

A TEORIA DOS JOGOS E A HETEROGENEIDADE DAS POLÍTICAS PÚBLICAS E DE DADOS ESTATÍSTICOS REFERENTES AO ENFRENTAMENTO DA COVID-19 NO BRASIL

ALEXANDRE VITORINO

ESCOLA PAULISTA DE POLÍTICA, ECONOMIA E NEGÓCIOS - UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO PAULO - EPPEN/UNIFESP

HELOISA CANDIA HOLLNAGEL

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO PAULO (UNIFESP)

A TEORIA DOS JOGOS E A HETEROGENEIDADE DAS POLÍTICAS PÚBLICAS E DE DADOS ESTATÍSTICOS REFERENTES AO ENFRENTAMENTO DA COVID-19 NO BRASIL.

1. Introdução

Com seu início registrado em 2019 na cidade de Wuhan na China, entre frequentadores e comerciantes de um mercado atacadista de frutos do mar e animais selvagens vivos e mortos, o novo Corona Vírus (COVID-19), também chamado de SARS-CoV-2 se espalhou pelo mundo, com foco inicial na Europa e com o primeiro caso registrado no Brasil foi em 25 de fevereiro de 2020.

Considerando todos os problemas em ter dados confiáveis nesse momento, a imprensa nacional e internacional divulga que o Brasil “é o país com a maior taxa de transmissão (R_0 de 2,81). Grandes cidades como “São Paulo e Rio de Janeiro são os principais pontos quentes atualmente” (LANCET, 2020).

Com esse contexto, gestores públicos e sociedade têm preocupações com provisões inadequadas de leitos e ventiladores para terapia intensiva. Entretanto, vários países no mundo já adotaram o uso da Hidroxicloroquina como prevenção (nas fases iniciais da doença), evitando a necessidade de internar os infectados pelo novo corona vírus, tais como: Senegal, Emirados Árabes Unidos, Índia, França, Espanha, Itália, Costa Rica, Rússia.

Questões políticas têm sido apontadas como mais determinantes que o uso de protocolos já validados, com debates acalorados antes da adoção de medidas de enfrentamento, dessa forma, o estudo em tela apresenta a Teoria dos Jogos (NASH, 1950) como uma provável justificativa para a presente heterogeneidade observada nas políticas de combate a COVID-19 adotadas no Brasil.

A Teoria dos Jogos é um método matemático que tem sido amplamente utilizado na Ciência Política e na Economia para modelar o comportamento de indivíduos e grupos em conflito, baseado em jogos não-cooperativos (HERMANS, CUNNINGHAM & SLINGER, 2014). Em Nash (1950), o requisito básico para um jogo não cooperativo é não haver comunicações entre os jogadores, evitando coalisões ou pagamentos entre jogadores.

O “Dilema do Prisioneiro” é um clássico problema abordado pela Teoria dos Jogos, onde a cooperação gera melhor resultado, mais equilibrado para as partes envolvidas. O problema se coloca da seguinte forma: Dois suspeitos de roubar uma loja (A e B) são presos pela polícia. Não há provas cabais do crime, somente o testemunho dos próprios suspeitos. Os seguintes cenários se apresentam para os suspeitos, que são mantidos isolados, sem comunicação entre eles, esquematizado no Quadro 1:

Quadro 1: Possibilidades do dilema do prisioneiro

	Prisioneiro B nega	Prisioneiro B delata
Prisioneiro A nega	Ambos são condenados a seis meses de prisão	A é condenado a 10 anos de prisão e B sai livre
Prisioneiro A delata	B é condenado a 10 anos de prisão e A sai livre	Ambos são condenados a 5 anos de prisão

Fonte: elaboração dos autores

O exemplo ilustra as consequências de trair ou cooperar com seu parceiro, mostrando que a cooperação pode ser a melhor alternativa para ambos. O ponto é que as pessoas envolvidas não se comunicam e podem acabar sendo guiadas somente pelo seu interesse instantâneo, resultando em uma situação pior para ambos no futuro. Se cooperarem, ficariam presos por seis meses, se ambos delatarem, cinco anos cada. Fora as outras duas alternativas que poderiam resultar em até dez anos de prisão para um deles, enquanto o delator, se não também delatado, sai livre.

Número de decisões combinações possíveis no Dilema dos Prisioneiros é dada por K^n , onde $K \geq 2$, é o número de alternativas possíveis de soluções, para os jogadores n , sendo $n > 2$. Em um modelo de decisões binárias (delatar ou não delatar), com dois prisioneiros, o número possível de possibilidades de solução seriam 4 (2^2), onde somente uma delas é a solução ótima ou mais forte.

2. Contexto Investigado

Mesmo se tratando de um país de dimensões continentais e de autonomia de estados e municípios no combate ao COVID-19, se faz necessário refletir sobre estratégias para garantir a saúde e o bem-estar da população e a atividade econômica. Em relação ao combate da pandemia causada pela COVID-19, o Supremo Tribunal Federal (STF), decidiu em 15/04/20, que os estados e municípios determinariam as estratégias de combate ao contágio, sem a necessidade de uma padronização de protocolos, coordenada pelo Governo Federal. Desta forma, passou-se rapidamente para um sistema parecido com um jogo não cooperativo, onde sem comunicação entre os participantes, os prisioneiros corresse para delatar. O Governo Federal deveria fazer o papel de coordenação ou “comunicador” entre os governadores, representados pelos “prisioneiros”, facilitando as decisões super ótimas.

3. Diagnóstico da Situação-Problema

A presente pesquisa descreve a utilização da Teoria dos Jogos para compreender os desafios no cenário brasileiro de enfrentamento ao COVID-19, identificando as questões normativas e operacionais. Dados sobre mortalidade e protocolos adotados por secretarias municipais e estaduais também são objeto de análise para compor o panorama.

- Número de mortes classificadas por estado, causa mortis e faixa etária, considerando inclusive a COVID-19, excluindo as causas externas, foi utilizado os dados disponíveis no Painel COVID Registral, no site <https://transparencia.registrocivil.org.br/registral-covid>, registrados entre 01/01 a 30/06 dos anos de 2019 e 2020, em 11/07/2020. O site é mantido pela Associação Nacional dos Registradores de Pessoas Naturais (ARPEN Brasil).

-As mortes suspeitas ou confirmadas por COVID-19, de cada estado por faixas etárias foram extraídas no dia 11/07/20, também do Painel COVID Registral, no mesmo site: <https://transparencia.registrocivil.org.br/registral-covid>.

A heterogeneidade nas políticas públicas e divulgação de informações sobre as mortes por COVID-19 em diferentes contextos no Brasil dificultam o planejamento de ações governamentais nas três esferas. Foi realizada uma análise comparativa entre as políticas estaduais de restrição de liberdades, uso de testes para diagnóstico dos infectados e protocolo de saúde com administração da hidroxicloroquina. Destaca-se que os dados sobre isolamento social apresentados são aqueles publicados em veículos oficiais.

Também são apresentadas estratégias de ausência de isolamento na perspectiva de criar uma resposta imune na população e mantendo a rotina dentro da perspectiva teórica de Nash.

Importante ressaltar que o painel COVID Registral adotado nesse estudo reúne o número de registros de óbitos, no Brasil e por estados e Distrito Federal, das mortes por causas naturais, portanto, não estão incluídas mortes por causas violentas, como assassinatos, acidentes, suicídios etc. Como os dados parecem ter atualização no mínimo diária, foi tomado o cuidado de se extrair em um único dia os dados referentes a cada serie utilizada.

4. Intervenção Proposta: mecanismos adotados para solucionar o problema

Analisar a literatura para apresentar estratégias de enfrentamento a COVID-19 com ou sem isolamento social visando garantir o bem estar e/ou atividades econômicas e estas podem ser simuladas matematicamente para auxiliar no planejamento do gestor público.

Refletir sobre o impacto das diferentes abordagens legislativas em relação a suspensão das atividades consideradas não essenciais por estado da federação podem explicar o sucesso ou o fracasso do tipo de prevenção de contágio por isolamento social. Para sua avaliação foi utilizado o site <https://leismunicipais.com.br/coronavirus>, que reúne as leis por estado e município no dia 11/07/20. O site reuniu as leis estaduais e municipais referentes ao combate ao corona vírus.

Avaliar a adoção de medidas preventivas precoces no combate à gravidade da doença e colapso do sistema de saúde, foram comparados estudos antagônicos com uso de hidroxicloroquina: da Prevent Senior e o do governo do Amazonas. As abordagens sobre a administração da hidroxicloroquina pelas Secretarias de Saúde - SSs foram extraídas de seus sites oficiais das próprias SSs, em 17/05/2020.

Destaca-se que as políticas adotadas pelas secretárias de saúde de cada estado, referente ao protocolo médico da hidroxicloroquina para os pacientes suspeitos ou confirmados de COVID-19, foram extraídas dos sites oficiais de cada SS, com exceção das informações do Acre, Amapá, Espírito Santo, Pernambuco e Tocantins. A informação sobre o uso de hidroxicloroquina nestes cinco estados citados foram extraídos de site de agências de notícias.

5. Resultados Obtidos

Foram encontradas inconstâncias nos dados da Plataforma COVID Registral referentes a meses e anos passados. Os dados apresentaram pequenas variações nas quantidades de registros de óbitos quando acessados em diferentes dias, mesmo sendo referente ao mesmo período passado. Desta forma depreende-se que os dados sobre a mortalidade do novo corona vírus podem estar incorretos nos nossos sistemas de registro, não sendo uma boa informação para a gestão pública. A seguir um relato do que está acontecendo.

No dia 11/07/20 foram extraídos os dados dos registros de óbitos classificados por *causa mortis*, por estado, referentes a janeiro e abril dos anos de 2019 e 2020 para se medir o excesso de mortes internas, medindo de forma mais correta os efeitos da CODIV-19 sobre a mortalidade da população, conforme Hollnagel e Vitorino (2020) e Itália (2020b).

O motivo de extrair os dados até mês de junho sem incluir os 11 dias decorridos em julho, que há um *delay* entre o registro inicial da morte no cartório e a atualização do site, de até 14 dias úteis, explicado mais detalhadamente a frente. Portanto, se comparássemos os dados entre os dias 01/01 e 11/07, entre os anos de 2019 e 2020, haveria *gap* de dados, pois os referentes à 01/07/19 a 11/07/19, já estariam devidamente atualizados, em comparação aos dados de 01/07/20 a 11/07/20, que ainda estão no processo de registro na plataforma, levando a conclusões distorcidas.

No dia 11/07/20 foram extraídos os dados dos registros de óbitos suspeitos ou confirmados por COVID-19, classificados por faixa etária, por estado brasileiro. O objetivo é comparar as curvas das faixas etárias por estado. Neste caso, como não é uma comparação entre 2019 e 2020, foram usados os dados entra 01/01/2020 e 11/07/2020. Os dados brasileiros também foram comparados as curvas de mortes por COVID-19 com as da Itália e Suécia. Os dados da Itália são referentes até 09/07/20 e da Suécia 10/07/20. As diferenças alguns dias entre os dados brasileiros, italianos e suecos foram consideradas irrelevantes para se comparar curvas etárias.

Destaca-se que no Painel COVID Registral, as estatísticas apresentadas se baseiam nas Declarações de Óbito (DO) registradas nos Cartórios do País relacionadas à COVID-19, sendo apresentada apenas uma causa para cada óbito. Na DO, a(s) causa(s) de morte são declaradas na Parte I (linhas a, b, c, d), sendo que a causa mencionada na última linha será a causa básica selecionada como causa da morte, de acordo com as regras da *World Health Organization* (WHO), na *International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems* (CID), disponível em: https://www.who.int/classifications/icd/ICD10Volume2_en_2010.pdf, acessado em 22/05/20, quando a sequência de causas informada pelo médico tiver sido preenchida corretamente.

Na Parte II são registradas outras causas ou condições significativas que podem ter contribuído para a morte. Nas DOs enviadas pelos Cartórios ao Portal da Transparência as mortes foram classificadas de acordo com a declaração que nelas constam como a causa suspeita ou confirmada.

Os termos de *causa mortis* foram agrupados com base em dicionário próprio que pode ser acessado em: https://transparencia.registrocivil.org.br/covid/dicionario_covid-19.pdf, recuperado em 22/05/20. Para termos semelhantes se utilizou o Dicionário de Termos do *Integrated Risk Information System* (IRIS), acessado através de <https://www.epa.gov/iris>, recuperado em 22/05/20.

As classificações utilizadas são: a) COVID-19; b) Síndrome respiratória aguda grave (SRAG); c) Pneumonia; d) Insuficiência respiratória; e) Septicemia (sepse/choque séptico); f) Indeterminadas (causas mortes ligadas a doenças respiratórias, mas não conclusivas) e g) Demais óbitos – de causas naturais - (todos os outros tipos de óbitos que não estão listados anteriormente)

De acordo com as informações obtidas nessa análise, é realizado o seguinte procedimento hierárquico para avaliar todas as causas naturais (não externas) declaradas na DO e selecionar somente uma causa por óbito, dentre as causas por COVID-19 e outras relacionadas:

- **Condição 1:** Quando na DO houver menção de COVID-19, Corona vírus, Novo Corona vírus, considerou-se como causa COVID-19 (**suspeita** ou confirmada);
- **Condição 2:** Menção Síndrome respiratória grave, considerou-se como causa Síndrome respiratória aguda grave (SRAG);
- **Condição 3:** Menção de Pneumonia considerou-se como causa Pneumonia;
- **Condição 4:** Sepse como única causa informada, considerou-se Sepse;
- **Condição 5:** Insuficiência respiratória como única causa informada, considerou-se Insuficiência respiratória;
- **Condição 6:** Se o óbito não foi classificado em nenhuma, considerou-se Outra Causa.

Os agrupamentos de causas acima especificados estão classificados segundo as seguintes variáveis: a) Data do óbito, por período dia/mês em 2019 e 2020; b) Faixa etária (idade) do falecido (a); c) Sexo do falecido (a) e d) local: Brasil, Estados, Capitais

Essa pesquisa mostra que a atualização do Portal da Transparência pelos registros de óbitos lavrados pelos Cartórios de Registro Civil obedece a prazos legais. A família tem até **24h** após o falecimento para registrar o óbito em Cartório que, por sua vez, tem **até cinco dias úteis** para efetuar o registro de óbito, e depois **até oito dias úteis** para enviar o ato feito à Central Nacional de Informações do Registro Civil (CRC Nacional), que atualiza esta plataforma.

Outra informação importante é que o **local de Óbito** é registrado no site de acordo com as informações constante nas DOs atestadas pelo médico que a preencheu. No estudo em tela, foram utilizados os dados referentes a todos os locais de óbito disponíveis no site (hospital, domicílio, via pública e outros).

A falta de padronização por conta da descentralização das decisões permitidas pelo STF pode ser vista na quantidade de leis estaduais e municipais referente ao tema. Em 11/07/2020, através do site <https://leismunicipais.com.br/coronavirus>, havia o registro de 16.551 leis estaduais e municipais referentes ao combate à pandemia, totalizando 9.414 leis sobre este assunto nestas duas esferas. O número de municípios no Brasil é hoje 5.570.

Na tabela 1 observa-se que a média é de 348 leis por estado, ou 1,68 leis por município brasileiro. Se dividirmos o número de leis estaduais e municipais pelo número de estados (mais Distrito Federal, chega-se a 613 leis na média).

Destaca-se que enquanto o Piauí e Roraima promulgaram 9 e 12 leis respectivamente sobre a COVID-19, enquanto Rio Grande do Sul e Santa Catarina tiveram 7.192 e 4.097 respectivamente.

Tabela 1: Lista de Leis estaduais e municipais referentes a CODIV-19 publicadas em 2020

Estado	Número de leis estaduais e municipais	Total de municípios	Leis por municípios de cada estado
Acre	14	22	0,64
Alagoas	11	102	0,11
Amapá	48	16	3,00
Amazonas	81	62	1,31
Bahia	221	417	0,53
Ceará	45	184	0,24
Distrito Federal	47	1	47,00
Espírito Santo	29	78	0,37
Goiás	44	246	0,18
Maranhão	15	217	0,07
Mato Grosso	439	141	3,11
Mato Grosso do Sul	139	79	1,76
Minas Gerais	576	853	0,68
Pará	14	144	0,10
Paraíba	48	223	0,22
Paraná	1.316	399	3,30
Pernambuco	186	185	1,01
Piauí	9	224	0,04
Rio de Janeiro	298	92	3,24
Rio Grande do Norte	16	167	0,10
Rio Grande do Sul	7.192	497	14,47
Rondônia	29	52	0,56
Roraima	12	15	0,80
Santa Catarina	4.097	295	13,89
São Paulo	1.579	645	2,45
Sergipe	27	75	0,36
Tocantins	19	139	0,14
Total	16.551	5.570	2,97

Fonte: Total de leis: <https://leismunicipais.com.br/coronavirus>, atualizado em 11/07/2020. Elaboração dos autores.

A decisão do STF em deixar as políticas de combate a pandemia na mão de governadores e prefeitos, tirando do Governo Federal o poder de formulação de estratégias e coordenação entre os entes da União, a luz da Teoria dos jogos, aumentou o número de “prisioneiros” e retirou o de cena um possível “comunicador” atuando sobre eles. De acordo com a teoria ainda, torna bem menos provável a chegada a uma decisão super ótima.

Imaginemos que os governadores sejam os jogadores, é que estivessem a frente de uma solução binária (abrir ou não restaurantes durante a pandemia), que impactasse o governador vizinho com quem faz fronteira. A probabilidade de todos tomarem a mesma decisão é igual a $(0,5)^{27}$, ou seja, praticamente zero (26 estados mais o Distrito Federal).

Para municípios dentro do mesmo estado, as chances de uma decisão binária, exemplo abrir ou não academias, que tem impacto imediato sobre o município vizinho, criando um efeito de atletas de outras cidades. Se tomássemos o número de prefeitos (5.570), teríamos uma chance menor ainda, dada por $(0,5)^{5570}$, praticamente zero. Não se está levando em conta um cenário de construção de soluções ótimas, somente decisões binárias.

Segundo Hermans, Cunningham e Slinger (2014), a Teoria dos Jogos é mais que um arcabouço matemático, mas também uma ferramenta para avaliação de políticas públicas em um ambiente de vários atores, com restrições diversas e diferentes preferências pelos resultados de cada escolha. A Teoria dos Jogos ajuda o formulador de políticas públicas a evitar a armadilha de escolher a segunda melhor alternativa por falta de conhecimento ou comunicação com os demais atores.

Um ponto da teoria apoiado pela matemática que envolve seus modelos é aumentando o número de atores, aumenta-se os cenários, diminuindo a probabilidade de se chegar a uma opção super ótima beneficiando, na média, melhor a todos os envolvidos.

A luz da teoria, este estudo analisa os impactos da decisão do STF de aumentar os atores no que se refere ao combate da pandemia, sobre as decisões em quatro temas específicos relativos ao combate da pandemia hoje no Brasil:

- As diferentes estratégias estaduais envolvendo a adoção de Restrição de Liberdades;
- A falta de padronização dos critérios de utilização precoce da hidroxiclороquina dentre outros procedimentos;
- Dois diferentes critérios utilizados em testes de eficácia da hidroxiclороquina, e;
- Evidência da não adoção dos critérios internacionais para contabilização das mortes suspeitas de COVID-19 entre crianças e jovens.

As estratégias de imunização de doença contagiosa de uma população partem de dois caminhos: a) aplicação de vacina ou 2) desenvolvimento de “imunidade de rebanho”. Quando não há vacina disponível, a única maneira de se minimizar as mortes é o tingimento da “imunidade de rebanho”, e isto só acontece quando uma parte relevante da população já foi infectada e se recuperou, pois, os recuperados passam a ser imunes e não são mais transmissores do vírus.

O paradoxo vem da seguinte situação: para se enfrentar o contágio quando não há vacina, a população deve contar com uma boa parte de suas pessoas recuperadas da infecção, pois se tornam imunes e, em tese, não mais retransmitem o vírus. O número de infectados deve subir para depois cair, porém a infecção não atinge de forma todos os *cohorts* da população. Há o grupo de risco, onde os casos letais se concentram por alguma característica comum dessas pessoas, mesmo com a internação em hospitais.

Desta forma, os formuladores de políticas públicas devem tentar condução a velocidade de transmissão da doença para que os leitos de UTIs sejam totalmente ocupados e as pessoas passem a morrer por falta de capacidade hospitalar. O segundo ponto é a capacidade de “blindagem” do grupo de risco. Se levássemos todo o grupo de risco para uma ilha no início da infecção para uma ilha, o restante da população deveria, em tese, tentar se infectar com o vírus o mais rápido possível.

A restrição de liberdades é imposta para diminuir o contato entre as pessoas e assim diminuir a velocidade de contágio. As restrições de liberdade podem ser horizontais ou verticais. As restrições adotadas horizontalmente são indiscriminadas, enquanto a vertical tem um foco maior nos grupos de risco. Teoricamente, restrições horizontais deveriam ser usadas quando a capacidade de leitos de UTIs se encontrasse próxima do limite. As restrições verticais deveriam ser aplicadas, mesmo com capacidade ociosa de UTIs durante uma pandemia. O isolamento do grupo de risco é fundamental para se minimizar as mortes. O Quadro 2 resume

as três formas possíveis de adoção de uma política de imunização da população nesse contexto de COVID-19.

Quadro 2: Estratégias de combate ao contágio da COVID-19

	Não fazer nada	Políticas seletivas (vertical)	Políticas não seletivas (horizontal)
Descrição	A população tem contato com vírus sem nenhuma restrição	Tratar diferentemente os grupos de risco e infectados	Confinamento do máximo de pessoas
Velocidade do atingimento da imunidade de rebanho	Rápida	Intermediária	Mínima
Mortalidade	Máxima	Mínima	Próxima da mínima
Perda de PIB e de renda das famílias	Mínima	Intermediária	Máxima
Risco	Maximização do número de mortes por conta de congestionamento dos hospitais	Perda de controle da velocidade de contágio	O tempo de permanência do vírus entre a população aumenta, aumentando as mortes entre o grupo de risco

Fonte: elaboração dos autores.

O modelo epidemiológico sem restrição do tipo *Susceptible-Infected-Recovered* (SIR) foi apresentado em Kermack e McKendrick (1927). ACEMOGLU et al. (2020), ALVAREZ et al. (2020) e ATKENSON et al (2020) procuraram modelar os dados americanos para se otimizar as decisões de restrição de liberdades.

De maneira geral, a equação inicial do modelo SIR é a seguinte:

$$N_j(t) = S_j(t) + I_j(t) + R_j(t) + D_j(t)$$

Onde j representa um determinado grupo da população, S são as pessoas suscetíveis à doença em questão, R são os recuperados e D , os infectados que não sobreviveram. Para simplificar, N_j representa o grupo da população que se infectado, não corre risco de vida, ou seja, $D_j = 0$. Para este grupo “livre de risco de morte”, quanto maior o número de R_j , mais rápido a comunidade atinge a “imunidade de rebanho”.

O grupo N_k representa o grupo de risco, onde parte necessitará de internação em Unidades de Terapia Intensiva (UTI), e parte destes internados em UTIs deve vir a falecer. É o grupo de risco, no qual o vírus tem efeito letal.

Neste ponto, inicia-se a introdução de variáveis de restrição no modelo. A taxa de infectados (I_k) que deverão ir para a UTI é constante (μ). A taxa de mortalidade é constante dentro do grupo de risco (Ω) que foi internado em UTI. A número de vagas em UTI é uma constante (a), sendo a primeira restrição a ser seguida, pois no modelo, quando $(\mu I_k) > a$, então os infectados, $(\mu I_k) - a$, acabam morrendo, se somando aos internados em UTI que também possuem taxa de uma determinada taxa de mortalidade. Reforçando que o objetivo da restrição de liberdade é passar pela pandemia com $a > (\mu I_k)$, com margem de segurança.

No modelo simplificado, os infectados não são identificados nos primeiros x dias de infecção. Depois disto, são identificados (sintomáticos ou testados) e vão para o isolamento, hospital ou UTI, sendo excluídos de N . Assim, os infectados (I) do modelo são aqueles não identificados de forma despropositada acaba transmitindo o vírus para outras pessoas do N_j ou N_k .

Sem nenhuma política de isolamento, os novos infecta dos $I_j(t+1)$ e $I_k(t+1)$ são representados por: $\frac{dI_j}{dt} = \beta_{jk} (S_j S_k) (I_j I_k)$ e $\frac{dI_k}{dt} = \beta_{jk} (S_j S_k) (I_j I_k)$.

Onde β_{jk} é a distribuição de Poissonⁱ dos eventos independentes de contatos entre I_{jk} e S_{jk} . O contato é estocástico, randômico, independente e se repete com determinada frequência.

Os contatos entre as pessoas acontecem por três motivos: necessidade de trabalho (ξ), consumo de bens e serviços essenciais (η) e lazer (π). Assim, $\beta_{jk} = F(\xi, \eta, \pi)$. Pode se considerar que $\xi + \eta + \pi = 1$ e $\xi, \eta, \pi > 0$. As três variáveis não são homogêneas nos *cohorts* econômicos, regionais e etários dentro das mesmas populações, refletindo na efeito prático das restrições de liberdades como é mostrado a diante.

A restrição de liberdades (L), pode ser descrita como, $L(t) = \mu, I_k(t), a$.

Se $\mu I_k(t) > a$, então $D_k = \Omega I_k(t) + (I_k(t) - a)$.

Se $\mu I_k(t) < a$, então $D_k = \Omega I_k(t)$.

O *police maker*, caso haja uma probabilidade de $\mu I(t) > a$, passa a implementar políticas de restrição de liberdades (L) que leva ao isolamento social e fechamento dos locais de trabalho. As mortes por falta de capacidade hospitalar trazem um custo emocional adicional para toda a sociedade, em especial para as famílias que perdem um ente querido por falta de atendimento hospitalar.

Nota-se que por este modelo, se $\mu I_k(t) < a$, o total de mortes é $\sum_{t=1}^T \mu I_k(t)$ e $\frac{dD_k(t)}{dt} = \mu$. As áreas das duas curvas de mortalidade são idênticas em tese, com mudança de curtosidade, se não houver mortes por falta de atendimento hospitalar em UTI e a mortalidade é em função de sua taxa, que é endógena.

$L = \gamma \beta_{jk}$, onde $1 < \gamma < 0$, onde zero representa o *lockdown* com paralização até dos serviços essenciais e 1 nenhuma atitude de isolamento social em meio a pandemia. A chance da situação $\gamma = 0$ é praticamente nula, pois $\lim_{\gamma \rightarrow 0} (L(t)) = \eta$. As pessoas precisam ter contato uma com as outras, pelo menos para o consumo de bens e serviços essenciais.

Por outro lado, parte da imunidade de rebanho vem do contágio do grupo N_j . Se $\frac{dI_j}{dt} = \beta_{jk} (S_j S_k) (I_j I_k)$, que por sua vez é igual a $R(t+1)$, então quando $\gamma = 1$, então $\frac{dR_j}{dt} = \text{máximo}$. Porém se $\gamma = 1$, $\frac{dD_k}{dt} = \text{máximo}$.

Logo, no modelo SIR, se $\gamma = 1$ para os dois grupos N_j e N_k , o tempo de atingimento da imunidade de rebanho é mínimo. Até agora, se $\mu I_k(t) < a$, então $D_k = \Omega I_k(t)$. Ou seja, o *police maker* não deveria restringir liberdades.

Se $\gamma = \eta$, $\frac{dR_j}{dt} = \text{mínimo}$, alongando o tempo para o atingimento da imunidade de rebanho. Como $\eta \beta_{jk}$ é uma distribuição de Poisson, $D_k = \sum_{t=1}^T \Omega I_k$, onde T é o tempo para a vacinação de N_k .

Existe uma outra restrição que passa a ser imposta ao modelo, o custo da restrição ao trabalho para as famílias (CL). A equação de CL = $\eta + v - \rho$, onde η representa o consumo de bens e serviços essenciais, v representa a ajuda do Governo e ρ os ativos financeiros líquidos das famílias. Quando $CL < 0$, as pessoas S_k também tendem a sair de casa para buscar rendimento. O efeito da restrição cai e S_k e S_j passar conviver com I_j e I_k na proporção de $(\eta + \xi) \beta_{jk}$. Neste ponto, a propensão a marginal de se retornar as atividades de lazer em convívio devem subir e se $\xi + \eta + \pi = 1$, a restrição começa a perder a eficácia, expondo as pessoas do grupo de risco.

O modelo muda se assumirmos que γ_j e γ_k possam ser diferentes, onde $\gamma_j > \gamma_k$, pois poderíamos chegar γ_j próximo de 1, maximizando R_j , aumento a velocidade para o atingimento da imunidade de rebanho e minimizando I_k .

Em Acemoglu e colaboradores (2020), foram analisadas as estratégias para combate a pandemia em termos de mortalidade e custo econômico usando como base o modelo SIR. Os pesquisadores reconhecem que a *optima fully-target policy* é mais difícil e tem uma mortalidade muito próxima estatisticamente da *optimal semi-target policy*.

O ponto mais importante do estudo é mostrar que o *lockdown*, ou políticas horizontais, aumentam a mortalidade e com custo econômico maior. O motivo da maior mortalidade é por conta do aumento de tempo para o atingimento da imunidade de rebanho, levando a mais contatos entre S_{jk} e I_{jk} . No quadro 3 encontrados os seguintes resultados para economia americana frente às estratégias de combate à pandemia:

Quadro 3: Resultados das simulações de estratégias de combate ao COVID-19 (EUA)

	Mortalidade (% da população)	Custo econômico (Perda de PIB em 1 ano)
Não fazer nada $\Gamma_j = \Gamma_k = 1$	5,44%	14,4%
Lockdown $\Gamma_j = \Gamma_k = \text{III}$	1,83%	24,3%
Optimal Semi-targeted policy $\Gamma_{j \rightarrow 1} > \Gamma_{k \rightarrow 0}$	1,02%	12,8%
Optimal Fully-targeted policy $(\Gamma_j = 1) > (\Gamma_k = 0)$	1,00%	12,7%

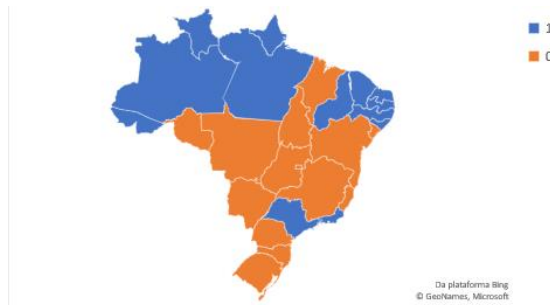
Fonte: Elaboração dos autores a partir de Acemoglu et al. (2020).

Importante frisar que v não seria somente a ajuda às famílias, mas também aos pequenos negócios para manutenção dos empregos, para que a políticas de restrição tenham efeito e não levem a população do grupo de risco sair para tentar ganhar alguma renda extra, pois há previsibilidade de continuação dos empregos. Em Alemanha (2020), o governo alemão disponibilizou €50 bilhões para emprestar (sem necessidade de apresentação de garantias e de forma desburocratizada) a quantia de €15,000 para capital de giro de pequenas e médias empresas. Uma outra linha, chamada de *Quick Loan Programme*, Programa de Empréstimo Rápido, foi lançada para empresas com mais de 11 empregados. Ambos empréstimos bancários são garantidos pelo governo da Alemanha.

De acordo com a pesquisa no site <https://leismunicipais.com.br/coronavirus>, sobre a suspensão das atividades consideradas não essenciais e reabertura gradual do comércio nos estados brasileiros. O critério foi a decretação de fechamento das atividades consideradas não essenciais em algum momento entre março e o dia 25/05/2020, principalmente do comércio.

Analisando os dados percebe-se que somente três estados inter-relacionados Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Tocantins não interromperam as atividades, embora tenham tomado medidas sanitárias e evitado aglomerações. Em seguida foram pesquisadas leis que refletiam flexibilização para reabertura das atividades. O critério foi a flexibilização de horários de funcionamento, dia, aumento das atividades consideradas não essenciais além das costumeiras: serviços essenciais, construção civil e comércio de alimentos ou deixar a regulamentação da reabertura cargo das prefeituras.

Figura 1: Estados com reabertura do comércio ou que não suspenderam atividades anteriormente



Legenda: Decretaram suspensão “1” (azul) e com reabertura ou não-suspensão “0” (laranja).

Fonte: Decreto de suspensão: <https://leismunicipais.com.br/coronavirus>, em 24/05/20. Elaboração dos autores.

Desta forma, observa-se na figura 1 que os estados adotaram Γ_j e Γ_k diferentes entre si, seja por necessidade de desafogar seus sistemas de saúde ou por conta simplesmente de uma estratégia inicial diferente em eles. O fato é que Mato Grosso do Sul faz fronteira com Paraná, São Paulo, Goiás. Mato Grosso faz fronteira com Rondônia, Amazonas, Pará e Goiás. Tocantins faz fronteira com Bahia, Maranhão e Pará. Em um período, mesmo com fronteiras relevantes estes estados tiveram políticas diferentes de restrição de liberdade, resultando em diferentes taxas de isolamento e contágio.

Chama a atenção Sergipe, que sendo um estado de menor tamanho, faz fronteira com a Bahia, que flexibilizou as restrições de liberdade para o comércio ambulante por exemplo, com Alagoas que restringe as atividades consideradas não essenciais. O mesmo São Paulo e Rio de Janeiro, que fazem fronteira com Minas Gerais, por exemplo.

Os governadores adotaram diretrizes diferentes como pode-se notar de forma anedótica:

- 1) No Distrito Federal, segundo GDF (2020), fábricas de bolos foram incluídas na primeira etapa da reabertura, o que não aparece em outros estados.
- 2) O Governador Rui Costa da Bahia, segundo G1 (2020), sugeriu que municípios que não tenham nenhum caso da COVID-19 não tomem atitudes drásticas em relação a suspensão das atividades econômicas.
- 3) Em Nunes (2020), o prefeito de Corumbá criticou a interrupção das atividades do Sesc por conta da pandemia, justificando que a vida tinha que voltar ao normal em seu município.

Outra estratégia não padronizada foi a indicação do uso da hidroxicloroquina precocemente no tratamento dos sintomáticos, Zhou e colaboradores (2020) e Esper e colaboradores (2020). As indicações foram extraídas dos sites das SSs, em 17/05/2020. As indicações foram classificadas em três grupos pelos autores: administração somente nos casos graves, consenso entre o médico e o paciente ou, a proibição ou não fornecimento de hidroxicloroquina para os casos sintomáticos ou confirmados de COVID-19. No anexo II encontra-se a diretriz das secretárias da Saúde de cada estado utilizadas para as três classificações utilizadas. A figura 2 mostra como os estados se organizaram sobre o tema:

Figura 2: Flexibilização do uso da hidroxicloroquina



Fonte: Sites oficiais das SSs, pesquisado em 17/05/2020. Elaboração dos autores.

Os estados que se mostraram flexíveis em relação ao uso precoce de hidroxicloroquina, deixando tal tratamento em comum acordo entre médico e paciente, mesmo com estudos ainda considerados insuficientes, foram: Alagoas, Amapá, Ceará, Espírito Santo, Pará, Piauí, Santa Catarina e Tocantins, em 17/05/20.

Já o Rio de Janeiro e Manaus proibiram a medicação para os casos de COVID-19, permitindo somente para as outras doenças já tratadas com o medicamento, majoritariamente malária, reumatismo e lúpus. Enquanto isto, em Espírito Santo (2020), o governo capixaba recomenda a desse total de 2,4 gramas de hidroxicloroquina em 5 cinco dias. Rio de Janeiro e Espírito Santo são estados vizinhos, exemplo de diferenças importantes nesta abordagem. Uma outra abordagem sobre administração de medicamento é da secretaria da saúde do Rio Grande do Norte determina o uso de oseltamivir (Tamiflu).

Em HAPVIDA (2020), vê-se o comunicado da operadora de saúde verticalizada privada, que passou a adotar o protocolo da Prevent Senior de medição de hidroxicloroquina e azithromycin na fase inicial da doença, baseado na percepção de seus médicos.

Outros procedimentos além do uso da hidroxicloroquina podem estarem sendo utilizados pelas redes privadas de saúde. Em Brasil (2020, p.4) relata-se que 49 operadoras apresentavam ocupação média em seus hospitais ao redor de 68,3% entre fevereiro, março e abril de 2019. No mesmo período de 2020, a ocupação média ficou em 58%. O relatório mostra ainda que os casos de COVID-19 são responsáveis por 47% das internações em hospitais destas 49 operadoras:

“Foram analisadas informações sobre o impacto da pandemia no atendimento assistencial junto a 45 operadoras da amostra selecionada classificadas como verticalizadas, isto é, que dispõem de rede própria hospitalar. O objetivo foi verificar as principais tendências em relação à utilização de serviços de saúde hospitalares, que representaram 32,69% das despesas assistenciais no ano de 2019, frente ao atual contexto extraordinário que se apresenta, e suas implicações diretas no setor de saúde suplementar.”

A Prevent Senior rede privada de saúde e o Governo do Amazonas realizaram testes sobre a eficiência do tratamento com hidroxicloroquina (HQ) nos estágios iniciais da COVID-19. Destaca-se a diferença das dosagens aplicadas nos testes e os resultados diferentes obtidos, no teste da Prevent Senior (ESPER et al., 2020), a dose total de hidroxicloroquina foi de 3,2 gramas em 7 dias, enquanto no teste de Manaus (BORBA et al. (2020), o Grupo 1 recebeu 12 gramas por 10 dias, enquanto o grupo 2,7 gramas por 5 dias. Enquanto na Índia é publicado um estudo consolidando o uso da Hidroxicloroquina de forma preventiva em profissionais da saúde (CHATTERJEE et al., jun 2020) no mundo inteiro médicos e cientistas têm contestado o experimento realizado no Amazonas em função de usar cloroquina (que é mais tóxica que a sua forma mais hidrossolúvel e sendo assim causa menos efeitos colaterais) não ser randomizado

(ou seja, no grupo de maior dosagem estavam os mais velhos e com mais comorbidades) e pelo momento de administração do medicamento ser posterior aos quatro primeiros dias de infecção (ou seja, não adequado).

Em Million e colaboradores (2020) temos um estudo de metanálise sobre 20 artigos selecionados referentes ao uso de hidroxicloroquina para o tratamento da COVID-19, envolvendo 105.040 pacientes. Os artigos foram classificados em dois grupos: observacionais e clínicos. Os artigos observacionais foram associados ao uso de *big data*, e constatou-se conflito de interesses, falta das informações de dosagem e duração do uso de hidroxicloroquina e chegaram a conclusões desfavorável ao uso do medicamento. Já os estudos clínicos detalhavam a terapia e chegavam a um posicionamento a favor do uso de hidroxicloroquina, baseados nas relações de fatalidades e internação em UTIs.

Os pesquisadores apontam que, sem o devido detalhamento da administração dos medicamentos, não há como comparar as análises realizadas. A padronização das pesquisas em termos de uso precoce ou retardado dos medicamentos, a dosagem, medidas adicionais e contraindicações são fundamentais para uma comparação que faça sentido.

Neste artigo ainda, os pesquisadores classificam as pesquisas clínicas como as do “mundo real”, e contrariamente, as pesquisas baseadas em *big data*, como “virtuais”, desconectadas da realidade do dia a dia dos hospitais. Embora as pesquisas baseadas em big data tenham amostrado maiores de pacientes, suas conclusões não são as mesmas observadas nos tratamentos à base hidroxicloroquina, em especial nas fatalidades por problemas cardíacos pelo uso da substância.

As prefeituras de Porto Feliz (SP) e Floriano (PI) passaram a adotar protocolos que supostamente apresentaram diminuição do número de mortos por COVID-19 por troca de informações, conforme https://www.youtube.com/watch?v=whp1Y46R_fk, em 21/06/20. Em Golfieri (2020), tem-se as informações sobre o uso de ‘coquetel’ de medicamentos para o combate da pandemia ainda na fase sintomática. As estatísticas levaram a Prefeitura de Barão de Grajaú (MA) também a utilizar o mesmo protocolo de Floriano (PI), segundo <http://www.floriano.pi.gov.br/noticia.php?id=1700>, acessado em 21/06/20. Observe a tabela 2.

Tabela 2: Mortes em Floriano (PI) e Porto Feliz (SP)

	Floriano (PI)		Porto Feliz (SP)	
	2019	2020 (17/05/20)	2019	2020 (17/05/20)
COVID-19	0	1	0	4
SRAG	0	0	0	3
Pneumonia	30	25	30	25
Insuf. Respiratória	28	18	10	9
Septicemia	19	27	25	14
Indeterminada	0	0	3	4
Demais Óbitos	78	84	70	63
Total	155	155	138	122
População	57.690		48.893	
População 60+	6.352		5.732	

Fonte: Dados de causa mortis: <https://transparencia.registrocivil.org.br/especial-covid>, em 14/07/20. Dados da população: IBGE: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9662-censo-demografico-2010.html?=&t=resultados>, em 21/06/20.

A tabela 2 mostra que os números de fatalidades por conta da COVID-19 ficaram abaixo da média nacional mostrada na Tabela 8, que é de 0,18% em relação às pessoas com mais de 60 anos de idade. Em Floriano (PI), a relação entre mortes por COVID-19 e sua população com

idade acima de 60 anos ficou em 0,09% e em Porto Feliz (SP), 0,14%. A troca de experiências bem sucedidas levou a SS do Maranhão promover um novo protocolo com uso de coquetel de medicamentos, conforme <https://www.ma.gov.br/agenciadenoticias/?p=276847>, acessado em 21/06/20.

6. Contribuição Tecnológica-Social.

A análise da literatura e o panorama descrito para o enfrentamento do COVID-19 no Brasil nesse estudo, sob a luz da Teoria dos Jogos, permite elaborar algumas recomendações para os gestores públicos nas três esferas de governo.

- 1) Criação de Comitê Nacional para o enfrentamento da pandemia para decisões de ações como restrição de direitos individuais, alocação de equipamento e remédios e compartilhamento das redes hospitalares federal, estaduais e municipais, tanto pública e quanto privada.
- 2) Pelo modelo SIR, as restrições de direitos individuais para as pessoas fora do grupo de risco nas cidades situadas em regiões do país com ociosidade das UTIs para acelerar a “imunidade de rebanho”.
- 3) Estabelecer convênios padrão, garantidos pelo Governo Federal, para que os municípios possam usar as UTIs da rede privada quando a rede pública congestionar e houver espaço na rede privada da região.
- 4) Articular as legislações nas três esferas de governo, permitindo uma gestão integrada de enfrentamento e isolamento.
- 5) Padronização de critérios para testes de eficácia de medicamentos, inclusive a hidroxiquina combinado com levantamento estatístico dos casos de COVID-19 dentre a população que vem utilizando a hidroxiquina para outros tratamentos, como reumatismo ou lúpus.
- 6) Padronização dos critérios para registro de óbito por suspeita de COVID-19 inclusive.
- 7) Confirmar os números de óbitos suspeitos ou confirmados por COVID-19 entre as faixas etárias para se formar com segurança os grupos de risco.
- 8) Passar a registrar estatisticamente, através de questionário com padrão único nacional, os pontos relevantes em comum entre os mortos suspeitos ou confirmados por COVID-19 definição mais seguras dos grupos de risco.

Destaca-se ainda que a decisão do STF em pulverizar as decisões de combate a pandemia entre 27 estados e 5.570 municípios sem a coordenação do Governo Federal nos remeteu a decisões sub ótimas (*second best*) de acordo com a Teoria dos Jogos. Já são mais de 10 mil leis de estados e municípios decretadas em nome do combate ao vírus. Corre-se o risco de entrarmos em um labirinto jurídico *a la* Plano Collor, que se arraste por décadas.

As decisões de restrições de liberdades individuais, ainda quase todas no final de março, tinham como objetivo aumentar e organizar a capacidade hospitalar dos estados, mas as restrições persistem em boa parte do território nacional, como os estados de São Paulo e Rio de Janeiro. Entretanto, a restrição de liberdades focada no grupo de risco é uma decisão de política pública mais próxima do ótimo se comparada às políticas de restrição horizontais, segue a lógica matemática. A população só estará segura em relação ao fim dos aumentos de infectados quando se atingir a imunidade de rebanho. Então é necessário que as pessoas fora do grupo de risco se contaminem. Seria a contaminação solidária, pois ajudaria a salvar a vida dos que realmente têm risco de perdê-la caso contraia o vírus.

O site do WORLDONMETERS marcava em 14/07/20 a marca de 1,9 milhões de casos de COVID-19 no Brasil, mais de 74 mil mortes e 1,2 milhões de curados, perdendo neste indicador somente para os Estados Unidos (1,6 milhões de curados). Estudos aprofundados na

com grupo de risco brasileiro, uso de hidroxicloroquina e outros medicamentos que possibilitem a redução da fase mais grave ou prevenção são necessários.

Além disso, a recomendação dessa pesquisa é que se envidem esforços para uniformizar as estatísticas e procedimentos para reduzir o impacto da doença e suas consequências e contribuir para que outros países com situação semelhante também superem esse desafio epidemiológico.

Agradecimentos

Aos funcionários do Portal de Transparência do Registro Civil, que se tornou uma fonte de dados importantes para a análise do efeito da pandemia de COVID-19 no Brasil, em especial, aos que prontamente dirimiam nossas dúvidas ao longo deste trabalho.

Referências

- ACEMOGLU, D.; CHERNOZHUKOV, V.; WERNING, I.; & WHINSTON, M (2020). A Multi-Risk SIR Model with Optimally Target Lockdown. **National Bureau of Economics Research (NBER)**, 27102. Recuperado em 17 de maio de 2020 de <https://www.nber.org/papers/w27102>
- AGÊNCIA BRASÍLIA (2020): **GDF divulga nova lista de comércios que podem permanecer abertos**. Recuperado em 24 de maio de 2020: <https://www.agenciabrasilia.df.gov.br/2020/03/23/gdf-divulga-nova-lista-de-comercios-que-podem-permanecer-abertos/>
- ALEMANHA: **German Stability Programme 2020**. Abril de 2020. Recuperado em 24/05/20 de: https://www.bundesfinanzministerium.de/Content/EN/Standardartikel/Press_Room/Publications/Brochures/2020-04-17-german-stability-programme-2020.pdf?__blob=publicationFile&v=9.
- ALVAREZ, F. E.; ARGENTE, D.; & LIPPI, F. (2020). A Simple Planning Problem for COVID-19 Lockdown. **National Bureau of Economics Research (NBER)**. Working Paper No. 26981 Abril de 2020. Recuperado em 17 de maio de 2020 de: <https://www.nber.org/papers/w26981.pdf>
- ATKENSON, A.(2020). How Deadly Is COVID-19? Understanding the Difficulties With Estimation Of Its Fatality. **National Bureau of Economics Research (NBER)**. Working Paper No. 26965. Abril de 2020. Recuperado em 17 de maio de 2020 de: <https://www.nber.org/papers/w26965>
- BORBA, M. G. S et al. (2020): Chloroquine diphosphate in two different dosages as adjunctive therapy of hospitalized patients with severe respiratory syndrome in the context of coronavirus (SARS-CoV-2) infection: Preliminary safety results of a randomized, double-blinded, phase IIb clinical trial (CloroCovid-19 Study). Ahead of print. **Medrxiv**. Recuperado em 17 de maio de 2020 de: <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.04.07.20056424v2>
- CHATTERJEE, P.; ANAND, T.; SINGH, K.J.; RASAILY, R.; et al. (2020) Healthcare workers & SARS-CoV-2 infection in India: A case-control investigation in the time of COVID-19. **Indian J Med Res** [Epub ahead of print] [cited 2020 Jun 4]. Recuperado em 04 de jun de 2020 de: <http://www.ijmr.org.in/preprintarticle.asp?id=285520>
- ESPER, R. B.; SILVA, R. S. da; OIKAWA, F. T. C.; CASTRO, M. M., et al. (2020). Empirical treatment with hydroxychloroquine and azithromycin for suspected cases of COVID-19 followed-up by telemedicine. **Abrasco** [Ahead of print]. Recuperado em 17 de maio de 2020. <https://pgibertie.files.wordpress.com/2020/04/2020.04.15-journal-manuscript-final.pdf>.
- ESPÍRITO SANTO (2020). Nota Técnica COVID-19 n. 09/2020 – **SESA/GS**: Tratamento farmacológico de pacientes com infecção por COVID-19. Recuperado em 17 de maio de 2020, de: <https://saude.es.gov.br/Media/sesa/coronavirus/Notas%20T%C3%A9cnicas/NOTA%20T%C3%89CNICA%20COVID.19%20N.%2009.20%20Tratamento%20Farmacol%C3%B3gico.pdf>
- G1 BAHIA (2020). Rui Costa sugere que municípios sem casos de Covid-19 não adotem 'medidas drásticas' e mantenham algumas atividades. **Portal G1 Bahia**. Recuperado em 24 maio de 2020 de: <https://g1.globo.com/ba/bahia/noticia/2020/03/26/rui-costa-sugere-que-municipios-sem-casos-de-covid-19-nao-adotem-medidas-drasticas-e-mantemham-algumas-atividades.ghtml>
- GOLFERI, D (2020): **Prefeitura no interior de SP distribui remédio para malária a pacientes com Covid-19 desde abril**, G1-em 21/05/20. Recuperado em: <https://g1.globo.com/sp/sorocaba-jundiai/noticia/2020/05/21/prefeitura-no-interior-de-sp-distribui-remedio-para-malaria-a-pacientes-com-covid-19-desde-abril.ghtml>, 21/06/20.

HAPVIDA (2020). Comunicado importante. **Sítio institucional**. Recuperado em 20 de maio de 2020 de: <https://www.hapvida.com.br/site/noticias/hapvida-doa-hidroxicloroquina-pacientes-com-prescri%C3%A7%C3%A3o-m%C3%A9dica>

HERMANS, L.; CUNNINGHAM, S.; & SLINGER, J. (2014) The usefulness of game theory as a method for policy evaluation. **Evaluation**. 20 (1), pp. 10-25. Recuperado em 25 de maio 2020, de: https://www.researchgate.net/publication/270598812_The_usefulness_of_game_theory_as_a_method_for_policy_evaluation

HOLLNAGEL, H. C.; & VITORINO, A. A. (2020). Abordagem comparativa sobre óbitos da COVID-19 no Brasil e na Itália e planejamento de ações na gestão pública. **Revista Internacional de Debates da Administração & Pública - RIDAP**, 5(1), pp. 3-18, 20 abr. 2020. Recuperado em 17 de maio de 2020 de: <https://periodicos.unifesp.br/index.php/RIDAP/article/view/10561>

KERMACK, W. O.; & MCKENDRICK, A.G. (1927). A contribution to the mathematical theory of epidemics. **The Royal Society Publishing**. 1º de agosto de 1927. Recuperado em 23 de maio de 200, de: <https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rspa.1927.0118>

ITÁLIA (2020a): Caratteristiche dei pazienti deceduti positivi all'infezione da SARS-CoV-2 in Italia. **Istituto Superiore di Sanità**. Datado de 14/05/20. Recuperado em 17 de maio de 2020 de: https://www.epicentro.iss.it/coronavirus/bollettino/Report-COVID-2019_14_maggio.pdf

ITÁLIA (2020b): Impatto dell'epidemia COVID-10 sulla mortalità totale della popolazione residente primo trimestre 2020. **Istituto Nazionale di Statistica** (em conjunto com Istituto superiore di sanità). Recuperado em 17 de maio de 2020, de: https://www.epicentro.iss.it/coronavirus/pdf/Rapporto_Istat_ISS.pdf

LANCET EDITORIAL (2020). COVID-19 in Brazil: "So what? **Lancet**, vol. 395, n. 10235, p. 1461. 09/05/2020. Recuperado em 25 de maio de 2020: [https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(20\)31095-3/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(20)31095-3/fulltext)

MILLION M, GAUTRET P, COLSON P, ROUSSEL Y, et al. (2020) Clinical Efficacy of Chloroquine derivatives in COVID-19 Infection: Comparative meta-analysis between the Big data and the real world, **New Microbes and New Infections**, Journal Pre-proof. Junho de 2020. Recuperado em 15/07/20 em: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S2052297520300615?token=CEAE103F5BE48F63FD3B2D86BA193F29A3A5F40D0C41A345B2CCAC925060D2261525EC07A94B6357B291144B679F114B>

NASH, J. F. Jr. (1950). **Non-Cooperative Games**. PhD. Thesis. Princeton University Press, 1950. Recuperado em 25 de maio de 2020, de: https://library.princeton.edu/special-collections/sites/default/files/Non-Cooperative_Games_Nash.pdf

NUNES, R. (2020). Prefeito questiona Fecomércio sobre suspensão das atividades do Sesc em Corumbá. **Diário Corumbaense**, 23/05/2020. Recuperado em 25/05/2020, de: <https://diarionline.com.br/?s=noticia&id=117477>

ZHOU, D.; DAI, S-M.; & e TONG, Q. (2020). COVID-19: a recommendation to examine the effect of hydroxychloroquine in preventing infection and progression. **Journal of Antimicrobial Chemotherapy**, 2020. Recuperado em 17 abr de 2020 de: <https://academic.oup.com/jac/article/doi/10.1093/jac/dkaa114/5810487>

ⁱ A distribuição de Poisson é distribuição de probabilidade P de uma quantidade π eventos independentes que ocorrem com frequência θ : $P(\pi) = e^{-\theta} \left(\frac{\theta^\pi}{\pi!} \right)$