

Intervenções não farmacológicas e cooperação da população: uma análise à luz da teoria dos jogos^a

Non-Pharmacological Interventions and Population Cooperation: A Game Theory Perspective

Leonardo Köppe Malanski^b 

Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Programa de Pós-Graduação em Administração, Curitiba (PR), Brasil

Leonardo José Oliveira e Silva Rosalem^c 

Universidade Estadual do Norte do Paraná, Departamento de Economia, Cornélio Procopio (PR), Brasil

Cássia Kely Favoretto^d 

Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Economia, Maringá (PR), Brasil

Resumo: O artigo tem como objetivo analisar a influência que a adoção e implantação de intervenções não farmacológicas que buscam a redução da disseminação do vírus

^a Editora responsável: Maríndia Brites

Submissão: 19/05/2022 | Aprovação: 28/05/2025 | DOI: 10.5380/re.v46i88.86073

^b leonardokm@icloud.com

^c leonardo.rosalem@uenp.edu.br

^d ckfavoretto@uem.br

Todos os autores foram responsáveis pela concepção, pesquisa de dados e/ou documentos, análise dos dados e/ou documentos, participação ativa na discussão dos resultados e revisão e aprovação da versão final.



Esta publicação está licenciada sob os termos de
Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional

SARS-CoV-2, em especial, as medidas de isolamento social, restrição da mobilidade urbana e econômica têm sobre a interação entre os agentes econômicos. Para tal, utilizou-se a Teoria dos Jogos para elaboração do conjunto de jogadores, suas respectivas estratégias e *payoffs* para cada jogador, estabelecidos com uma determinada ordem de preferência. Os resultados mostram que a adesão às medidas de restrição à mobilidade social faz-se necessária no contexto econômico-sanitário. Ainda, observou-se que as empresas analisadas convergem para o equilíbrio de Nash perfeito de subjogo, porém, esse equilíbrio não é o melhor resultado possível e elas não possuem incentivo para mudança. Na situação analisada, a cooperação entre os jogadores incrementaria a utilidade esperada total do jogo, mas a análise individualista de cada empresa não converge para o equilíbrio nesse cenário.

Palavras-chave: Isolamento social. Teoria dos Jogos. COVID-19.

Abstract: The article aims to analyze the influence that the adoption and implementation of non-pharmacological interventions, which seek to reduce the spread of the SARS-CoV-2 virus, such as measures of social isolation, restriction of urban and economic mobility has on the interaction between economic agents. To this end, Game Theory was used to define the set of players, their respective strategies, and payoffs for each player, with a specific order of preference. The results show that adherence to mobility restriction measures is necessary in the economic-sanitary context. Still, it was observed that the analyzed companies converge on the subgame perfect Nash equilibrium, but it is not the best possible result, and they have no motivation to change. In the analyzed situation, cooperation between players would increase the expected total utility of the game, but the individual analysis of each player does not lead to equilibrium for such scenario.

Keywords: Social Isolation. Game Theory. COVID-19.

JEL: C70.

1. Introdução

No final de 2019, casos de uma doença respiratória começaram a aparecer em *Wuhan*, na China, causada pelo vírus SARS-CoV-2, que acabou se espalhando ao redor do planeta, mesmo com as restrições, quarentenas e esforços realizados para conter a disseminação do vírus. Em março de 2020, a Organização Mundial de Saúde (OMS) declarou a pandemia da COVID-19 (Carter *et al.*, 2021).

Em seguida, os governantes de diversos países adotaram intervenções não farmacológicas (INFs) com o objetivo de amenizar a propagação da doença. Restrições semelhantes já foram adotadas por alguns países como plano de contingência após a disseminação do vírus H1N1 em 2009 (Bajardi *et al.*, 2011). Como consequência, houve redução significativa na atividade econômica em quase todos os países. Tais medidas visam internalizar os custos da redução da atividade econômica, de maneira que haja uma redistribuição entre os agentes econômicos, buscando um padrão socialmente ótimo (Alvarez; Argente; Lippie, 2020 *apud* Oliveira; Pereira; Machado, 2020).

Essas medidas não farmacológicas, também denominadas pela OMS como *non-pharmaceutical interventions* (NPIs) têm o objetivo de evitar o contato entre as pessoas, dessa forma, adiar ou até mesmo reduzir o pico de casos da doença. Dentre as INFs, a mais incisiva sobre a economia é o distanciamento social, que “abrange o isolamento de casos, a quarentena aplicada a contatos, e a prática voluntária de não frequentar locais com aglomerações de pessoas” (Garcia; Duarte, 2020, p. 2). Algumas cidades impuseram medidas mais restritivas e incisivas sobre a mobilidade humana, ao passo que outras entidades governamentais adotaram medidas mais amenas, de acordo com seu critério de julgamento.

No que diz respeito à mobilidade humana, entende-se que ela pode ser um fator principal de comprometimento da saúde mundial, devido à existência de doenças infectocontagiosas. Entretanto, existe um debate controverso sobre o *trade-off* entre o controle da disseminação de uma doença e os impactos negativos na economia. Mesmo que a restrição da mobilidade humana possa proporcionar melhorias no controle de doenças e reduzir riscos à saúde, é empiricamente desafiador mensurar o impacto da mobilidade humana na propagação de doenças infecciosas e compreender os padrões espaciais detalhados de como a doença infecciosa se espalha (Fang; Wang; Yang, 2020).

A evidência empírica analisada por Fang, Wang e Yang (2020) mostra que a redução do fluxo de pessoas e até mesmo o bloqueio de Wuhan foi estatisticamente significativa no combate à disseminação do vírus SARS-CoV-2. Segundo resultados da pesquisa, estima-se que, na ausência do *lockdown* da região, em janeiro de 2020, o número de casos teria sido 105% maior nas 347 cidades chinesas vizinhas. Logo, os autores admitem que o *lockdown* em epicentros do vírus, caso possam ser identificados rapidamente, antes que o vírus se alastre, pode ser um importante instrumento de política na luta para conter uma pandemia de rápida movimentação.

Entretanto, como consequência do isolamento social, há redução da atividade econômica, na qual empresas, indústrias e prestadores de serviços tiveram suas atividades produtivas reduzidas ou comprometidas em função das medidas restritivas adotadas pelo Estado. Na maioria das cidades e estados, os decretos determinam situação emergencial e, como consequência, restringem atividades consideradas como “não essenciais”, tais como teatros, cinemas, aulas, eventos de qualquer caráter (festivo ou educacional) e, em alguns casos, academias, shopping centers e comércio em geral (Domingues *et al.*, 2020)

Segundo a evidência empírica, os custos econômicos decorrentes da circulação do vírus já foram observados no segundo trimestre de 2020 (Carter *et al.*, 2021). O tráfego de passageiros aéreos nos Estados Unidos (EUA), em abril de 2020, correspondia a aproximadamente 4% do registrado no mesmo mês do ano anterior (TSA, 2021). No Brasil, dados observados no Rio Grande do Sul mostraram que “os custos econômicos de intensificar o isolamento social foram de cerca de R\$ 844 mil por dia” (Oliveira; Pereira; Machado, 2020, p. 1). Ainda segundo Avelar *et al.* (2020), verificou-se que no mês de março de 2020, empresas listadas nas bolsas de valores perderam mais de R\$ 800 bilhões em valor de mercado.

Sendo assim, surge um embate estratégico entre o governo e as empresas (e prestadores de serviços autônomos) na busca por um equilíbrio entre o benefício sanitário e alívio do sistema de saúde, e por outro lado, a tentativa de manter a atividade econômica em patamares minimamente aceitáveis. É necessário ressaltar que não somente as empresas, mas também o governo sofre impactos econômicos na adesão de medidas restritivas, pois com a redução da atividade econômica, a arrecadação decorrente da tributação também diminui.

Alguns trabalhos procuram ponderar os benefícios e prejuízos das medidas restritivas impostas pelas entidades governamentais a partir de diversas perspectivas: financeira das empresas (Avelar *et al.*, 2020; Dai *et al.*, 2021), tomada de decisão (Bronnemann *et al.*, 2021; Reyes Junior *et al.*, 2020), sanitária e econômica (Carlos; Carvalho, 2020; Caulkins *et al.*, 2021; Domingues *et al.*, 2020; Gordon; Grafton; Steinshamn, 2021; Oliveira; Pereira; Machado, 2020), mercado financeiro, incluindo o de ações (Caldas *et al.*, 2021; Del Lo; Basséne; Séne, 2021; Liu; Huynh; Dai, 2021; O'Donnell; Shannon; Sheehan, 2021; Størdal *et al.*, 2021; XU; Lien, 2021), disseminação do vírus (Fang; Wang; Yang, 2020), políticas públicas e orçamento governamental (Kumar; Priya; Srivastava, 2021; Monteiro *et al.*, 2020) e psicológico da população (Almeida; Giovanini, 2020; Silverio-Murillo *et al.*, 2021).

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi analisar à luz da Teoria dos Jogos (TJ), o comportamento e a interação dos agentes econômicos ofertantes do setor de bens de consumo e serviços quanto ao cumprimento dos decretos estaduais ou municipais de fechamento da economia no ano de 2020.

Ao analisar a tomada de decisão dos setores de bens de consumo e serviços, no tocante ao cumprimento ou não dos decretos de fechamento da economia, este artigo contribui com a literatura à medida que modela, com base na TJ, o comportamento do agente econômico ofertante por meio de um modelo de jogo, buscando entender melhor os impactos que a adesão das medidas restritivas de isolamento social gera no contexto econômico das empresas e organizações.

2. Referencial teórico

2.1 A conjuntura sanitária da pandemia de COVID-19 e suas implicações na economia brasileira

A situação econômica brasileira pode ser diagnosticada através de quatro pilares (Melo; Cabral, 2020), agravados pela pandemia da COVID-19. Segundo Melo e Cabral (2020), essas vertentes são: a crise econômica crônica, a crise econômica aguda, a crise de saúde pública e a crise política. Admite-se que a primeira vertente é considerada um *status quo* da realidade brasileira, decorrente de diversos fatores históricos e gerenciais, que proporcionam resultados negativos, tais como desemprego, perda do poder aquisitivo da população etc.

Todavia, o pilar da crise econômica aguda, assim como da crise de saúde pública, consiste na significativa capacidade de potencializar os prejuízos existentes na economia. Entende-se que: “tem raízes em desajustes mais profundos da economia mundial, na disputa política e comercial travada pelas atuais grandes potências [...] e na transformação estrutural por que passarão setores antigos, exatamente como o petróleo, diante de um mundo novo, de nova tecnologia e fontes renováveis de energia” (Melo; Cabral, 2020, p. 3685). Ainda, ressalta-se que a economia dos países latino-americanos apresenta um ciclo de negócios mais volátil e persistente do que aqueles nas economias desenvolvidas (Cunha; Sandes; Vivanco, 2005). Ainda como um todo

Conforme Bruton, Ahlstrom e Puky (2009), economias de países emergentes apresentam configurações institucionais muito diferentes daquelas economias já desenvolvidas. No caso das economias latino-americanas e asiáticas, por exemplo, compartilham condição de “economia emergente” em que os países se encontram, porém inúmeras diferenças contextuais (Malanski; Póvoa, 2021) que podem ocasionar distintos resultados em decisões similares. Tais fatores devem ser levados em consideração quando comparados impactos econômico-financeiros de restrições em diferentes países.

A poupança e a redução no consumo são decorrentes de duas modalidades: a poupança involuntária e a preventiva. No caso da poupança involuntária, pode-se dizer que ocorreu de forma automática, pois os agentes econômicos encontraram-se em situação com menos oportunidade de gastos. A poupança preventiva foi aquela ativamente colocada de lado, como garantia contra maiores incertezas econômicas. Todavia, ressalta-se que: “as mudanças comportamentais que levaram ao aumento dos níveis de poupança involuntária são consideradas temporárias e improváveis de se enraizarem, o que significa que as taxas de poupança terão maior probabilidade de cair assim que as restrições de circulação forem amenizadas” (Papp; Kaprzyk; Davies, 2021, p. 32, tradução nossa).

Ainda, a demanda também sofre influência da estrutura governamental e das decisões implementadas pelos decretos. A fragmentação da tomada de decisão é um fator presente no setor público do Brasil. Observa-se que:

o poder executivo se estrutura em hierarquia de poder que foca as demandas nos poderes mais altos para reduzir pressões institucionais nas organizações e, por outro lado, necessita ser legitimado tanto por atores no âmbito ideológico, de mercado e

científico, e quando existem diferenças nas prescrições destas lógicas o conflito é instaurado. Dessa forma, as pressões institucionais acabam por focar nos tomadores de decisão que estão representando o mais alto nível hierárquico do campo da administração pública, o poder executivo, que tem sua legitimidade fragmentada por fatores ideológicos, técnicos, econômicos entre outros, que sugerem constante complexidade institucional (Reyes Junior *et al.*, 2020, p. 381).

Acerca dos resultados das restrições de mobilidade humana, a evidência empírica trazida por Aum, Lee e Shin (2020 *apud* Domingues *et al.*, 2020) mostra que a adesão às INFs não resulta necessariamente em uma relação negativa entre o crescimento econômico e a saúde pública. Apesar da redução imediata da atividade econômica, os autores estimam que, no longo prazo, os benefícios são superiores. Para tal, comparam as políticas adotadas, no início da pandemia, pelo governo da Coreia do Sul (que adotou medidas mais restritivas) e do Reino Unido (que adotou medidas mais amenas). De acordo com as estimativas do estudo, admitem que o Produto Interno Bruto (PIB) do Reino Unido poderia ter sido, aproximadamente, 5% maior caso as medidas restritivas tivessem sido até o final de 2020. Ainda, estimam que tais medidas também reduziriam o número de mortes (cerca de 150.000).

De maneira semelhante, ao se comparar a imposição de medidas restritivas nos países nórdicos europeus (Dinamarca, Finlândia, Noruega e Suécia), observou-se que a Suécia, que não fechou a fronteira aérea no primeiro semestre de 2020, apresentou crescimento do PIB *per capita* menor e maior número de mortes devido à COVID-19 quando comparada aos seus países vizinhos que aderiram a tais medidas. Ainda, ao confrontarem a variação percentual do PIB trimestral dos países nórdicos com outros países da Europa Ocidental (Alemanha, Espanha França, Itália e Reino Unido), observaram que esses países apresentaram um desempenho pior da saúde pública (em termos de COVID-19), o que resultou em um menor crescimento econômico no período analisado (Gordon; Grafton; Steinshamn, 2021)

Dada a contenção da circulação da população, espera-se que haja uma redução das receitas dos empreendimentos, pois as estruturas fixas de custos acabam sendo mantidas, mesmo em níveis inferiores de operação e pequena parte

deles são variáveis, podendo ser reduzidos com menor número de vendas. Ou seja, adotam um caráter de “*sticky costs*” (Anderson; Banker; Janakiraman, 2003).

A evidência empírica analisada por Avelar *et al.* (2020, p. 144), com análise trimestral das empresas listadas na B3, mostrou que, em média, houve uma redução no faturamento empresarial, decorrente da “necessidade de isolamento social, à ruptura de cadeias de suprimentos e à menor confiança do consumidor [...] e tem fortes implicações nas diferentes dimensões do desempenho econômico-financeiro das empresas”. De maneira geral, observaram que apesar das organizações possuírem um prazo médio de pagamento maior junto aos seus fornecedores, em média, elas também alongaram seus prazos de recebimento de clientes, assim como também mantiveram maior estoque, o que gerou um aumento do ciclo financeiro das empresas. Como consequência, também observaram um maior nível de endividamento dessas empresas.

Na economia brasileira, setores econômicos distintos sentiram os impactos da pandemia da COVID-19 de maneira diferente (Caldas *et al.*, 2021). No setor hoteleiro, por exemplo, observa-se que os prejuízos decorrentes das INFs estão longe de ser transitórios. Todavia, a redução no desempenho do hotel no longo prazo seria muito maior sem a implementação de medidas restritivas. Há evidências empíricas que mostram que, considerando a reabertura gradual da indústria hoteleira, pode ser importante que os formuladores de políticas realizem alguns investimentos necessários em infraestrutura (sistemas de limpeza e higienização, sistemas de tratamento e purificação de ar) para manter um ambiente seguro para seus clientes e hóspedes. Além disso, no que diz respeito à estratégia de preços muitos hotéis devem apresentar ações promocionais para atrair os clientes, resultando, por exemplo, em taxas de ocupação mais altas (Polemis, 2021). Em análise posterior à pandemia Tonetto *et al.* (2024) identificaram que as taxas de sobrevivência foram notavelmente menores nos setores de varejo, hospedagem e alimentação.

Ainda na economia brasileira, Ribeiro *et al.* (2023) avaliaram empresas de serviços médicos, hospitalares, análises e diagnósticos da B3 e perceberam que, também nesse setor, a capacidade de arcar com suas obrigações foi reduzida após o início da pandemia de COVID-19. Os resultados mostrados pelos autores evidenciam que, dentre as empresas analisadas, uma redução na eficiência e lucratividade do setor durante o período, bem como um aumento no nível de

endividamento e na dependência de capital de terceiros. De maneira semelhante, Fondaik *et al.* (2024) analisaram 137 empresas listadas na B3 e observaram que mais de 70% das empresas tiveram retornos anormais cumulativos negativos e significativos. Destacaram que empresas maiores e menos alavancadas com menor rotatividade sofreram menos os impactos negativos da pandemia.

Na China, por meio de um estudo do tipo *survey*, encontrou-se que os principais desafios, em fevereiro de 2020, para as empresas operarem durante a pandemia foram os déficits de funcionários (afastados por contaminação ou medidas restritivas de circulação), problemas e bloqueios logísticos e falta de suprimentos e matéria-prima. No entanto, o principal fator preocupante para todos os setores (agrícola, manufatura, serviços) foi o déficit de caixa. Entretanto, observaram que, quando se realizou o mesmo questionário, porém em maio de 2020, todos os demais fatores foram ofuscados por um único determinante: redução da demanda. Esse fenômeno é decorrente principalmente das INFs e dos decretos governamentais (Dai *et al.*, 2021).

Com base nas experiências da China, entende-se que o *lockdown* pode ter um efeito prejudicial pronunciado sobre as pequenas e médias empresas (PMEs) nos países em desenvolvimento. Todavia, com a redução da disseminação do vírus SARS-CoV2, observaram que as PMEs rapidamente retomaram a produção (Dai *et al.*, 2021), sendo a falta de demanda o principal problema em vez dos desafios do lado da oferta.

2.2 Teoria dos jogos

A teoria dos jogos é a aplicação da matemática formal para a análise de situações de competição e cooperação entre as várias partes envolvidas em um jogo (Peters, 2016). Em outras palavras, a teoria dos jogos tem como objetivo auxiliar no entendimento de situações em que os tomadores de decisão interagem estrategicamente entre si em um cenário no qual os resultados de qualquer decisão dependem tanto de suas próprias escolhas quanto das escolhas de seus oponentes no jogo (Osborne, 2004). Desse modo, um jogo pode ser definido como uma representação formal de uma situação em que um determinado número de agentes (por exemplo, empresas, equipes ou indivíduos) interagem entre si na condição de interdependência estratégica, ou seja, o bem-estar de cada agente depende não

apenas de suas próprias ações, mas também das ações dos outros agentes envolvidos (Mas-Colell; Whinston; Green, 1995).

Um modelo de jogo deve incorporar os elementos essenciais da situação analisada e sua estrutura deve ser coerente com a forma pela qual ocorre a interação estratégica entre os agentes participantes (Fiani, 2006). Sua composição elementar é formada pelos jogadores, que possuem preferências racionais; as regras que definem quais as estratégias possíveis de serem adotadas no contexto proposto; os resultados decorrentes da tomada de decisão de cada jogador e os *payoffs*, que são as recompensas obtidas por cada jogador após o encerramento do jogo, de acordo com suas próprias decisões e as dos demais jogadores (Mas-Colell; Whinston; Green, 1995; Osborne, 2004).

Outros aspectos importantes que caracterizam um jogo são a forma adotada para modelar a situação de interação estratégica (simultânea ou sequencial), a definição de qual é o nível de informação que cada jogador possui de seu oponente (jogos de informação perfeita e imperfeita), bem como a categorização do jogo em simétrico ou assimétrico dependendo dos objetivos de cada jogador (Peters, 2016). As estratégias adotadas no jogo podem ser puras, quando cada agente adota uma postura específica no jogo e a mantém; ou mistas, quando há uma atribuição de probabilidade nas possibilidades de escolha de cada jogador (Mas-Colell; Green, 1995; Osborne, 2004).

Há ainda, nas situações de interação estratégica, a possibilidade de os agentes estabelecerem ou não acordos acerca do seu comportamento durante o jogo, ou seja, os jogadores podem coordenar suas ações de forma a garantir o melhor resultado (jogos cooperativos) ou podem tomar suas decisões de forma individual (jogos não cooperativos), por não haver possibilidade de estabelecerem um acordo com os demais participantes (Osborne, 2004). Em suma, a teoria dos jogos como metodologia de análise de situações de cooperação e competição oferece tanto formas de modelar uma situação de interação estratégica quanto de analisar essas situações nas mais variadas áreas que compõem as ciências (Choi; Taleizadeh; Yue, 2020).

Nesse sentido, a ciência econômica cujo escopo é o estudo de como as pessoas alocam recursos escassos para atender às mais variadas necessidades, constitui-se em um vasto campo de possibilidades de aplicação da teoria dos jogos (Ichiishi, 2014). Trabalhos envolvendo situações de cooperação e competição

entre empresas e indivíduos, análises de mercado, em especial de monopólios e oligopólios, bem como trabalhos com o enfoque no comportamento dos agentes econômicos são exemplos de situações que utilizam o instrumental teórico e empírico da teoria dos jogos (Fiani, 2006).

Desse modo, de forma análoga aos estudos que visam compreender o comportamento dos agentes econômicos em suas tomadas de decisão, este trabalho busca elucidar, à luz da teoria dos jogos, o conflito estratégico entre o governo e as empresas brasileiras quanto às medidas restritivas de mobilidade humana adotadas durante a pandemia de COVID-19 no ano de 2020. Ou seja, ao incentivar medidas de distanciamento social, adotando, como parte das estratégias de enfrentamento à pandemia, o fechamento parcial ou total de setores da economia tidos como não essenciais, por tempo indeterminado, estabelece-se uma situação de entre o governo e as empresas afetadas na busca por um equilíbrio entre o benefício sanitário e a manutenção de patamares mínimos da atividade econômica.

Diante do exposto, ao analisar a interação estratégica entre o governo e as empresas ofertantes de bens de consumo e serviços quanto ao cumprimento ou não dos decretos estaduais ou municipais de fechamento parcial ou total da economia no ano de 2020, a teoria dos jogos se apresenta como uma metodologia eficaz no entendimento das ações praticadas pelos agentes participantes.

3. Materiais e métodos

Esse trabalho classifica-se como descritivo, de modalidade teórica, em que se procurou ampliar fundamentos teóricos, relacionar hipóteses e interpretar fatos observados. Nesse estudo considera-se um jogo de caráter cooperativo, de estratégia pura, sendo no primeiro momento de forma sequencial (exposto na forma extensiva) e no segundo momento na forma simultânea. Quando possui um caráter simultâneo, é um jogo de informação simétrica. O jogo é composto por três componentes: o conjunto de jogadores (ou agentes), o conjunto de estratégias de cada jogador e a ordem de preferência dos jogadores, com base nas utilidades esperadas decorrentes de cada estratégia tomada. Sendo assim, tem-se que:

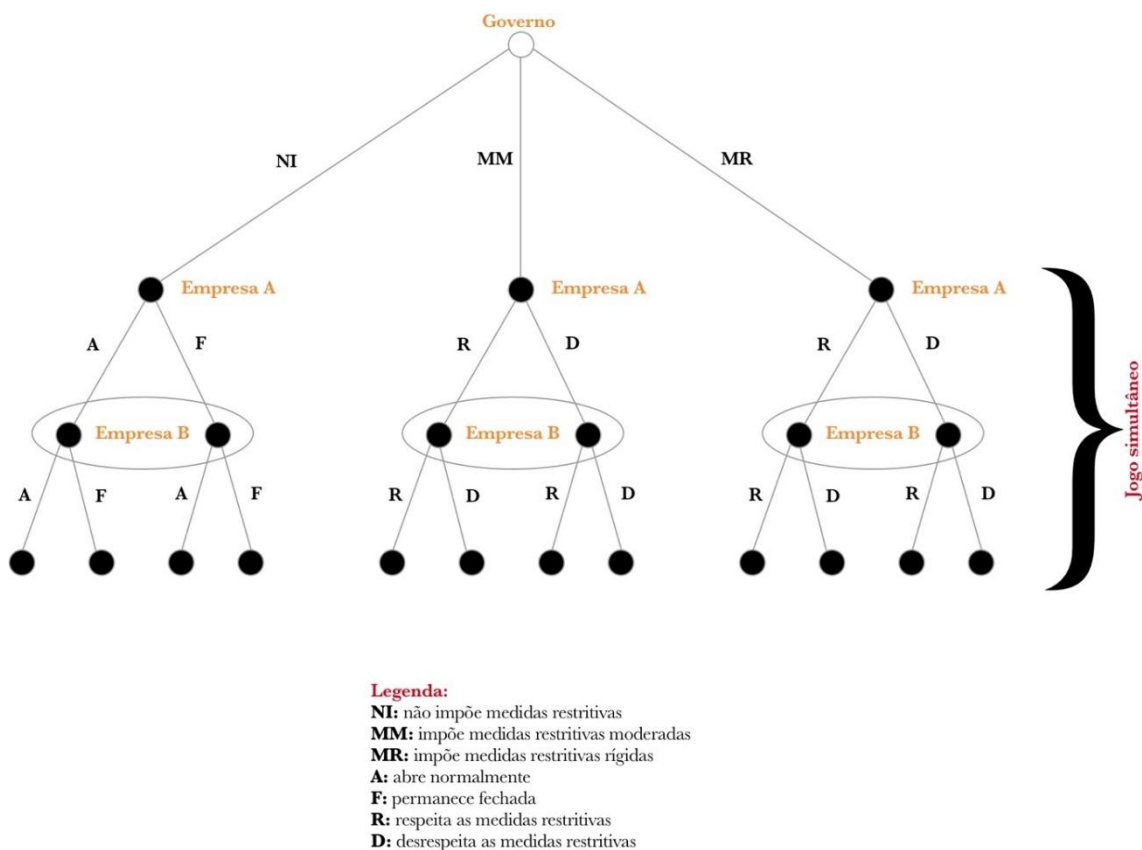
- a) Conjunto de jogadores: o Governo (G), e duas empresas: A e B. Logo o conjunto de jogadores é dado por $\{G, A, B\}$;

- b) Conjunto de estratégias de cada jogador: as entidades governamentais, das diferentes esferas, nesse caso a municipal, podem não impor medidas restritivas (NI), impor medidas restritivas moderadas (MM) ou impor medidas restritivas rígidas (MR). Portanto o conjunto de estratégias do jogador G é dado por: $\{NI, MM, MR\}$. As empresas A e B possuem a opção de abrir ou não, de acordo com a decisão tomada pelo governo anteriormente. Caso não existam medidas restritivas, as empresas podem abrir normalmente (A) ou podem permanecer fechadas (F). Caso haja qualquer tipo de medida restritiva, podem respeitá-las (R) ou desrespeitá-las (D). Portanto, o conjunto de estratégias das empresas A e B é dado por $\{[A, D] \mid G: NI \cup [R, D] \mid G: MM \cup [R, D] \mid G: MR\}$.
- c) Ordem de preferência dos jogadores: dada a interação simultânea entre as empresas, para cada uma delas será interessante avaliar qual a decisão tomada pelo primeiro jogador (no caso o jogador G) e depois a expectativa a respeito do jogador que toma a decisão.

Nesse contexto, pretende-se analisar a interação entre duas empresas, portanto construiu-se o jogo na forma sequencial, com árvore de decisão (Mas-Colell; Whinston; Green, 1995), porém observa-se que a empresa B não sabe em qual nó de decisão ela se encontra (referente à empresa A) pois as decisões são tomadas ao mesmo simultaneamente¹. A representação gráfica do jogo pode ser visualizada na figura 1.

¹ Tal incerteza é representada graficamente através da elipse sobrepondo os nós de decisão da empresa B.

Quadro 1 – Representação gráfica do jogo



Fonte: elaborado pelos autores.

As utilidades esperadas foram estimadas com pressupostos a partir das diversas vertentes trabalhadas na literatura. Levaram-se em consideração aspectos financeiros das empresas, aspectos sanitários e psicológicos da sociedade e aspectos do orçamento governamental (Avelar *et al.*, 2020; Carlos; Carvalho, 2020; Caulkins *et al.*, 2021; Dai *et al.*, 2021; Domingues *et al.*, 2020; Fang; Wang; Yang, 2020; Gordon; Grafton; Steinshamn, 2021; Kumar; Priya; Srivastava, 2021; Monteiro *et al.*, 2020; Oliveira; Pereira; Machado, 2020).

Sendo assim, as utilidades esperadas do governo são dadas por:

- a) $u_G(NI) | \{A(A) \cup B(A)\} = -10$, pois, apesar da continuidade da atividade econômica, entretanto, há uma maior probabilidade do nível de alta disseminação do vírus SARS-CoV-2 e, conseqüentemente, haver um maior número de internações, podendo gerar sobrecarga do sistema de saúde, aumentando o número de óbitos;

- b) $u_G(\text{NI}) \mid \{A(\text{A}) \cup B(\text{F})\}$ ou $(\text{NI}) \mid \{A(\text{F}) \cup B(\text{A})\} = -8$, pois há continuidade da atividade econômica, entretanto, há uma maior probabilidade de alta disseminação do vírus SARS-CoV-2 devido à intensa circulação de pessoas nos ambientes da empresa A, o que pode resultar em um maior número de internações, podendo gerar sobrecarga do sistema de saúde, aumentando o número de óbitos;
- c) $u_G(\text{NI}) \mid \{A(\text{F}) \cup B(\text{F})\} = -7$, pois, apesar da continuidade da atividade econômica, há uma redução na arrecadação tributária. Do ponto de vista sanitário, há uma menor probabilidade de disseminação do vírus SARS-CoV-2 devido ao fechamento de ambas as empresas e, consequentemente, a diminuição de ambientes com alta circulação de pessoas;
- d) $u_G(\text{MM}) \mid \{A(\text{D}) \cup B(\text{D})\} = -6$, pois há contenção leve da atividade econômica, ocasionando redução na arrecadação tributária e uma menor probabilidade de redução do nível de disseminação do vírus SARS-CoV-2 devido à desobediência de ambas as empresas às medidas sanitárias;
- e) $u_G(\text{MM}) \mid \{A(\text{R}) \cup B(\text{D})\}$ ou $(\text{MM}) \mid \{A(\text{D}) \cup B(\text{R})\} = -4$, pois há contenção parcial da atividade econômica, ocasionando redução na arrecadação tributária e uma probabilidade moderada de redução do nível de disseminação do vírus SARS-CoV-2, devido à desobediência de parte das empresas às medidas sanitárias impostas.
- f) $u_G(\text{MM}) \mid \{A(\text{R}) \cup B(\text{R})\} = -2$, pois há contenção parcial da atividade econômica, ocasionando redução na arrecadação tributária e uma probabilidade moderada de redução do nível de disseminação do vírus SARS-CoV-2, superior ao cenário na qual uma das empresas desrespeita às medidas sanitárias impostas;
- g) $u_G(\text{MR}) \mid \{A(\text{R}) \cup B(\text{D})\}$ ou $(\text{MM}) \mid \{A(\text{D}) \cup B(\text{R})\} = -2$, pois há grande redução da atividade econômica e do nível da arrecadação tributária. Observa-se redução na qualidade de vida psicológica da sociedade, mas também há uma maior probabilidade de redução do nível de disseminação do vírus SARS-CoV-2 e consequentemente um ganho na qualidade de vida dos agentes econômicos;
- h) $u_G(\text{MR}) \mid \{A(\text{R}) \cup B(\text{R})\} = -1$, pois há grande redução da atividade econômica e do nível da arrecadação tributária. Observa-se redução na

qualidade de vida psicológica da sociedade, mas também há maior probabilidade de redução do nível de disseminação do vírus SARS-CoV-2 e, conseqüentemente, um ganho na qualidade de vida dos agentes econômicos;

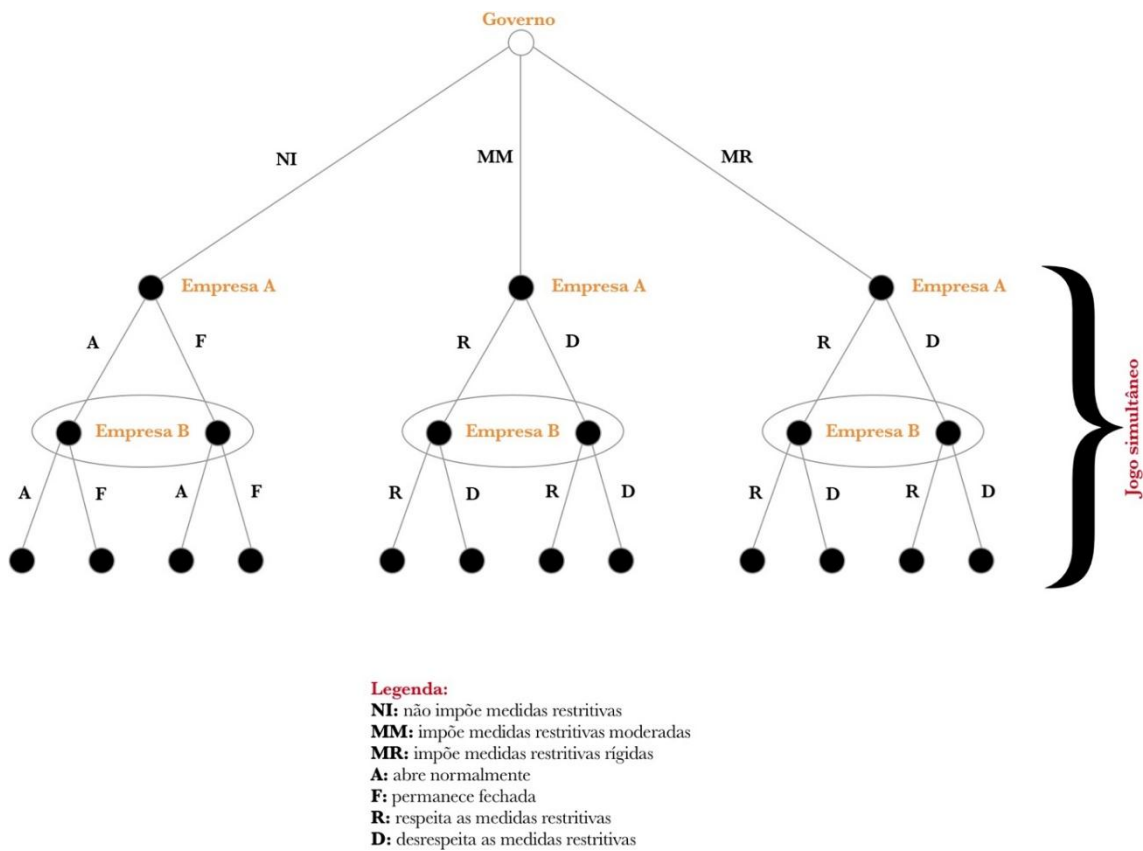
Sobre as utilidades esperadas da empresa A, tem-se que:

- a) $u_A(A) | \{G(NI) \cup B(A)\} = 5$, pois não há restrições de circulação de pessoas, de forma que a empresa A compete igualmente com a empresa B no mercado;
- b) $u_A(A) | \{G(NI) \cup B(F)\} = 10$, pois não há restrições de circulação de pessoas, porém a empresa A detém maior parte do mercado, dado que a empresa B permanece fechada;
- c) $u_A(D) | \{G(MM) \cup B(D)\} = 1$, pois a empresa compete igualmente com a empresa B no mercado, porém sofre leve redução do faturamento (-1) e é multada (-3) pelos órgãos governamentais por desrespeitar as restrições moderadas impostas;
- d) $u_A(D) | \{G(MM) \cup B(R)\} = 6$, pois a empresa A detém maior parte do mercado para si, porém sofre leve redução do faturamento (-1) e é multada (-3) pelos órgãos governamentais por desrespeitar as restrições moderadas impostas;
- e) $u_A(D) | \{G(MR) \cup B(D)\} = 2$, pois a empresa A compete igualmente com a empresa B no mercado, porém sofre grande redução do faturamento (-3) e é fortemente multada (-4) pelos órgãos governamentais por desrespeitar as restrições rígidas impostas;
- f) $u_A(D) | \{G(MR) \cup B(R)\} = 6$, pois a empresa A detém maior parte do mercado para si, porém sofre redução do faturamento (-2) e é fortemente multada (-4) pelos órgãos governamentais por desrespeitar as restrições rígidas impostas;
- g) $u_A(F) | \{G(NI) \cup B(D)\} = -5$, pois o faturamento da empresa A é zerado e, ainda, a empresa B conquista clientes originalmente da empresa A;
- h) $u_A(F) | \{G(NI) \cup B(R)\} = 0$, pois o faturamento da empresa A torna-se nulo;

- i) $u_A(R) | \{G(MM) \cup B(D)\} = -4$, pois o faturamento da empresa A é zerado, e a empresa B conquista clientes originalmente da empresa A (-5); porém, ela contribui levemente para a redução da disseminação do vírus SARS-CoV-2 (+1);
- j) $u_A(R) | \{G(MM) \cup B(R)\} = 2$, pois o faturamento da empresa A é reduzido (-4), todavia, ela contribui levemente para a redução da disseminação do vírus SARS-CoV-2 (+1);
- k) $u_A(R) | \{G(MR) \cup B(D)\} = -2$, pois o faturamento da empresa A é zerado, a empresa B conquista clientes originalmente da empresa A (-5). Todavia, ela contribui fortemente para a redução da disseminação do vírus SARS-CoV-2 (+3);
- l) $u_A(R) | \{G(MR) \cup B(R)\} = 3$, pois o faturamento da empresa A é zerado, entretanto, ela contribui fortemente para a redução da disseminação do vírus SARS-CoV-2 (+3);

As utilidades esperadas da empresa B (u_B) são simétricas às utilidades esperadas da empresa A (u_A), dado que são concorrentes na oferta de produtos iguais, com estruturas de custos iguais e disputam um mesmo mercado. A seguir, as utilidades esperadas foram unidas à árvore ilustrativa do jogo e o resultado pode ser visualizado na Figura 2.

Figura 2 – Representação final do jogo com *payoffs*



Fonte: elaborado pelos autores.

4. Análise e discussão

Na sequência, após a representação extensiva, a solução foi encontrada por meio do princípio da indução retroativa (*backward induction*), pelo qual pode-se encontrar um jogo reduzido (Mas-Colell; Whinston; Green, 1995). Primeiramente, deve-se analisar a tomada de decisão para as empresas de maneira simultânea, tal como evidenciado nas figuras 1 e 2.

Para o primeiro cenário, em que o governo não impõe medidas restritivas, as estratégias das empresas podem ser combinadas da seguinte maneira:

		Empresa B	
		A	F
Empresa A	A	5*; 5*	10*; -5
	F	-5; 10*	0; 0

Nessa estrutura, observa-se que para ambas as empresas, há uma estratégia dominante (abrir normalmente (A)), e o equilíbrio de Nash perfeito de sub-jogo (ENPS) é dado por [A; A], conforme notação (*) em vermelho na matriz acima. Nessa situação, as empresas estão dando a melhor resposta independentemente do que a empresa concorrente adotar como estratégia.

O segundo cenário a ser combinado e analisado ocorre quando o governo adota a estratégia (MM), em que há uma redução moderada no nível de atividade econômica, assim como na circulação de pessoas e na disseminação do vírus SARS-CoV-2. A matriz de *payoffs* é dada por:

		Empresa B	
		D	R
Empresa A	D	1*; 1*	6*; -4
	R	-4; 6*	2; 2

Nessa segunda estrutura, observa-se que, para ambas as empresas, também há uma estratégia dominante (desrespeitar as medidas restritivas (D)), e o equilíbrio de Nash perfeito de sub-jogo (ENPS) é dado por [D; D], conforme notação (*) em vermelho na matriz acima. Nessa situação, as empresas estão dando a melhor resposta independentemente da estratégia adotada pela empresa concorrente.

Todavia, esse cenário é semelhante ao clássico “Dilema do Prisioneiro”. Observa-se que se trata de um jogo de cooperação, em que as empresas poderiam combinar de cooperar entre si, ou seja, respeitarem as medidas restritivas impostas. Entretanto, elas possuem o incentivo para “trair” e mudar de estratégia. Portanto,

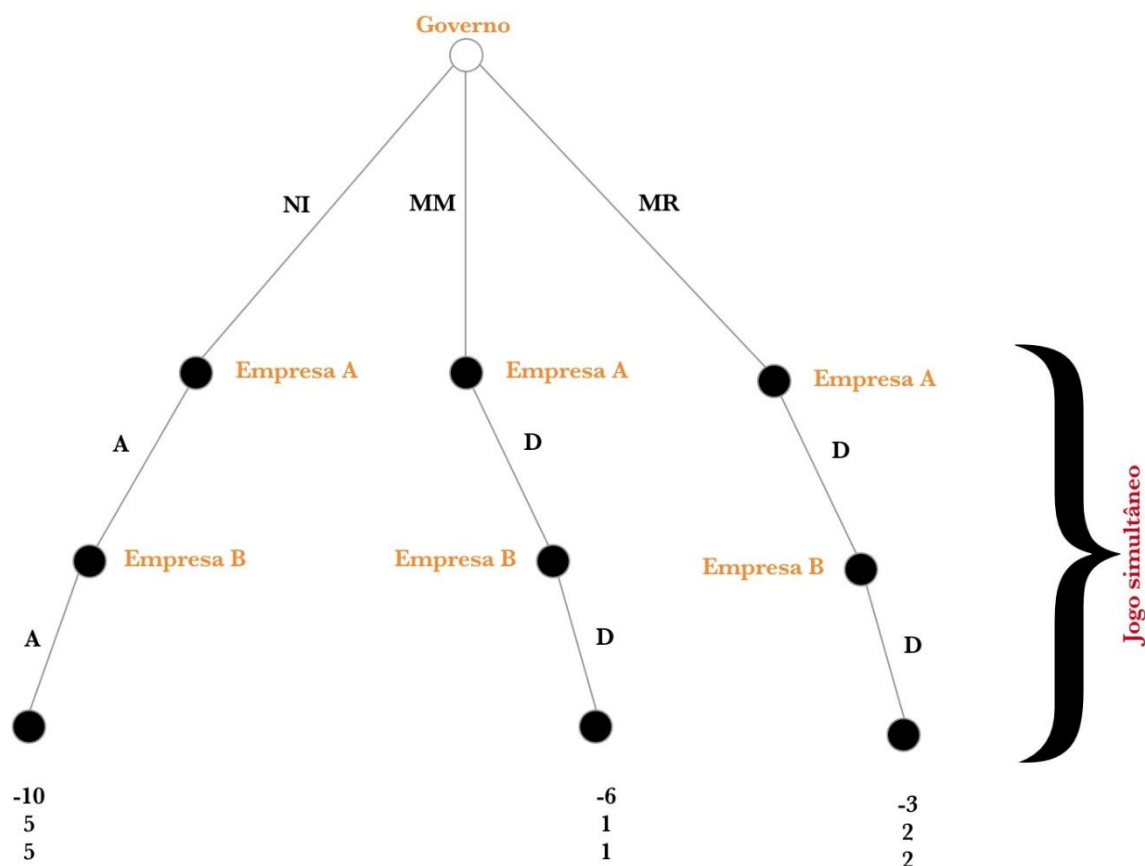
o ENPS não é o melhor resultado esperado, que seria ambas as empresas adotarem a estratégia (R), e ambos *payoffs* seriam melhores.

Por fim, no caso de medidas restritivas rígidas, em que há grande redução da circulação de pessoas e da disseminação do vírus SARS-CoV-2, a matriz do jogo simultâneo das empresas A e B é dado por:

		Empresa B	
		D	R
Empresa A	D	2*; 2*	6*; -2
	R	-2; 6*	3; 3

De maneira semelhante à segunda situação, observa-se que nesse caso, a situação também se assemelha ao “Dilema do Prisioneiro”. Visualiza-se que, assim como na situação anterior, para ambas as empresas também há uma estratégia dominante (desrespeitar as medidas restritivas (D), e o equilíbrio de Nash perfeito de sub-jogo (ENPS) é dado por [D; D], conforme notação (*) em vermelho na matriz acima. Nessa situação, as empresas estão dando a melhor resposta independentemente da estratégia adotada pela empresa concorrente.

A próxima etapa para análise do jogo consiste em trabalhar com ele na modalidade reduzida. Para isso, foram removidas algumas alternativas e estratégias do diagrama original do jogo. O resultado pode ser visualizado na Figura 3:

Figura 3 – Representação reduzida do jogo com *payoffs*

Fonte: elaborado pelos autores.

Partindo para o princípio da indução retroativa, conforme a literatura (Mas-Colell; Whinston; Green, 1995), o governo antecipa a decisão tomada pelas empresas A e B e encontra-se apenas com três cenários para escolha. Portanto, analisando os *payoffs* da figura 3, entende-se que o governo adota a estratégia MR, com a qual obtém um *payoff* equivalente a -3. Logo, o equilíbrio do jogo é dado por estratégias dos jogadores G, A, B = [MR; D; D], em que os *payoffs* esperado são [-3; 2; 2].

Neste cenário, novamente, as empresas se encontram em uma situação de interação estratégica semelhante à observada em jogos que possuem como dilema a decisão de cooperar ou trair, ilustrada na literatura pelo jogo do Dilema do Prisioneiro. Desse modo, o fato de cada jogador buscar o melhor para si, independente da escolha de seu adversário, leva a um cenário que não é o melhor para todos (Fiani, 2006). Consequentemente, ao avaliar em sua tomada de decisão o benefício econômico e financeiro superior ao benefício sanitário, as empresas

levam o Estado a adotar uma postura mais rígida, com o objetivo de diminuir os índices de disseminação do vírus.

É relevante destacar que ao optar pela imposição de medidas restritivas, seja qual for o cenário, o governo (jogador G) também afeta seu *payoff* de forma negativa. Uma vez que opta por medidas mais rígidas, o jogador G arrecada menos, mas em contrapartida consegue conter de forma mais efetiva a disseminação do SARS-CoV-2. Ao renunciar a parte de sua receita no curto prazo, esse agente econômico visa diminuir a pressão sobre o sistema público de saúde, bem como mitigar, no médio e longo prazo, os efeitos da pandemia no sistema econômico.

Dados os *payoffs* construídos e elaborados com base na literatura anterior, observa-se que a análise das empresas A e B leva em consideração, principalmente, o caráter econômico-financeiro das medidas restritivas adotadas pelo governo em detrimento do benefício econômico-sanitário para a sociedade.

Todavia, é necessário ressaltar que o jogador G, ao impor medidas restritivas mais rígidas (MR), direciona o ENPS para a situação G, A, B = [MR; D; D], em que os três jogadores não obtêm o melhor equilíbrio possível. Verifica-se que, caso o jogador G adotasse a mesma estratégia (MR), porém as empresas A e B decidissem cooperar entre si, ou seja, respeitando as medidas restritivas impostas, direcionar-se-iam para o resultado G, A, B = [MR; R; R], no qual os *payoffs* seriam, respectivamente, [-1; 3; 3]. Nesse ponto, faz-se importante a inserção de outra variável de análise: a utilidade esperada total jogo (u_T), que, nesse jogo, é dada pela soma dos três *payoffs* (todos com ponderações iguais). Ela é dada por:

$$u_T = \sum_{i=1}^n u_n = u_G + u_A + u_B$$

Ou seja, haveria uma melhoria na utilidade esperada total do jogo (u_T), que na situação [MR; D; D] era de 1,0 e nessa segunda situação [MR; R; R] passaria para 5,0.

Outro ponto de destaque, é observar que, caso as empresas A e B também adotassem uma estratégia de cooperação, ou seja, respeitassem as medidas restritivas quando o jogador G adotasse a estratégia MM, os *payoffs* individuais

das empresas seriam os mesmos que no ENPS (2,0), dado pela situação [MR; D; D], mas o jogador G receberia um ganho de +1,0 na sua utilidade esperada. Ou seja, comparando-se a utilidade esperada total do jogo (u_T), haveria também um ganho nessa mudança, pois na situação [MR; D; D], a (u_T) era de 1,0 e, nessa terceira situação [MM; R; R], passaria para 2,0. Entende-se então, que as empresas A e B obteriam mesmo nível de utilidade, mas haveria um ganho de uma unidade na utilidade esperada do jogador G. Tal fator poderia ser visto como uma externalidade positiva obtida pela cooperação entre os jogadores A e B.

5. Conclusão

O presente estudo teve por finalidade analisar, à luz da Teoria dos Jogos, o comportamento dos agentes econômicos ofertantes pertencentes ao setor de bens de consumo e serviços, no tocante ao cumprimento ou não dos decretos estaduais e ou municipais de fechamento da economia brasileira no ano de 2020. Para tanto, consideraram-se três jogadores: Governo (G), Empresa (A) e Empresa (B) em um jogo de caráter cooperativo, de estratégia pura, sendo no primeiro momento de forma sequencial e no segundo momento na forma simultânea. Este trabalho foi dividido em cinco seções contando com a introdução e esta conclusão.

A segunda seção apresenta um panorama da conjuntura sanitária e suas implicações na economia. A revisão da literatura sobre o tema evidencia o papel potencializador da COVID-19 em problemas econômicos e sociais que já afligiam a economia brasileira antes mesmo da pandemia. Essa seção também buscou elucidar também quais as medidas não farmacológicas foram adotadas no mundo com o objetivo de diminuir os níveis de transmissão do vírus, em especial as medidas de distanciamento social e restrição da mobilidade, bem como apresentar o potencial da Teoria dos Jogos como ferramenta de análise da interação estratégica entre a iniciativa privada e o estado acerca das medidas restritivas adotadas.

A metodologia utilizada, descrita na terceira seção, classifica-se como descritiva, na modalidade teórica, em que procurou-se ampliar fundamentos teóricos, relacionar hipóteses e interpretar fatos observados através da teoria dos jogos. Nesse contexto, as utilidades esperadas por cada dos três jogadores (Governo, Empresa A e Empresa B) foram estimadas levando em consideração aspectos financeiros, sanitários e psicológicos da sociedade. Os *payoffs* calculados,

em um primeiro momento, na forma sequencial, têm por objetivo compreender o impacto da decisão tomada pelo primeiro jogador (no caso Governo) quanto à adoção de medidas restritivas. Em um segundo momento, pretendeu-se analisar a interação estratégica entre as duas empresas, portanto construiu-se o jogo na forma simultânea elencando a ordem de preferência dos jogadores com base nas utilidades esperadas.

No que tange os principais resultados encontrados, ressalta-se que a adesão às medidas de restrição à mobilidade social mostra-se necessária ao contexto econômico-sanitário. Desse modo, ao avaliarem em sua tomada de decisão o benefício econômico e financeiro superior ao benefício sanitário, as empresas levam o Estado a adotar uma postura mais rígida, que notadamente, derivada da condição de assimetria de informações entre os agentes participantes do jogo, leva a um cenário que não é o melhor para todos. Observou-se também que os *payoffs* das empresas analisadas convergem para o equilíbrio de Nash perfeito de subjogo, entretanto, como já mencionado, este resultado não é o melhor possível e ambas as empresas não possuem incentivos à mudança. Na situação analisada, a cooperação entre os jogadores incrementaria a utilidade esperada, mas a análise individualista de cada empresa não converge para o equilíbrio.

No caso do “Dilema do Prisioneiro”, os agentes, agindo de forma racional e buscando maximizar seus *payoffs* individuais, acabam convergindo para um equilíbrio subótimo: o equilíbrio de Nash perfeito de sub-jogo (ENPS) [MR; D; D] para o jogador G e as empresas A e B. Essa situação reflete o fenômeno de externalidade negativa, em que a decisão individual de “trair” impede que todos obtenham benefícios superiores, como seria o caso se ambos os jogadores optassem pela cooperação (estratégia R). Tal resultado, conforme também ilustrado pela literatura (Fiani, 2006; Mas-Colell; Whinston; Green, 1995), evidencia a dificuldade inerente em alcançar a cooperação entre os agentes mesmo quando o ganho coletivo é evidente.

Ainda, os modelos revisados destacam a importância da indução retroativa para a determinação das estratégias dos jogadores. Ao assumir que o governo antecipa a decisão das empresas, o modelo propõe que o jogador G adote uma de impor medidas restritivas mais rígidas (MR), a qual resulta em *payoffs* esperados $\{-3; 2; 2\}$. Segundo os estudos revisados, a abordagem da indução retroativa é fundamental para analisar cenários complexos em que a interação entre o governo

e os agentes privados é marcada por conflitos entre objetivos econômicos e sanitários.

Outra dimensão relevante discutida no texto refere-se à análise dos *payoffs* e à utilidade esperada total do jogo (uT). A literatura destaca que a soma dos *payoffs*, quando ponderados de forma igualitária, pode oferecer uma visão mais completa do impacto coletivo das decisões individuais. Por exemplo, uma mudança de equilíbrio de [MR; D; D] para [MR; R; R] resulta em uma melhoria substancial da utilidade esperada total, passando de 1,0 para 5,0. Esse resultado enfatiza que, embora os agentes possam permanecer no mesmo nível de utilidade individual, a cooperação entre eles gera benefícios externos que melhoram o desempenho global do sistema econômico.

Além disso, os modelos também apontam para a relevância das externalidades positivas geradas pela cooperação entre as empresas. Quando estas optam por adotar estratégias cooperativas, mesmo diante do incentivo para “trair”, o governo pode perceber ganhos indiretos, evidenciados pela elevação da utilidade esperada em cenários alternativos, como [MM; R; R]. Esse aspecto, amplamente discutido na literatura, ressalta que políticas públicas eficazes podem estimular a cooperação entre agentes, mesmo quando as preferências individuais os levam, inicialmente, a decisões subótimas.

Sendo assim, entende-se que a análise das ações estratégicas dos agentes no contexto de uma pandemia revela um complexo equilíbrio entre o bem-estar da sociedade e os interesses individuais (e das empresas). A TJ serve como uma ferramenta que pode ajudar a compreensão de como decisões racionais que foram tomadas em nível individual acabam levando, paradoxalmente, a resultados coletivos subótimos, pois os envolvidos podem não levar em consideração as externalidades negativas que suas atitudes e escolhas podem causar. Ainda, a heterogeneidade dos agentes envolvidos torna o cenário mais complexo, o que pode justificar a intervenção do Estado, o qual deverá, por meio de um esforço coordenado, alinhar os incentivos individuais (e das empresas) com o bem-estar coletivo.

Por fim, após o exposto, deixa-se como sugestão ampliar a análise para uma gama maior de cenários, incluindo novas políticas e outros setores da economia que foram afetados durante a pandemia. Conclui-se, também, que este estudo possui respaldo para servir de referência para um melhor direcionamento de

políticas públicas voltadas à adoção e implantação de intervenções não farmacológicas, com o intuito de diminuir os níveis de transmissão do vírus, bem como políticas com enfoque em reduzir o impacto na pandemia no sistema econômico.

Referências

ALMEIDA, H. J. F.; GIOVANINI, A. Isolamento social do covid-19 e suas influências para consumidores, restaurantes e aplicativos: uma análise com modelo baseado em agentes. ANPEC Sul, 2020.

ANDERSON, M. C.; BANKER, R. D.; JANAKIRAMAN, S. N. Are Selling, General, and Administrative Costs “Sticky”? *Journal of Accounting Research*, v. 41, n. 1, p. 47-63, 2003.

AVELAR, E. A. *et al.* Efeitos da pandemia de COVID-19 sobre a sustentabilidade econômico-financeira das empresas brasileiras. *Revista Gestão Organizacional*, v. 14, n. 1, p. 131–152, 29 dez. 2020.

BAJARDI, P. *et al.* Human Mobility Networks, Travel Restrictions, and the Global Spread of 2009 H1N1 Pandemic. *PLOS One*, v. 6, n. 1, p. e16591, 2011.

BRONNEMANN, M. R. *et al.* COVID-19 e o Processo de Tomada de Decisão da realização da Oktoberfest-Blumenau. *Revista de Negócios*, v. 25, n. 4, 2021.

BRUTON, G. D.; AHLSTROM, D.; PUKY, T. Institutional differences and the development of entrepreneurial ventures: A comparison of the venture capital industries in Latin America and Asia. *Journal of International Business Studies*, v. 40, n. 5, p. 762-778, 2009.

CALDAS, A. V. S. *et al.* Os efeitos da Covid-19 sobre os desempenhos das ações dos setores da B3. *Contextus – Revista Contemporânea de Economia e Gestão*, v. 19, p. 15-28, 2021.

CARLOS, G. T. S.; CARVALHO, T. C. Novo normal - o impacto da pandemia da covid-19 sobre a renda no brasil. ANPEC Sul, 2020.

CARTER, D. *et al.* The stock price reaction of the COVID-19 pandemic on the airline, hotel, and tourism industries. *Finance Research Letters*, p. 102047, 2021.

CAULKINS, J. P. *et al.* The optimal lockdown intensity for COVID-19. *Journal of Mathematical Economics, The economics of epidemics and emerging diseases*, v. 93, p. 102489, 2021.

CHOI, T.-M.; TALEIZADEH, A. A.; YUE, X. Game theory applications in production research in the sharing and circular economy era. *International Journal of Production Research*, v. 58, n. 1, p. 118-127, 2020.

CUNHA, A. B.; SANDES, J. R.; VIVANCO, L. G. C. Ciclos de Negócios na América do Sul e no Leste da Ásia: Uma Introdução. *Brazilian Business Review*, v. 2, n. 2, p. 179-189, 2005.

DAI, R. *et al.* The impact of COVID-19 on small and medium-sized enterprises (SMEs): Evidence from two-wave phone surveys in China. *China Economic Review*, v. 67, p. 101607, 2021.

DEL LO, G.; BASSÉNE, T.; SÉNE, B. COVID-19 And the african financial markets : Less infection, less economic impact? *Finance Research Letters*, p. 102148, 2021.

DOMINGUES, E. *et al.* Cenários de isolamento social da COVID19 e impactos econômicos em Minas Gerais. Belo Horizonte: NEMEA UFMG, 2020. Disponível em:

FANG, H.; WANG, L.; YANG, Y. Human mobility restrictions and the spread of the Novel Coronavirus (2019-nCoV) in China. *Journal of Public Economics*, v. 191, p. 104272, 2020.

FIANI, R. *Teoria Dos Jogos*. 3. ed. São Paulo: Elsevier, 2006.

FONDAIK, N. P. *et al.* Brazilian stock market reaction to the Covid-19 pandemic and firm characteristics. *Revista de Administração Mackenzie*, v. 25, p. eRAMF240002, 2024.

GARCIA, L. P.; DUARTE, E. Intervenções não farmacológicas para o enfrentamento à epidemia da COVID-19 no Brasil. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, v. 29, 2020.

GORDON, D. V.; GRAFTON, R. Q.; STEINSHAMN, S. I. Cross-country effects and policy responses to COVID-19 in 2020: The Nordic countries. *Economic Analysis and Policy*, v. 71, p. 198-210, 2021.

ICHIISHI, T. *Game Theory for Economic Analysis*. New York: Academic Press, 2014.

KUMAR, A.; PRIYA, B.; SRIVASTAVA, S. K. Response to the COVID-19: Understanding implications of government lockdown policies. *Journal of Policy Modeling*, v. 43, n. 1, p. 76-94, 2021.

LIU, Z.; HUYNH, T. L. D.; DAI, P.-F. The impact of COVID-19 on the stock market crash risk in China. *Research in International Business and Finance*, v. 57, p. 101419, 2021.

MALANSKI, L. K.; PÓVOA, A. C. S. Economic Growth and Corruption in Emerging Markets: Does Economic Freedom Matter? *International Economics*, v. 166, p. 58-70, 2021.

MAS-COLELL, A.; WHINSTON, M. D.; GREEN, J. R. *Microeconomic Theory*: International Student Edition. New York: Oxford University Press, 1995.

MELO, C.; CABRAL, S. A grande crise e as crises brasileiras: o efeito catalizador da Covid-19. *Gestão e Sociedade*, v. 14, n. 39, p. 3681-3688, 2020.

MONTEIRO, J. J. *et al.* Reflexos da COVID-19 no orçamento público do Governo Federal. *Revista Gestão Organizacional*, v. 14, n. 1, p. 97-116, 2020.

O'DONNELL, N.; SHANNON, D.; SHEEHAN, B. Immune or at-risk? Stock markets and the significance of the COVID-19 pandemic. *Journal of Behavioral and Experimental Finance*, v. 30, p. 100477, 2021.

OLIVEIRA, C. A.; PEREIRA, R. M.; MACHADO, G. C. Avaliando os custos e benefícios da intensificação do isolamento social no Rio Grande do Sul a partir de um experimento natural. ANPEC Sul, 2020.

OSBORNE, M. J. *An Introduction to Game Theory*. New York: Oxford University Press, 2004.

PAPP, P.; KAPRZYK, K.; DAVIES, H. Sticky or Not? How COVID Has Changed Consumer Behaviour in Financial Services, and What Might Happen Next. In: SAMSON, A. (Ed.). *The Behavioral Economics Guide 2021*. 1. ed. S.l: s.d.

PETERS, H. *Game Theory: A Multi-Leveled Approach*. New York/Londres: Springer, 2016.

POLEMIS, M. L. National lockdown under COVID-19 and hotel performance. *Annals of Tourism Research Empirical Insights*, v. 2, n. 1, p. 100012, 2021.

REYES JR., E. *et al.* Conflito entre economia e saúde? O caso da COVID-19 no Brasil. *Revista Gestão Organizacional*, v. 14, n. 1, p. 378-389, 2020.

RIBEIRO, J. E. *et al.* A pandemia de COVID-19 e seu impacto na rede de saúde privada brasileira. *Revista Foco*, v. 16, n. 7, p. e2371, 2023.

SILVERIO-MURILLO, A. *et al.* COVID-19 Blues: Lockdowns and Mental Health-Related Google Searches in Latin America. *Social Science & Medicine*, p. 114040, 2021.

STØRDAL, S. *et al.* Effects of strong and weak non-pharmaceutical interventions on stock market returns: A comparative analysis of Norway and Sweden during the initial phase of the COVID-19 pandemic. *Economic Analysis and Policy*, v. 70, p. 341-350, 2021.

TONETTO, J. L. *et al.* Survival Analysis of Small Business during COVID-19 Pandemic, a Brazilian Case Study. *Economies*, v. 12, n. 7, p. 184, 2024.

TSA. TSA checkpoint travel numbers (current year(s) versus prior year/same weekday). Transportation Security Administration. Disponível em: <<https://www.tsa.gov/coronavirus/passenger-throughput>>. Acesso em: 16 jun. 2021.

XU, Y.; LIEN, D. COVID-19 and currency dependences: Empirical evidence from BRICS. *Finance Research Letters*, p. 102119, 2021.