

## Otimização aplicada ao risco bancário

Hugo Luiz Zanotto Alves<sup>1</sup>

Programa de Pós-graduação em Biometria, Instituto de Biociências - UNESP, Botucatu, SP

Camila de Lima<sup>2</sup>

Programa de Pós-graduação em Biometria, Instituto de Biociências - UNESP, Botucatu, SP

Daniela Renata Cantane<sup>3</sup>

Instituto de Biociências - UNESP, Botucatu, SP

Os bancos operam em uma rede complexa pois estão interligados por empréstimos, empréstimos de curtíssimo prazo (1 dia) e operações comerciais. Um banco estará mais exposto quanto mais empréstimos tiver realizado e menores montantes mantiver em caixa disponível para os saques diários de seus clientes. Esta interligação faz com que as dificuldades enfrentadas por um banco possam afetar os demais, caso não haja intervenção do Banco Central. Uma vez que um banco decreta falência, outros bancos que estejam interligados a ele por operações comerciais e empréstimos também estarão sujeitos à falência. E assim, uma sucessão de falências pode ocorrer, provocando um colapso no sistema financeiro, atingindo todas as suas instituições e gerando uma crise sistêmica. Desta forma, estudos vêm sendo desenvolvidos nesta área com o intuito de analisar a propagação de crises financeiras e maneiras para tentar reduzi-las e ainda prevê-las, tais como [2, 5–7].

Este trabalho utiliza um modelo matemático epidemiológico para analisar comportamento de crises bancárias que possuem origem em um determinado país e são propagadas para outros países atingindo proporções mundiais. O modelo matemático epidemiológico SIR empregado permite simular a dinâmica da crise separando os países em três estados: suscetíveis (S), infectados (I) e recuperados (R), em cada instante de tempo, além de prever a extensão da crise. Os parâmetros do modelo para cada país envolvido são obtidos da literatura e a crise segue uma dinâmica diferente dependendo do país de origem. Considerada a possibilidade de uma crise sistêmica, o Banco Central deve intervir nos bancos com problemas financeiros. Esta tarefa pode ser modelada como um problema de controle ótimo inserindo uma variável de controle do Banco Central no modelo SIR e uma função objetivo, custo do Banco Central, que deve ser minimizada, incluindo a quantidade de infectados.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho é investigar um modelo de otimização aplicado ao risco bancário proposto por [3, 4]. Os autores não resolveram o problema na sua formulação original, mas sim uma aproximação linear do mesmo. Este trabalho propõe uma nova abordagem para a função objetivo envolvida no modelo, assim como sua resolução utilizando um método heurístico Busca em Vizinhança Variável (*Variable Neighbourhood Search - VNS*) para problema de otimização [1]. Vários cenários são simulados com a crise se iniciando em países distintos. Além disso, são apresentadas simulações sem a utilização de controle, utilizando controle fixo e controle variável para cada instante de tempo determinado.

Resultados computacionais indicam que, quanto maior a taxa de contágio de um banco em relação à sua taxa de recuperação, menos tempo levará para que a quantidade máxima de bancos infectados seja atingida. O inverso também ocorre e concluímos que estes países não necessitam de

---

<sup>1</sup>hugo.zanotto@unesp.br

<sup>2</sup>cla.silva@unesp.br

<sup>3</sup>daniela.cantane@unesp.br

intervenção externa, visto que a quantidade de infectados é mínima e não causam crise sistêmica. De uma forma geral, podemos verificar que a utilização do controle variável reduz o custo da intervenção do Banco Central em relação ao controle fixo em até 15%, incluindo a quantidade de países infectados durante o mesmo período de tempo e, ainda, sem a intervenção do Banco Central temos uma redução de até 81% em relação à função objetivo.

Pode-se concluir que o modelo de otimização e o método de resolução propostos são boas ferramentas para analisar a propagação de uma crise, assim como, melhor orientar a forma de ação do Banco Central para o controle da mesma.

## Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

## Referências

- [1] Alves, H. L. Z. Otimização aplicada ao risco bancário utilizando um modelo epidemiológico, Dissertação de Mestrado, UNESP, 2020.
- [2] Garas, A. and Argyrakis, P. and Rozenblat, C. and Tomassini, M. and Havlin, S. WorldWide spreading of economics crisis, *New Journal of Physics*, 12:113043, 2010. DOI:10.1088/1367-2630/12/11/113043.
- [3] Kostylenko, O., Rodrigues, H. S. and Torres, D. F. M. Banking risk as an epidemiological model: An optimal control approach, *Operational Research. APDIO 2017. Springer Proceedings in Mathematics & Statistics*, 223:165-176, 2018. DOI:10.1007/978-3-319-71583-4\_12.
- [4] Kostylenko, O., Rodrigues, H. S. and Torres, D. F. M. The spread of a financial virus through Europe and beyond, *AIMS Mathematics*, 4:86-98, 2019. DOI:10.3934/Math.2019.1.86.
- [5] Philippas, D., Koutelidakis, Y. and Leontitsis, A. *Insights into European interbank network contagion*, *Managerial Finance*, 41:754-772, 2015. DOI:10.1108/MF-03-2014-0095.
- [6] Takami, M. Y. e Tabak, B. M. Evaluation of Default Risk for the Brazilian Banking Sector, *Working Paper Series - Banco Central do Brasil*, 135:1-36, 2007. ISSN: 1518-3548.
- [7] Toivanen, M. Contagion in the Interbank Network: An Epidemiological Approach, *Bank of Finland Research Discussion Papers*, 19:1-45, 2013. DOI:10.2139/ssrn.2331300.