

II CONGRESSO DO CONHECIMENTO

**EMPREENDEDORISMO, STARTUPS, EMPRESA,
TRIBUTAÇÃO E TRABALHO**

E55

Empreendedorismo, startups, empresa, tributação e trabalho [Recurso eletrônico on-line]
organização II Congresso do Conhecimento – Belo Horizonte;

Coordenadores: Aline Almeida da Silva Oliveira, Renato Campos Andrade e Rogério
Márcio Fonseca Vieira – Belo Horizonte, 2019.

Inclui bibliografia

ISBN: 978-85-5505-881-3

Modo de acesso: www.conpedi.org.br em publicações

Tema: Empreendedorismo e inovação

1. Conhecimento. 2. Empreendedorismo. 3. Inovação. I. II Congresso do Conhecimento
(1:2019 : Belo Horizonte, BH).

CDU: 34



II CONGRESSO DO CONHECIMENTO

EMPREENDEDORISMO, STARTUPS, EMPRESA, TRIBUTAÇÃO E TRABALHO

Apresentação

É com imensa satisfação que apresentamos os trabalhos científicos incluídos nesta publicação. Eles foram apresentados durante a programação do II Congresso do Conhecimento, nos dias 11 a 14 de setembro de 2019, em Belo Horizonte-MG. O evento proporcionou importante debate sobre a educação na era tecnológica como um dos grandes desafios enfrentados pelos profissionais do século XXI. A temática se coloca em evidência no ensino superior, em que as metodologias tradicionais ainda ocupam lugar importante nas salas de aula, contrastando com o perfil do aluno cada vez mais jovem e conectado.

Como vencer esse desafio e construir um ensino superior de excelência e que atenda às necessidades impostas pela tecnologia? A busca por esta resposta foi o que motivou a primeira edição do Congresso do Conhecimento, no ano de 2017. A temática específica escolhida para a segunda edição do evento, neste ano, foi empreendedorismo e inovação. A partir do tema, o congresso buscou debater questões como empreendedorismo de carreira, programação neurolinguística, empreendedorismo social, inteligência artificial, dentre outros temas. Além das palestras e oficinas, a segunda edição do Congresso contou também com a participação mais ativa dos congressistas, que puderam submeter trabalhos científicos para apresentação em oito grupos temáticos.

O II Congresso do Conhecimento foi uma realização conjunta da Dom Helder - Escola de Direito e da EMGE – Escola de Engenharia, tendo como apoiadores o Conselho Nacional de Pesquisa e Pós-graduação em Direito (CONPEDI), a Secretaria de Educação do Governo do Estado de Minas Gerais, a Neo Ventures, o SEBRAE, a Cozinha Vitrine e a Estrutura da Mente.

A apresentação dos trabalhos abriu caminho para uma importante discussão, em que os pesquisadores, oriundos de cinco Estados diferentes da Federação, puderam interagir em torno de questões teóricas e práticas, levando-se em consideração a temática central de cada grupo. Foram debatidos os desafios que as linhas de pesquisa enfrentam no momento e sua relação com a tecnologia e o tema geral do evento.

Na coletânea que agora vem a público, encontram-se os resultados de pesquisas desenvolvidas em diversas instituições de nível superior, notadamente as pesquisas oriundas

dos programas de iniciação científica, isto é, trabalhos realizados por graduandos em Direito e seus orientadores. Os trabalhos foram rigorosamente selecionados, por meio de dupla avaliação cega por pares no sistema eletrônico desenvolvido pelo CONPEDI. Desta forma, estão inseridos no universo das 75 (setenta e cinco) pesquisas do evento ora publicadas, que guardam sintonia direta com este Grupo de Trabalho.

Agradecemos a todos os pesquisadores pela sua inestimável colaboração e desejamos uma ótima e proveitosa leitura!

MODELO BASEADO EM AGENTES APLICADO À ANÁLISE DA TOMADA DE DECISÃO NO SISTEMA JUDICIÁRIO BRASILEIRO

AGENT-BASED MODEL APPLIED TO THE DECISION-MAKING ANALYSIS OF THE BRAZILIAN LEGAL SYSTEM

Fischer Stefan Meira ¹
Pedro Henrique Esteves Freitas ²

Resumo

Modelos que consideram aspectos comportamentais relativos à tomada de decisão de agentes têm atraído um crescente interesse em diversas áreas das ciências exatas, ciências biológicas, ciências sociais etc. Resultados de Modelos Baseados em Agentes (ABM) indicam que a maioria das características observadas na complexidade das interações podem ser reproduzidas por meio de simulações. Neste resumo expandido são mencionadas as principais características e aplicações de sistemas complexos, ABM e levantadas considerações e potenciais aplicações para a construção de um modelo que simule o Sistema Jurídico Brasileiro.

Palavras-chave: Modelo baseado em agentes, Sistemas complexos, Sistema judiciário brasileiro

Abstract/Resumen/Résumé

Models which consider of the decision-making of the agents have attracted researchers of the different areas of study such as Exact Sciences, Biological Sciences, Social Sciences, etc. Results from Agent-Based Model (ABM) indicate that most of the characteristics observed in the complexity of the interactions among agents can be reproduced through simulations. This expanded summary mentions the main features and applications of the complex systems and ABM. It brings up consideration and potential applications in order to build up a model which is able to simulating the main features from the Brazilian Legal System.

Keywords/Palabras-claves/Mots-clés: Agent-based model, Complex systems, Brazilian legal system

¹ Doutorado e mestrado (CEFET-MG) - Modelagem Matemática e Computacional (Econofísica). Especialização em Cálculo Avançado (PUC-MG). Graduado em Matemática (UNI-BH). Ex-professor: University of South Australia e Adelaide University. Professor na EMGE.

² Advogado. Graduado em Direito (ESDHC). Especialista em Ciências Criminais (Estácio). Graduado em Biologia (PUC-MG). Co-Fundador Lawtech JuntaMais. Atuação em direito empresarial com foco em startups, tecnologia e inovação.

1 Introdução

Nas últimas décadas, estudos interdisciplinares convergiram para desenvolvimento de um campo de pesquisa que tem como objeto as relações e interações entre indivíduos e seus impactos na tomada de decisão, que repercutem diretamente em todo o sistema.

Neste sentido, esta área de pesquisa integra conhecimentos sobre economia, mecânica estatística, computação, matemática, ciências sociais e psicologia a fim descrever o atual comportamento da sociedade e/ou empresas e seus reflexos [1, 2, 3].

Assim, o uso de ferramentas da física estatística, como análise fractal, computação e modelos baseados em agentes têm sido úteis para aumentar nossa compreensão sobre a complexidade do sistema [4, 5]. Em particular, o sistema jurídico brasileiro é composto por diversos agentes tomadores de decisão, que interagem entre si, sem controlador central, cuja complexidade do sistema pode emergir impactando na vida da sociedade.

2 Sistemas Complexos

Tornou-se tendência nas mais diversas áreas, tais como biologia, medicina e computação, aplicações da física estatística no intuito de modelar e entender fenômenos intrínsecos que apresentam comportamentos de ordem e desordem e a transição de fase entre estes polos. A formação espontânea de uma linguagem comum ou a emergência de consenso sobre um determinado assunto são exemplos de fenômenos estudados [6, 7].

O comportamento de um indivíduo é estudado na tentativa de entender sua correlação com efeitos extremos na sociedade. E o estudo das regularidades em grande-escala (efeito coletivo das interações entre indivíduos) não é uma tarefa fácil.

Podemos inferir que ordem em dinâmica social é percebida como consenso ou uniformidade, enquanto desordem presume-se ser um tipo de fragmentação de conceitos ou não concordância (desacordo social). A título de exemplo, uma decisão de efeitos vinculantes do Supremo Tribunal Federal tende a levar o sistema ao consenso e decisões isoladas, dissenso. Interessante pensar como interações sociais entre indivíduos (agentes) criam ordem a partir de uma desordem inicial.

O grande desafio dos físicos é considerar o comportamento de cada indivíduo em um sistema, parâmetro que não se consegue quantificar. Ainda, questiona-se: mesmo que se conheça um indivíduo em um sistema social, é possível prever o efeito coletivo resultante da atuação deste indivíduo neste sistema?

Detalhar o comportamento de cada indivíduo é por si só complexo, pois comportamento traz consigo subjetividade o que aumenta o grau de complexidade deste

sistema. Até o presente, não se conhece a natureza desta dinâmica (comportamento) e nem como resultam suas interações com outros indivíduos [8, 9]. Neste sentido, há dois tópicos que exigem atenção e avaliação para uma ideal análise física: (i) definir modelos microscópicos que considerem tal sensibilidade psicológica; (ii) inferir, a partir de modelos microscópicos, uma teoria para uma dinâmica macroscópica de tais modelos [4, 6, 7, 10, 11].

Um dos fenômenos mais intrigantes no comportamento dos agentes do mercado de capitais é o pânico. Interpretado como um comportamento emergente, interações entre diversos agentes trazem à tona dinâmica de larga-escala (comportamento social coletivo) sem necessidade de forças externas, gerando padrões de comportamento do próprio sistema. Evidências empíricas sugerem que eventos externos – notícias, por exemplo – não são as únicas fontes para pânico no mercado [12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19]. Este comportamento emergente de um sistema de agentes no mercado financeiro é um exemplo contundente de que pressupostos estatísticos e otimização baseada em média – tentativa de homogeneizar os indivíduos (agentes) – não se aplica. No campo jurídico, decisões que envolvem deferimento ou indeferimento de medicamentos de elevado valor, por exemplo, indicam a não aplicabilidade das referidas ferramentas de homogeneização de indivíduos para auxílio na tomada de decisões.

Percebemos claramente que padrões psicológicos completamente diferentes culminam em uma mesma tomada de decisão provocando um senso comum nesta coletividade de agentes. Aqui se aplica a teoria de complexidade, onde pelo menos um parâmetro visto em diferentes escalas (níveis de resolução) aponta para uma particular característica. Definimos assim o perfil de complexidade como a quantidade de informação necessária para representar um sistema como função da escala.

De uma forma geral, podemos enunciar que um sistema complexo é constituído de muitos agentes que se interagem, não tendo um controlador central. Cada agente toma uma decisão independente, podendo levar o sistema para um caos ou para um cenário de auto-organização. Estes quadros são imprevisíveis a partir do comportamento de cada agente. Os efeitos extremos desta coletividade são chamados propriedades emergentes, ou seja, um comportamento que emerge da dinâmica do sistema que não se podia prever.

Em suma, é possível afirmar que os sistemas complexos [20]: (i) consistem em um grande número de agentes interagindo; (ii) não apresentam um controlador central; (iii) exibem características emergentes, isto é, um comportamento coletivo de auto-organização que é difícil de antecipar, considerando o conhecimento prévio do comportamento dos agentes; (iv) não possuem comportamento emergente decorrente de um controlador central.

Apesar de existirem muitas outras medidas de complexidade, todas elas apresentam características comuns, possuem limitações práticas e teóricas [4] e estão, ainda, longe de caracterizarem sistemas do mundo real. No entanto, todas estas metodologias de medida de complexidade concordam com a definição, proposta por Boccara, de sistemas complexos.

3 Modelagem Baseada em Agentes

O ABM (*Agent Based Modeling*), é uma técnica computacional que simula decisões tomadas por um número de agentes que interagem entre si através de regras pré-determinadas. A comunidade científica tem dedicado inúmeros estudos em diversas áreas, como ciências sociais, economia, endemias, neurociência, tecnologia da informação etc., a fim de entender fenômenos da natureza, interações sociais, fluxo de informações, bolhas e *crash* no mercado financeiro, espalhamento de doenças e outros [9, 16, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29].

Através de execução de programas, tais como autômatos celulares, rotinas podem ser implementadas para considerar comportamentos dos agentes e regras a serem seguidas. Deste modo, tornam-se mais fáceis identificar as interações dos agentes e observar o comportamento do sistema em passos discretos de tempo. Simulações baseadas em agentes podem lidar muito melhor com comportamentos não-lineares. Segundo Eric Bonabeau, os benefícios de um ABM em relação às técnicas convencionais podem ser vistos como [9]: (i) apresenta condição de reproduzir fenômenos emergentes; (ii) fornece uma descrição natural de um sistema (todas as variáveis em questão); (iii) flexibilidade de parametrizar. Ou seja, frente aos modelos baseados em equações diferenciais, por exemplo, consegue-se estudar parâmetros, alterar a quantidade de agentes e/ou suas regras de interações e observar efeitos extremos resultantes das interações entre os indivíduos.

Autômatos Celulares (CA's) são idealizações matemáticas de sistemas físicos nas quais espaço e tempo são discretos e quantidades físicas são tomadas em um conjunto finito de valores discretos. O estado de um autômato celular é completamente especificado pelos valores das variáveis em cada sítio. Um autômato se desenvolve em passos de tempo discretos, com os valores da variável em um sítio sendo afetado pelos valores das variáveis em sua vizinhança no passo de tempo anterior. As variáveis em cada sítio são atualizadas simultaneamente, ou seja, de modo síncrono considerando os valores das variáveis em sua vizinhança no passo de tempo precedente e o conjunto de regras locais [30, 31]. Essas regras podem ser determinísticas ou probabilísticas.

Pessoas comuns frequentemente agem impulsivamente, receosamente e sobre pressão – no direito, como exemplo, temos a influência midiática nas decisões judiciais – o que cria

uma não-linearidade para o sistema e insere um alto grau de complexidade cujos modelos que sugerem estado de equilíbrio não conseguem tratar. Modelos baseado em agentes apresentam um método para modelar, por exemplo, o mercado financeiro, considerando os aspectos psicológicos dos investidores e tratando o sistema como um sistema complexo [32, 33, 34, 35,36].

4 Considerações Sobre um Modelo Jurídico

Considerando as potencialidades do modelo acima citado, levanta-se aqui algumas de suas possíveis aplicações para o sistema jurídico brasileiro. Há vários agentes tomadores de decisão, como magistrados, câmaras, tribunais, membros do Ministério Público ou Defensoria Pública, delegados, e são todos agentes que detém autonomia funcional. Muito embora precisem fundamentar todas suas decisões, há uma razoável margem de discricionariedade. Ainda, são vários agentes que interagem entre si, tomando decisões que influenciam o sistema sem que haja um controlador central, o que pode provocar uma não linearidade no sistema

A construção de um modelo que simule o poder judiciário viabiliza a variação de seus parâmetros e a observação da reação do sistema, que pode gerar um efeito emergente. Destarte, é possível prever situações indesejadas e investir em sua prevenção e, ainda, estudar as formas de prevenção mais eficientes e adequadas com base nas respostas do sistema simulado. Este modelo não se limita a evitar situações indesejáveis, mas também simular um o cenário que se aproxime da realidade e possibilite estudos para o aumento da eficiência, segurança jurídica, isonomia e justiça, de uma forma geral.

Importante ressaltar que a tentativa de modelar todos os detalhes de um problema real pode conduzir para resultados de simulação em que não se consegue saber qual variável influencia outra ou o sistema. Sugere-se, neste modelo proposto, introduzir, passo-a-passo, um grau de complexidade para se conseguir extrair informações úteis, através de simulação, que norteiem as tomadas de decisão e a influencia na dinâmica do judiciário.

Será feito um recorte de um segmento da jurisdição brasileira e este dissecado para identificação de suas propriedades fundamentais e interações microscópicas, de tal forma que a dinâmica simulada possa ser aplicada de forma macro, simulando o sistema real.

5 Considerações Finais

Diversos estudos e aplicações sobre modelos baseado em agentes nos dão uma noção de como a ciência tem se desenvolvido no sentido de tentar entender fenômenos complexos [4, 19, 22, 27, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44], campo que levou muito entendimento e avanços para

as mais diversas áreas, como nas ciências sociais e ciências exatas, e, assim, com bastante potencial para trazer esclarecimentos e tentativas de soluções ao sistema jurídico brasileiro.

6 Agradecimentos

Agradecemos à Escola Superior Dom Helder Câmara – ESDHC e à Escola de Engenharia de Minas Gerais – EMGE pelo suporte à pesquisa neste tema relevante para Ciência e aos professores Maria Flavia C. Máximo e Rogério M.F. Vieira pelas valiosas contribuições ao Grupo de Pesquisa neste mesmo campo de estudo.

7 Referências Bibliográficas

- [1] Amos Tversky and Daniel Kahneman. The framing of decisions and the psychology of choice. *Science*, 211:453–458, jan 1981.
- [2] Michael Havbro Faber and Rüdiger Rackwitz. Sustainable decision making in civil engineering. *Structural Engineering International*, 14(3):237–242, 2004.
- [3] Mingming Wang, Chris Sweetapple, Guangtao Fu, Raziye Farmani, and David Butler. A framework to support decision making in the selection of sustainable drainage system design alternatives. *Journal of Environmental Management*, 01:145 – 152, 2017.
- [4] Melanie Mitchell. *Complexity: A Guided Tour*. Oxford University Press, Inc., New York, NY, USA, 2009.
- [5] J. R. Mihelcic, J. C. Crittenden, and Small M. J. Sustainability science and engineering. *Environmental Science and Technology*, 37(23):5314–5324, 2003.
- [6] M. Buchanan. *The social atom: Why the rich get richer, cheaters get caught, and your neighbor usually looks like you*. Bloomsbury, 2007.
- [7] Yaneer Bar-Yam. *Dynamics Of Complex Systems (Studies in Nonlinearity)*. Westview Press, jul 2003.
- [8] Martin J Pring. *Investment psychology explained: Classic strategies to beat the markets*. John Wiley & Sons, 1995.
- [9] Eric Bonabeau. Agent-based modeling: Methods and techniques for simulating human systems. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 99(suppl 3):7280–7287, 2002.
- [10] Yaneer Bar-Yam. From big data to important information. arXiv:1604.00976 [physics.soc-ph], April 2016.
- [11] Seth Lloyd. Measures of complexity: a nonexhaustive list. *IEEE Control Systems Magazine*, 21(4):7–8, 2001.
- [12] Y. Malevergne *, V. Pisarenko, and D. Sornette. Empirical distributions of stock returns: between the stretched exponential and the power law? *Quantitative Finance*, 5(4):379–401, 2005.
- [13] D. Sornette. Endogenous versus exogenous origins of crises. Dec 2004.
- [14] Didier Sornette. *Why Stock Markets Crash - Critical Events in Complex Financial Systems*. Princeton University Press, 2003.
- [15] Thomas Lux. The socio-economic dynamics of speculative markets: interacting agents, chaos, and the fat tails of return distributions. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 33(2):143 – 165, 1998.
- [16.18] T. Lux and M. Marchesi. Scaling and criticality in a stochastic multi-agent model of a financial market. *Nature*, 397:498–500, 1999.
- [17.19] T. Lux. *Applications of statistical physics in finance and economics*. 2009.
- [18.20] Rosario N. Mantegna and H. Eugene Stanley. *An Introduction to Econophysics: Correlations and Complexity in Finance*. Cambridge University Press, 0 edition, nov 1999.
- [19] A. Kirman. *Complex Economics: Individual and Collective Rationality*. Routledge, 2010.
- [20] Nino Boccara. *Modeling complex systems*. Springer Science & Business Media, 2010.
- [21] Ling Feng, Baowen Li, Boris Podobnik, Tobias Preis, and H. Eugene Stanley. Linking agent-based models and stochastic models of financial markets. *109(22):8388–8393*, 2012.
- [22] Tanya Araújo and Francisco Louçã. Modeling a multi-agents system as a network. *International Journal of Agent Technologies and Systems*, 1:17–29, 2009.
- [23] Blake le Baron. IN: *Handbook of Computational Economics*. L. Tesfatsion and K. Judd eds., chapter Agent-based Computational Finance, pages 1187–1232. North-Holland, 2006.
- [24] Estimation of an agent-based model of investor sentiment formation in financial markets. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 36(8):1284 – 1302, 2012.
- [25] Damien Challet, Matteo Marsili, and Yi-Cheng Zhang. *Minority Games: Interacting agents in financial markets*. Oxford University Press, 2004.
- [26] N. F. Johnson, D. Lamper, P. Jefferies, M. L. Hart, and S. Howison. Application of multi-agent games to the prediction of financial time series. *Physica A*, 299:222, 2001.
- [27] B. LeBaron. Agent-based computational finance: Suggested readings and early research. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 24(5-7):679–702, 2000.
- [28] Dirk Helbing. Agent-based modeling. In *Social self-organization*, pages 25–70. Springer, 2012.
- [29] J. Doyne Farmer1 and Duncan Foley. The economy needs agent-based modelling. *Nature*, 460:685–686, 2009.
- [30] Stephen Wolfram. Statistical mechanics of cellular automata. *Reviews of Modern Physics*, 55(3/4), jul 1983.
- [31] F.M. Stefan. *Influência da morfologia da rede de investidores no modelo comportamental para o mercado de ações*. Master’s thesis, August 2013.
- [32] Yi-mingWei et al. The cellular automaton model of investment behavior in the stock market. *Physica A*, 325:507–516, sep 2003.
- [33] L. Bakker, W. Hare, and H. Khosravi. A social network model of investment behavior in the stock market. *Physica A*, 389:1223–1229, 2009.
- [34] Ying Fan et al. The effect of investor psychology on the complexity of stock market: An analysis based on cellular automaton model. *Computers & Industrial Engineering*, 56:63–69, 2009.
- [35] A. P. F. Atman and Bruna Amin Goncalves. Influence of the investor’s behavior on the complexity of the stock market. *Brazilian Journal of Physics*, 42:137–145, 2012.
- [36] F. M. Stefan and A. P. F. Atman. Is there any connection between the network morphology and the fluctuations of the stock market index? *PHYSICA A-Statistical Mechanics and its Applications*, 419:630–641, 2015.
- [37] D.L. Turcotte. Self-organized criticality. *Report on Progress in Physics*, 62(10):1377–1429, 1999.
- [38] S.G. Abaimov, D.L. Turcotte, R. Shcherbakov, and J.B. Rundle. Recurrence and interoccurrence behavior of self-organized complex phenomena. *14(4):455–464*, 2007.
- [39] J. Von Neumann. *Theory of self-reproducing automata*. 1966.
- [40] Stephen Wolfram. Universality and complexity in cellular automata. *Physica D*, pages 1–35, 1984.
- [41] StephenWolfram. *Theory and Applications of Cellular Automata*. World Scientific, 1986.
- [42] P. Bak. *How nature works: the science of self-organized criticality*. Copernicus Series. Copernicus, 1996.
- [43] S. N. Dorogovtsev, A. V. Goltsev, and J. F. F. Mendes. Critical phenomena in complex networks. *Review Modern Physics*, 80:1275, 2008.
- [44] Blake le Baron and Ryuichi Yamamoto. The impact of imitation on long-memory in an order driven market. *Eastern Economic Journal*, 34:504–517, 2008.