



University of
Texas Libraries



e-revist@s



Centro Unversitário Santo Agostinho



revistafsa

www4.fsnet.com.br/revista

Rev. FSA, Teresina, v. 20, n. 1, art. 17, p. 336-355, jan. 2023

ISSN Impresso: 1806-6356 ISSN Eletrônico: 2317-2983

http://dx.doi.org/10.12819/2023.20.1.17

DOAJ DIRECTORY OF
OPEN ACCESS
JOURNALS

WZB
Wissenschaftszentrum Berlin
für Sozialforschung



Identificação de Regiões Críticas para Orientação de Políticas Públicas no Combate ao Covid-19: Apoio à Decisão por Meio da Inteligência Artificial e do Método Multicritério Thor2

Identification of Critical Regions to Guide Public Policies in the Fight Against Covid-19: Decision Support Through Artificial Intelligence and the Thor2 Multi-Criteria Method

Danny Aronson

Mestrado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal Fluminense
Graduação em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal do Rio de Janeiro
E-mail: danny7187@gmail.com

Marcos dos Santos

Doutor em Engenharia de Produção pela Universidade Federal Fluminense
Professor do Programa de Pós-graduação em Sistemas e Computação (PPgSC)
E-mail: marcosdossantos_doutorado_uff@yahoo.com.br

Carlos Francisco Simões Gomes

Doutorado em Engenharia de Produção Universidade Federal do Rio de Janeiro,
Professor Associado da Universidade Federal Fluminense.
E-mail: cfsg1@bol.com.br

Renato Santiago Quintal

Doutor pelo Programa de Pós-graduação em Ambiente e Desenvolvimento da Universidade do Vale do Taquari
E-mail: rsantiago79@hotmail.com

Endereço: Danny Aronson

Universidade Federal Fluminense, Rua Passo da Pátria,
156 - Bloco D - Departamento de Engenharia de
Produção São Domingos. 24210240 - Niterói, RJ - Brasil.

Endereço: Marcos dos Santos

Universidade Federal Fluminense, Rua Passo da Pátria,
156 - Bloco D - Departamento de Engenharia de
Produção São Domingos. 24210240 - Niterói, RJ - Brasil.

Endereço: Carlos Francisco Simões Gomes

Universidade Federal Fluminense, Rua Passo da Pátria,
156 - Bloco D - Departamento de Engenharia de
Produção São Domingos. 24210240 - Niterói, RJ - Brasil.

Endereço: Renato Santiago Quintal

Universidade Federal Fluminense, Rua Passo da Pátria,
156 - Bloco D - Departamento de Engenharia de Produção
São Domingos. 24210240 - Niterói, RJ - Brasil.

Editor-Chefe: Dr. Tonny Kerley de Alencar Rodrigues

Artigo recebido em 16/06/2022. Última versão recebida em 05/12/2022. Aprovado em 06/12/2022.

Avaliado pelo sistema Triple Review: a) Desk Review pelo Editor-Chefe; e b) Double Blind Review (avaliação cega por dois avaliadores da área).

Revisão: Gramatical, Normativa e de Formatação

RESUMO

No início do ano de 2020, a Organização Mundial da Saúde decretou uma pandemia mundial em função da taxa de contágio e propagação da COVID-19. Diversas esferas governamentais iniciaram ações de combate que, na maior parte, são algumas formas de quarentena ou restrição da mobilidade populacional. Para orientação das ações públicas, a diversidade dos fatores que contribuem para a propagação e letalidade da doença precisa ser considerada para que as medidas sejam efetivas. Em função das diferenças e particularidades entre cada município, o combate efetivo ficou a cargo dos municípios e, por esse motivo, o objetivo deste estudo é, com base nos dados oficiais disponíveis para a Cidade do Rio de Janeiro, utilizar ferramentas de Inteligência Artificial e Apoio Multicritério à Decisão para identificar as regiões administrativas que necessitam de maior atenção em uma eventual segunda onda de contágio.

Palavras-chave: Inteligência Artificial. Análise Multicritério. Método THOR. COVID-19.

ABSTRACT

When the World Health Organization declared world pandemic in 2020 due to high propagation rate of the COVID-19, several government levels (municipalities, states and countries) initiated actions to try to fight the spread of the disease. Most of these actions where some sort of quarantine or urban mobility restrictions. To guide the governments' actions and decisions, several factors have to be considered, such as propagation and lethality of the disease for each administrative region. However, due to the differences between urban regions, in Brazil, the final decision as to which actions to take were left to the municipalities. For this reason, the goal of this study is to, based on the official data available for the city of Rio de Janeiro, use Artificial Intelligence tools and Multicriteria Methods to identify the administrative regions that will require a higher level of attention in the event of a second wave of COVID-19.

Keywords: Artificial Intelligence. Multicriteria Analysis. THOR method. COVID-19.

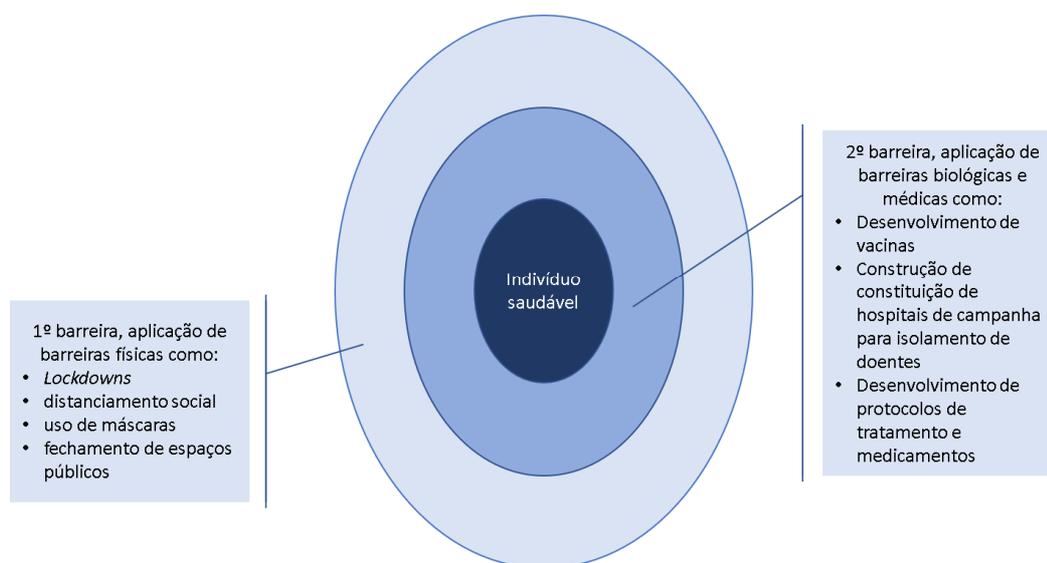
1 INTRODUÇÃO

A elevada taxa de propagação da COVID-19 pela população mundial colocou o mundo em alerta e levou a Organização Mundial da Saúde, no início do ano de 2020, a declarar essa doença uma pandemia mundial.

Com base na experiência adquirida em pandemias anteriores, a dinâmica de propagação é fortemente influenciada pelas ações de *lockdowns*, distanciamento social, obrigatoriedade do uso de máscaras, fechamento de espaços públicos e a constituição de hospitais de campanha.

A rápida implantação das medidas acima leva a uma redução do número de contágios (também chamado de achatamento da curva), entretanto, conforme observado em pandemias anteriores, quando da retirada dessas medidas, há o surgimento de novas ondas de contágio, levando a uma repetição do processo até o momento em que a maior parte da população passa a possuir anticorpos. A Figura 1 abaixo apresenta a dinâmica de barreiras para prevenção da propagação de contaminação da COVID-19.

Figura 1 – Dinâmica de barreiras para prevenção da propagação de contaminação da COVID-19



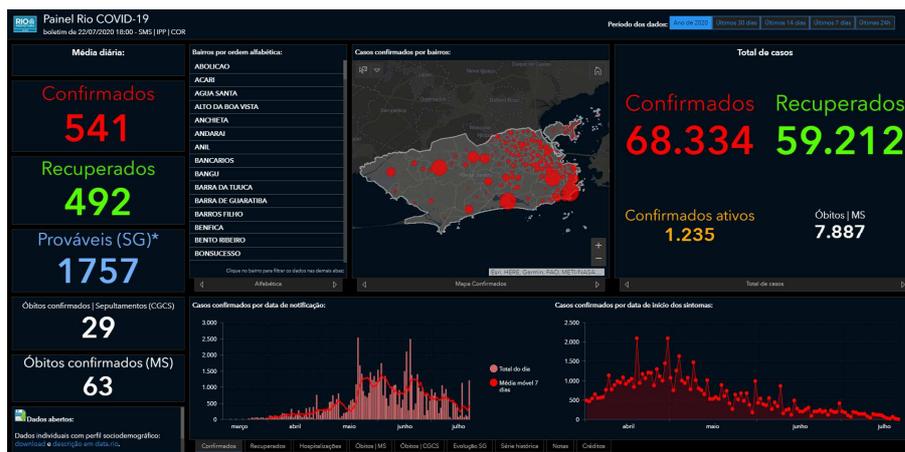
Fonte: Elaborada pelos autores

O risco maior reside no caso do número de infectados que necessitam de tratamento intensivo e uso de respiradores artificiais suplantarem a capacidade de atendimento do sistema de saúde.

Nesse aspecto, uma correta identificação das áreas críticas pode orientar melhor a alocação de recursos de saúde para uma rápida resposta das autoridades.

Este estudo foi dividido em duas partes, sendo a primeira a determinação do peso relativo de cada variável, monitorada pelo sistema de controle da COVID-19 do Município do Rio de Janeiro na evolução da doença, cuja imagem é apresentada na Figura 2.

Figura 2 – Painel de acompanhamento do Rio COVID-19



Fonte: Painel Rio COVID 19¹

O referido sistema permite o download de bancos de dados, contendo as seguintes informações referentes aos pacientes CONFIRMADOS de COVID-19:

- Data da notificação
- Data de início dos sintomas
- Bairro de residência ou estadia
- Área de Planejamento (AP) de residência ou estadia
- Sexo do paciente
- Faixa Etária
- Evolução (recuperado, óbito ou ainda ativo)
- Data do óbito (caso a doença evolua nesta direção)
- Raça/Cor do paciente

A Figura 3 apresenta o quadro com os números de contágios de alguns bairros no município do Rio de Janeiro, na ordem do maior para o menor.

¹ Painel Rio COVID 19. Disponível em: <https://experience.arcgis.com/experience/38efc69787a346959c931568bd9e2cc4> Acesso em: 01 out. 2020.

Figura 3 – Estratificação por bairros dos casos confirmados de COVID apresentados no Rio COVID-19



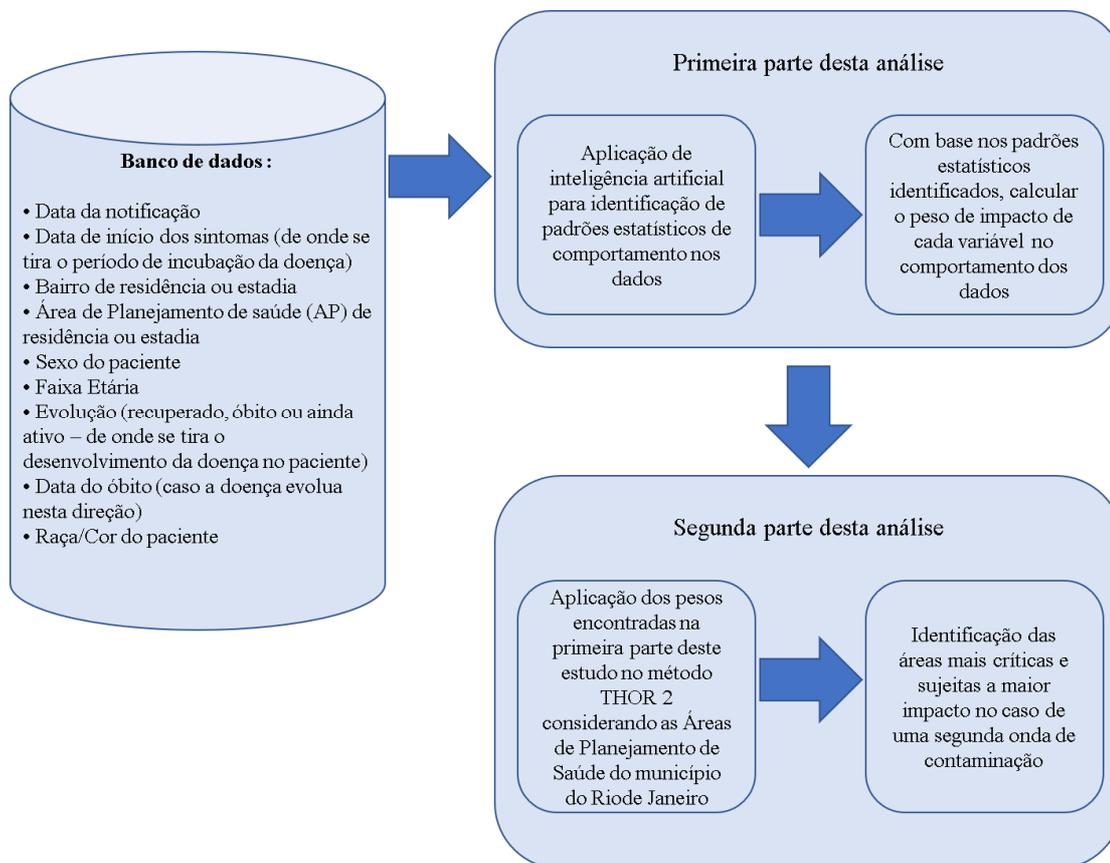
Fonte: Painel Rio COVID 19²

Já na segunda parte deste estudo, aplicam-se os coeficientes calculados em um modelo de apoio à tomada de decisão, denominado THOR 2, desenvolvido por Tenório et al (2019), para identificação das Regiões Administrativas de maior risco de evolução à óbito da doença, conforme apresentado na Figura 4.

² Portal COVI 19. Disponível em:

<https://experience.arcgis.com/experience/38efc69787a346959c931568bd9e2cc4> Acesso em: 01 out. 2020.

Figura 4 – Divisão das partes deste artigo



Fonte: Elaborada pelos autores

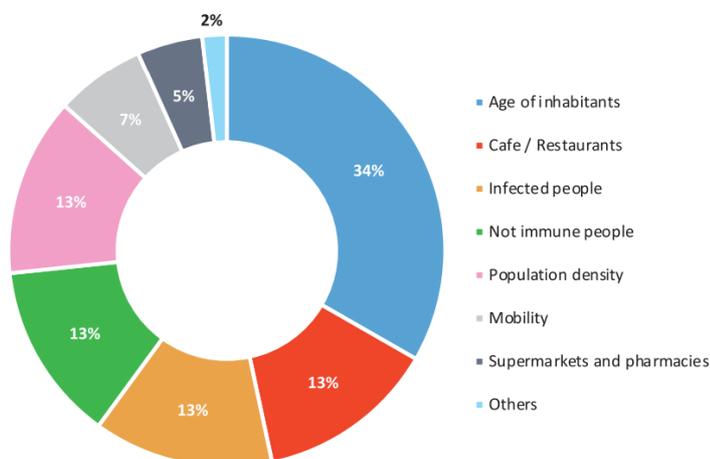
2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Estudos semelhantes identificados na literatura internacional

Em função da pandemia global, estudos semelhantes estão sendo realizados ao redor do mundo com a utilização de variáveis semelhantes às usadas neste estudo. Como base para este estudo, utilizou-se os trabalhos a seguir.

Para Sangiorgio e Parisi (2020), a propagação do COVID-19, nos diversos distritos urbanos da Apúlia na Itália, cujos resultados são apresentados na Figura 5, a idade dos habitantes ficou em primeiro lugar como fator de risco de contágio, seguida por um empate entre a quantidade de cafés/restaurantes na região, a quantidade de pessoas infectadas no município, a quantidade de pessoas NÃO infectadas no município e a densidade populacional.

Figura 5 – Fatores de risco de contágio em Apúlia, na Itália



Fonte: Sangiorgio e Parisi (2020)

Já em outro estudo, Sarkar (2020), analisa a situação em Bangladesh, conforme apresentado na Figura 6, onde os atributos são apresentados juntos com seus pesos relativos.

Figura 6 – Pesos dos fatores de risco de propagação em Bangladesh

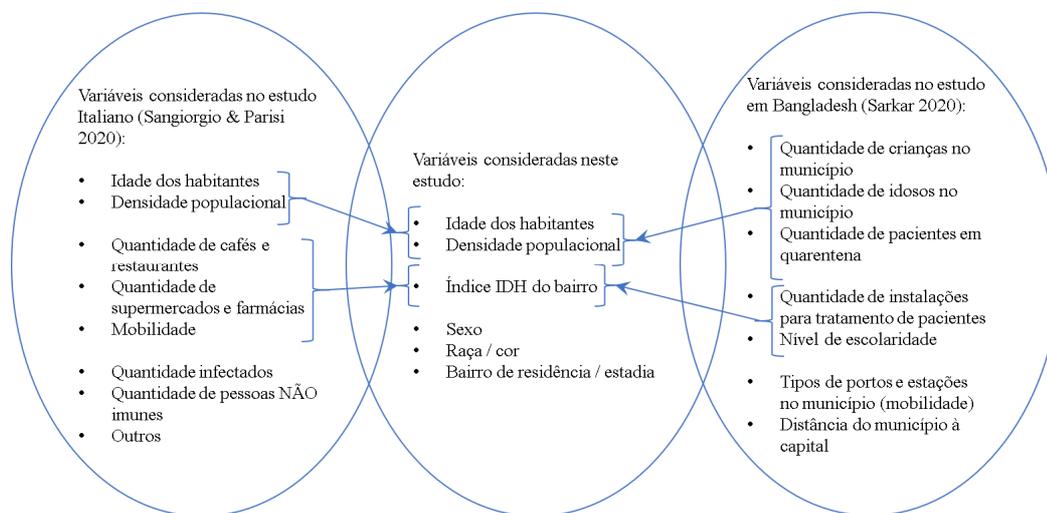
Pairwise Comparison Matrix, Consistency Ratio, and Weights of the Factors										
Factors	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	Eigenvalues
(1) Population	1									0.060431
(2) Population density	2	1								0.07140
(3) Patients in quarantine	5	5	1							0.207715
(4) No. of health care facilities	3	3	1/3	1						0.150903
(5) Type of port	7	5	2	3	1					0.2907
(6) Literacy rate	1/3	1/4	1/3	1/3	1/4	1				0.032104
(7) Distance from the capital	3	3	1/2	1/3	1/3	5	1			0.119921
(8) No. of children	1/3	1/3	1/4	1/5	1/7	2	1/4			0.031205
(9) No. of senior citizens	1/4	1/3	1/4	1/5	1/7	2	1/4	2	1	0.03562
Consistency ratio (CR) = 0.082786										

Fonte: Sarkar (2020)

É importante constatar que os dois estudos identificados na literatura acabam por utilizar os mesmos critérios de análise, cada um com suas particularidades, sendo esses os mesmos critérios utilizados neste estudo, em uma escala menor, o que valida o conceito utilizado.

A Figura 7 apresenta uma análise comparativa entre as variáveis utilizadas em cada um dos três estudos.

Figura 7 – Análise comparativa entre as variáveis consideradas em cada estudo



Fonte: Elaborada pelos autores

3 METODOLOGIA

3.1 Métodos de análise multicritério

Os métodos de análise multicritério vêm sendo desenvolvidos justamente para auxiliar a tomada de decisão em situações complexas nas quais se tem diversas alternativas e critérios de escolha conflitantes. Seu objetivo é apresentar uma forma matemática e científica de selecionar, ordenar ou classificar as alternativas, de acordo com critérios e pesos específicos.

A Figura 8 apresenta uma listagem de alguns dos métodos de Análise Multicritério já publicados. Nela pode-se constatar os métodos que os métodos possuem uma longa tradição histórica no seu uso, bem como uma grande diversificação.

Figura 8 – Métodos de Apoio Multicritério à Decisão (AMD).

Método	Referências seminais
BORDA	De Borda (1781)
CONDORCET	Condorcet (1788)
COPELAND	Copeland (1951)
ELECTRE I	Roy (1968)
ELECTRE II	Roy e Bertier (1971)
ELECTRE III	Roy e Hugonnard (1981)
ELECTRE IV	Roy e Hugonnard (1981)
ELECTRE IS	Roy e M. (1985)
ELECTRE TRI	Yu (1992)
ELECTRE TRI-C	Almeida-Dias <i>et al.</i> (2010)
ELECTRE TRI-n	Almeida-Dias <i>et al.</i> (2012)
Promethee	Brans <i>et al.</i> (1984), Brans <i>et al.</i> (1986)
Regime	Hinloopen <i>et al.</i> (1983)
Multiattribute Utility Theory (MAUT)	Fishburn (1970), Keeney e Raiffa (1976)
Simple Multi Attribute Rating Technique (SMART)	Edwards (1977)
Analytic Hierarchy Process (AHP)	Saaty (1977), Saaty (1980a)
Analytic Network Processes (ANP)	Saaty (1996)
MACBETH	Bana e Costa e Vansnick (1994)
Tomaso	Marichala <i>et al.</i> (2006)
Verbal Decision Analysis (VDA)	Larichev e Moshkovich (1997)
Zapros	Larichev e Moshkovich (1995)
VIP Analysis	Clímaco <i>et al.</i> (2009)
Thor	Gomes (2005)
Todim	Gomes e Lima (1992)

Fonte: Gomes e Costa (2013).

De acordo com Tenório *et al* (2019), o método THOR baseia-se em três conceitos axiomáticos/teorias para uso simultâneo: Modelagem de Preferência (aproximando-o da Escola Francesa), Teoria da Utilidade Multiatributo (aproximando-o da Escola Americana) e Teorias que tratam da informação imprecisa. Por esse motivo, o método THOR é um método híbrido, assim chamado por conciliar características da escola francesa e da americana.

Diante das muitas incertezas que ainda rondam os mecanismos de propagação da COVID-19, o método THOR apresenta algumas funcionalidades adequadas a este estudo, como por exemplo:

- Capacidade de ordenar alternativas discretas
- Capacidade de eliminar critérios redundantes
- Capacidade de quantificar a imprecisão

Dessa maneira, espera-se que, ao rodar o método, não apenas sejam apontadas as áreas mais críticas, mas também quais os principais critérios utilizados na ordenação.

Para rodar o método, é necessário definir a importância relativa entre os critérios, de acordo com suas relações de preferências (fortes e fracas), bem como no caso de haver alguma dominância de algum critério.

A seguir, será detalhado o método THOR.

3.2 O método de análise multicritério THOR

Como diversos outros métodos de Análise Multicritério, o THOR estabelece relações de preferência forte, preferência fraca e indiferença entre os critérios, representadas pelas equações abaixo, onde (a) e (b) são critérios e (p) e (q) são os limites de preferência e indiferença, respectivamente. Dessa forma, aPb representa o nível de preferência do critério (a) sobre o critério (b):

$$\begin{aligned} \text{Relações de Preferência Forte (P):} & \quad aPb \Leftrightarrow g(a) - g(b) > p \\ \text{Relações de Preferência Fraca (Q):} & \quad aQb \Leftrightarrow q < |g(a) - g(b)| \leq p \\ \text{Relações de Indiferença (I):} & \quad aIb \Leftrightarrow -q \leq |g(a) - g(b)| \leq +q \end{aligned}$$

Essa simbologia permite que cada critério receba um peso distinto correspondente à sua importância (ou preferência) para a análise em questão.

Já para a realização das análises, o software, automaticamente, realiza três análises, indo da mais restritiva a menos restritiva, buscando verificar se ocorre alguma variação na ordenação encontrada inicialmente. Ou seja, a cada análise, são reduzidos os efeitos das preferências para uma alternativa ser melhor que outra. As equações das três soluções são apresentadas abaixo (GOMES, 1999):

$$S1: \sum_{j=1}^n (w_j | aP_j b) > \sum_{j=1}^n (w_j | aQ_j b + aI_j b + aR_j b + bQ_j a + bP_j a)$$

$$S2: \sum_{j=1}^n (w_j | aP_j b + aQ_j b) > \sum_{j=1}^n (w_j | aI_j b + aR_j b + bQ_j a + bP_j a)$$

$$S3: \sum_{j=1}^n (w_j | aP_j b + aQ_j b + aI_j b) > \sum_{j=1}^n (w_j | aR_j b + bQ_j a + bP_j a)$$

Pelas fórmulas acima, pode-se observar que a solução (S1) só dependerá das preferências fortes ($aP_j b$) de (a) sobre (b), já a solução (S2) irá considerar também as preferências fracas ($aQ_j b$) de (a) sobre (b). Por fim, a solução (S3) irá contemplar, além das duas anteriores, a indiferença ($aI_j b$) de (a) sobre (b).

Dessa forma, é possível verificar a aderência dos critérios e pesos utilizados para a análise específica em questão. Outro ganho obtido pelo uso do software do THOR é a verificação da redundância (ou importância) de um critério.

Ou seja, com base nos pesos definidos para cada critério, o método realiza uma análise, retirando cada um dos critérios por vez e verificando se houve alteração na saída

obtida. Caso todas as saídas permaneçam as mesmas, pode-se concluir que a retirada de um critério específico não impactaria o resultado obtido.

Para determinação dos coeficientes necessários ao método THOR, será utilizada uma regressão estatística comum de inteligência artificial, denominada *Logistic Regression* apresentada a seguir.

3.3 O modelo de *Logistic Regression*

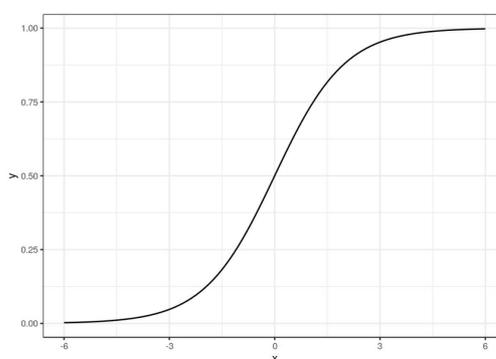
Modelos estatísticos de regressão linear, enquanto aptos a realizar regressões, podem falhar ao realizar classificações. Isso porque buscam encontrar um plano que atenda ao maior número de elementos, acabando por apresentar as distâncias de cada ponto ao plano escolhido.

Já o modelo estatístico de *Logistic Regression*, utiliza uma função logarítmica para normalizar todos os pontos no intervalo [0,1]. Dessa maneira, pode-se interpretar a saída do modelo encontrado para cada elemento como a probabilidade de ocorrência dele. Em outras palavras, o modelo apresenta como saída resultados que podem ser utilizados para grupamento dos resultados.

A fórmula abaixo apresenta a equação matemática utilizada no modelo, onde $P(y=1)$ representa a probabilidade de ocorrência do evento observado e $P(y=0)$ a não ocorrência desse evento, com a correspondente representação gráfica apresentada pela Figura 9, onde se observam as limitações da saída no intervalo [0,1]:

$$\log\left(\frac{P(y=1)}{1-P(y=1)}\right) = \log\left(\frac{P(y=1)}{P(y=0)}\right) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_p x_p$$

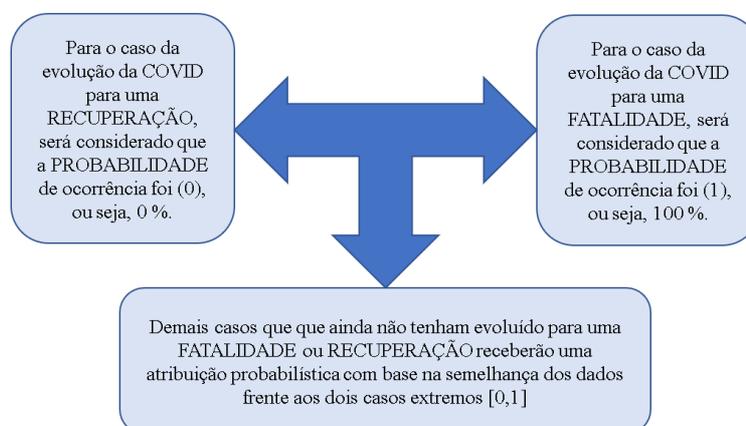
Figura 9 – Representação gráfica da saída do modelo de regressão *Logistic Regression*.



Fonte: Molnar (2018).

A Figura 10 apresenta um esquemático do conceito de atribuições dos valores probabilísticos aos eventos de fatalidade ou recuperação.

Figura 10 – Esquemático do tratamento dos dados e atribuição dos coeficientes probabilísticos



Fonte: Elaborada pelos autores

Para uso desse modelo estatístico no ambiente de mineração de dados, utilizou-se o software RapidMiner Studio por oferecer uma licença para estudantes. O software foi rodado com as configurações padrões sem alteração dos parâmetros referentes ao *Logistic Regression*.

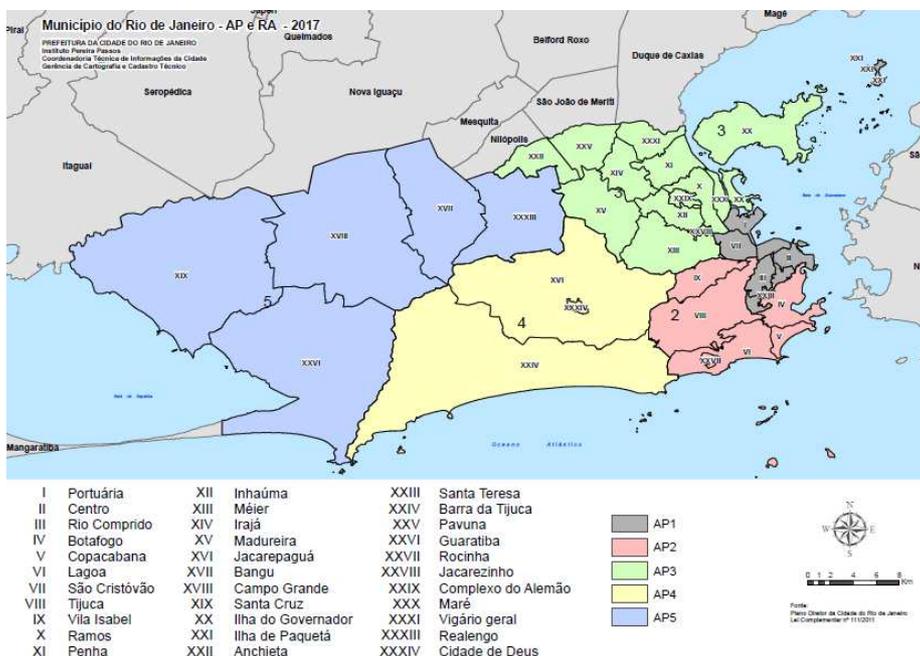
Os dados foram baixados do site do RIO COVID-19 e, para assegurar uma melhor precisão do método, foram retirados do banco de dados os registros com dados incompletos e registros de pacientes de fora do município, restando mais de 60.000 registros válidos que foram alimentados no RapidMiner.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Uso da inteligência artificial para determinação dos coeficientes de peso das variáveis

Das variáveis disponíveis, rodou-se o modelo utilizando apenas a Faixa Etária, o Sexo, a Raça/Cor, Bairro de residência do paciente e Evolução do quadro. A esses dados, acrescentaram-se os valores de IDH, Densidade Populacional e Área de Planejamento da Saúde de cada bairro. A Figura 11 apresenta as Áreas de Planejamento da Saúde do Município do Rio de Janeiro.

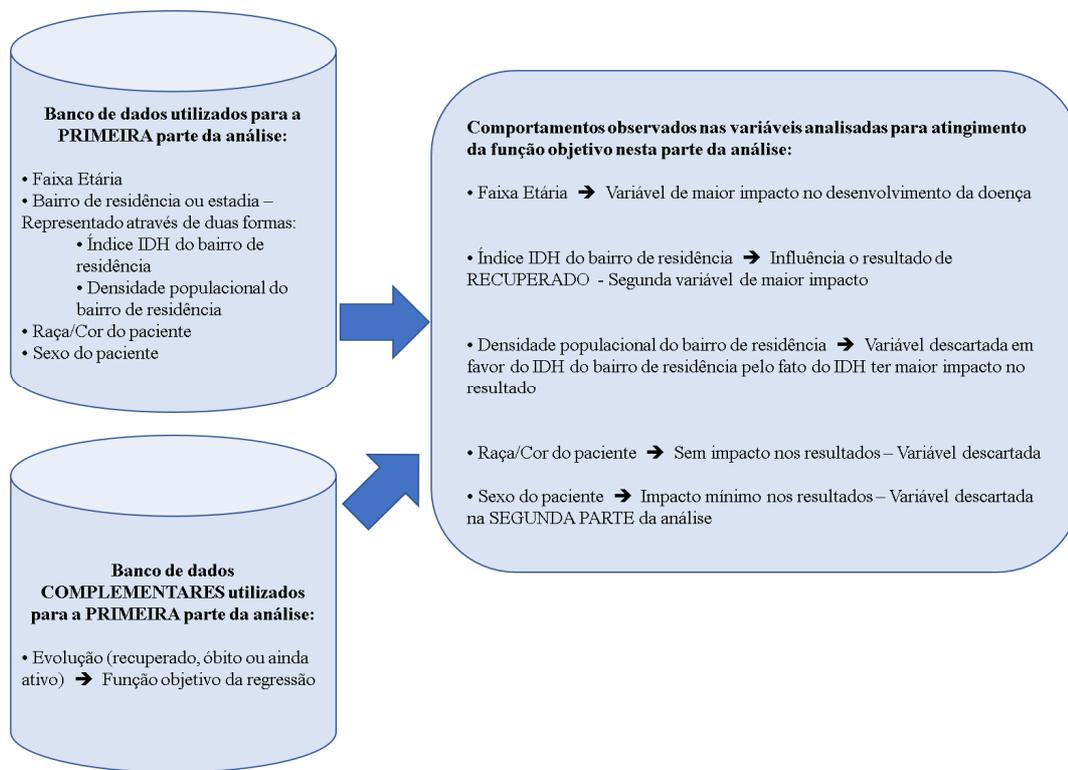
Figura 11 – Áreas de Planejamento da Saúde do Município do Rio de Janeiro.



Todos os modelos rodaram objetivando identificar o resultado “RECUPERADO” como objetivo, e os coeficientes calculados correlacionam-se estatisticamente com esse resultado.

³ Painel Rio COVID 19. Disponível em: <https://experience.arcgis.com/experience/38efc69787a346959c931568bd9e2cc4> Acesso em: 01 out. 2020.

Figura 12 – Comportamento das variáveis consideradas para a primeira parte da análise



Fonte: Elaborada pelos autores

Constatou-se que enquanto a Densidade Populacional tinha o menor impacto no quadro de evolução da doença no indivíduo, comparativamente, o IDH possuía um maior impacto no resultado “RECUPERADO”. Em todas as simulações, a faixa etária apresentou as maiores correlações com a evolução do quadro do paciente, ao mesmo tempo, a raça/cor do paciente não apresentou correlação significativa e, por esse motivo, o critério foi retirado da análise.

Em todas as simulações, o impacto do sexo do paciente permaneceu constante. Após as análises iniciais, optou-se, então, por utilizar apenas os dados de Faixa Etária, Sexo do paciente, Bairro de residência, Evolução e IDH do bairro, mantendo-se o Bairro de residência como variável de interesse e Evolução como função objetivo, variando apenas as demais incógnitas.

Com base nos critérios acima, chegou-se aos seguintes resultados:

- Idade com um coeficiente de 0,408
- IDH com um coeficiente de 0,116
- Sexo com um coeficiente de 0,062

Os valores encontrados nessa análise serão agora utilizados como os pesos dos critérios para inserção no método THOR.

4.2 Aplicação dos coeficientes calculados no modelo THOR

Para lançamento dos dados no modelo, os bairros foram agrupados e as médias das variáveis calculadas por Área de Planejamento de Saúde do município. O Quadro 1 apresenta os valores encontrados.

Quadro 1 – Valores determinados para cada critério (variável) de análise para cada Área de Planejamento de Saúde do Município do Rio de Janeiro.

Área de Planejamento	Idade Média	% População Masculina MÉDIA	IDH MÉDIO AP
1.0	38,47	0,4741	0,8414
2.0	44,99	0,4476	0,9043
3.0	38,08	0,4722	0,8072
4.0	37,40	0,4742	0,8263
5.0	35,92	0,4754	0,7786

Fonte: Elaborada pelos autores a partir dos dados da pesquisa

Uma vez que o modelo de inteligência artificial identificou os pesos de cada critério, não se utilizou o fator de Dominância disponível no método THOR, para tanto, foi utilizado um valor inatingível para o referido fator. Por fim, o método ainda utiliza valores dos limites de preferência forte (p) e preferência fraca (q) para identificar relações fortes e fracas dentro dos critérios, conforme Quadro 2.

Em função da pouca dispersão dos valores, optou-se também por utilizar uma faixa estreita para os valores de (p) e (q).

Quadro 2 – Valores de p, q e D utilizados para cada critério.

Área de Planejamento	Idade Média	% População Masculina MÉDIA	IDH MÉDIO AP
p	1,00	0,0010	0,0100
q	0,50	0,0005	0,0050
D	100	100	100

Fonte: Elaborada pelos autores, a partir dos dados da pesquisa

A Figura 13 mostra a tela de entrada dos dados dos critérios por Área de Planejamento

Figura 13 – Tela de entrada dos dados no método THOR

	IDADE	SEXO MASCULINO	IDH
RA 1	38.47	0.4741	0.8414
RA 2	44.99	0.4476	0.9043
RA 3	38.08	0.4722	0.8072
RA 4	37.40	0.4742	0.8263
RA 5	35.92	0.4754	0.7786

Enviar

Fonte: Elaborada pelos autores, a partir dos dados da pesquisa

Já as Figuras 14, 15 e 16 apresentam as três ordenações apresentadas pelo método THOR2.

Figura 14 – Primeira solução encontrada pelo método

```

S1
RA 1 - 0 0 0.5 0.944 0.894
RA 2 - 0.894 0 0.894 0.894 0.894
RA 3 - 0.5 0 0 0.5 0.894
RA 4 - 0 0 0.5 0 0.894
RA 5 - 0 0 0 0 0

Somatório:
RA 1 = 2.338
RA 2 = 3.576
RA 3 = 1.894
RA 4 = 1.394
RA 5 = 0.0

RA 2 > RA 1 > RA 3 > RA 4 > RA 5 - Original.
    
```

Enviar

Fonte: Elaborada pelos autores a partir dos dados da pesquisa

Figura 15 – Segunda solução encontrada pelo método

```

S2
RA 1 - 0 0 0.5 0.944 0.894
RA 2 - 0.894 0 0.894 0.894 0.894
RA 3 - 0.5 0 0 0.609 0.894
RA 4 - 0 0 0 0 0.894
RA 5 - 0 0 0 0 0

Somatório:
RA 1 = 2.338
RA 2 = 3.576
RA 3 = 2.003
RA 4 = 0.894
RA 5 = 0.0

RA 2 > RA 1 > RA 3 > RA 4 > RA 5 - Original.
Enviar

```

Fonte: Elaborada pelos autores, a partir dos dados da pesquisa

Figura 16 – Terceira solução encontrada pelo método

```

S3
RA 1 - 0 0 1.0 1.0 0.894
RA 2 - 0.894 0 0.894 0.894 0.894
RA 3 - 0.534 0 0 0.609 0.894
RA 4 - 0 0 0 0 0.894
RA 5 - 0 0 0 0 0

Somatório:
RA 1 = 2.894
RA 2 = 3.576
RA 3 = 2.037
RA 4 = 0.894
RA 5 = 0.0

RA 2 > RA 1 > RA 3 > RA 4 > RA 5 - Original.
Enviar

```

Fonte: Elaborada pelos autores, a partir dos dados da pesquisa

O Quadro 3 apresenta um resumo das ordenações encontradas pelo método.

Quadro 3 – Quadro resumo das ordenações encontradas pelo método THOR2

Solução	Ordenação por criticidade
S1	RA 2 > RA 1 > RA 3 > RA 4 > RA 5
S2	RA 2 > RA 1 > RA 3 > RA 4 > RA 5
S3	RA 2 > RA 1 > RA 3 > RA 4 > RA 5

Fonte: Elaborada pelos autores, a partir dos dados da pesquisa

Pela tabela acima, pode-se constatar a coerência dos pesos e critérios utilizados na análise, uma vez que as três soluções obtiveram a mesma ordenação.

4.3 Análise dos resultados obtidos pelo método THOR2

Os resultados e ordenações encontradas pelo método acabam por refletir o impacto dos pesos dos coeficientes encontrados para cada critério. A elevada diferença entre o peso do critério de Faixa Etária (0,408) sobre os demais IDH (0,116) e Sexo (0,062) acaba por determinar fortemente a ordenação encontrada. O Método ainda realiza análises de sensibilidade, nas quais se chega à conclusão de que é possível a retirada do critério do Sexo do paciente sem impacto nas ordenações obtidas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo atende ao objetivo de identificar as Áreas de Planejamento da Saúde do Município do Rio de Janeiro mais críticas no caso de uma eventual segunda onda pandêmica.

Em função do peso do critério da “Faixa Etária”, esse acabou determinando a ordenação praticamente sozinho, com pouca influência do critério de “IDH”.

Entretanto, isso pode representar apenas que as escolhas dos fatores não sejam representativas das condições de aglomeração social do bairro.

Um desenvolvimento deste estudo é a realização de novas simulações e análises, considerando as demais variáveis utilizadas nos estudos de Sangiorgio e Parisi (2020) na Itália e Sarkar (2020) em Bangladesh, o que pode enriquecer a compreensão sobre o problema.

Além disso, a doença ainda é muito recente e muitos estudos paralelos estão em andamento. À luz de novas descobertas, pode ser necessária a realização de novos estudos

com outras variáveis ou, então, estudar os impactos das novas descobertas nas variáveis já utilizadas.

Por fim, é preciso ressaltar que nas análises acima não foram consideradas as seguintes variáveis: ocupação dos leitos de UTI/CTI; acesso à respiradores artificiais; análise temporal dos dados e nem os impactos da subnotificação de casos, o que pode alterar a ordem de criticidade dos bairros.

REFERÊNCIAS

GOMES, C. F. S; COSTA, H. G. Proposta do uso da visão prospectiva no processo multicritério de decisão. **Relatórios de pesquisa em engenharia de produção**, v. 13, n. 8, p. 94-114, 2013. Disponível em: http://www.producao.uff.br/conteudo/rpep/volume132013/RelPesq_V13_2013_08.pdf Acesso em: 01 out. 2020.

SANGIORGIO, V; PARISI, F. A multicriteria approach for risk assessment of Covid-19 in urban district lockdown. **Safety science**, v. 130, p. 104862, 2020. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32536749/> Acesso em: 01 out. 2020.

SARKAR, S. K. COVID-19 Susceptibility mapping using multicriteria evaluation. **Disaster Medicine and Public Health Preparedness**, v. 14, n. 4, p. 521-537, 2020. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32580796/> Acesso em: 01 out. 2020.

TENÓRIO, F. M; DOS SANTOS, M; GOMES, C. F. S. Concepção do Método THOR e a necessidade de desenvolvimento de uma plataforma computacional em Python: possíveis aplicações ontem e hoje. **LABLEGGO**. 2019. Disponível em: <https://lableggo.org/artigos-thor> Acesso em: 01 out. 2020.

GOMES, C. F. S. **THOR**: um algoritmo híbrido de apoio multicritério à decisão para processos decisórios com alternativas discretas. 1999. Tese. Doutorado em Engenharia de Produção. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1999.

MOLNAR, C. Interpretable machine learning: a guide for making black box models explainable. **Canada**: LeanPub, 2018.

Como Referenciar este Artigo, conforme ABNT:

ARONSON, D; SANTOS, M; GOMES, C. F. S; QUINTAL, R. S. Identificação de Regiões Críticas para Orientação de Políticas Públicas no Combate ao Covid-19: Apoio à Decisão por Meio da Inteligência Artificial e do Método Multicritério Thor2. **Rev. FSA**, Teresina, v. 20, n. 1, art. 17, p. 336-355, jan. 2023.

Contribuição dos Autores	D. Aronson	M. santos	C. F. S. Gomes	R. S. Quintal
1) concepção e planejamento.	X	X	X	X
2) análise e interpretação dos dados.	X	X	X	X
3) elaboração do rascunho ou na revisão crítica do conteúdo.	X	X	X	X
4) participação na aprovação da versão final do manuscrito.	X	X	X	X