economics for the Real World. Committee on Science and Technology – House of Representatives – One Hundred Eleventh Congress, Second Session, July, 20<sup>th</sup>, 2010 Serial No. 111-1006, 2010.
- CONTADOR, C. Um modelo macroeconômico com choques de oferta. *Revista Brasileira de Economia*, v. 38, n. 3, 229-252, 1984.
- CONTADOR, C. A montagem de cenários com modelos macroeconômicos. *Revista Brasileira de Economia*, v. 41, n. 4 435-450, 1987.
- DOWNS, A. *An economic theory of democracy*. New York: Harper, 1957.
- DUARTE, P. G. A contribuição da econometria para o debate macroeconômico. In: DUARTE, P. G.; SILBER, S. D.; GUILHOTO, J. J. M. (Orgs.). *O Brasil e a ciência econômica em debate: o estado da arte em economia*. São Paulo: Saraiva, 2011.
- v. 2, p. 229-251.
- ELLIOT, D. A. 1985. *The St. Louis Fed's monetary model: when it came, how it thrived, 1970-1983*. New York: Garland Pub, 1985.
- EPSTEIN, R. J. *A history of econometrics*. New York: Elsevier Science, 1987.
- FERREIRA, E. Programação monetária, financeira e de renda a curto prazo no Brasil: introdução geral. *Revista Brasileira de Economia*, v. 27, n. 2, p. 3-7, 1973.
- FRIEDMAN, M. The methodology of positive economics. In FRIEDMAN, M. *Essays in positive economics*. Chicago: University of Chicago Press, p. 3-43, 1966.
- FRIEDMAN, M.; W. HELLER. *Monetary vs. Fiscal Policy*. New York: W. W. Norton, 1969.
- FULLERTON, T. M., Jr.; ARAKI, E. New directions in Latin American macroeconomics. *Economic and Business Review*, v. 38, p. 49-73, 1996.
- GIBBARD, A.; VARIAN, H. R. 1978. Economic models. *The Journal of Philosophy*, v. 75, n. 11, p. 664-677, 1978.
- HAFFNER, J. *A CEPAL e a industrialização do Brasil (1950-1961)*. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2002.
- HANEY, L. *History of economic thought*. 3<sup>rd</sup> ed. New York: Macmillan, 1936 [1911].
- ICHIMURA, S.; KINOSHITA, S.; YAMADA, M. *Klein's last quarterly econometric model of the United States*. Singapore: World Scientific, 2018.
- JOLINK, A. Jan Tinbergen's statistical contribution to economic policy. *Statistica Neerlandica*, v. 63, n. 4, p. 385-399, 2009.
- KANCZUK, Fabio. Brazil through the eyes of CHORINHO. *Brazilian Review of Econometrics*, v. 35, n. 2, p. 171-195, 2015.

- KEYNES, J. Professor Tinbergen's method. *The Economic Journal*, v. 49, 558-568, 1939.
- KLEIN, L. The use of econometric models as a guide to economic policy. *Econometrica*, v. 15, n. 2, 108-131, 1947a.
- KLEIN, L. *Economic fluctuations in the United States, 1921-1941*. New York: John Wiley & Sons, 1947b.
- KUHN, T. *A estrutura das revoluções científicas*. São Paulo: Editora Perspectiva, 2010.
- KYDLAND, F.; PRESCOTT, E. Rules rather than discretion: the inconsistency of optimal plans. *Journal of Political Economy*, v. 85, n. 3, p. 473-492, 1977.
- LANGE, O. *Introdução à econometria*. Rio de Janeiro: Editora Fundo de Cultura, 1963.
- LEÃO, A.; SILVA, C.; GIETAS, E.; NOBREGA, J. Matriz de insumo-produto do Brasil. *Revista Brasileira de Economia*, v. 27, n. 3, p. 3-10, 1973.
- LIMA, E.; CÉSPEDES, B. O desempenho do mercado (FOCUS) e do BACEN na previsão a inflação: comparações com modelos lineares univariados. *Boletim de Conjuntura – IPEA*, n. 60, p. 75-83, 2003.
- LIMA, E.; ALVES, P., *O desempenho do mercado (FOCUS) na previsão da inflação: novos resultados?* Rio de Janeiro: IPEA, Texto para a Discussão, nº 1621, 2011.
- LIMA, E.; ARAÚJO, F.; COSTA E SILVA, J. Previsão de modelos macroeconômicos no Banco Central do Brasil. In: BANCO CENTRAL DO BRASIL (Org.). *Dez anos de metas para a inflação no Brasil: 1999-2009*, Brasília: Banco Central do Brasil, 2011, p. 352-400.
- LINDÉ, J. DSGE models: still useful in policy analysis? *Oxford Review of Economic Policy*, v. 34, n. 1-2, p. 269-286, 2018.
- LOUREIRO, M.; LIMA, G. A internacionalização da ciência econômica no Brasil. *Revista de Economia Política*, v. 14, n. 3, p. 31-50, 1994.
- LUCAS, R. Econometric policy evaluation: a critique. In: K. BRUNNER, K.; MELTZER, A. (Eds.). *The Phillips curve and labor markets*. New York: Elsevier, 1976, p. 19-46.
- LUCAS, R. Macroeconomic priorities. *American Economic Review*, v. 93, n. 1-14, 2003.
- MAGNUS, J. R.; MORGAN, M. S. The ET interview: Professor J. Tinbergen. *Econometric Theory*, v. 3, p. 117-142, 1987.
- MCAFEE, A.; BRYNJOLFSSON, E. Big data: the management revolution. *Harvard Business Review*, v. 90, n. 10, p. 60-68, 2012.
- MENDONÇA, M.; MEDRANO, L.; SACHSIDA, A. Efeitos da política monetária na economia brasileira: resultados de um procedimento de identificação agnóstica. *Pesquisa e Planejamento Econômico*, v. 40, n. 3, p. 367-394, 2010.
- MEURER, R.; SAMOBYL, R. Realidade e modelos: mudanças nos modelos econométricos aplicados à economia brasileira. *Textos de Economia*, v.7, n. 1, 87-102.
- MONTEIRO, J. Resenha bibliográfica: Brazilian economic policy: an optimal control theory analysis. *Pesquisa e Planejamento Econômico*, v. 5, n. 2, p. 603-610, 1975.
- MOREIRA, A.; A. FIORÊNCIO; LOPES, H. Um modelo de previsão do PIB, inflação e meios de pagamento. Texto para Discussão n. 446. Rio de Janeiro: IPEA, 1996.
- MOREIRA, A.; SOCHAZEWSKI, A.; CARNEIRO NETTO, D.; ABREU, M. P., *Variante IV do modelo macroeconômico da economia brasileira*. Texto para Discussão Interna. Rio de Janeiro: IPEA, 1983.
- MORGAN, M. *The history of econometric ideas*. Cambridge: Cambridge University Press, 1990.
- MULLAINATHAN, S.; SPIESS, J. Machine learning: an applied econometric approach. *Journal of Economic Perspectives*, v. 31, n. 2, p. 87-106, 2017.

- NAKAGAWA, F. BC se baseia em ‘modelo estocástico bayesiano’, o Samba. *O Estado de São Paulo*, São Paulo, 11 set. 2011. Disponível em <<http://economia.estadao.com.br/noticias/geral,bc-se-baseia-em-modelo-estocastico-bayesiano-o-samba-imp-,771005>>. Acesso em: 24 out. 2014.
- NAYLOR, T. H.; *et al.* Um modelo de simulação da economia do Brasil. *Revista Brasileira de Economia*, v. 25, p. 39-63, 1971.
- NELSON, C. R. The prediction performance of the FRB-MIT-PENN model of the U.S. Economy. *American Economic Review*, v. 62, n. 5, p. 902-917, 1972.
- QIN, D. *A history of econometrics: the reformation from the 1970s*. Oxford: Oxford University Press, 2013.
- QUEIROZ, C. *A política monetária num contexto de indexação: o caso brasileiro*, Tese de Doutorado, Escola de Pós-Graduação em Economia – EPGE. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1978.
- PAULA, L. N. *Síntese da evolução do pensamento econômico no Brasil*. Rio de Janeiro: SEPT, 1942.
- PESARAN, H.; SMITH, R. Keynes on econometrics, In: LAWSON, T.; PESARAN, H. *Keynes’ economics: methodological issues*. London: Croom Helm, 1985, p. 101-114.
- PINTO, H. The role of econometrics in economic science: an essay about the monopolization of economic methodology by econometric methods. *The Journal of Socio-Economics*, v. 40, p. 436-443, 2011.
- RANCAN, A. Empirical macroeconomics in a policy context: The Fed-MIT-Penn Model versus the St. Louis Model, 1965–75. *History of Political Economy*, v. 51, n. 3, p. 449-470, 2019.
- REIS, E., *et al.* Model for projections and simulations of the Brazilian economy. Texto para Discussão nº 619. Rio de Janeiro: IPEA, 1999.
- ROMER, P. Mathiness in the theory of economic growth. *American Economic Review*, v. 105, n. 5, p. 89-93, 2015.
- SARGENT, T. J.; WALLACE, N. “Rational” expectations, the optimal monetary instrument, and the optimal money supply rule. *Journal of Political Economy*, v. 83, n. 2, p. 241-254, 1975.
- SHUBIK, M.; KERSTENETZKY, I.; NAYLOR, T. Modelos, simulações e jogos. *Revista Brasileira de Economia*, v. 25, n. 1, p. 9-37, 1970.
- SIMONSEN, M. Rational expectations, income policies and game theory. *Revista de Econometria*, v. 6, n. 2, p. 7-46, 1986
- SIMONSEN, M. Macroeconomia e teoria dos jogos. *Revista Brasileira de Economia*, v. 43, n. 3, p. 315-371, 1989
- SIMONSEN, M.; CYSNE, R. *Macroeconomia*. Rio de Janeiro: Editora Ao Livro Técnico, 1989
- SIMS, C. A. Scientific standard in econometric modeling. In: HAZEWINKEL, M.; KAN, A. H. G. H. (Eds.). *Current Developments in the Interface Economics, Econometrics, Mathematics*. Dordrecht: Springer, 1982, p. 317-337.
- SOUZA, J. MONTEIRO, J. Models of the Brazilian economy. In: RUGGLES, N. (ed.), *The role of the computer in economic and social research in Latin America*. S.L.: NBER, 1975, p. 139-150.
- STRACHMAN, E. Metas de inflação no Brasil (1999-2012): uma análise institucional. *Ensaio FEE*, v. 34, n. 2, p. 407-438, 2013.

- TAYLOR, C., 2010, Uma era secular, Trad. de Nélio Schneider e Luiza Araújo. São Leopoldo: Ed. UNISINOS.
- TINBERGEN, J. *Statistical testing of business-cycle theories: a method and its application to investment activity*. Geneva: League of Nations, 1939.
- TINBERGEN, J. *On the theory of economic policy*. 2<sup>nd</sup> ed. Amsterdam: North Holland, 1955.
- TINBERGEN, J. An economic policy for 1936. 1936. In: KLAASEN, L. *et al.* (Eds.). *Jan Tinbergen: Selected Papers*, Amsterdam: North Holland, 1959, p. 36-84.
- TINTNER, G.; CONSIGLIERE, I.; CARNEIRO, J. Um modelo econométrico aplicado à economia brasileira. *Revista Brasileira de Economia*, v. 24, n. 1, p. 5-17, 1970.
- VARIAN, H. Big data: new tricks for econometrics. *Journal of Economic Perspectives*, v. 28, n. 2, p. 3-28, 2014.
- VEREDA, L.; CAVALCANTI, M. A. F. H. *Modelo dinâmico estocástico de equilíbrio geral para a economia brasileira: versão 1*. Texto para Discussão nº 1479. Brasília: IPEA, 2010.
- WEINTRAUB, E. *How economics became a mathematical science*. Durham: Duke University Press, 2002.
- WELFE, W. *Macroeconometric models*. Heidelberg: Springer, 2013.