

Modelos ABM-SFC: Origem, Evolução, Análise Lakatosiana e Comparação com DSGE e HANK na Superação da Crise da Macroeconomia

1. Introdução: O Cenário em Evolução da Modelagem Macroeconômica

A paisagem da teoria e modelagem macroeconômica passou por uma reavaliação significativa nas últimas décadas, impulsionada em grande parte pelas deficiências expostas pela Crise Financeira Global (CFG) de 2008-2009. Este evento não apenas desafiou a capacidade preditiva dos modelos dominantes, mas também questionou seus fundamentos teóricos e metodológicos.

- **O Ímpeto Pós-2008 para Repensar a Teoria Macroeconômica**

A crise de 2008-2009 revelou limitações substanciais nos modelos macroeconômicos padrão, particularmente em sua incapacidade de prever a crise ou explicar adequadamente seus mecanismos e propagação.¹ A falha não foi meramente uma surpresa estatística; representou um desafio fundamental para a compreensão da dinâmica econômica, especialmente no que tange às interações entre o setor financeiro e a economia real. Como observou o ex-presidente do Banco Central Europeu, Jean-Claude Trichet, os formuladores de políticas sentiram-se "abandonados pelas ferramentas convencionais"², um testemunho contundente da inadequação dos modelos existentes para navegar em águas turbulentas. A defesa de que os modelos DSGE (Dynamic Stochastic General Equilibrium) anteriores à crise compreensivelmente ignoraram o sistema financeiro porque ele não parecia significativo nos dados dos EUA *antes* de 2008, e que os modelos DSGE não se aplicam a "crises que só acontecem uma vez em um século"⁴, embora compreensível de uma certa perspectiva, também sublinha a natureza reativa e os potenciais pontos cegos do paradigma dominante. Esta falha catalisou uma busca por abordagens de modelagem alternativas ou substancialmente revisadas, capazes de incorporar a complexidade financeira, a heterogeneidade dos agentes e as dinâmicas não lineares que caracterizaram a crise.⁵

A crise de 2008 foi mais do que um ponto de dados que os modelos falharam em prever; representou um desafio fundamental aos próprios fundamentos epistemológicos e metodológicos da macroeconomia dominante. Antes da crise, os modelos DSGE eram construídos sobre pressupostos de eficiência de mercado, expectativas racionais e, frequentemente, setores financeiros simplificados.⁴ A crise, no entanto, foi caracterizada por falhas de mercado, exuberância irracional seguida de pânico e contágio financeiro complexo – fenômenos que esses modelos estavam mal equipados para lidar.² A falha não foi apenas preditiva, mas também explicativa, pois os modelos lutaram para incorporar os mecanismos que impulsionaram a crise.² Isso sugere que a "crise da macroeconomia" é mais profunda do que simplesmente a necessidade de adicionar algumas novas variáveis; ela questiona os pressupostos centrais sobre o comportamento dos agentes, o funcionamento do mercado e a própria natureza da dinâmica econômica (equilíbrio vs. desequilíbrio, linearidade vs. não linearidade). É neste contexto que abordagens como os modelos ABM-SFC (Agent-Based Models combinados com Stock-Flow Consistent frameworks), que oferecem diferentes pressupostos fundamentais, ganharam proeminência.

- **Breve Visão Geral de ABM-SFC, DSGE e HANK como Respostas ou Paradigmas Existentes**

Em resposta a esses desafios, e com base em tradições de pensamento alternativas, diferentes abordagens de modelagem ganharam destaque ou foram refinadas:

* Modelos DSGE: O principal instrumento de análise antes da crise, baseado em microfundaamentos, expectativas racionais e equilíbrio geral, enfrentou intenso escrutínio.³ Após a crise, esforços foram feitos para incorporar fricções financeiras e não linearidades.⁴

* Modelos ABM-SFC: Esta abordagem, combinando a perspectiva bottom-up de agentes heterogêneos da Modelagem Baseada em Agentes (ABM) com o rigor da contabilidade macroeconômica Consistente com Fluxos e Estoques (SFC), ganhou tração como uma alternativa potencial capaz de capturar dinâmicas complexas e interações financeiras-reais.¹

* Modelos HANK (Heterogeneous Agent New Keynesian): Emergindo da tradição Novo-Keynesiana, os modelos HANK buscam abordar a limitação do agente representativo dos DSGE, incorporando a heterogeneidade das famílias, particularmente em renda e riqueza, para melhor analisar os efeitos distributivos e a transmissão da política monetária.¹²

- **Propósito e Estrutura do Relatório**

Este relatório fornecerá uma análise detalhada do programa de pesquisa ABM-SFC, incluindo suas origens, evolução e uma avaliação Lakatosiana. Em seguida, comparará os modelos ABM-SFC com os modelos DSGE e HANK, avaliando seus respectivos potenciais para enfrentar os desafios atuais na teoria e política macroeconômica. A estrutura seguirá uma progressão lógica, começando com as fundações de cada componente do ABM-SFC, passando para sua análise como um programa de pesquisa, e culminando na comparação e avaliação de sua promessa futura.

2. A Gênese e Arquitetura dos Modelos ABM-SFC

A abordagem ABM-SFC representa uma síntese de duas tradições metodológicas distintas, mas complementares: a contabilidade macroeconômica rigorosa dos modelos Stock-Flow Consistent (SFC) e a modelagem bottom-up de interações de agentes heterogêneos dos Agent-Based Models (ABM).

- **2.1. Pilares da Consistência Fluxo-Estoque (SFC): De Copeland e Tobin a Godley & Lavoie**

A abordagem SFC fornece a espinha dorsal macroeconômica para os modelos ABM-SFC, garantindo que as interações microeconômicas simuladas sejam agregadas de forma consistente com as identidades contábeis nacionais.

* **Origens:** A linhagem intelectual da SFC remonta aos primeiros trabalhos sobre contabilidade de fluxo de fundos de Morris Copeland em 1949.[15, 16] James Tobin e seus colaboradores, na década de 1970, desenvolveram modelos que integravam variáveis financeiras e não financeiras usando matrizes de contabilidade social e tempo discreto.[9, 11, 16] Wynne Godley, a partir da década de 1970, tornou-se uma figura central, defendendo e desenvolvendo modelos SFC abrangentes, enfatizando a integração dos lados real e financeiro da economia.[9, 10, 11, 16, 17]

* ****Princípios Fundamentais:****

* ****Integridade Contábil Rigorosa:**** Todo fluxo deve se originar de algum lugar e ir para algum lugar, e todo ativo é o passivo de alguém. Isso garante uma representação abrangente e consistente de todas as transações econômicas e posições de balanço.[11, 15, 16, 18] Como afirmado, "o ativo de alguém é o passivo de outrem e a entrada de alguém é a saída de outrem. Além disso, cada setor e a economia como um todo devem respeitar sua restrição orçamentária. Nenhum fundo pode vir de (ou terminar em) lugar nenhum".[16]

* ****Balanços Setoriais:**** Análise das inter-relações entre os principais setores institucionais (famílias, empresas, governo, setor financeiro, setor externo) e suas posições líquidas de empréstimo/tomada de empréstimo.[16, 17, 18]

* ****Integração da Economia Real e Financeira:**** Os modelos SFC ligam explicitamente os fluxos de renda e despesa com as mudanças nos estoques de ativos e passivos, rejeitando a dicotomia clássica e a neutralidade da moeda.[9, 10, 11, 16, 17] Tobin enfatizou que "os preços e taxas de juros determinados nesses mercados [financeiros] e as quantidades a que se referem influenciam e são influenciados pela 'economia real'".[10]

* ****Fechamento Pós-Keynesiano:**** Tipicamente, os modelos SFC adotam uma perspectiva pós-keynesiana onde a demanda importa para a determinação do produto, e o pleno emprego não é um resultado automático.[10, 18]

* ****Contribuições Chave:**** A publicação de "Monetary Economics" por Godley e Lavoie (2007) forneceu uma estrutura abrangente e popularizou significativamente a abordagem SFC, especialmente porque algumas análises baseadas em SFC haviam alertado sobre os desequilíbrios que levaram à crise de 2008.[9, 10, 11, 16, 19, 20] Claudio dos Santos é destacado como um pioneiro no desenvolvimento e consolidação de modelos SFC.[15, 21, 22]

A insistência da estrutura SFC na consistência contábil não é meramente um detalhe técnico, mas uma profunda postura teórica contra modelos que podem permitir "buracos negros" onde reivindicações financeiras ou obrigações desaparecem sem deixar rastro, uma característica crucial para entender o risco financeiro sistêmico. Modelos macroeconômicos tradicionais, especialmente os simplificados, podem nem sempre rastrear rigorosamente todos os créditos e débitos intersetoriais.¹⁵ As crises financeiras frequentemente envolvem uma cascata de inadimplências, onde a incapacidade de um agente de cumprir uma obrigação impacta os ativos de outro. A rigorosa contabilidade de partidas quádruplas da SFC (cada transação envolve quatro entradas, garantindo que as mudanças nos estoques sejam consistentes com os fluxos, e que cada ativo financeiro tenha um passivo correspondente) torna impossível que as obrigações financeiras desapareçam do sistema sem serem contabilizadas no balanço de algum setor.¹⁶ Esse rastreamento abrangente é vital para entender como os choques financeiros se propagam e como a alavancagem se acumula no sistema, elementos-chave da instabilidade financeira frequentemente negligenciados por modelos sem essa contabilidade rigorosa. Os alertas prescientes de Godley sobre o mercado imobiliário dos EUA ressaltam isso.¹⁶

- **2.2. A Revolução da Modelagem Baseada em Agentes (ABM) em Economia**

A ABM oferece o motor microeconômico, permitindo a exploração de como comportamentos e interações em nível de agente dão origem a fenômenos macroeconômicos.

* **Origens:** As raízes conceituais da ABM podem ser rastreadas até trabalhos iniciais como as máquinas de von Neumann e autômatos celulares nas décadas de 1940-50.[23] O modelo de segregação de Thomas Schelling (1971), embora inicialmente não computacional, demonstrou como regras individuais simples poderiam levar a padrões emergentes em nível macro.[23, 24, 25] O trabalho de Robert Axelrod sobre a evolução da cooperação usando torneios baseados em agentes na década de 1980 também foi influente.[23, 25] A adoção generalizada na economia cresceu a partir da década de 1990 com o aumento do poder computacional.[23, 26]

* **Conceitos Fundamentais:**

* **Agentes Heterogêneos:** Os modelos apresentam agentes autônomos (indivíduos, empresas, bancos) com diversas características, regras de comportamento e conjuntos de informações, contrastando com o pressuposto do agente representativo de muitos modelos tradicionais.[23, 26, 27, 28]

* **Racionalidade Limitada e Heurísticas:** Os agentes normalmente operam com informações e capacidade computacional limitadas, tomando decisões com base em heurísticas ou regras simples em vez de otimização completa, refletindo o conceito de "satisficing" de Simon.[26, 28, 29]

* **Interação Direta:** Os agentes interagem diretamente entre si e com seu ambiente (por exemplo, através de redes ou mercados), e essas interações são explicitamente modeladas.[23, 26, 27]

* **Emergência:** Padrões e dinâmicas macroeconômicas não são pré-especificados, mas emergem das interações bottom-up de agentes heterogêneos. Essas propriedades emergentes muitas vezes não podem ser deduzidas simplesmente agregando características individuais dos agentes.[23, 24, 25, 26, 30]

* **Comportamento Adaptativo:** Os agentes podem aprender e adaptar seu comportamento com base na experiência e nas interações.[23, 24, 26, 30]

* **ABM em Macroeconomia:** ABMs são usados para estudar fenômenos econômicos complexos como quebras de mercado, instabilidade financeira e o impacto de políticas em cenários heterogêneos, frequentemente gerando dinâmicas não lineares observadas no mundo real.[26, 27, 30, 31]

O conceito de "emergência" na ABM é um desafio direto à abordagem reducionista frequentemente implícita nos modelos de agente representativo, sugerindo que os resultados macroeconômicos podem ser qualitativamente diferentes de, e não simplesmente versões ampliadas de, comportamentos individuais. Modelos de agente representativo assumem que a economia agregada se comporta como um único indivíduo otimizador.¹ ABMs, por contraste, enfatizam que as interações entre agentes diversos podem levar a comportamentos coletivos (por exemplo, bolhas de mercado, quebras, comportamento de manada) que nenhum agente individual pretende ou poderia sequer prever.²³ O modelo de segregação de Schelling é um exemplo clássico.²³ Isso

implica que simplesmente entender a racionalidade individual (mesmo que limitada) é insuficiente para entender as dinâmicas macroeconômicas; a estrutura das interações e os loops de feedback que elas criam são cruciais. Portanto, a ABM sugere que "leis" ou regularidades macroeconômicas podem ser propriedades emergentes de sistemas complexos, em vez de consequências diretas da otimização individual sujeita a restrições. Isso tem profundas implicações para a política, pois as intervenções podem ter consequências emergentes não intencionais.

- **2.3. Sinergia em ABM-SFC: Integrando Microcomportamento com Macroconsistência**

A combinação visa alavancar os pontos fortes de ambas as abordagens: ABM fornece microfundamentos ricos baseados em agentes heterogêneos e com racionalidade limitada, enquanto a SFC garante que essas microinterações sejam incorporadas dentro de uma estrutura contábil macroeconômica coerente.¹ Isso aborda uma crítica comum aos primeiros ABMs (falta de fechamento macroeconômico) e aos modelos macro tradicionais (microfundamentos irrealistas ou negligência das interações fluxo-estoque).

* ****Características Chave e Inovações:****

* ****Tomada de Decisão Descentralizada em um Sistema Integrado:**** Os modelos apresentam empresas tomando decisões de investimento e produção, famílias tomando decisões de consumo e poupança, e bancos tomando decisões de empréstimo, tudo dentro de um sistema onde os fluxos financeiros e acumulações de estoque são consistentemente rastreados.[1, 32]

* ****Moeda Endógena e Mercados de Crédito:**** Ao contrário de muitos modelos DSGE que tratam a moeda exogenamente ou simplificam o sistema bancário, os modelos ABM-SFC podem modelar explicitamente a criação de crédito pelos bancos e a natureza endógena da moeda, consistente com as visões pós-keynesianas [[1] (crítica aos DSGE), [18] (princípios SFC)].

* ****Modelagem da Instabilidade Financeira:**** A estrutura é bem adequada para explorar temas Minskyanos de fragilidade financeira, acumulação de dívida e ciclos de boom-bust impulsionados por interações entre decisões reais e financeiras de agentes heterogêneos.[1, 33]

* ****Análise de Políticas com Efeitos Distributivos:**** A heterogeneidade inerente à ABM permite a análise de como as políticas impactam diferencialmente vários grupos de agentes, uma característica cada vez mais importante em um mundo de crescente desigualdade.[26]

* ****Exemplos:**** Caiani et al. (2016) desenvolvem e validam um modelo ABM-SFC descentralizado, argumentando que ele corresponde a muitas regularidades empíricas e é um bom candidato para aplicações de análise de políticas.[1] Dosi et al. também contribuíram significativamente para esta literatura.[2] Trabalhos recentes estendem ABM-SFC para a macroeconomia ecológica e modelos de avaliação integrada.[9, 32]

A síntese ABM-SFC não é apenas uma fusão técnica, mas representa um compromisso metodológico com o "realismo ontológico" em macroeconomia, tentando modelar a

economia como ela é, com suas instituições complexas e agentes interativos e falíveis, em vez de um sistema idealizado. A SFC insiste em contabilizar todos os estoques e fluxos financeiros do mundo real, fundamentando os modelos na estrutura real das contas nacionais.¹⁰ A ABM insiste em representar agentes com comportamentos plausíveis (heterogeneidade, racionalidade limitada) em vez de otimizadores idealizados.²⁶ A combinação¹, portanto, busca construir modelos cujos componentes e interações se assemelhem mais à realidade econômica observada. Isso contrasta com abordagens que priorizam a tratabilidade matemática ou a adesão a axiomas teóricos específicos (como expectativas racionais), mesmo que isso signifique abstrair características-chave do mundo real. A abordagem ABM-SFC argumenta implicitamente que a compreensão de sistemas econômicos complexos requer modelos que abracem, em vez de abstrair, essa complexidade. Esta é uma mudança filosófica tanto quanto técnica.

3. Uma Avaliação Lakatosiana do Programa de Pesquisa ABM-SFC

Para avaliar o status científico e o potencial dos modelos ABM-SFC, é útil empregar a Metodologia dos Programas de Pesquisa Científica (MPPC) de Imre Lakatos. Esta estrutura permite uma análise da evolução, coerência interna e poder explicativo de uma abordagem teórica.

- **Introdução à Metodologia dos Programas de Pesquisa Científica (MPPC) de Lakatos:**

A MPPC de Lakatos vê a ciência como progredindo através de programas de pesquisa concorrentes. Cada programa é caracterizado por um "núcleo duro" de proposições fundamentais que são tornadas infalsificáveis por decisão metodológica, um "cinturão protetor" de hipóteses auxiliares, modelos específicos e condições iniciais que podem ser modificadas para absorver anomalias, e uma "heurística" (positiva e negativa) que guia o desenvolvimento do programa.³⁴ Os programas são considerados "progressivos" se levarem a previsões novas e corroboradas e explicarem novos fatos. Tornam-se "degenerativos" se recorrerem principalmente a ajustes ad-hoc no cinturão protetor para defender o núcleo duro de anomalias, sem gerar novos insights ou previsões corroboradas.³⁵

- **3.1. Definindo o "Núcleo Duro" do ABM-SFC**

O "núcleo duro" do programa ABM-SFC consiste nos princípios fundamentais e irrefutáveis (por decisão metodológica dentro do programa) que definem a abordagem. Estes são compromissos ontológicos e metodológicos em vez de hipóteses específicas e diretamente falsificáveis.

* **Proposições derivadas da SFC:**

1. **Princípio da Consistência Contábil Rigorosa:** Todos os modelos devem aderir a uma rigorosa consistência fluxo-estoque e a uma contabilidade de balanço abrangente para todos os setores.[10, 11, 16, 18] *Isso é inegociável; um modelo SFC que viole isso não é um modelo SFC.*

2. **Integração dos Setores Real e Financeiro:** Os lados financeiro e real da economia

estão inextricavelmente ligados e devem ser modelados como tal; a moeda é não-neutra.[9, 10, 11, 16, 17, 37]

3. ****Dinâmicas Impulsionadas pela Demanda (frequentemente Pós-Keynesiana):**** A demanda efetiva desempenha um papel crucial na determinação dos níveis de produto e emprego, pelo menos no curto e médio prazo.[10, 18, 37, 38]

* ****Proposições derivadas da ABM:****

4. ****Heterogeneidade dos Agentes é Essencial:**** Os sistemas econômicos são compostos por agentes diversos cujas diferenças impactam significativamente os resultados agregados.[26, 27, 28]

5. ****Racionalidade Limitada e Comportamento Adaptativo:**** Os agentes operam com informações e habilidades cognitivas limitadas, usando heurísticas e mecanismos de aprendizado em vez de otimização global.[26, 28, 29]

6. ****Fenômenos Macro Emergentes:**** Os resultados agregados surgem das interações complexas de agentes em nível micro e não são redutíveis à simples agregação ou ao comportamento de um agente representativo.[23, 24, 25, 26, 30]

* ****Proposições da Síntese:****

7. ****Coerência Macroeconômica da Microdiversidade:**** O comportamento de agentes heterogêneos e com racionalidade limitada deve ser consistente com as identidades e restrições contábeis macroeconômicas agregadas.

O "núcleo duro" do ABM-SFC reflete um compromisso com uma *ontologia* específica da economia – complexa, evolutiva, fundamentalmente incerta, financeiramente interligada – que é distinta da ontologia subjacente aos modelos DSGE (busca de equilíbrio, agentes otimizadores, finanças frequentemente simplificadas). O "núcleo duro" de Lakatos representa as crenças fundamentais sobre a natureza da realidade sendo estudada.³⁵ A insistência da SFC em contabilizar todos os estoques e fluxos, e a não neutralidade da moeda, apontam para uma ontologia onde as estruturas financeiras e os processos monetários são fundamentais, não epifenômenos.¹⁰ A ênfase da ABM na heterogeneidade, racionalidade limitada e emergência aponta para uma ontologia de um sistema adaptativo complexo, onde ações e interações individuais geram resultados imprevisíveis e dependentes da trajetória.²³ Modelos DSGE, com sua ênfase em expectativas racionais e equilíbrio, implicam uma ontologia onde a economia tende a um estado previsível e ótimo, e os desvios são choques temporários.⁷ Portanto, a escolha entre esses paradigmas de modelagem não é apenas sobre características técnicas, mas sobre visões fundamentalmente diferentes do que uma economia é e como ela funciona. Esse compromisso ontológico é o que torna o núcleo duro "não falsificável" no sentido direto – não se "falsifica" uma escolha ontológica, argumenta-se por seu maior realismo ou poder explicativo.

• **3.2. O "Cinturão Protetor" dos Modelos ABM-SFC**

Este consiste em pressupostos específicos, estruturas de modelo, regras comportamentais e técnicas de calibração/estimação que podem ser modificados ou refinados em resposta a evidências empíricas ou desafios teóricos, sem abandonar o núcleo duro.

* **Exemplos:**

* **Regras Comportamentais Específicas:** Como as empresas definem preços (por exemplo, regras de markup [18]), como as famílias formam expectativas (por exemplo, adaptativas, extrapolativas, regras simples AR(1) [30]), regras de decisão de investimento, funções de consumo.[1, 18]

* **Algoritmos de Aprendizagem:** Mecanismos específicos pelos quais os agentes adaptam seu comportamento (por exemplo, aprendizagem por reforço, algoritmos genéticos, aprendizagem por mínimos quadrados ordinários por empresas [39]).

* **Mecanismos de Compensação de Mercado:** Pressupostos sobre como os mercados se compensam ou não (por exemplo, ajustes de preços, racionamento de quantidade, busca e pareamento).[1]

* **Estruturas de Rede:** Especificação de topologias de interação entre agentes.[26]

* **Número e Tipos de Setores/Agentes:** Decisões sobre o nível de desagregação (por exemplo, múltiplos tipos de empresas, grupos de renda familiar, tipos de instituições financeiras).[1, 30, 32]

* **Técnicas de Calibração e Estimação:** Métodos usados para atribuir valores a parâmetros, variando da calibração direta baseada em dados micro/macro a procedimentos de estimação mais complexos.[1, 30, 40, 41] A escolha de "fatos estilizados" a replicar também faz parte disso.[40]

* **Fechamentos em modelos SFC:** Pressupostos específicos feitos para completar a estrutura do modelo, por exemplo, como o investimento é determinado, ou o regime cambial em modelos de economia aberta.[10, 21]

A diversidade dentro do "cinturão protetor" é tanto uma força (permitindo flexibilidade e adaptação a diferentes problemas) quanto uma potencial fraqueza (arriscando modelagem ad-hoc ou falta de comparabilidade se não disciplinada por protocolos claros de validação). O cinturão protetor permite que os pesquisadores adaptem os modelos a questões de pesquisa específicas ou contextos empíricos.³⁵ Por exemplo, um modelo de dinâmica do mercado imobiliário ²⁷ terá diferentes pressupostos específicos em seu cinturão protetor do que um modelo de inovação tecnológica.³⁹ Essa flexibilidade permite que o programa ABM-SFC aborde uma ampla gama de questões.²⁶ No entanto, se modificações no cinturão protetor forem feitas muito livremente sem justificativa rigorosa ou disciplina empírica, isso pode levar a acusações de "ajuste de curva" ou tornar o modelo infalsificável na prática.⁴⁰ O desenvolvimento de protocolos comuns de validação e benchmarks, conforme discutido por Fagiolo ⁴⁰ e Tesfatsion ⁴¹, é crucial para garantir que a flexibilidade do cinturão protetor contribua para o progresso científico genuíno, em vez de uma proliferação de modelos incomparáveis ou ad-hoc. Este é um desafio chave para a maturidade do programa.

• **3.3. Avaliando o Poder Heurístico: O Programa ABM-SFC é Progressivo ou Degenerativo?**

A avaliação do caráter progressivo ou degenerativo de um programa de pesquisa é fundamental para entender seu vigor científico e sua capacidade de contribuir para o conhecimento.

* **Crítérios para Progressividade [35, 36]:**

- * Explicar fatos empíricos *novos* (fatos não conhecidos ou não considerados anômalos por programas rivais quando o ABM-SFC os explicou).
- * Prever com sucesso novos fenômenos, anteriormente não observados.
- * Fornecer uma estrutura coerente para entender fenômenos que são anômalos para programas rivais (por exemplo, crises financeiras endógenas, distribuições de lei de potência no tamanho/riqueza das empresas, desemprego persistente não devido a rigidezes).
- * Guiar a pesquisa empírica, sugerindo novos dados a serem coletados ou novas relações a serem investigadas.

* **Argumentos para Progressividade:**

* **Explicação de Crises Endógenas e Instabilidade Financeira:** Modelos ABM-SFC podem gerar endogenamente ciclos de boom-bust, bolhas de ativos alimentadas por crédito e risco sistêmico, fenômenos com os quais os modelos DSGE lutaram antes da crise e que frequentemente requerem choques exógenos ou fricções financeiras complexas para replicar.[1, 2, 10, 33] A capacidade de modelar dinâmicas Minskyanas é uma força chave.[1, 37]

* **Abordagem da Heterogeneidade e Questões Distributivas:** ABM-SFC incorpora naturalmente agentes heterogêneos, permitindo o estudo da distribuição de renda e riqueza, e o impacto diferencial das políticas, que são preocupações políticas cada vez mais centrais.[26, 39]

* **Modelagem de Dinâmicas "Fora do Equilíbrio":** Ao contrário de modelos focados no equilíbrio, ABM-SFC pode explorar processos de desequilíbrio, dependência de trajetória e mudança estrutural.[26]

* **Poder Heurístico para o Desenho de Políticas:** ABMs oferecem um "laboratório" para testar intervenções políticas em sistemas complexos, incluindo políticas macroprudenciais, e para entender suas potenciais consequências não intencionais.[26, 43, 44, 46] O Banco da Inglaterra e outros bancos centrais estão usando cada vez mais ABMs.[26, 44]

* **Replicação de Fatos Estilizados:** Muitos modelos ABM-SFC têm mostrado sucesso na replicação de uma ampla gama de fatos estilizados macroeconômicos e financeiros (por exemplo, propriedades do ciclo de negócios, agrupamento de volatilidade, caudas grossas em retornos financeiros).[1, 26, 30, 33]

* **Tendências Degenerativas Potenciais ou Desafios:**

* **Dificuldades de Calibração/Validação:** Garantir que os modelos sejam empiricamente fundamentados e não apenas "ajustando os dados" é um grande desafio. A complexidade e o número de parâmetros podem tornar a validação robusta difícil.[40, 41, 45] Existe a crítica de que alguns ABMs se concentram demais em corresponder a momentos sem garantir realismo estrutural ou representar verdadeiros processos geradores de dados.[45]

* **Risco de Pressupostos Ad-hoc:** A flexibilidade na definição do comportamento do agente pode levar a acusações de que os modelos são adaptados para produzir resultados desejados se não forem disciplinados por forte justificativa empírica ou teórica para as regras comportamentais.[40, 45]

* **Crítica do "Vale Tudo":** A enorme variedade de especificações possíveis de ABM pode dificultar a construção de um programa de pesquisa cumulativo ou a comparação sistemática de modelos.[40]

* **Custo Computacional e Tratabilidade:** Modelos ABM-SFC complexos podem ser

computacionalmente intensivos, limitando seu uso ou a extensão da análise de sensibilidade possível.

* **Previsão de Fatos Verdadeiramente Novos:** Embora os modelos ABM-SFC expliquem muitas anomalias existentes para outros programas, a extensão em que fizeram previsões genuinamente novas e inesperadas que foram subsequentemente confirmadas é uma área contínua de avaliação. O foco tem sido frequentemente na pós-dicção ou replicação de fatos estilizados conhecidos.[40, 45]

* **Avaliação Geral (Tentativa):** O programa ABM-SFC mostra fortes sinais de ser progressivo, particularmente em sua capacidade de abordar questões como instabilidade financeira e heterogeneidade, que eram grandes fraquezas do paradigma dominante pré-crise. Sua adoção por instituições políticas para problemas específicos [26, 44] é um sinal positivo. No entanto, enfrenta desafios contínuos em termos de estabelecimento de métodos de validação padronizados e demonstração de sucesso preditivo novo e consistente para solidificar totalmente seu status progressivo. A crítica de Leijonhufvud [45] sobre os modelos ACE se tornarem muito focados em corresponder a momentos em vez de realismo estrutural é um aviso pertinente.

A "progressividade" do ABM-SFC pode ser inicialmente específica do domínio. Pode mostrar forte progresso na explicação da macroeconomia financeira e da desigualdade, enquanto sua capacidade de fazer previsões novas em áreas tradicionais como inflação ou previsão de crescimento (em comparação com modelos VAR ou DSGE sofisticados) ainda está se desenvolvendo. Os pontos fortes centrais do ABM-SFC residem na modelagem de heterogeneidade, interações complexas e ligações financeiras-reais.¹ Estes são diretamente relevantes para crises financeiras e dinâmicas distributivas. Modelos DSGE, apesar de suas falhas, têm uma longa história de desenvolvimento para prever variáveis agregadas como inflação e PIB, frequentemente incorporando técnicas sofisticadas de séries temporais.⁷ Modelos HANK baseiam-se nisso.¹² Embora alguns ABMs estejam mostrando desempenho de previsão competitivo³⁰, esta é uma área de aplicação mais nova para eles em comparação com seu uso na explicação de risco sistêmico ou fenômenos de mercado emergentes. Portanto, ABM-SFC pode ser "mais progressivo" em áreas onde suas características únicas oferecem uma clara vantagem sobre os modelos incumbentes (por exemplo, entender como os riscos microprudenciais se agregam ao risco sistêmico). Seu progresso em superar métodos estabelecidos em áreas como previsão macroeconômica padrão pode ser mais gradual. Isso sugere uma visão matizada da "progressividade" em vez de um julgamento geral. O desenvolvimento do BeforeIT para previsão macroeconômica usando ABMs³⁰ é um passo significativo nessa direção.

Um elemento chave de um programa de pesquisa progressivo é sua capacidade não apenas de explicar anomalias existentes, mas também de unificar fenômenos anteriormente díspares ou fornecer uma narrativa mais coerente. O potencial do ABM-SFC para ligar o microcomportamento, as dinâmicas de mercado de nível meso e os resultados de nível macro dentro de uma única estrutura consistente é um forte indicador de tal poder heurístico. O progresso Lakatosiano envolve progresso teórico (explicar mais com uma estrutura coerente), bem como progresso empírico (fatos novos).³⁵ A macro tradicional frequentemente lutou com uma divisão micro-macro, com pressupostos comportamentais ad-hoc no nível macro ou agregações excessivamente simplistas do

micro.³ ABM-SFC, por design, tenta preencher essa lacuna. Comportamentos de agentes (micro) levam a interações de mercado (meso), e estas são todas restringidas por e alimentam a consistência agregada fluxo-estoque (macro).¹ Isso oferece o potencial de explicar, por exemplo, como as mudanças na distribuição de renda (micro/meso) afetam a demanda agregada e a estabilidade financeira (macro) de uma forma totalmente articulada, algo que é mais difícil em modelos com agentes representativos ou contabilidade financeira menos detalhada. Essa capacidade integrativa é uma marca registrada de um programa com forte poder heurístico.

A tabela a seguir resume a análise Lakatosiana do programa de pesquisa ABM-SFC:

Tabela 2: Análise Lakatosiana do Programa de Pesquisa ABM-SFC

Elemento Lakatosiano	Aplicação ao ABM-SFC	Evidência/Racional de Suporte (com IDs de Snippets)
Princípios do Núcleo Duro	1. Consistência Contábil Rigorosa	Fundamental para a identidade SFC; inegociável ¹⁰
	2. Integração Real-Financeira	Rejeição da neutralidade da moeda; interação central ⁹
	3. Dinâmicas Impulsionadas pela Demanda	Frequentemente um fechamento Pós-Keynesiano ¹⁰
	4. Heterogeneidade Essencial dos Agentes	Central para ABM; resultados agregados dependem da diversidade ²⁶
	5. Racionalidade Limitada e Comportamento Adaptativo	Agentes usam heurísticas e aprendem; não otimização global ²⁶
	6. Fenômenos Macro Emergentes	Agregação não linear; resultados não redutíveis ²³

	7. Coerência Macro da Microdiversidade	Comportamentos micro devem ser consistentes com identidades macro ¹
Exemplos do Cinturão Protetor	Regras comportamentais específicas (preços, expectativas, investimento, consumo)	Variam entre modelos para se adequar ao problema ¹
	Algoritmos de aprendizagem (reforço, genéticos, OLS)	Mecanismos de adaptação dos agentes ³⁹
	Mecanismos de mercado (ajuste de preço/quantidade, racionamento)	Como as interações são resolvidas ¹
	Estruturas de rede	Topologias de interação ²⁶
	Nível de desagregação setorial/agentes	Escolha do modelador com base no foco ¹
	Métodos de calibração/estimação (direta, indireta, fatos estilizados)	Conectando o modelo aos dados ¹
Heurística Positiva (Poder de Resolução de Problemas)	Como modelar crises financeiras? Como incorporar heterogeneidade?	Começar com consistência contábil, definir tipos e regras de agentes, simular, validar contra fatos estilizados ¹
Heurística Negativa (O que Evitar)	Não abandonar a consistência contábil. Não assumir agentes representativos ou racionalidade perfeita se o problema exigir o contrário.	Mantém a fidelidade ao núcleo duro.
Evidência de Progressividade	Explicação da instabilidade financeira endógena	Capacidade de gerar ciclos de boom-bust, crises Minskyanas ¹

	Análise de efeitos distributivos	Modelagem natural da heterogeneidade e impacto de políticas ²⁶
	Modelagem de dinâmicas fora do equilíbrio	Exploração de transições, dependência de trajetória ²⁶
	Adoção por instituições políticas	Uso em bancos centrais para análise de risco sistêmico, etc. ²⁶
	Replicação de múltiplos fatos estilizados	Correspondência com padrões empíricos observados ¹
Desafios/Aspectos Degenerativos Potenciais	Dificuldades de validação e calibração	Risco de "overfitting", necessidade de protocolos robustos ⁴⁰
	Risco de pressupostos ad-hoc	Flexibilidade pode levar a modelagem não disciplinada ⁴⁰
	Demandas computacionais	Limitações na complexidade e escopo da análise ²³
	Necessidade de mais previsões novas corroboradas	Foco histórico em pós-dicção de fatos conhecidos ⁴⁰

4. Um Panorama Comparativo: ABM-SFC, DSGE e HANK

A crise macroeconômica pós-2008 intensificou o debate sobre as abordagens de modelagem mais adequadas. Uma comparação detalhada entre ABM-SFC, DSGE e HANK é essencial para entender suas respectivas contribuições e limitações.

- **4.1. Modelos Dinâmicos Estocásticos de Equilíbrio Geral (DSGE)**
 - **Pressupostos e Estrutura Fundamentais:** Construídos sobre microfundamentos com agentes representativos otimizadores (famílias maximizando utilidade, empresas maximizando lucros), expectativas racionais e mercados que se compensam (ou rigidezes bem definidas como preços/salários fixos em versões Novo-Keynesianas). Os modelos são dinâmicos (otimização intertemporal) e

estocásticos (impulsionados por choques exógenos).¹ Seções chave incluem demanda, oferta e uma regra de política monetária.⁷

- **Pontos Fortes (Visão Pré-Crise):** Forneciam uma estrutura teoricamente consistente, abordavam a crítica de Lucas (modelando parâmetros "profundos" de preferências e tecnologia), permitiam a análise de bem-estar de políticas e tornaram-se a ferramenta dominante em bancos centrais para análise de políticas.⁷
- **Críticas e Limitações Pós-Crise:**
 - **Incapacidade de Prever/Explicar a Crise de 2008:** Em grande parte ignoraram o setor financeiro ou o modelaram simplisticamente, falhando assim em capturar mecanismos de amplificação e contágio financeiro.¹ Trichet: "Modelos macro falharam em prever a crise e pareciam incapazes de explicar o que estava acontecendo".²
 - **Pressupostos Irrealistas:** Expectativas racionais e pressupostos de agente representativo foram fortemente criticados por não refletirem o comportamento e a heterogeneidade do mundo real.¹ A "falácia da composição" é uma questão chave.¹
 - **Ajuste Empírico Pobre:** Frequentemente lutavam para explicar uma grande porção da dinâmica das variáveis macroeconômicas sem numerosos choques, muitas vezes não convincentes.³
 - **Papel Limitado para Moeda e Finanças:** Frequentemente tratavam a moeda como um véu ou adotavam a teoria dos fundos emprestáveis, negligenciando a criação endógena de moeda pelos bancos.¹
 - **Foco no Equilíbrio:** Dificuldade em modelar dinâmicas fora do equilíbrio, pontos de inflexão ou crises severas.¹ A log-linearização em torno de um estado estacionário era uma prática comum, impedindo grandes desvios.¹
- **Adaptações Pós-Crise:** Esforços para incorporar fricções financeiras, setores bancários e métodos de solução não lineares.¹ Exemplo: Gertler e Kiyotaki incorporando sistemas bancários e corridas aos bancos.⁴

A robustez à crítica de Lucas, reivindicada pelos modelos DSGE, é ela própria debatível, pois os "parâmetros profundos" (preferências, tecnologia) mostraram-se instáveis ou difíceis de identificar unicamente, e o comportamento dos agentes ainda pode mudar em resposta à política de maneiras não capturadas por parâmetros fixos. Os modelos DSGE ganharam tração em parte devido à sua alegação de serem robustos à crítica de Lucas porque modelam parâmetros "estruturais".³ A crítica de Lucas argumenta que os parâmetros de modelos econométricos de forma reduzida podem mudar com as mudanças no regime político.³ No entanto, evidências empíricas sugerem que mesmo os parâmetros supostamente "profundos" em modelos DSGE nem sempre são estáveis em diferentes regimes políticos ou períodos de tempo.³ Além disso, a suposição de que as regras de otimização dos agentes (as "microfundações") são invariantes a mudanças políticas é forte. Mudanças políticas significativas podem alterar o ambiente tão drasticamente que os agentes podem adotar regras de decisão ou heurísticas inteiramente novas, uma forma de reflexividade que modelos DSGE com estruturas de

otimização fixas podem não capturar. Isso implica que a solução do programa DSGE para a crítica de Lucas pode ser menos completa do que frequentemente retratada, e a busca por modelos verdadeiramente "invariantes à política" continua.

- **4.2. Modelos Novo-Keynesianos com Agentes Heterogêneos (HANK)**

- **Origens e Motivação:** Desenvolvidos como uma extensão dos modelos DSGE Novo-Keynesianos para incorporar heterogeneidade ex-post das famílias, principalmente em termos de renda e riqueza líquida, decorrente de risco idiossincrático não segurável.¹² Isso foi motivado pela observação empírica de altas PMCs entre muitas famílias e pelo desejo de estudar os efeitos distributivos das políticas.
- **Estrutura Fundamental:** Mantêm muitas características Novo-Keynesianas: preços/salários fixos, regras de política monetária e, frequentemente, expectativas racionais para variáveis agregadas. A principal inovação é substituir o consumidor representativo por uma distribuição de famílias heterogêneas enfrentando mercados incompletos.¹² Blocos de produção e política monetária são frequentemente semelhantes aos modelos RANK (Representative Agent New Keynesian).¹³
- **Características Chave e Implicações:**
 - **Transmissão Diferente da Política Monetária:** A política monetária afeta as famílias de forma diferente com base em suas posições de liquidez e riqueza. Efeitos indiretos de equilíbrio geral (por exemplo, sobre a renda do trabalho) tornam-se tão importantes quanto, ou mais importantes que, os efeitos diretos de substituição intertemporal para muitas famílias.¹³
 - **Altas Propensões Marginais a Consumir (PMCs):** Modelos HANK podem gerar PMCs agregadas empiricamente realistas, muito mais altas do que em modelos RANK, devido à presença de consumidores "hand-to-mouth" ou "wealthy hand-to-mouth".¹³
 - **Efeitos Distributivos da Política:** Permitem a análise de como as políticas monetárias e fiscais afetam a desigualdade de renda e riqueza.³
- **Pontos Fortes:** Setor familiar mais realista, melhor ajuste para microdados sobre consumo e poupança, capacidade de analisar consequências distributivas de choques e políticas.¹²
- **Limitações e Críticas:**
 - Ainda frequentemente dependem de expectativas racionais e conceitos de equilíbrio.
 - A representação do setor financeiro ainda pode ser relativamente simples em comparação com ABM-SFC.
 - A complexidade computacional é maior do que a DSGE, mas frequentemente gerenciada focando em distribuições de estado estacionário e dinâmicas linearizadas em torno delas para choques de política.¹²

- Alguns críticos veem os HANK como uma melhoria incremental ("HANKY-TANKY DSGEs") que não rompe fundamentalmente com o núcleo problemático dos DSGE, especialmente em relação à explicação de crises profundas ou incerteza fundamental.³ Embora incorporem heterogeneidade, o impacto nas regras ótimas de política pode ser moderado se o modelo for calibrado para corresponder à evidência agregada sobre a propagação de choques monetários.⁴⁷

Os modelos HANK representam uma tentativa de tornar a estrutura DSGE mais empiricamente relevante, abordando uma de suas fraquezas mais gritantes (o agente representativo). No entanto, ao reter outros pressupostos centrais DSGE/Novo-Keynesianos, eles ainda podem ter dificuldade em explicar fenômenos impulsionados por incerteza radical, dinâmicas financeiras complexas ou colapsos sistêmicos que não são bem aproximados pela análise de equilíbrio com choques. Os modelos HANK introduzem heterogeneidade, o que é um passo significativo em direção ao realismo.¹² Isso permite uma análise mais rica da transmissão da política monetária e dos efeitos distributivos.¹³ No entanto, muitos modelos HANK mantêm pressupostos como expectativas racionais (pelo menos para choques agregados) e focam em desvios em torno de um estado estacionário.¹² O lado da produção e os mercados financeiros são frequentemente Novo-Keynesianos padrão.¹³ A crise de 2008 foi caracterizada por incerteza Knightiana, colapsos no funcionamento do mercado e inadimplências em cascata – características que são difíceis de capturar em modelos que assumem que os agentes podem formar expectativas probabilísticas sobre todos os estados futuros e que os mercados tendem ao equilíbrio. Assim, embora os modelos HANK melhorem os DSGE em uma dimensão (heterogeneidade), eles podem herdar limitações em outras, particularmente em sua capacidade de modelar dinâmicas verdadeiramente "fora do equilíbrio" e crises financeiras sistêmicas desde o início, ao contrário do ABM-SFC, que é projetado para tais cenários.

- **4.3. Justaposição: Diferenças Chave em Pressupostos, Metodologia e Fundamentação Empírica**

A tabela a seguir oferece uma visão comparativa das três principais abordagens de modelagem macroeconômica discutidas:

Tabela 1: Visão Geral Comparativa dos Paradigmas de Modelagem Macroeconômica

Característica	DSGE	HANK	ABM-SFC
Comportamento do Agente	Otimizador (maximização de utilidade/lucro) ⁷	Otimizador (famílias), com restrições de liquidez ¹²	Racionalidade limitada, heurísticas, satisficing ²⁶
Heterogeneidade do Agente	Agente representativo ¹	Heterogeneidade de ex-post das famílias	Heterogeneidade extensiva (tipos,

		(renda, riqueza) ¹²	regras, informações) ²⁶
Formação de Expectativas	Racional, model-consistent ¹	Racional (frequentemente para agregados), model-consistent ¹²	Adaptativa, extrapolativa, baseada em regras, aprendizagem ²⁶
Conceito de Equilíbrio	Equilíbrio geral, estado estacionário ⁷	Foco no estado estacionário, desvios de equilíbrio ¹²	Dinâmicas fora do equilíbrio, ordem emergente, múltiplos equilíbrios possíveis ²⁶
Papel da Moeda & Finanças	Frequentemente neutra/véu, exógena, fricções financeiras adicionadas ¹	Fricções financeiras para famílias, pode ser simplificado para bancos ¹³	Moeda endógena, criação de crédito, modelagem explícita de bancos e mercados, risco sistêmico ¹
Microfundamentos	Otimização axiomática ⁷	Otimização axiomática para famílias heterogêneas ¹²	Comportamentos empiricamente fundamentados, racionalidade procedural ²⁶
Tratamento da Incerteza	Choques estocásticos com distribuições conhecidas ⁷	Choques estocásticos com distribuições conhecidas, risco idiossincrático ¹²	Incerteza fundamental/Knightiana, ambiguidade, surpresa ²⁶
Método de Solução	Analítico/linearização, solução numérica ¹	Solução numérica de distribuições, perturbação ¹²	Simulação computacional ²⁶

Principais Pontos Fortes	Consistência teórica (dada os pressupostos), análise de bem-estar ⁷	Realismo do setor familiar, análise distributiva, altas PMCs ¹²	Realismo comportamental, dinâmica complexa, instabilidade endógena, análise de políticas detalhada ¹
Principais Críticas	Pressupostos irrealistas, falha na crise de 2008, finanças simplificadas ¹	Complexidade, ainda ligado ao quadro DSGE, pode não capturar crises profundas ³	Validação, complexidade, risco de ad-hoc, custo computacional ⁴⁰
Aplicações Políticas Típicas	Política monetária em "tempos normais", análise de choques ⁷	Efeitos distributivos da política monetária/fiscal, PMCs ¹²	Risco sistêmico, política macroprudencial, crises financeiras, efeitos de heterogeneidade ²⁶

* **Discussão das Diferenças Chave:**

* **Natureza dos Agentes e Expectativas:** DSGE (racional, representativo), HANK (racional, famílias heterogêneas), ABM-SFC (racionalidade limitada, heterogêneos, agentes adaptativos/aprendizes).[1, 7, 12, 26]

* **Equilíbrio vs. Emergência:** DSGE/HANK tipicamente resolvem para um equilíbrio (ou desvios em torno dele).[7, 12] ABM-SFC foca em dinâmicas emergentes, frequentemente fora do equilíbrio, decorrentes das interações dos agentes.[26]

* **Papel e Complexidade das Finanças:** DSGE frequentemente muito estilizado; HANK pode adicionar algum detalhe financeiro para as famílias; ABM-SFC permite modelagem rica e explícita de instituições financeiras, mercados e ligações financeiras-reais consistentes com fluxos e estoques, crucial para analisar a instabilidade financeira.[1, 10, 18, 33]

* **Metodologia:** DSGE/HANK frequentemente dependem de soluções analíticas ou soluções numéricas de problemas de ponto fixo. ABM-SFC depende de simulação computacional.[1, 8, 26, 30]

* **Validação Empírica:** DSGE/HANK frequentemente calibrados ou estimados usando séries temporais agregadas. A validação ABM-SFC é mais diversa, incluindo replicação de fatos estilizados, calibração para dados micro e macro, e às vezes estudos de caso históricos; a validação robusta continua sendo um desafio.[1, 40, 41]

A escolha entre esses paradigmas frequentemente reflete um trade-off entre "pureza" teórica e tratabilidade (DSGE), realismo incremental (HANK) e riqueza/complexidade descritiva (ABM-SFC). Não existe um único modelo "melhor" para todos os propósitos; a escolha apropriada depende da questão de pesquisa. Modelos DSGE priorizam a consistência interna baseada em princípios de otimização microeconômica e frequentemente buscam tratabilidade analítica, mesmo ao custo de pressupostos simplificadores.⁷ Modelos HANK tentam aumentar o realismo dos DSGE incorporando heterogeneidade, o que melhora o ajuste empírico para certas questões (por exemplo, PMCs, efeitos distributivos), mas aumenta a complexidade.¹² Eles ainda operam em grande parte dentro de uma estrutura de equilíbrio. Modelos ABM-SFC priorizam a captura da complexidade, heterogeneidade e interações dinâmicas das economias do mundo real, frequentemente sacrificando a tratabilidade analítica pela simulação computacional e propriedades emergentes.¹ Portanto, se o objetivo é uma exploração teórica altamente estilizada da política ótima sob expectativas racionais, DSGE pode ser escolhido. Se a análise dos efeitos distributivos da política monetária dentro de uma estrutura Novo-Keynesiana é fundamental, HANK é adequado. Se o objetivo é entender o risco financeiro sistêmico, crises emergentes ou o impacto de diversas regras comportamentais, ABM-SFC oferece um conjunto de ferramentas mais apropriado.¹³ Isso destaca a importância do pluralismo metodológico.

5. Navegando na Crise Macroeconômica: Qual Paradigma é Mais Promissor?

A crise financeira de 2008 e suas consequências persistentes forçaram a macroeconomia a confrontar suas deficiências e buscar caminhos mais robustos e realistas. A avaliação de qual paradigma – ABM-SFC, DSGE ou HANK – é mais promissor para superar essa crise depende de sua capacidade de abordar as falhas fundamentais dos modelos pré-crise e de oferecer novas ferramentas para os desafios contemporâneos.

- **5.1. Abordando as Deficiências da Macroeconomia Pré-Crise**

As principais falhas da macroeconomia pré-crise incluíram a negligência do setor financeiro, a incapacidade de modelar o risco sistêmico, pressupostos comportamentais irrealistas (como o agente representativo e as expectativas racionais em sua forma mais forte) e um fraco poder preditivo para crises.¹ A crise evidenciou a necessidade de modelos capazes de lidar com não linearidades, loops de feedback complexos, heterogeneidade generalizada dos agentes e o papel da incerteza fundamental, em oposição ao risco probabilístico.

- **5.2. O Potencial dos Modelos ABM-SFC**

Os modelos ABM-SFC surgem como uma alternativa promissora devido a várias características intrínsecas:

* **Modelagem de Instabilidade Financeira, Risco Sistêmico e Dinâmicas Não Lineares:** A arquitetura ABM-SFC é inerentemente adequada para capturar o acúmulo de fragilidade financeira, ciclos de alavancagem e efeitos de contágio que caracterizam as crises financeiras. O componente SFC garante consistência financeira, enquanto o ABM permite comportamentos diversos dos agentes (por exemplo, euforia, pânico) e

interações que impulsionam essas dinâmicas.[1, 2, 10, 33, 43, 44] Eles podem gerar ciclos endógenos de "boom and bust".[26]

* **Análise de Efeitos Distributivos e Impactos Heterogêneos de Políticas:** A modelagem explícita de agentes heterogêneos permite uma análise granular de como choques econômicos e políticas afetam diferentes segmentos da população (por exemplo, grupos de renda, poupadores vs. devedores), o que é crucial para entender questões como o aumento da desigualdade e para desenhar políticas direcionadas.[26, 39]

* **Fornecimento de uma Estrutura para Análise "Fora do Equilíbrio":** Os modelos ABM-SFC não assumem que a economia está sempre em equilíbrio ou tendendo a ele. Eles podem simular transições, dependência de trajetória e desvios persistentes de equilíbrios nocionais, o que é mais realista para entender crises e mudanças estruturais.[26, 31]

* **Captura do Realismo Comportamental:** Ao incorporar racionalidade limitada, heurísticas e aprendizado adaptativo, os modelos ABM-SFC podem explorar as consequências de processos de tomada de decisão humana mais realistas do que modelos baseados em racionalidade perfeita.[26, 28, 29]

* **Flexibilidade para Experimentos de Política:** ABM-SFC fornece um "laboratório computacional" para explorar os efeitos de políticas inovadoras, incluindo regulações macroprudenciais, intervenções fiscais e políticas direcionadas a grupos específicos de agentes ou comportamentos.[1, 26, 43, 44] Bancos centrais estão usando cada vez mais ABMs para esses propósitos.[26, 44]

• 5.3. Limitações e Desafios Futuros para o Programa ABM-SFC

Apesar de seu potencial, o programa ABM-SFC enfrenta desafios significativos:

* **Validação Empírica e Calibração:** Este continua sendo um obstáculo significativo. Dado o grande número de parâmetros e pressupostos comportamentais, validar robustamente os modelos ABM-SFC contra dados empíricos e evitar "overfitting" ou explicações ad-hoc é desafiador.[40, 41, 45] A necessidade de "bons" ABMs com protocolos claros para validação é primordial.[24, 40]

* **Complexidade Computacional e Escalabilidade:** Simular modelos ABM-SFC de grande escala pode ser computacionalmente caro e demorado, limitando potencialmente o escopo da análise ou o número de experimentos de política que podem ser executados [[23] (contexto histórico), [30] (reconhece a necessidade de software eficiente)].

* **Coesão Teórica e Comparabilidade:** A diversidade de escolhas de modelagem dentro do "cinturão protetor" pode levar a uma proliferação de modelos que são difíceis de comparar ou sintetizar em uma estrutura teórica coesa.[40]

* **Comunicação e Aceitação:** Traduzir resultados complexos de simulação em aconselhamento político claro e obter maior aceitação dentro de uma profissão acostumada a modelos analíticos mais tratáveis pode ser desafiador.

* **Preocupações com "Caixa Preta":** Se as dinâmicas emergentes forem muito complexas, entender os mecanismos precisos que impulsionam os resultados pode ser difícil, levando a uma crítica de "caixa preta". A interpretabilidade do modelo é

fundamental [[49] (contexto de IA, mas relevante)].

- **5.4. Uma Avaliação Equilibrada da Promessa Mantida por ABM-SFC, DSGE e HANK**

Ao avaliar qual abordagem é mais promissora, é crucial considerar suas capacidades relativas para enfrentar as deficiências identificadas e os novos desafios.

* **DSGE:** Embora fortemente criticados, os modelos DSGE continuam a evoluir, incorporando mais fricções financeiras e não linearidades.[4, 5] Eles permanecem um benchmark para certos tipos de análise, particularmente quando a tratabilidade e a adesão aos princípios de otimização são priorizadas. No entanto, sua capacidade fundamental de explicar crises profundas ou incerteza radical permanece questionável.[3]

* **HANK:** Os modelos HANK oferecem uma melhoria significativa em relação aos DSGE ao incorporar heterogeneidade, tornando-os mais adequados para analisar efeitos distributivos e certos aspectos da transmissão de políticas.[12, 13, 14] No entanto, eles frequentemente mantêm estruturas de equilíbrio Novo-Keynesianas centrais e podem não capturar totalmente as dinâmicas complexas e fora do equilíbrio das crises financeiras ou o papel da incerteza fundamental.[3] Suas previsões para regras de política ótimas podem, às vezes, ser próximas dos modelos RANK se calibradas para evidências agregadas.[14, 47]

* **ABM-SFC:** Este paradigma parece mais promissor para enfrentar os desafios centrais destacados pela crise de 2008: entender o risco financeiro sistêmico, o papel de agentes heterogêneos interagindo, a geração endógena de crises e o impacto de intervenções políticas complexas como a regulação macroprudencial.[1, 10, 26, 33, 43, 44] Sua capacidade de modelar economias como sistemas adaptativos complexos oferece uma perspectiva fundamentalmente diferente. No entanto, deve superar desafios metodológicos significativos, particularmente em validação e padronização, para realizar seu pleno potencial.

A abordagem "mais promissora" pode envolver uma estratégia de "cavalos para percursos", mas para o desafio específico de entender e prevenir crises financeiras sistêmicas e suas consequências macroeconômicas (o cerne da "crise atual da macroeconomia" conforme definido pelo usuário), o ABM-SFC oferece um conjunto de ferramentas fundamentalmente mais equipado devido à sua capacidade inerente de modelar interações complexas, detalhes financeiros e dinâmicas fora do equilíbrio. A crise de 2008 foi primariamente uma crise *financeira* com graves consequências macroeconômicas.³ Modelos DSGE fundamentalmente lutaram com finanças.¹ Modelos HANK melhoram a heterogeneidade das famílias, mas não revolucionam necessariamente a modelagem de sistemas financeiros ou risco sistêmico da mesma forma que o ABM-SFC pode.¹³ Modelos ABM-SFC são construídos desde o início para integrar setores reais e financeiros com contabilidade rigorosa e podem incorporar

comportamentos complexos de agentes e interações que levam à instabilidade financeira.¹ Portanto, embora DSGE/HANK possam ser úteis para outras questões (por exemplo, análise de política monetária padrão em tempos "normais", impacto da heterogeneidade no consumo), para o problema específico de crises financeiras profundas e suas consequências, os compromissos ontológicos e metodológicos do ABM-SFC o tornam um ajuste mais natural e potencialmente mais perspicaz. O uso crescente de ABMs por bancos centrais para risco sistêmico e política macroprudencial apoia isso.²⁶

A "crise da macroeconomia" estende-se além da falha preditiva para uma crise de relevância para questões sociais prementes como desigualdade e mudanças climáticas. A flexibilidade e a abordagem bottom-up do ABM-SFC o tornam adaptável a esses desafios mais amplos, potencialmente mais do que modelos de equilíbrio mais restritos. Após 2008, há uma demanda crescente por modelos econômicos para abordar questões como o aumento da desigualdade e os impactos econômicos das mudanças climáticas.²⁶ A heterogeneidade inerente do ABM-SFC permite uma análise detalhada dos impactos distributivos de qualquer choque ou política.²⁶ A estrutura pode ser estendida para incluir fatores ambientais e sua interação com decisões econômicas, como visto na macroeconomia ecológica e modelos de avaliação integrada usando ABM-SFC.⁹ Embora os modelos DSGE/HANK possam ser aumentados, sua estrutura central (agente representativo ou formas específicas de heterogeneidade, foco no equilíbrio) pode ser menos naturalmente adequada aos impactos dependentes da trajetória, profundamente incertos e altamente heterogêneos associados a esses desafios complexos de longo prazo. A capacidade do ABM-SFC para modelar fenômenos emergentes e comportamento adaptativo em resposta a novas restrições ambientais ou sociais pode ser uma vantagem significativa.

6. Conclusão: Traçando Direções Futuras na Modelagem Macroeconômica

A jornada da macroeconomia desde a crise de 2008 tem sido marcada por uma intensa autoavaliação e uma busca por ferramentas analíticas mais robustas e realistas. A análise comparativa dos modelos ABM-SFC, DSGE e HANK, à luz dos desafios contemporâneos e da metodologia Lakatosiana, oferece insights valiosos sobre o caminho a seguir.

- **Recapitulando Forças e Fraquezas Comparativas**

Os modelos DSGE, apesar de sua evolução pós-crise para incorporar mais fricções, ainda lutam com seus pressupostos fundamentais de otimização e expectativas racionais quando confrontados com a complexidade da instabilidade financeira e da incerteza radical.³ Sua força reside na consistência teórica interna (dados os pressupostos) e na tratabilidade para certos problemas bem definidos. Os modelos HANK representam um avanço significativo ao introduzir a heterogeneidade das famílias, melhorando a análise dos efeitos distributivos e da transmissão da política monetária.¹² No entanto, ao manterem grande parte da superestrutura Novo-Keynesiana e o foco no equilíbrio, podem não ser a resposta completa para entender crises sistêmicas profundas ou dinâmicas radicalmente fora do equilíbrio.

Os modelos ABM-SFC, por outro lado, oferecem uma ruptura mais fundamental. Seu núcleo duro – consistência contábil rigorosa, integração real-financeira, heterogeneidade essencial, racionalidade limitada e dinâmica emergente – alinha-se bem com a

necessidade de capturar a complexidade e a instabilidade inerentes às economias modernas.¹ Sua capacidade de modelar endogenamente crises financeiras, analisar impactos distributivos detalhados e explorar cenários fora do equilíbrio os posiciona como uma ferramenta potencialmente poderosa para os desafios que definiram a crise da macroeconomia.

- **O Caminho a Seguir para o ABM-SFC**

Para que o programa ABM-SFC realize plenamente seu potencial e solidifique seu status progressivo, esforços contínuos são necessários em várias frentes:

* Metodologias Robustas de Validação Empírica e Benchmarking: Este é talvez o desafio mais crítico. O desenvolvimento de protocolos padronizados para calibração, validação e comparação de modelos é essencial para construir confiança e garantir que os modelos não sejam meros exercícios de "ajuste de curva".⁴⁰

* Desenvolvimento de Software e Plataformas Amigáveis: Reduzir as barreiras técnicas à entrada, através de ferramentas como o BeforeIT 30, pode democratizar o uso de ABM-SFC e acelerar a inovação.

* Maior Engajamento com Formuladores de Políticas: A demonstração do valor prático através de modelos relevantes para políticas e a comunicação clara dos resultados são cruciais para a adoção e o impacto no mundo real.²⁶

* Trabalho Teórico sobre Estruturas Comuns: Embora a flexibilidade seja uma força, o desenvolvimento de estruturas de modelo mais comuns ou princípios de design pode aumentar a comparabilidade e ajudar a construir um programa de pesquisa mais cumulativo.

- **O Papel do Pluralismo**

O futuro da macroeconomia provavelmente não reside em um único modelo "vencedor", mas em um conjunto de ferramentas mais diversificado, onde diferentes abordagens são reconhecidas por suas forças específicas para diferentes questões. A crise de 2008 demonstrou que nenhum modelo único tinha todas as respostas, e o paradigma DSGE dominante tinha pontos cegos significativos.² Diferentes modelos (DSGE, HANK, ABM-SFC, VARs, etc.) têm diferentes pontos fortes e são adequados para diferentes tipos de perguntas.¹³ Uma abordagem pluralista, onde os pesquisadores escolhem ferramentas apropriadas para o problema, é mais saudável para o progresso científico do que a adesão a um único paradigma dominante.³⁴

- **Reflexões Finais sobre o Avanço da Teoria e Política Macroeconômica**

A crise de 2008 sublinhou os perigos do monismo metodológico e a necessidade de abordagens que abracem a complexidade, o realismo financeiro e a heterogeneidade comportamental. Os modelos ABM-SFC, apesar de seus desafios, representam um passo significativo nessa direção. Sua capacidade de integrar microcomportamentos heterogêneos dentro de uma estrutura macroeconômica consistente, de gerar dinâmicas complexas e crises endógenas, e de servir como laboratórios para políticas inovadoras, oferece uma promessa considerável para uma ciência macroeconômica mais resiliente, relevante e capaz de enfrentar os desafios do século XXI. A direção da mudança impulsionada pela crise aponta para uma maior necessidade de modelos que possam

lidar melhor com as características que os DSGE negligenciaram: complexidade financeira, heterogeneidade, dinâmicas não lineares e incerteza fundamental. O ABM-SFC é um concorrente de peso no desenvolvimento dessas capacidades a partir de uma perspectiva bottom-up e estruturalmente consistente. Assim, embora o pluralismo seja fundamental, o "centro de gravidade" na modelagem macroeconômica pode se deslocar em direção a abordagens como ABM-SFC para certas questões críticas.

Referências citadas

1. Agent based-stock flow consistent macroeconomics: Towards a benchmark model, acessado em junho 6, 2025, <https://faculty.sites.iastate.edu/tesfatsi/archive/tesfatsi/ABMSFCMacroModelBenchmark.CainiEtAl2016.pdf>
2. Agent-Based Macroeconomic Modeling and Policy Analysis: The Eurace@Unibi Model, acessado em junho 6, 2025, <https://d-nb.info/1150851546/34>
3. The Standard Economic Paradigm is Based on Bad Modeling ..., acessado em junho 6, 2025, <https://www.ineteconomics.org/perspectives/blog/why-dsge-models-are-not-the-future-of-macroeconomics>
4. The Economic Model "Crisis" Has Changed - RIETI, acessado em junho 6, 2025, <https://www.rieti.go.jp/en/papers/contribution/kobayashi/68.html>
5. Estimating Macroeconomic Models of Financial Crises: An Endogenous Regime-Switching Approach - Federal Reserve Bank of New York, acessado em junho 6, 2025, https://www.newyorkfed.org/medialibrary/media/research/staff_reports/sr944.pdf?sc_lang=en
6. Facts and Challenges from the Great Recession for Forecasting and Macroeconomic Modeling - National Bureau of Economic Research, acessado em junho 6, 2025, https://www.nber.org/system/files/working_papers/w19469/w19469.pdf
7. Dynamic stochastic general equilibrium - Wikipedia, acessado em junho 6, 2025, https://en.wikipedia.org/wiki/Dynamic_stochastic_general_equilibrium
8. New Keynesian DSGE models - Jonathan Benchimol, acessado em junho 6, 2025, <http://www.jonathanbenchimol.com/data/teaching/essec-nkdsge/presentation.pdf>
9. Stock-flow Consistent Macroeconomic Models - Levy Economics Institute of Bard College, acessado em junho 6, 2025, <https://www.levyinstitute.org/publications/stock-flow-consistent-macroeconomic-models-a-survey/>
10. Stock-flow Consistent Macroeconomic Models: a Survey - Levy Institute, acessado em junho 6, 2025, https://www.levyinstitute.org/pubs/wp_891.pdf
11. Stock-flow Consistent ... - Levy Economics Institute of Bard College, acessado em junho 6, 2025, <https://www.levyinstitute.org/publications/stock-flow-consistent-macroeconomic-models-a-survey>

12. Fiscal and Monetary Policy with Heterogeneous Agents - Ludwig Straub, acessado em junho 6, 2025,
https://straub.scholars.harvard.edu/sites/g/files/omnuum7751/files/2025-04/annual_review_hank.pdf
13. What have we learned from HANK models, thus far? - Princeton University, acessado em junho 6, 2025,
https://violante.mycpanel.princeton.edu/Teaching/Sintra2021_Violante_v5.pdf
14. A comparison of monetary policy rules in a HANK model - EconStor, acessado em junho 6, 2025, <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/283325/1/technical-paper-2021-02.pdf>
15. endogeneidade da moeda e crises capitalistas na visão de steve keen - RI/UFBA, acessado em junho 6, 2025,
<https://repositorio.ufba.br/bitstream/ri/32108/1/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20endogeneidade%20da%20moeda%20e%20crises%20capitalistas.pdf>
16. Stock-flow consistent model - Wikipedia, acessado em junho 6, 2025,
https://en.wikipedia.org/wiki/Stock-flow_consistent_model
17. Tag Archives: stock flow coherent models - The Case For Concerted Action, acessado em junho 6, 2025, <https://www.concertedaction.com/tag/stock-flow-coherent-models/>
18. Everything You Always Wanted to Know About SFC Modelling* (*But ..., acessado em junho 6, 2025,
https://www.jcu.edu.au/_data/assets/pdf_file/0006/2002767/training_materials.pdf
19. Monetary Economics: An Integrated Approach to Credit, Money, Income, Production and Wealth - Amazon.com, acessado em junho 6, 2025,
<https://www.amazon.com/Monetary-Economics-Integrated-Approach-Production/dp/0230301843>
20. Monetary Economics: An Integrated Approach to Credit, Money, Income, Production, and Wealth, acessado em junho 6, 2025,
<https://www.levyinstitute.org/publications/monetary-economics-an-integrated-approach-to-credit-money-income-production-and-wealth/>
21. Three essays on open-economy Stock-Flow Consistent Models, acessado em junho 6, 2025,
https://etheses.whiterose.ac.uk/id/eprint/25736/3/Carnevali_Economics_PhD_2019.PDF.pdf
22. On the Design of Empirical Stock-Flow-Consistent Models - ResearchGate, acessado em junho 6, 2025,
https://www.researchgate.net/publication/330450103_On_the_Design_of_Empirical_Stock-Flow-Consistent_Models
23. Agent-based model - Wikipedia, acessado em junho 6, 2025,
https://en.wikipedia.org/wiki/Agent-based_model

24. Agent-Based Modeling: A Guide for Social Psychologists, acessado em junho 6, 2025, <https://www2.psych.ubc.ca/~schaller/528Readings/Jackson2017.pdf>
25. On-Line Guide for Newcomers to Agent-Based Modeling in the Social Sciences - Faculty Website Directory, acessado em junho 6, 2025, <https://faculty.sites.iastate.edu/tesfatsi/archive/tesfatsi/abmread.htm>
26. Agent Based Modelling Comes of Age | INET Oxford, acessado em junho 6, 2025, <https://www.inet.ox.ac.uk/news/agent-based-modelling-comes-of-age>
27. Agent-Based Modeling in Economics and Finance: Past, Present, and Future, acessado em junho 6, 2025, <https://www.aeaweb.org/articles?id=10.1257/jel.20221319&from=f>
28. Drawing on different disciplines: macroeconomic agent-based models - IDEAS/RePEc, acessado em junho 6, 2025, https://ideas.repec.org/a/spr/joevec/v29y2019i1d10.1007_s00191-018-0557-5.html
29. Bounded rationality - Wikipedia, acessado em junho 6, 2025, https://en.wikipedia.org/wiki/Bounded_rationality
30. BeforeIT.jl: High-Performance Agent-Based Macroeconomics Made Easy - arXiv, acessado em junho 6, 2025, <https://arxiv.org/html/2502.13267v1>
31. Agent-Based Macroeconomics, acessado em junho 6, 2025, <https://d-nb.info/1151638439/34>
32. The DSK-SFC stock-flow consistent agent-based integrated assessment model - EconStor, acessado em junho 6, 2025, <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/297164/1/2024-09.pdf>
33. An Empirical SFC Model of Real-Financial Cycles and Balance Sheet Dynamics for the Euro Area, acessado em junho 6, 2025, https://www.boeckler.de/pdf/v_2019_10_25_miess.pdf
34. Confirming Robinson's Statement? A Lakatosian Analysis of Keynes ..., acessado em junho 6, 2025, https://www.researchgate.net/publication/256054376_Confirming_Robinson's_Statement_A_Lakatosian_Analysis_of_Keynes_and_his_Immediate_Orthodoxy
35. Neo-Paleo-Keynesianism: A suggested definition — Roger E. A. ..., acessado em junho 6, 2025, <https://www.rogerfarmer.com/rogerfarmerblog/2014/01/i-am-neo-paleo-keynesian-there-has-been.html>
36. pmc.ncbi.nlm.nih.gov, acessado em junho 6, 2025, [https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9643948/#:~:text=Lakatos%20calls%20programmes%20which%20are,\)%20these%20predictions%20confirmed%20Fcorroborated.](https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9643948/#:~:text=Lakatos%20calls%20programmes%20which%20are,)%20these%20predictions%20confirmed%20Fcorroborated.)
37. Post-Keynesian economics - Wikipedia, acessado em junho 6, 2025, https://en.wikipedia.org/wiki/Post-Keynesian_economics

38. A Fast Ultimate Look at Post-Keynesian Macro Guide - Number Analytics, acessado em junho 6, 2025, <https://www.numberanalytics.com/blog/post-keynesian-macro-guide>
39. Growth, inequality, and declining business dynamism in a unified Schumpeter Mark I $\$+\$$ II model - Oxford Academic, acessado em junho 6, 2025, <https://academic.oup.com/icc/advance-article-pdf/doi/10.1093/icc/dtaf012/63179767/dtaf012.pdf>
40. Empirical Validation in Agent-Based Models - LEM, acessado em junho 6, 2025, https://www.lem.sssup.it/fagiolo/files/jena_slides_2.pdf
41. Empirical Validation: Agent-Based Computational Economics (Tsfatsion), acessado em junho 6, 2025, <https://faculty.sites.iastate.edu/tesfatsi/archive/tesfatsi/EmpValid.htm>
42. Endogenous growth and global divergence in a multi-country agent-based model | Request PDF - ResearchGate, acessado em junho 6, 2025, https://www.researchgate.net/publication/331106864_Endogenous_growth_and_global_divergence_in_a_multi-country_agent-based_model
43. How agent-based models powered by HPC are enabling large scale economic simulations, acessado em junho 6, 2025, <https://aws.amazon.com/blogs/hpc/how-agent-based-models-powered-by-hpc-are-enabling-large-scale-economic-simulations/>
44. Agent-based modeling at central banks: recent developments and new challenges, acessado em junho 6, 2025, <https://www.bankofengland.co.uk/-/media/boe/files/working-paper/2025/agent-based-modeling-at-central-banks-recent-developments-and-new-challenges.pdf>
45. Studying economic complexity with agent-based models: advances, challenges and future perspectives - ResearchGate, acessado em junho 6, 2025, https://www.researchgate.net/publication/386336598_Studying_economic_complexity_with_agent-based_models_advances_challenges_and_future_perspectives
46. acessado em dezembro 31, 1969, <https://www.inet.ox.ac.uk/news/agent-based-modelling-comes-of-age>
47. Optimal Policy Rules in HANK | MIT Economics, acessado em junho 6, 2025, https://economics.mit.edu/sites/default/files/2023-03/hank_optpol.pdf
48. (PDF) Post-Keynesian economics How to move forward, acessado em junho 6, 2025, https://www.researchgate.net/publication/46547395_Post-Keynesian_economics_How_to_move_forward

The complex pathway between amyloid β and cognition: implications for therapy | Request PDF - ResearchGate, acessado em junho 6, 2025, https://www.researchgate.net/publication/372354690_The_complex_pathway_between_amyloid_b_and_cognition_implications_for_therapy