



# O Impacto de Movimentos Críveis na Resolução de Conflitos

Foto de Headway na Unsplash

Giannini Italino Alves Vieira, Leandro Chaves Rêgo e D. Marc Kilgour

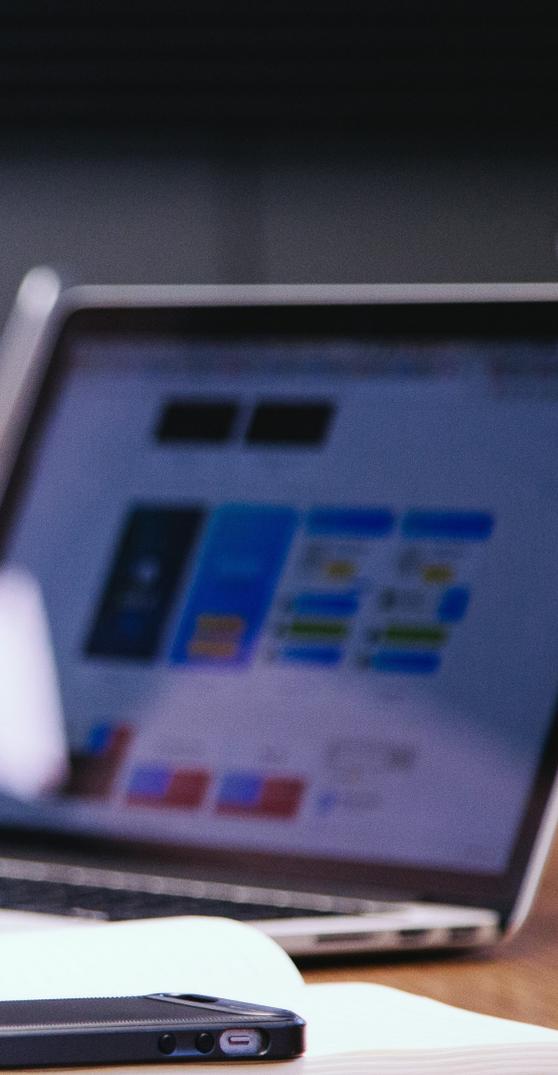
Um conflito é um desacordo entre indivíduos, grupos, organizações ou nações, muitas vezes decorrente de diferenças de interesses, valores, objetivos ou crenças. Portanto, conflitos têm impactos na vida pessoal, profissional e social das pessoas, podendo ocorrer desde situações de âmbito familiar até conflitos internacionais que afetam todos os aspectos das relações entre países. Para obter uma compreensão mais profunda destes conflitos e encontrar formas de reduzir os seus custos associados, modelos matemáticos têm sido utilizados para representação

e análise de conflitos. Estes modelos proporcionam uma forma sistemática de gerir conflitos e alcançar soluções mutuamente aceitáveis.

Entre os vários modelos da literatura, o Modelo de Grafos para Resolução de Conflitos (GMCR) tem atraído atenção significativa de proeminentes pesquisadores, principalmente por ser flexível e possibilitar o estudo e a resolução de conflitos estratégicos em vários domínios das interações humanas. No GMCR, os agentes envolvidos no conflito, denominados de DMs (Decision Makers) possuem preferências acerca dos

possíveis cenários, chamados de estados, que podem surgir ao longo do curso do conflito. DMs fazem movimentos que acarretam mudanças no estado do conflito.

Para se indicar possíveis resoluções ou se fazer previsões sobre um conflito, é necessário encontrar estados que sejam estáveis para todos os DMs envolvidos, no sentido de que nenhum DM estará disposto a deixar tal estado. Essa etapa é denominada de análise de estabilidade. Nesta etapa, existem diferentes noções de estabilidade que visam capturar os mais variados tipos de comportamentos



- SSEQ (Rêgo e Vieira, 2017). Estas noções de estabilidade diferem, essencialmente, em quantos passos à frente os DMs fazem suas previsões, chamado de horizonte, e no que são considerados movimentos críveis para eles. Um movimento, a partir de um estado, é considerado crível para um DM quando o estado resultante ou final é preferível ao original para este DM. Intuitivamente, a análise de estabilidade modela o comportamento de DMs como o de um jogador de xadrez, que analisa os possíveis movimentos considerando as respostas do seu oponente e suas subsequentes possíveis contra respostas. A análise de estabilidade é feita considerando o ponto de vista de cada particular DM, chamado de DM focal. Caso um estado seja estável

para todos os DMs envolvidos de acordo com uma particular noção de estabilidade, ele é dito ser um equilíbrio de acordo com esta noção e é apontado como uma possível resolução do conflito.

Em um recente trabalho, Rêgo e Vieira (2020) propuseram uma família de conceitos de estabilidade para conflitos com dois DMs, denominadas estabilidades Maximin. Uma atratividade desses conceitos é que eles não exigem nenhum tipo de informação a respeito da preferência do outro DM. A intuição por trás desse conceito é que o DM focal sempre se move para o melhor estado que conseguir alcançar considerando um horizonte  $h$  (inteiro positivo), acreditando que os demais DMs sempre moverão o conflito para o pior estado para o

DM focal em um horizonte  $h-1$ . Ou seja, na estabilidade Max-min, por não ter nenhum

humanos que DMs podem ter em um conflito.

Os tipos de estabilidade mais usuais na literatura do GMCR são: estabilidade de Nash (Nash, 1950), estabilidade metaracional geral - GMR (Howard, 1971), estabilidade simétrica - SMR (Howard, 1971), estabilidade sequencial - SEQ (Fraser e Hipel, 1979), estabilidade sequencial simétrica

## **Conflitos têm impactos na vida pessoal, profissional e social das pessoas, podendo ocorrer desde situações de âmbito familiar até conflitos internacionais.**



Foto de Andrea Piacquadio

conhecimento sobre as preferências dos oponentes, o DM focal se precavê assumindo que o pior cenário acontecerá após o seu movimento. A estabilidade Maximin inclui, como casos especiais, as estabilidades Nash, GMR e SMR. Contudo,



uma desvantagem da estabilidade Maximin é que ela pode não ser apropriada em situações que se tem informações sobre as preferências do oponente, uma vez que este conceito assume que os oponentes se moverão para o pior estado para o DM focal, mesmo que este movimento também os prejudique. Desse modo, esta noção de estabilidade pode ser considerada não crível.

Para lidar com o problema de movimentos não críveis no conceito Maximin, Rêgo, Vieira e Kilgour (2023) recentemente propuseram diversas novas noções de estabilidade com horizonte variável que restringem o DM focal ou seus oponentes a não fazerem movimentos que não sejam imediatamente desejáveis. O primeiro desses conceitos, denominado estabilidade maximin credível do DM focal, considera que o DM focal usa o princípio maximin, exceto que não é permitido a esse DM realizar movimentos não críveis. Inspirados nesse último conceito, mais duas noções de estabilidade foram

estabelecidas, a saber: o conceito estabilidade maximin credível do oponente, no qual apenas os DMs oponentes não podem fazer movimentos não críveis, e um outro conceito, chamado de estabilidade maximin credível total, no qual nenhum dos DMs pode fazer movimentos não críveis.

Em (Rêgo et al., 2023), além da proposta dos três conceitos de estabilidade mencionados acima, vários outros resultados importantes são obtidos. Por exemplo, mostra-se que quando o DM focal é restrito a realizar apenas movimentos críveis, a estabilidade dos estados não muda, mas quando se exige que as sanções dos oponentes sejam críveis, a estabilidade dos estados muda, visto que o número de estados que são estáveis diminui. Além disso, mostrou-se que as estabilidades de Nash, SEQ e SSEQ são casos especiais das estabilidades maximin credíveis. Finalmente, a fim de ilustrar as utilidades dos conceitos de estabilidades maximin credíveis, (Rêgo et al., 2023) con-

sidera uma aplicação a um conflito de preços de água que ocorreu na província da Colúmbia Britânica (BC), Canadá. Nesta aplicação, o equilíbrio depende tanto do horizonte como da credibilidade das respostas dos DMs.

Espera-se no futuro que sejam propostos e implementados métodos matriciais para o cálculo das estabilidades Maximin credíveis a fim de que estas possam ser aplicadas mais facilmente na análise de estabilidade de outros conflitos reais.



**Giannini Italino  
Alves Vieira**

### Os Pesquisadores

#### Giannini Italino Alves Vieira

Professor adjunto C, nível III, da Universidade Federal do Ceará, campus de Crateús. Também é professor colaborador do Programa de Pós Graduação em Modelagem e Métodos Quantitativos - PPGMMQ da UFC. Suas áreas de interesse atuais são: teoria dos jogos, teoria da decisão, análise de conflitos e fundamentos de probabilidade. Possui doutorado em Estatística pela Universidade Federal de Pernambuco (2017), mestrado em Estatística pela Universidade Federal de Pernambuco (2014) e graduação em Licenciatura Plena em Matemática pela Universidade Federal do Piauí (2010).

#### Leandro Chaves Rêgo

Professor Titular Departamento de Estatística e Matemática Aplicada e líder do Grupo de Pesquisa GEMProM - Grupo de Estudos em Modelos Probabilísticos e Multiagentes, que é associado ao Instituto Nacional de Sistemas de Informação e Decisão (INCT-INSID). Sua área de especialidade é a Pesquisa Operacional, com ênfase em Teoria Geral e Fundamentos da Probabilidade, Teoria da Decisão, Teoria dos Jogos, Análise de Conflitos e Análise de Redes Complexas. É Editor Associado do periódico IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems e membro do Comitê Técnico em Resolução de Conflitos da IEEE Systems, Man, and Cybernetics Society e Pesquisador Associado do ICTP em Trieste-Itália no período de 2023-2028.

#### D. Marc Kilgour

Professor da Universidade Wilfrid Laurier e da Universidade de Waterloo. Suas publicações incluem seis livros e cerca de 400 artigos em revistas especializadas, anais de conferências e livros editados, lhe renderam muitos prêmios e distinções internacionais. Seus interesses de pesquisa estão na interseção de matemática, engenharia e ciências sociais. Suas contribuições mais significativas forneceram novas



**Leandro  
Chaves Rêgo**



**D. Marc  
Kilgour**

idéias sobre problemas fundamentais no controle de armas, gestão ambiental, decisão e negociação de grupos e formação de coalizões.

#### Contato

leandro@dema.ufc.br

#### Referências

- L. C. Rêgo e G. I. A. Vieira, Maximinh Stability in the Graph Model for Conflict Resolution for Bilateral Conflicts. Reescrever como: IEEE TRANSACTIONS ON SYSTEMS, MAN, and CYBERNETICS: SYSTEMS, v. 50, p. 3760-3769, 2020.
- L. C. Rêgo, G. I. A. Vieira, e D. M. Kilgour, "The graph model for conflict resolution and credible maximin stability," IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems, vol. 53, no. 2, pp. 947-956, 2023.
- K. W. Hipel, D. M. Kilgour, e L. Fang, "The graph model for conflict resolution: Reflections on three decades of development." Group Decision and Negotiation, vol. 29, pp. 11-60, 2020.
- Nash, J. F. Equilibrium points in n-person games. Proceedings of the national academy of sciences, vol. 36, no. 1, pp. 48-49 (1950)
- Howard, N.: Paradoxes of rationality: games, meta-games, and political behavior. MIT press Cambridge, MA (1971)
- Fraser, N. M., Hipel, K. W.: Solving complex conflicts. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, vol. 9, no. 12, pp. 805-816 (1979)
- Rêgo, L. C., Vieira, G. I. A. Symmetric Sequential Stability in the Graph Model for Conflict Resolution with Multiple Decision Makers. Group Decision and Negotiation, vol. 26, pp. 775-792 (2017)

