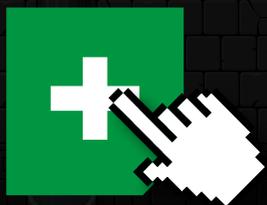


Bem-vindo ao Articulação Matemática

Clique nos ícones para explorar
os conteúdos desta edição



TEORIA DOS JOGOS:
CONFLITOS INTERNACIONAIS

ARTI CULA ÇÃO

MATEMÁTICA

MAIO | 2022 EDIÇÃO Nº 5

ARTICULAÇÃO

MATEMÁTICA

MAIO | 2022 EDIÇÃO Nº 5



Clique nos ícones + para acessar os conteúdos desta edição

Por que EUA e Otan acreditam que Rússia ainda busca pretexto para invadir a Ucrânia

A ideia de que o governo de Vladimir Putin possa criar uma situação favorável para justificar a ofensiva também foi levantada por outros líderes ocidentais, entre eles o primeiro-ministro do Reino Unido, Boris Johnson, e o secretário-geral da Otan [Organização do Tratado do Atlântico Norte] [...].

Em declaração à imprensa nos jardins da Casa Branca, Biden afirmou que a ameaça de invasão à Ucrânia é “muito alta” e que a ofensiva pode acontecer já “nos próximos dias”. Segundo ele, o envio de novas tropas russas à fronteira está entre as principais evidências para sustentar sua posição. [...]

A Rússia nega repetidamente qualquer plano de invadir a Ucrânia, apesar de reunir mais de 100 mil soldados perto da fronteira. [...]

“Especulação e acusações em torno de um potencial conflito militar são abundantes”, advertiu a chefe de assuntos políticos da ONU, Rosemary DiCarlo.

Ele acrescentou que “o que quer que se acredite sobre a perspectiva de tal confronto, a realidade é que a situação atual é extremamente perigosa”.

POR QUE EUA e Otan acreditam que Rússia ainda busca pretexto para invadir a Ucrânia. **BBC News**, 17 fev. 2022. Disponível em: <<https://www.bbc.com/portuguese/internacional-60423079>>. Acesso em: 7 abr. 2022.



B

Eles previram a guerra da Ucrânia. Será que erraram ainda assim?

Um aspecto curioso da discussão ocidental desde a invasão russa da Ucrânia é que uma escola de pensamento que previu alguma versão deste conflito vem sendo retratada como desacreditada porque suas previsões se concretizaram apenas parcialmente.

Entre os anos 1990 e a década de 2010, [...] pensadores ligados ao realismo na política externa [...] argumentaram que a tentativa de integrar os países vizinhos à Rússia a instituições e alianças ocidentais estava envenenando as relações dos EUA com Moscou, elevando a probabilidade de conflito entre grandes potências e expondo países como a Ucrânia a riscos desastrosos.

DOUTHAT, Ross. Eles previram a guerra da Ucrânia. Será que erraram ainda assim? **Folha de S.Paulo**, 11 mar. 2022. Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/mundo/2022/03/eles-previram-a-guerra-da-ucrania-sera-que-se-erraram-ainda-assim.shtml>>. Acesso em: 7 abr. 2022.

Conflito de informações é estratégia de Rússia e Ucrânia, dizem analistas

Na semana passada, o presidente [ucraniano] anunciou que iria condecorar com a ordem de heróis da Ucrânia 13 militares que teriam morrido na Ilha da Cobra, no mar Negro, durante um bombardeio russo. [...].

Dias depois, a própria Marinha da Ucrânia informou que os militares estavam “vivos e bem”, enquanto o Ministério de Defesa da Rússia disse que todos se renderam voluntariamente.

Não foi a primeira divergência de dados desde o começo da guerra entre Rússia e Ucrânia. Segundo especialistas [...], para além do front de batalha, o confronto de informações é parte fundamental da estratégia dos dois países. De lado a lado, as versões oficiais não necessariamente correspondem à realidade e servem como arma para enfraquecer o inimigo — o que dificulta um retrato preciso dos fatos.

“Por que é difícil achar informação precisa? Isso tem a ver com uma grande estratégia da guerra, pensada há muito tempo, aplicada há muito tempo”, diz Tasso Franchi, professor da Eceme [Escola de Comando e Estado-Maior do Exército] [...].

Para ele, não é mais possível diferenciar a guerra de informações do campo de batalha. No caso do conflito entre Rússia e Ucrânia, Franchi destaca que a disputa extrapola a área militar e avança, por exemplo, para narrativas nos campos histórico e econômico [...].

“Você cria uma névoa, divulga informações erradas para diluir a certeza do inimigo e a capacidade dele de tomada de decisões.”

BERTA, Ruben. Conflito de informações é estratégia de Rússia e Ucrânia, dizem analistas. **Uol**, 6 mar. 2022. Disponível em: <<https://noticias.uol.com.br/internacional/ultimas-noticias/2022/03/06/conflito-ucrania-x-russia-verdade-e-vitima-na-guerra-de-informacoes.htm>>. Acesso em: 7 abr. 2022.



D

Quais as razões do conflito militar entre Ucrânia e Rússia?

A Rússia, após negar por meses sua intenção de efetuar uma ofensiva militar contra a Ucrânia, enquanto movimentava suas forças militares na fronteira entre os países, colocou, por fim, seu poder bélico em serviço.

A complexa pergunta que analistas tentam responder é quais os motivos para a eclosão desse conflito.

Para saber alguns aspectos centrais relacionados a este assunto, clique [aqui](#).

Clique nos ícones + para acessar
os conteúdos desta edição



E

Guerra na Ucrânia: o que pode sair das negociações

Rússia e Ucrânia têm realizado rodadas e mais rodadas de encontros diplomáticos para negociar um desfecho para o conflito entre os dois países. Será possível atingir alguma solução advinda dessas negociações?

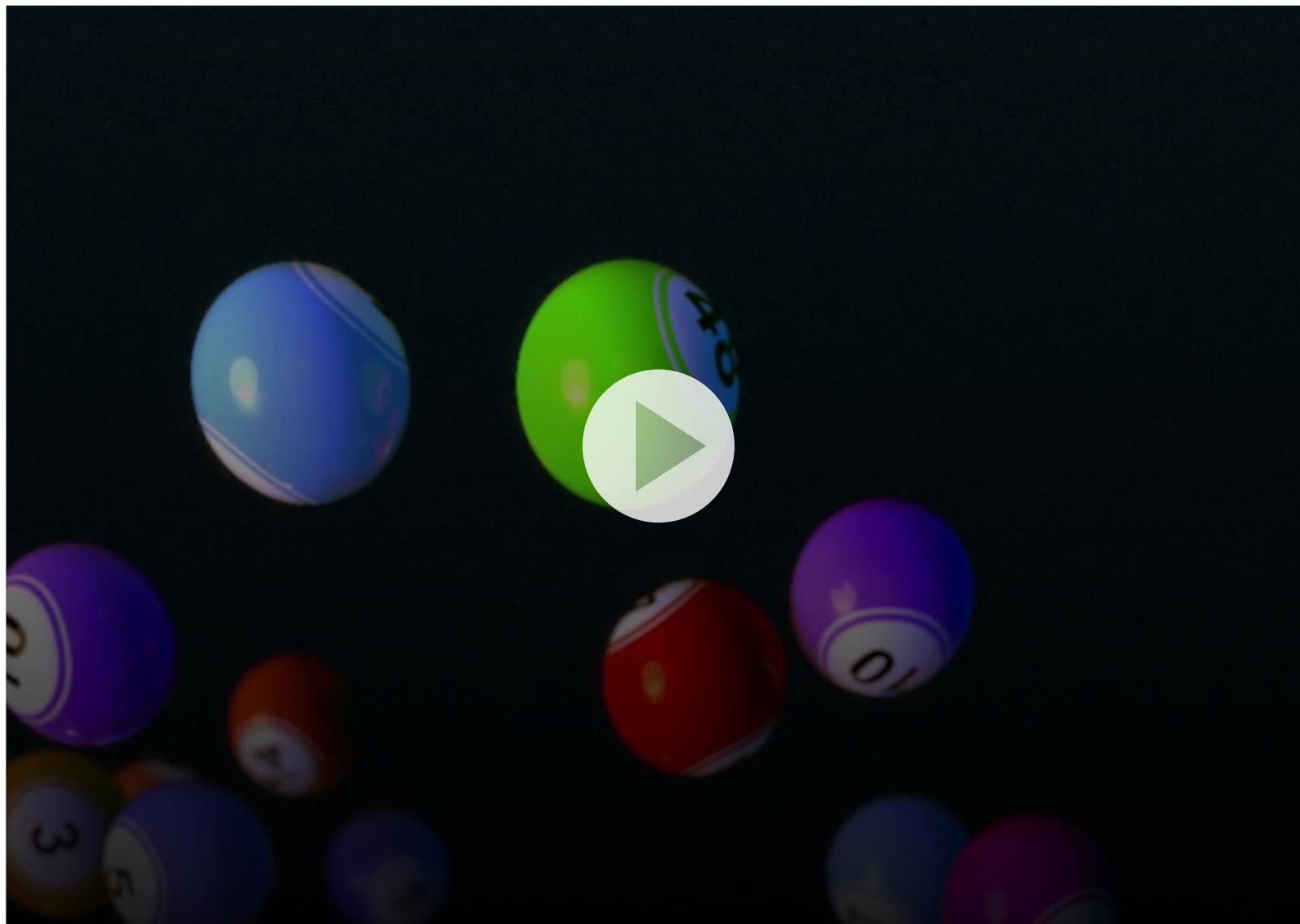
Você pode ver algumas explicações sobre as possíveis soluções desse conflito clicando [aqui](#).

Clique nos ícones + para acessar os conteúdos desta edição



O que é essa tal teoria dos jogos?

Clique no *play* e assista ao vídeo desta edição.



Teoria dos jogos

CONHEÇA A OPINIÃO DE
QUEM ESTUDA O ASSUNTO.



A teoria dos jogos é uma área da Matemática Aplicada que estuda situações de conflito ou de disputa entre agentes de decisão. Popularizada no filme **Uma mente brilhante** de 2001 — cuja narrativa trata da vida do matemático americano John Nash (1928–2015) —, sua amplitude a torna aplicável em vários contextos, por exemplo, na definição de preços de produtos entre concorrentes, em estudos de evolução genética, no planejamento urbano, nos algoritmos financeiros, na política, nas relações internacionais e na guerra. Todo esse potencial, aliado à alta capacidade de processamento dos atuais computadores e com a imensa quantidade de dados que temos disponíveis, torna a teoria dos jogos um campo de estudo muito promissor.



**Filme Uma mente
brilhante.**

Diretor: Ron Howard.
EUA: Universal Pictures
e DreamWorks, 2001.
(135 min).



Nessa teoria, o jogo é compreendido como a disputa de dois ou mais tomadores de decisão (os jogadores), cujas ações representam as decisões tomadas a fim de maximizar seus resultados (**payoffs**). Um dos aspectos fundamentais é o fato de a recompensa e a decisão ótima também dependerem das decisões dos demais jogadores. Além disso, são evidentes quais são as **estratégias** disponíveis para jogar, as preferências de cada jogador e o entendimento de como cada escolha determina o resultado obtido.



Em essência, é uma maneira de modelar matematicamente uma situação de conflito ou disputa, tendo em vista os possíveis resultados mediante as decisões dos indivíduos envolvidos.

Em um cenário ideal, é possível descrever todas as ações e suas respectivas consequências. Esse conjunto total de decisões e resultados pode ser expresso em um **espaço amostral**, e é com base nele que as análises de ganhos são possíveis e, com isso, descobrir qual é a melhor estratégia (se existir) de cada jogador, quais as chances de sucesso e como elas refletem no todo.

Equilíbrio de Nash

Em algumas situações você pode preferir não maximizar o ganho somente para si, e, em vez disso, pode propor escolhas a fim de alcançar um **equilíbrio** (de Nash), isto é, uma solução que seja mais favorável para todos. Isso é bastante esperado em relações diplomáticas, por exemplo, que envolvem tentativas de acordos econômicos internacionais, ambientais etc. Contudo, sabemos que a realidade é mais complicada que isso, sendo comum surgirem impasses em situações conflituosas entre dois ou mais agentes.

Vejamos a seguir um exemplo bem simples.



Suponha que Paulo e Daniela decidam comemorar seu primeiro aniversário de namoro passeando juntos. Porém, Paulo prefere assistir ao jogo de futebol de seu time no estádio, enquanto Daniela prefere ir ao cinema.

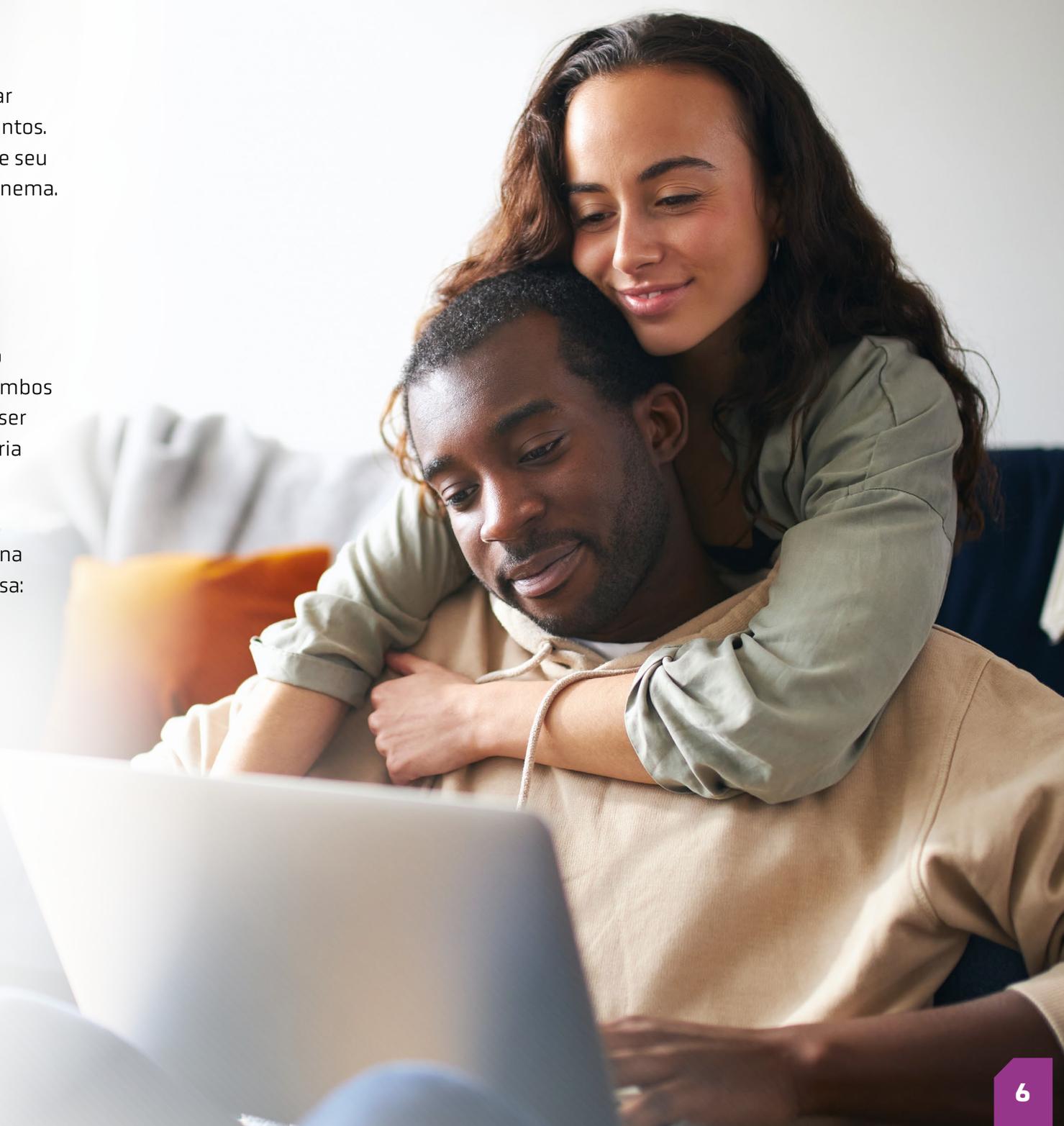
Se os dois forem para o futebol, Paulo ficará plenamente satisfeito, enquanto Daniela ficará parcialmente satisfeita. Se forem para o cinema, Daniela ficará plenamente satisfeita e Paulo, parcialmente satisfeito. Entretanto, se o casal não entrar em um acordo e os dois saírem sozinhos, ambos ficarão chateados. Essa é uma situação que pode ser modelada matematicamente com a ajuda da teoria dos jogos. Veja:

Considerando uma escala de satisfação de 0 a 10, em que 0 representa total insatisfação, e 10 a plena satisfação, temos a seguinte matriz de recompensa:

		Daniela	
		Futebol	Cinema
Paulo	Futebol	(10, 5)	(0, 0)
	Cinema	(0, 0)	(5, 10)

Os possíveis resultados para essa situação são representados pelo conjunto:

$E = \{(\text{futebol}, \text{futebol}), (\text{futebol}, \text{cinema}), (\text{cinema}, \text{futebol}), (\text{cinema}, \text{cinema})\}$



Conflito entre Ucrânia e Rússia

É possível usar a teoria dos jogos para prever e analisar um conflito militar? Certamente é possível, e um exemplo é, de forma simplificada, analisar o atual conflito entre a Ucrânia e a Rússia.

A Ucrânia, país vizinho da Rússia e ex-membro da antiga União Soviética, demonstrava interesse em fazer parte da Otan (Organização do Tratado do Atlântico Norte), uma aliança militar internacional criada no período da Guerra Fria e que desde então propunha a defesa mútua de seus membros em caso de ataque por qualquer estado fora da organização. Na prática, esse é um acordo que permitiria a instalação de bases militares estadunidenses em território ucraniano. A Rússia, que não pertence a essa aliança, enxerga esse movimento como uma possível futura ameaça ao seu território (já que Rússia e Ucrânia fazem fronteira) e por isso deseja que a Ucrânia não realize essa integração.



Uma observação importante é o fato de a Rússia e os Estados Unidos serem detentores do maior arsenal nuclear do mundo, com aproximadamente 12 700 ogivas nucleares (90% do total do mundo), suficientes para bombardear e acabar com todas as capitais do mundo, destruindo assim o planeta. Apesar de improvável por razões óbvias, é essa possibilidade que chama atenção para esse conflito desde os seus primórdios.

Mesmo que alguns especialistas considerem que o formalismo matemático da teoria dos jogos seja abstrato demais ou mesmo insuficiente para fornecer uma direção real do conflito, é possível realizar interessante análise com esse tipo de estudo.



Fonte: HAYWOOD,
John. **Atlas histórico
do mundo**. Colônia:
Köneman, 1999. p. 204.

Para compreendermos esse último diagrama, temos que considerar as seguintes ações:

Rússia	Ucrânia
Não intervir	Manter
Desestabilizar	Sanções
Invadir	Militar

Resumidamente, podemos agrupar as ações políticas de cada país como as seguintes:



Rússia

NI = Não intervir: cessar as interferências ativas contra a Ucrânia;

DE = Desestabilizar: restrições econômicas, [des]informação, provocações passivas;

IN = Invasão: uso de forças militares para invadir e ocupar território ucraniano.



Ucrânia

MA = Manter: ignorar as ações russas, tentando manter relações comerciais normais e cooperação política em outras áreas convergentes com a Rússia;

S = Sanções: juntamente com sanções políticas e econômicas dos EUA e da União Europeia, a fim de minar as ações russas;

M = Militar: uso ativo do exército ucraniano e de países aliados do Ocidente para se defender e atacar [além das sanções].

Além disso, algumas das consequências dessas interações são:

NI-MA: A Ucrânia e o Ocidente mantêm os “negócios como usual” e a Rússia se afasta dos assuntos ucranianos;

DE-MA: Ucrânia e Ocidente mantêm “negócios como usual”, enquanto a Rússia busca a desestabilização ativa da política e da economia ucraniana;

IN-MA: A estratégia “negócios como usual” da Ucrânia e Ocidente é mantida em face de uma incursão militar russa na fronteira da Ucrânia;

NI-S: Ucrânia e Ocidente impõem sanções [custosas tanto para si, quanto para a Rússia] pelo deslocamento do exército russo em direção à fronteira ucraniana, enquanto a Rússia não interfere nos assuntos da Ucrânia;

DE-S: Nessa situação, a Ucrânia e o Ocidente estão respondendo com sanções econômicas à desestabilização militar, política e econômica imposta pela Rússia na Ucrânia;

IN-S: Nesse caso, a Rússia mantém sua intervenção militar ativa no leste da Ucrânia, à qual a Ucrânia e Ocidente respondem aumentando as sanções à Rússia;

NI-M: O Ocidente fornece assistência militar à Ucrânia, mantém as sanções contra a Rússia, mesmo após a Rússia “abdicar” de seu controle sobre as decisões ucranianas;

DE-M: O Ocidente fornece assistência militar à Ucrânia e mantém as sanções contra a Rússia, em resposta às desestabilizações ativas da Rússia contra a Ucrânia;

IN-M: Esse é o cenário de guerra. A Rússia invade a Ucrânia ao leste com seu exército, enquanto o Ocidente apoia financeiramente e capacita o exército da Ucrânia com arsenal [mas não com soldados], além de manter as pressões econômicas à Rússia.



Trazendo à luz da realidade tais possibilidades, para a Rússia, se manter alheia aos assuntos ucranianos, não é uma opção. Nesse sentido, ficamos com os cenários **DE** e **IN**, que podem escalar para

DE → reter suas forças convencionais e minar a Ucrânia em um acordo “negociado” ou;

IN → bombardear a Ucrânia, expulsando a maioria dos civis ucranianos.

Sob o primeiro cenário (**DE**), a Ucrânia declararia neutralidade permanente, desmilitarizaria, abdicaria de se

tornar membro da Otan e cederia parte de seu território da Ucrânia oriental à Rússia, incluindo a Crimeia.

Sob o segundo cenário (**IN**), muitos ucranianos se deslocariam para o Ocidente, acarretando uma crise migratória. Os que ficassem para o combate pereceriam no confronto contra as forças russas sem a ajuda dos países-membros da Otan.

Em ambos os casos, Putin provavelmente consolidaria sua “conquista”.

Independentemente das possibilidades, atualmente o conflito sugere que, para a Ucrânia, as sanções contra a Rússia devem se manter.

Sanções econômicas contra a Rússia

As sanções econômicas sem precedentes contra a Rússia têm o papel de dissuadir Putin, como uma forma de forçá-lo a recuar, sem que outros países entrem no conflito militar. Um problema de se fazer isso se deve ao fato de a Europa ser extremamente dependente da energia — petróleo e gás natural — fornecida pela Rússia. Como retaliação, a Rússia pode suspender todo o fornecimento. Além disso, a Rússia tem como seu maior parceiro comercial nada menos que a China — que se recusa a se posicionar contra a invasão russa. Nesse sentido, seria fácil para a China assumir esse espaço no improvável caso de um boicote europeu. As sanções podem ter um efeito a longo prazo, mas é pouco provável que impeçam Putin de recuar do conflito com a Ucrânia enquanto elas continuarem. Essas ações, juntamente com as sanções financeiras, têm o potencial de derrubar a economia russa. Mas todos concordam que isso levará tempo, o que levanta a questão: quantos cidadãos — ucranianos e russos — vão morrer antes que as sanções realmente façam a diferença? Outra consequência das sanções: o aumento da fome em países que dependem de doações de alimentos que serão impactadas por isso (fertilizantes e trigo, por exemplo).





◀ **Gabriel Lisboa** é bacharel em Matemática e mestre em sistemas dinâmicos pelo Instituto de Matemática e Estatística da Universidade de São Paulo (IME-USP). Atua como cientista de dados em uma consultoria que integra tecnologia, *analytics* e gestão voltada para tornar negócios estrategicamente digitais.

Importante frisar também que as sanções econômicas sobre a Rússia fortalecem movimentos de resistência internos — por ora, reprimidos pela polícia. A escassez e a dificuldade de comércio de vários produtos para os cidadãos russos desgastam sua população aos poucos, aumentando os atritos e oposições internas já presentes na Rússia, diminuindo a popularidade e a confiança na figura de Putin e em suas decisões. Não é à toa, inclusive, que parte da estratégia do presidente ucraniano Vladimir Zelensky envolveu um apelo emocional direto aos cidadãos comuns russos.

O pior caso. Um último e primordial ponto. Precisamos nos concentrar intensamente no pior cenário possível — a inexistência de um acordo negociado e os EUA acabarem em guerra com a Rússia.

Em 1939, ninguém esperava que a invasão da Alemanha na Polônia levaria a uma guerra mundial. Tampouco agora alguém espera uma guerra mundial.

De todo modo, a teoria dos jogos é apenas um dos elementos para se avaliar uma guerra, por se restringir ao estudo de estratégias possíveis entre os jogadores. Devemos salientar que uma análise de conjuntura — a compreensão dos fatos que levam aos conflitos e suas consequências — precisa ser lida à luz das Ciências Humanas e Sociais Aplicadas.





Os primeiros dias de guerra na Ucrânia





- Teoria dos Jogos
- Conflito Rússia e Ucrânia

V

Organizando ideias

1. Na teoria dos jogos, são considerados dois tipos de dinâmicas para modelar as situações:

- os jogos simultâneos, cujas ações dos jogadores ocorrem ao mesmo tempo;
- os jogos sequenciais, cujas ações dos jogadores ocorrem alternadamente entre eles.

Pesquise e apresente para os colegas um modelo de jogo simultâneo e um que seja sequencial.

2. Pesquise na internet sobre o “dilema do prisioneiro” no contexto da teoria dos jogos e descreva as possíveis estratégias para a situação. Por fim, indique as soluções que podem ser consideradas como equilíbrio de Nash.

Debate e reflexão

Até meados de maio de 2022, o conflito entre Ucrânia e Rússia mostrava-se longe de um final. Leia notícias de diferentes jornais do Brasil e do exterior relacionadas a esse conflito, e faça um levantamento de possíveis ações que poderiam ser utilizadas em um possível acordo entre as duas nações, de modo a atingir o equilíbrio de Nash. Converse com seus colegas como esse equilíbrio pode ser atingido diplomaticamente.



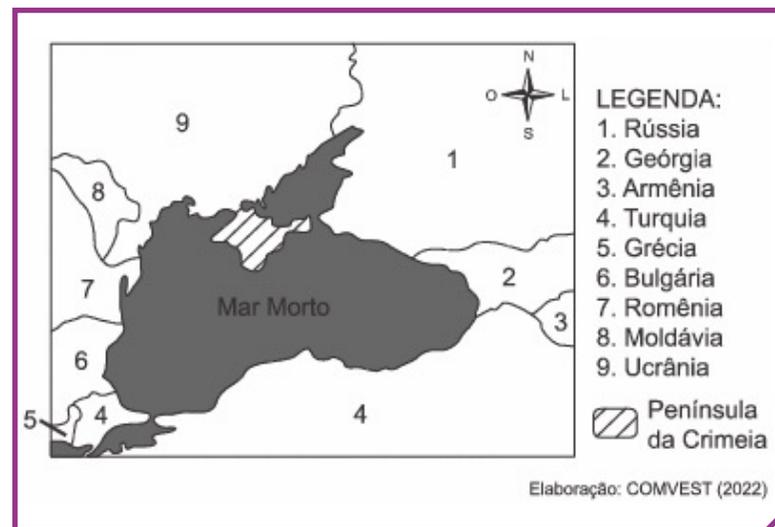
V No vestibular

[Unicamp-SP]

O conflito geopolítico entre Ucrânia e Rússia se agravou em 2021. Os combates entre as forças ucranianas e os separatistas pró-russos, respaldados militar e politicamente pelo Kremlin, são os piores em vários meses, numa nova amostra de que as hostilidades, que já completaram sete anos e custaram 14 000 vidas, segundo a ONU, estão longe de ter um fim. Moscou elevou ainda mais a tensão quando mobilizou tropas a uma centena de quilômetros da fronteira com a Ucrânia, que, por sua vez, reforçou suas unidades no leste do país e junto à península da Crimeia, anexada pela Rússia em 2014.

[Adaptado de María R. Sahuquillo, Nova escalada na guerra do leste da Ucrânia deixa UE e EUA em alerta. *El país*, 06/04/2021.]

- a)** Por que a localização da Crimeia é estratégica para a Rússia? Destaque um fator de ordem econômica, um de ordem política e outro de ordem cultural que impeliram a anexação da Crimeia pelos russos em 2014.
- b)** Qual o posicionamento da União Europeia e dos EUA em relação ao conflito da Crimeia?





Diretor-geral

Ricardo Tavares de Oliveira

Diretor de Conteúdo e Negócios

Cayube Galas

Diretora Adjunta de Sistema de Ensino

Cinta Cristina Bagatin Lapa

Gerente de Conteúdo

Júlio Ibrahim

Gerente de Produção e Design

Letícia Mendes de Souza

Editora

Carolina Cardoso Dutra Evangelista

Editores Assistentes

Fernando Manenti Santos
Luiza Grecco e Marques

Colaborador

Alexandre da Silva Sanchez

Coordenador de Eficiência e Analytics

Marcelo Henrique Ferreira Fontes

Analista de Fluxo

Letícia Bovolon Bezerra

Assistente de Fluxo

Samantha de Fátima Santos

Supervisora de Preparação e Revisão

Adriana Soares de Souza

Assistentes Editoriais

Carolina Genuncio Da C. Menezes Costa
Renata Slovac Savero

Preparação e Revisão

Equipe FTD

Coordenadora de Imagem e Texto

Marcia Berne

Imagem e Licenciamento

Equipe FTD

Coordenadora de Criação

Daniela Di Creddo Máximo

Coordenador de Produção e Arte

Fabiano dos Santos Mariano

Supervisor de Produção e Arte

Pedro Gentile

Projeto Gráfico

Bruno Attili
Carlos Feitosa Ferreira

Editora de Arte

Carlos Feitosa Ferreira
Renata Kuba

Nono Estúdio: Coordenador Audiovisual

Diego Morgado

Nono Estúdio: Designers Audiovisuais

Ananda Castilho Barberino
Caio Francisco Brandão
Mauro Akira Ueda
Michel Luciano Silva Araújo

Crédito das imagens e videos

[capa] @pzuh/123RF.COM; [p.2] Bucyfon/Shutterstock.com [p.3] Universal Pictures/DreamWorks SKG, @ilixe48/123RF.COM; [p.4] Vector Juice/Shutterstock.com, Olivier Le Moal/Shutterstock.com; [p.5] Inspiring/Shutterstock.com; [p.6] Southworks/Shutterstock.com; [p.7] Allmaps, [p.8] Studio Caparroz; [p.9] Editoria de Arte; [p.10] Zoa.Arts/Shutterstock.com; [p.11] @leestat/123RF.COM; [p.12] PX Media/Shutterstock.com; [p.13] Arquivo Pessoal, Seneline/Shutterstock.com; [p.14] Allmaps, Ivaylo Ivanov/Shutterstock.com, Leila Alekto Photo/Shutterstock.com, ne2pi/Shutterstock.com, Black Creator 24/Shutterstock.com, Janis Abolins/Shutterstock.com, Tartila/Shutterstock.com, Cactus Studio/Shutterstock.com, Daniel_San/Shutterstock.com