

Workshop sobre Macroeconomia com Agentes Heterogêneos

Dados do Curso

Professor:	Tomás R. Martinez tomas.martinez@insper.edu.br
Carga Horária	20 horas (10 aulas)
Formato:	Híbrido

1 Professor

Tomás é professor assistente no Insper. Ele concluiu sua graduação em Economia pela Universidade Federal da Bahia em 2011, obtendo seu mestrado em Economia pela Universidad Carlos III de Madrid em 2015, e posteriormente, em 2019, completou seu doutorado na mesma instituição. Antes de se juntar ao Insper, Tomás foi professor adjunto na Universidade de Brasília e pesquisador pós-doutoral na Universitat Pompeu Fabra.

2 Objetivos e Descrição do Curso

O objetivo deste curso é proporcionar uma introdução aos modelos macroeconômicos com agentes heterogêneos ao nível da família, juntamente com os métodos computacionais empregados para a sua resolução. O curso terá uma abordagem prática, onde os participantes terão a oportunidade de explorar os conceitos teóricos por meio da resolução de modelos no computador.

O curso começará com uma revisão do modelo canônico com mercados incompletos em um estado estacionário. Nesse modelo, a distribuição de riqueza na economia é endógena, e choques econômicos individuais, como renda, emprego e saúde, tem fortes implicações no consumo das famílias/agentes. Posteriormente, serão abordados os métodos para a resolução do modelo canônico fora do estado estacionário. O restante do curso será dedicado aos modelos HANK (*Heterogeneous Agent New Keynesian*), onde a heterogeneidade de renda e riqueza das famílias interagem com a política monetária/rigidez nominal. Ao final, discutiremos brevemente alguns aspectos sobre a calibração e estimação dos parâmetros de interesse destes modelos.

No contexto dos métodos computacionais, serão abordados em detalhes os procedimentos para a resolução do equilíbrio do modelo canônico no estado estacionário. Isso inclui a discretização do espaço de estados, métodos globais para solucionar o problema das famílias e a iteração da distribuição endógena. Além disso, será enfatizado o método *Sequence-Space Jacobian* (Auclert et al., 2021) para a resolução fora do estado estacionário. Esse método, amplamente adotado na literatura mais recente, oferece a vantagem de contar com um pacote em Python, o que possibilita a resolução eficiente de modelos complexos em um curto espaço de tempo.

Durante o curso, os participantes terão a oportunidade de aplicar os conceitos aprendidos por meio de exercícios práticos. Serão fornecidos códigos e exercícios para auxiliar no processo de aprendizagem. O curso será oferecido em formato híbrido, permitindo que pesquisadores e servidores que não estejam baseados em Brasília possam participar de forma remota.

3 Pré-Requisito

O requisito mínimo para participação no curso é a conclusão de um curso inicial de Macroeconomia em nível de pós-graduação, abrangendo os seguintes tópicos: (i) modelo de crescimento neoclássico, (ii) programação dinâmica e (iii) cadeias de Markov. Recomenda-se ter noções básicas do modelo Novo-Keynesiano de 3 equações, como o apresentado no capítulo 3 do livro de Galí (2015).

No que diz respeito à programação, é altamente recomendável possuir uma familiaridade básica com Python e, especificamente, com operações vetoriais simples usando a biblioteca NumPy. Se você não possui experiência prévia com Python, NumPy ou o ambiente Jupyter Notebook, recomenda-se começar com o [QuatEcon](#). Os tópicos abordando NumPy, Matplotlib e SciPy serão particularmente úteis. Outra referência valiosa é o [Python Data Science Handbook](#).

Como preparação adicional, é altamente recomendado que os participantes realizem a “leitura recomendada” antes de cada aula, bem como revisem as notas de aula disponibilizadas.

4 Software e Linguagem de Programação

Existem várias linguagens que podem ser utilizadas para a resolução computacional desses modelos. Neste curso, optaremos pelo Python, por duas razões: (i) é uma escolha relativamente acessível para pesquisadores com experiência prévia em outras linguagens de programação, como MatLab, Julia, Fortran, entre outras; (ii) utilizaremos o pacote *Sequence-Space Jacobian*, que permite solucionar modelos complexos rapidamente.

Para participar do curso, é necessário ter acesso a um computador com Python 3.7 ou versão mais recente e realizar a instalação do pacote [Sequence-Space Jacobian](#).¹ A distribuição mais recente do [Anaconda](#) já inclui todos os pacotes essenciais para o funcionamento adequado do pacote *Sequence-space jacobian*, como NumPy, SciPy, Numba, entre outros. Embora não seja obrigatório, recomenda-se o uso do VScode como editor de código.

5 Conteúdo Programático

- **Aulas 1 e 2:** Revisão do modelo de Bewley-Huggett-Aiyagari-Imrohoroglu, teoria e métodos computacionais.

- Discretização do processo estocástico.
- Solução do problema de consumo e poupança; *Endogenous grid method*.
- Distribuição estacionária; Equilíbrio.

Leitura recomendada: [Ljungqvist and Sargent \(2012\)](#) - Cap. 16 e 17. **Referências adicionais:** [Aiyagari \(1994\)](#), [Huggett \(1993\)](#), [Guvenen \(2011\)](#), [Heathcote et al. \(2009\)](#), [Fella \(2014\)](#), [Kopecky and Suen \(2010\)](#), [Heer and Maussner \(2009\)](#), [Achdou et al. \(2022\)](#).

- **Aulas 3 e 4:** Dinâmicas de transição e choques agregados em modelos de agentes heterogêneos.
- Método de Krusell-Smith.
- Método de Reiter.
- Dinâmicas de transição após um “*MIT Shock*”.
- *Sequence-Space Jacobian*.

¹<https://github.com/shade-econ/sequence-jacobian>.

Leitura recomendada: [Auclert et al. \(2021\)](#), [Boppart et al. \(2018\)](#). **Referências adicionais:** [Krueger et al. \(2016\)](#), [Krusell and Smith \(1998\)](#), [Algan et al. \(2014\)](#), [Reiter \(2009\)](#), [Bayer and Luetticke \(2020\)](#), [Ahn et al. \(2017\)](#).

- **Aulas 5 e 6:** O modelo HANK. Política fiscal em modelos HANK.

- *Intertemporal marginal propensities to consume.*
- Rigidez de preços vs rigidez de salários.
- Política fiscal financiada via dívida e receita tributária.

Leitura recomendada: [Auclert et al. \(2023b\)](#). **Referências adicionais:** [Broer et al. \(2020\)](#), [Hagedorn et al. \(2019\)](#), [McKay and Reis \(2016\)](#). [Wolf \(2023\)](#), [Auclert et al. \(2023a\)](#).

- **Aulas 7 e 8:** Política monetária em modelos HANK.

- Efeitos diretos e indiretos.
- Distribuição do lucro de monopólio.
- *Forward guidance.*

Leitura recomendada: [Kaplan et al. \(2018\)](#). **Referências adicionais:** [Auclert \(2019\)](#), [McKay et al. \(2016\)](#), [McKay and Wolf \(2023\)](#).

- **Aula 9:** Exercícios, extensões e outras aplicações.

- Economia aberta.
- Fricções no mercado de trabalho.

Referências: [Auclert et al. \(2021\)](#), [Ravn and Sterk \(2021\)](#), [Luetticke \(2021\)](#), [Acharya et al. \(2023\)](#), [Cui and Sterk \(2021\)](#), [Broer et al. \(2021\)](#), [Guntin et al. \(2023\)](#).

- **Aula 10:** Calibração e estimação de modelos de agentes heterogêneos.

- Estimação e identificação do processo estocástico da renda.
- Calibração da distribuição de riqueza e da propensão marginal ao consumo.
- Estimação de modelos HANK.

Leitura recomendada: [Bayer et al. \(2023\)](#), [Kaplan and Violante \(2022\)](#), [Guvenen et al. \(2021\)](#). **Referências adicionais:** [Auclert et al. \(2020\)](#), [Nardi et al. \(2020\)](#), [Nakamura and Steinsson \(2018\)](#), [Kaplan and Violante \(2014\)](#), [Bayer et al. \(2019\)](#), [Blundell et al. \(2008\)](#), [Acharya et al. \(2023\)](#).

Plano de Aula

Aula 1	Revisão do Modelo Aiyagari
Aula 2	Métodos computacionais para solucionar o modelo Aiyagari
Aula 3	Além do estado estacionário: Krusell-Smith, Reiter, “MIT Shocks”
Aula 4	<i>Sequence-Space Jacobian</i> e exercícios
Aula 5	Modelo HANK básico e política fiscal
Aula 6	Exercícios computacionais
Aula 7	HANK e política monetária
Aula 8	Exercícios computacionais
Aula 9	Exercícios adicionais e outras aplicações do modelo HANK
Aula 10	Calibração e estimação de modelos de agentes heterogêneos

Referências

- Acharya, S., E. Challe, and K. Dogra (2023, 7). Optimal monetary policy according to hank. *American Economic Review* 113, 1741–1782.
- Acharya, S., W. Chen, M. D. Negro, K. Dogra, A. Gleich, S. Goyal, E. Matlin, D. Lee, R. Sarfati, and S. Sengupta (2023). Estimating hank for central banks.
- Achdou, Y., J. Han, J.-M. Lasry, P.-L. Lions, and B. Moll (2022). Income and wealth distribution in macroeconomics: A continuous-time approach. *Review of Economic Studies* 89, 45–86.
- Ahn, S., G. Kaplan, B. Moll, T. Winberry, and C. Wolf (2017). *When Inequality Matters for Macro and Macro Matters for Inequality*, pp. 1–75.
- Aiyagari, R. (1994). Uninsured idiosyncratic risk and aggregate savings. *Quarterly Journal of Economics* 109, 659–684.
- Algan, Y., O. Allais, W. J. D. Haan, and P. Rendahl (2014). *Solving and Simulating Models with Heterogeneous Agents and Aggregate Uncertainty*, Volume 3. Elsevier B.V.
- Auclert, A. (2019). Monetary policy and the redistribution channel. *American Economic Review* 109, 2333–2367.
- Auclert, A., B. Bardóczy, M. Rognlie, and L. Straub (2021). Using the sequence-space jacobian to solve and estimate heterogeneous-agent models. *Econometrica* 89, 2375–2408.
- Auclert, A., M. Rognlie, M. Souchier, and L. Straub (2021). Exchange rates and monetary policy with heterogeneous agents: Sizing up the real income channel.
- Auclert, A., M. Rognlie, and L. Straub (2020). Micro jumps, macro humps: Monetary policy and business cycles in an estimated hank model.
- Auclert, A., M. Rognlie, and L. Straub (2023a). Determinacy and existence in the sequence space.
- Auclert, A., M. Rognlie, and L. Straub (2023b). The intertemporal keynesian cross.
- Bayer, C., B. Born, and R. Luetticke (2023). Shocks, frictions, and inequality in us business cycles.
- Bayer, C. and R. Luetticke (2020). Solving discrete time heterogeneous agent models with aggregate risk and many idiosyncratic states by perturbation. *Quantitative Economics* 11, 1253–1288.
- Bayer, C., R. Luetticke, L. Pham-Dao, and V. Tjaden (2019). Precautionary savings, illiquid assets, and the aggregate consequences of shocks to household income risk. *Econometrica* 87, 255–290.
- Blundell, R., L. Pistaferri, and I. Preston (2008). Consumption inequality and partial insurance. *American Economic Review* 98, 1887–1921.
- Boppart, T., P. Krusell, and K. Mitman (2018). Exploiting mit shocks in heterogeneous-agent economies: the impulse response as a numerical derivative. *Journal of Economic Dynamics and Control* 89, 68–92.

- Broer, T., J. Druedahl, K. Harmenberg, and E. Öberg (2021). The unemployment-risk channel in business-cycle fluctuations.
- Broer, T., N.-J. H. Hansen, P. Krusell, and E. Öberg (2020). The new keynesian transmission mechanism: A heterogeneous-agent perspective. *The Review of Economics Studies* 87, 77–101.
- Cui, W. and V. Sterk (2021, 10). Quantitative easing with heterogeneous agents. *Journal of Monetary Economics* 123, 68–90.
- Fella, G. (2014). A generalized endogenous grid method for non-smooth and non-concave problems. *Review of Economic Dynamics* 17, 329–344.
- Galí, J. (2015). *Monetary Policy, Inflation, and the Business Cycle: An Introduction to the New Keynesian Framework and Its Applications Second edition*. Number 10495 in Economics Books. Princeton University Press.
- Guntin, R., P. Ottonello, and D. J. Perez (2023, 8). The micro anatomy of macro consumption adjustments. *American Economic Review* 113, 2201–2231.
- Guvenen, F. (2011). Macroeconomics with heterogeneity: A practical guide. *Economic Quarterly* 97, 255–326.
- Guvenen, F., F. Karahan, S. Ozkan, and J. Song (2021). What do data on millions of u.s. workers reveal about lifecycle earnings dynamics. *Econometrica* 89, 2303–2339.
- Hagedorn, M., I. Manovskii, and K. Mitman (2019). The fiscal multiplier.
- Heathcote, J., K. Storesletten, and G. L. Violante (2009). Quantitative macroeconomics with heterogeneous households. *Annual Review of Economics* 1, 319–354.
- Heer, B. and A. Maussner (2009). *Dynamic General Equilibrium Modeling*. Springer.
- Huggett, M. (1993). The risk-free rate in heterogeneous-agent incomplete-insurance economies. *Journal of Economic Dynamics and Control* 17, 953–969.
- Kaplan, G., B. Moll, and G. L. Violante (2018). Monetary policy according to hank. *American Economic Review* 108, 697–743.
- Kaplan, G. and G. L. Violante (2014). A model of the consumption response to fiscal stimulus payments. *Econometrica* 82, 1199–1239.
- Kaplan, G. and G. L. Violante (2022). The marginal propensity to consume in heterogeneous agent models. *Annual Review of Economics* 14, 747–75.
- Kopecky, K. A. and R. M. H. Suen (2010). Finite state markov-chain approximations to highly persistent processes. *Review of Economic Dynamics* 13, 701–714.
- Krueger, D., K. Mitman, and F. Perri (2016). *Macroeconomics and Household Heterogeneity* (1 ed.), Volume 2, pp. 843–921. Elsevier B.V.
- Krusell, P. and A. A. Smith (1998). Income and wealth heterogeneity in the macroeconomy. *Journal of Political Economy* 106, 867–896.
- Ljungqvist, L. and T. J. Sargent (2012, February). *Recursive Macroeconomic Theory, Third Edition*, Volume 1 of *MIT Press Books*. The MIT Press.

- Luetticke, R. (2021). Transmission of monetary policy with heterogeneity in household portfolios. *American Economic Journal: Macroeconomics* 13, 1–25.
- McKay, A., E. Nakamura, and J. Steinsson (2016). The power of forward guidance revisited. *American Economic Review* 106, 3133–3158.
- McKay, A. and R. Reis (2016). The role of automatic stabilizers in the u.s. business cycle. *Econometrica* 84, 141–194.
- Mckay, A. and C. K. Wolf (2023). Monetary policy and inequality. *Journal of Economic Perspectives* 37, 121–144.
- Nakamura, E. and J. Steinsson (2018). Identification in macroeconomics. *Journal of Economic Perspectives* 32, 59–86.
- Nardi, M. D., G. Fella, and G. Paz-Pardo (2020). Nonlinear household earnings dynamics, self-insurance, and welfare. *Journal of the European Economic Association* 18, 890–926.
- Ravn, M. O. and V. Sterk (2021). Macroeconomic fluctuations with hank and sam: An analytical approach. *Journal of the European Economic Association* 19, 1162–1202.
- Reiter, M. (2009). Solving heterogeneous-agent models by projection and perturbation. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 649–665.
- Wolf, C. K. (2023). Interest rate cuts vs. stimulus payments: An equivalence result.