

## Resumo

A pandemia causada pela COVID-19 demandou a tomada de decisão por parte dos gestores de saúde em relação às medidas de combate a doença, à aquisição de vacinas, às medidas de distanciamento social, entre outras ações necessárias que contribuíram para a redução do contágio do vírus entre a população. Com o propósito de compreender os fatores que influenciaram o desempenho dos gestores públicos no combate à pandemia da COVID-19, foi realizado um estudo exploratório e quantitativo para solucionar o seguinte problema: Quais os estados da região Sul e região Sudeste que tiveram a melhor performance no combate a COVID-19 pelos gestores públicos? O estudo partiu de um levantamento bibliográfico efetuado em meados de 2021 para conhecer os dados referentes ao combate à pandemia nas regiões mais afetadas, isto é, nas regiões sul e sudeste. A partir deste estudo buscou-se as variáveis e os critérios que poderiam ter influenciado a tomada de decisão dos gestores. Foram encontrados 5 critérios de decisão, 7 alternativas e 6 cenários, no qual, posteriormente, foi selecionada uma abordagem em que foi aplicado o método PROMETHEE II. Os resultados nos 6 cenários foram contemplados, através do *software* Visual PROMETHEE. Em cada cenário foi possível visualizar o ordenamento dos estados pertencentes as regiões sul e sudeste que mais contribuíram para o combate a COVID-19. No *ranking* final considerando o coeficiente phi, obtido pelo programa, foi apresentado a importância de cada estado na contribuição ao combate à COVID-19, com a seguinte classificação em ordem decrescente: Minas Gerais, Rio Grande do Sul, Paraná, Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo e Santa Catarina. Foi observado que o ordenamento variou em cada cenário no tocante a função de preferência selecionada, aos critérios e aos pesos atribuídos pelos especialistas.

## 1. Introdução

Em 2020, o mundo se deparou com um vírus desconhecido que foi disseminado rapidamente por todo o globo. Este, mais tarde causou a doença COVID-19, que atingiu uma proporção a ponto de ser enquadrado como uma pandemia. Segundo o Instituto Butantan (2022), uma pandemia acontece quando um agente infeccioso se propaga por todos os continentes, sem controle, através da contaminação entre a população.

Desta forma, os chefes de estado possuem a responsabilidade de tomar decisões em relação a minimizar o número de casos e número de mortes pela doença, buscar a compra de vacinas, medidas de distanciamento social e outras medidas, com o intuito de contribuir para a redução do contágio pela doença.

Assim, todas as escolhas devem ser bem definidas e analisadas para que a vida da população não seja comprometida. Entretanto, nem todos os países alcançaram o desempenho esperado, destacando-se o Brasil que, de acordo com a pesquisa feita em 9 de janeiro de 2021 pelo Instituto Lowy (2021), apresentou a pior colocação em um *ranking* de 98 países. Esse estudo considerou a performance dos países no controle e gestão da pandemia da COVID-19 nas 43 semanas após a confirmação do centésimo caso. Desse modo, torna-se evidente a dificuldade que o Brasil apresentou na contenção do vírus e como esse problema, no qual múltiplas variáveis estão correlacionadas, exigem a tomada de decisão por parte dos gestores amparada por métodos da pesquisa operacional.

Portanto, faz-se necessário conhecer quais os fatores que influenciaram a tomada de decisão pelos gestores governantes dos estados durante a pandemia e, por meio de uma análise multicritério, classificar os estados que tiveram as melhores performances no combate a doença.

Para Francisco (2007), a análise multicritério é um método de análise de alternativas que auxilia na resolução de problemas que utilizam diversos critérios para ordenar alternativas prioritárias para um determinado objeto de estudo. Neste contexto, uma metodologia que se enquadra nessa descrição é o PROMETHEE que, de acordo com Vincke (1992), auxilia na ordenação de alternativas e tomada de decisão, sendo de fácil compreensão pelo usuário. A escolha desse método foi motivada pela clareza e simplicidade dada aos decisores na compreensão dos conceitos e variáveis intrínsecos à metodologia, facilitando a modelagem e garantindo a eficiência do PROMETHEE.

Assim sendo, o estudo em questão tem como finalidade avaliar as performances dos estados das regiões sudeste e sul no combate a COVID-19, utilizando o método PROMETHEE II como suporte à tomada de decisão que envolve múltiplos critérios, cenários e pesos. Este método facilita o confronto entre as alternativas e permite ordená-las conforme os critérios e funções de preferências escolhidas pelo decisor.

## 2. Análise multicritério

A análise multicritério caracteriza-se por apresentar dois ou mais objetivos que não podem ser combinados entre si, onde  $K$  é um número finito de ações e  $f_i, i = 1, \dots, k$  os critérios a serem maximizados ou minimizados dependendo do objetivo (CAMPOLINA et al., 2017). Sendo expresso da seguinte forma:

$$\text{Max}\{f_1(a), \dots, f_k(a) | a \in K\}$$

Os métodos PROMETHEE são elementos importantes dentro dos métodos de análise multicritério. Foram propostos pela primeira vez em 1982 e desde então se tornaram objeto de desenvolvimento e aprimoramento, a fim de produzir métodos de decisão cada vez mais eficientes (Brans & Mareschal, 2002). A família PROMETHEE é composta por métodos de fácil entendimento, pois os conceitos e parâmetros presentes no processo, são de simples compreensão para os decisores. Este método constrói e explora uma relação de sobreclassificação de valores (Vincke, 1992; Brans & Mareschal, 2002).

## 2.1. Família PROMETHEE

Uma das primeiras metodologias multicritério de apoio à tomada de decisão foi o ELECTRE. Este foi desenvolvido no final da década de 60 pelo francês Bernard Roy, conhecido como o “pai do método ELECTRE” (Bouyssou; Vanderpooten, 2011). Este método tem como princípio comparar duas alternativas de acordo com os critérios escolhidos e, dessa forma, é possível confrontar as opções até que seja encontrado um resultado ideal. Mediante a isso, esse método recebeu o nome de “métodos de superação” (MUNIER, 2011, p. 55-56).

Por conseguinte, após estudos sobre as metodologias ELECTRE, Brans, Mareschal e Vincke aperfeiçoaram o método e desenvolveram o PROMETHEE, pertencente a família de métodos da escola francesa de tomada de decisão (BRANS; MARESCHAL, 1994 apud PEREIRA, 2004). De acordo com Almeida e Cavalcante (2005), o método PROMETHEE se divide em sete tipos: I, II, III, IV, V, VI e Gaia, sendo este último uma extensão que permite a visualização dos resultados de forma gráfica.

Brans e Vincke (1985), citado por Araújo (2012), destacam a fácil compreensão e utilização do PROMETHEE pelo usuário como principal vantagem do método. Além disso, esse modelo de apoio à decisão apresenta clareza dos dados, verificação acessível, interface didática e bem organizada (PEREIRA, 2004).

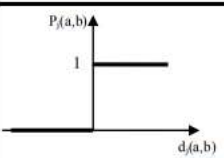
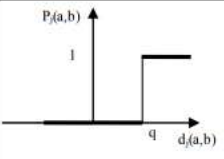
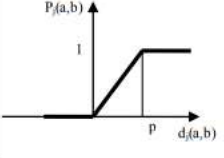
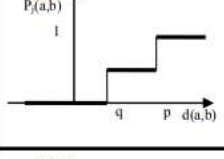
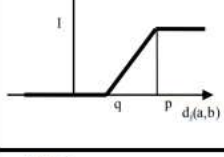
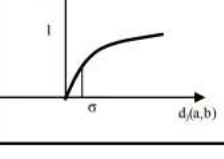
## 2.2. PROMETHEE II

O método consiste na construção de uma matriz de avaliação de alternativas em relação aos critérios escolhidos. Para cada um desses critérios denominado  $j$ , deve ser definida uma função preferência  $P_j(a,b)$ , que assume valores entre 0 e 1. Como o próprio nome já diz, a função de preferência influencia na escolha do decisor, ou seja, descreve a forma como a preferência do decisor aumenta com a diferença entre alternativas para um dado critério, por exemplo:  $[g_j(a) - g_j(b)]$ , onde  $g_j(a)$  representa o desempenho da alternativa  $a$  em relação a alternativa  $b$ , no critério  $j$  (BRANS & VINCKE, 1985).

As preferências podem resultar em uma escala de valores que vai de 0 a 1, onde 0 significa indiferença ou não preferência da alternativa a em relação a alternativa b no critério j; valores próximos a 0 significa preferência fraca da alternativa a em relação a b no critério j; valores próximos a 1 significa preferência forte da alternativa a em relação a b no critério j e valor 1 constitui preferência estrita da alternativa a em relação a b no critério j.

Segundo Brans, Mareschal e Vincke (1986), o PROMETHEE sugere seis tipos de curvas para a função de preferência: função critério usual, função critério forma U, função critério forma V, função critério com níveis, função critério linear e função critério gaussiano. Estes tipos de critério e funções de pertinência estão representados no quadro 1.

Quadro 1 – Representação das funções de pertinência

Tipo de Critério	Representação	Parâmetros	
(I) Critério Usual		$P_j(a,b) = \begin{cases} 0 & \text{se } d_j(a,b) \leq 0 \\ 1 & \text{se } d_j(a,b) > 0 \end{cases}$	-
(II) Quase-Critério		$P_j(a,b) = \begin{cases} 0 & \text{se } d_j(a,b) \leq q \\ 1 & \text{se } d_j(a,b) > q \end{cases}$	q
(III) Critério de preferência linear		$P_j(a,b) = \begin{cases} 1 & \text{se } d_j(a,b) > p \\ d_j(a,b)/p & \text{se } 0 < d_j(a,b) \leq p \\ 0 & \text{se } d_j(a,b) \leq 0 \end{cases}$	p
(IV) Critério de nível		$P_j(a,b) = \begin{cases} 1 & \text{se } d_j(a,b) > p \\ 1/2 & \text{se } q < d_j(a,b) \leq p \\ 0 & \text{se } d_j(a,b) \leq q \end{cases}$	q, p
(V) Critério de preferência linear com zona de indiferença		$P_j(a,b) = \begin{cases} 1 & \text{se } d_j(a,b) > p \\ [d_j(a,b) - q] / (p - q) & \text{se } q < d_j(a,b) \leq p \\ 0 & \text{se } d_j(a,b) \leq q \end{cases}$	q, p
(VI) Critério gaussiano		$P_j(a,b) = \{1 - \exp[-[d_j(a,b)]^2 / 2\sigma^2]\}$	$\sigma$

Autor: Moreira (2009)

Segundo Moreira (2009) e conforme o quadro 1, os seguintes parâmetros são utilizados:

- Limite de indiferença (Q): representa o maior valor para  $d_j(a,b)$ , abaixo do qual existe uma indiferença entre as alternativas a e b;
- Limite de preferência (P): representa o menor valor para  $d_j(a,b)$ , acima do qual existe uma preferência entre as alternativas a e b.

Conforme Brans & Vincke (1985), o índice de preferência é determinado a cada par de alternativas. Após determinada a intensidade de preferência e o peso de cada um dos critérios atribuídos pelos decisores, é calculado o índice de preferência. Este é um parâmetro que mede a intensidade de preferência de uma alternativa em relação a outra levando em consideração todos os critérios. Ele é obtido pela agregação das intensidades de preferências determinadas para todos os critérios, ou seja, é feito por uma soma, ponderada pelos pesos atribuídos aos critérios, conforme a equação I:

$$P(a, b) = \frac{1}{W} \sum_{j=1}^n w_j P_j(a, b), \quad (\text{Equação I})$$

em que  $W = \sum_{j=1}^n w_j$ , no qual  $w_j$  é o peso do critério j.

Em seguida, dois índices são calculados para cada alternativa: o fluxo de saída positivo  $Q^+$ , a partir dos índices de preferências, e o fluxo de saída negativo  $Q^-$ . O fluxo de saída positivo  $Q^+(a)$  expressa a média de todos os graus de sobreclassificação de a, com respeito às outras alternativas. Ou seja, quanto maior seu valor, mais forte é aquela alternativa (CAMPOS, 2011). Ele pode ser calculado de acordo com a equação II, onde n é o número de alternativas:

$$Q^+(a) = \sum_{a \neq b} \frac{P(a,b)}{n-1} \quad (\text{Equação II})$$

Já o fluxo de saída negativo  $Q^-(a)$  expressa a média de todos os graus de sobreclassificação de todas as outras alternativas. Ou seja, quanto menor o fluxo negativo de uma alternativa, melhor ela é (CAMPOS, 2011). Ele pode ser calculado pela equação III:

$$Q^-(a) = \sum_{a \neq b} \frac{P(b,a)}{n-1} \quad (\text{Equação III})$$

Segundo Moreira (2009) o fluxo líquido é a diferença entre o fluxo de saída positivo e negativo na alternativa a, possibilitando assim uma ordenação completa, conforme mostra a equação IV:

$$Q(a) = Q^+(a) - Q^-(a) \quad (\text{Equação IV})$$

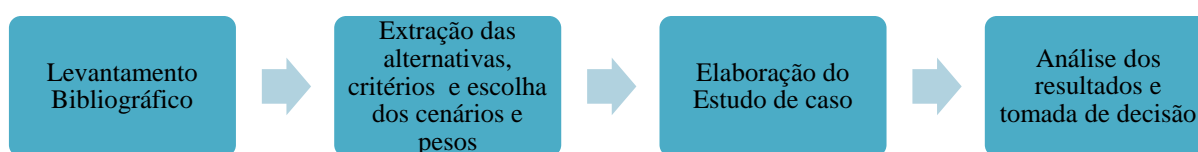
A ordenação das alternativas é realizada com base na ordenação decrescente de seus respectivos fluxos líquidos.

## 4. Utilização do Método

### 4.1. Metodologia

O estudo busca compreender a atuação de duas das cinco regiões brasileiras frente ao combate da pandemia da COVID-19, uma vez que o país mostrou-se, em um primeiro momento, incapaz de conter o avanço do vírus, ocupando o 98º lugar no *ranking* feito pelo Instituto Lowy (2021). Sendo assim, o enfoque desta pesquisa é direcionado para as regiões sudeste e sul e se justifica pelo impacto dessas regiões em relação as demais, além do comportamento governamental e a estrutura oferecida pelo governo. A figura 1 apresenta um esquema do método utilizado nesta pesquisa.

Figura 1 – Método de pesquisa



Fonte: Autoria própria (2021)

A partir de um levantamento bibliográfico partiu-se para uma pesquisa exploratória com abordagem quantitativa acerca da performance da COVID-19 das regiões do Brasil. Verificou-se que as regiões sudeste e sul quantificaram e disponibilizaram seus dados de forma mais abrangente e por isso foram escolhidas para esta pesquisa. Utilizou-se artigos e trabalhos sobre o tema, além de informações advindas de sites oficiais do governo e pesquisas fomentadas pelo mesmo com o objetivo de encontrar dados seguros e confiáveis. Entre as bases de dados foram utilizadas o Google Acadêmico e o portal Capes da UFRJ. A partir deste estudo buscou-se as variáveis e os critérios que poderiam influenciar a tomada de decisão pelos gestores. Neste estudo foram consideradas 5 critérios de decisão, 7 alternativas e 6 cenários descritos no tópico 4.2, aplicação em estudo de caso.

Visando apresentar uma abordagem pragmática buscou-se um estudo de caso múltiplo e para isso foi utilizada uma análise multicritério. Utilizou-se a análise multicritério com o PROMETHEE II que é um método de apoio à tomada de decisão. A escolha do PROMETHEE II foi fomentada pela facilidade de utilização pelo tomador de decisão, aliado a literatura disponível, o que permite o embasamento teórico. Dessa forma, objetiva-se compreender o panorama através desse modelo matemático, considerando os dados disponíveis na literatura para as alternativas, critérios de decisão e cenários considerados.

## 4.2. Aplicação em estudo de caso

Na escolha dos critérios para a análise das performances das regiões sul e sudeste no cenário do COVID-19, foram selecionados os dados divulgados na literatura que tiveram maior frequência e exatidão. Relata-se à dificuldade desta seleção, uma vez que estudos com este tema ainda são embrionários e, durante esta pesquisa, não foram encontradas literaturas no âmbito da análise multicritério que abordem essa temática. Além disso, como a pesquisa foca nas regiões sudeste e sul, as alternativas escolhidas foram as unidades federativas que compõem as mesmas, expostas na tabela 3. Já na tabela 2 estão disponibilizados os critérios, sua descrição e os objetivos.

Tabela 2 – Critérios e objetivos

<b>Critérios</b>	<b>Descrição</b>	<b>Objetivo</b>
C1	Número de Casos / 100 mil habitantes	Minimizar
C2	Número de Óbitos / 100 mil habitantes	Minimizar
C3	Número de Vacinados / 100 mil habitantes	Maximizar
C4	Taxa de Desocupação (%)	Maximizar
C5	Taxa de Leitos Desocupados (%)	Maximizar

Fonte: Autoria própria (2021)

Tabela 3 – Alternativas

<b>Alternativas</b>	<b>Estados</b>
A1	Paraná
A2	Rio Grande do Sul
A3	Santa Catarina
A4	Espírito Santo
A5	Minas Gerais
A6	Rio de Janeiro
A7	São Paulo

Fonte: Autoria própria (2021)

Os dados foram coletados nos sites do Ministério da Saúde (Vacinação), Coronavírus Brasil e nos portais das secretarias de saúde de cada estado. Os dados foram tabelados e analisados quanto a sua pertinência e exatidão. Os dados espúrios foram descartados e alguns dados foram normalizados para permitir a comparação entre eles. Evidencia-se a necessidade de normalização dos dados, uma vez que poderia haver discrepância na análise. Assim, os critérios “número de casos”, “número de óbitos” e “número de vacinados” foram convertidos para taxas por 100 mil habitantes, tornando a amostra de dados mais padronizada e factível de

comparação. Vale ressaltar que as informações foram recolhidas no dia 28 de maio de 2021. Além disso, utilizou-se informações do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), no qual consultou-se a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua (PNAD Contínua) e a população estimada de cada estado (IBGE, 2021). Cabe destacar que para a população considerou-se a pesquisa referente ao ano de 2020 e, para a taxa de desocupação, os trimestres de Abril, Maio e Junho de 2020 e Janeiro, Fevereiro e Março de 2021, realizando-se uma comparação entre os dois períodos. A tabela 4 expõe a matriz de decisão de alternativas e critérios.

Tabela 4 – Matriz de decisão de alternativas e critérios

	C1	C2	C3	C4	C5
A1	9270,92	22,84	30061,81	0,3	4,00
A2	9334,39	241,83	37775,81	0,2	17,90
A3	13140,67	206,08	27252,54	0,7	6,50
A4	11641,26	261,19	31649,69	-0,6	28,95
A5	7162,43	183,99	28403,30	-0,9	20,58
A6	4885,90	286,03	29619,72	-3,0	30,00
A7	6935,08	234,56	29114,27	-1,0	19,50

Fonte: Autoria própria (2021)

Sabe-se que mediante a complexidade deste tipo de análise e a falta de literatura acerca desse panorama, optou-se pela elaboração de diversos cenários, explorando as várias funções de preferência existentes, assim como diferentes pesos. Assim, os cenários testados foram:

Tabela 5 – Matriz de cenários e funções de preferência

Cenários	Peso	Função de Preferência	Observações
Cenário 1	1	Usual	-
Cenário 2	1	U-Shape (C1, C2 e C3)	Q = 1
		Usual (C4 e C5)	-
Cenário 3	1	V-Shape	P = 1 (C1, C2 e C3) P = 0 (C4 e C5)
		Nível (C1, C2 e C3)	P = Q = 1
Cenário 4	1	Usual (C4 e C5)	-
		Linear (C1, C2 e C3)	P = Q = 1
Cenário 5	1	Usual (C4 e C5)	-
		1 (C1 e C4)	-
Cenário 6	1,5 (C5)	Usual	-
	2 (C2 e C3)		

Fonte: Autoria própria (2021)

Ressalta-se que a escolha dos limites  $P = 1$  e  $Q = 1$  para C1, C2 e C3 deve-se ao fato de que a pesquisa é condizente a vidas humanas e que a quantidade de pessoas contaminadas/mortas que altera à preferência ou indiferença da função é de apenas 1 pessoa. No mesmo viés,



adotou-se  $Q = 0$  para C4 e C5, pois quando à taxa de desocupação encontra-se acima de 0% é um fator positivo e desejado e quando a porcentagem de leitos desocupados está acima de 0% significa um bom indicador.

Para fins de resolução da problemática, empregou-se o *software* Visual PROMETHEE, um programa para resolução da metodologia defendido pelos criadores do método, Jean-Pierre Brans e Prof. Bertrand Mareschal (FERREIRA *et al.*, 2020). O emprego dessa interface para a aplicação do estudo de caso facilita os cálculos, além da simplicidade que o decisor encontra para analisá-los. Os resultados serão apresentados por meio da extensão PROMETHEE-GAIA, a qual fornece gráficos e tabelas.

## 5. Resultados

Na elaboração do primeiro cenário, foi considerado peso 1 e função de preferência Usual para todos os critérios utilizados na análise. Desta forma, inseriu-se os dados no *software* para seus respectivos critérios e realizou-se a escolha de outros *inputs* visíveis no quadro 2:

Quadro 2 – Detalhes do cenário 1

Bertrand	Nº de Cams	Nº de Câmbios	Nº de Vacina...	Taxa de Des...	Taxa de Lett...
Unit	100 mil hab.	100 mil hab.	100 mil hab.	%	%
Cluster/Group					
<b>Preferences</b>					
Min/Max	min	min	max	max	max
Weight	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Preference Fct.	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual
Thresholds	absolute	absolute	absolute	percentage	percentage
- Q: Indifference	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
- P: Preference	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
- Si: Gaussian	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a

Fonte: Visual PROMETHEE (2021)

Após a execução do programa, através do PROMETHEE-GAIA, foi possível visualizar o ordenamento demonstrado na figura 2. Os valores expostos ao lado esquerdo da figura referem-se ao fluxo de saída líquido (Q):

Figura 2 – Ranking do cenário 1




Rank	Car	Phi	Phi+	Phi-
1	Minas Gerais	0,1333	0,5667	0,4333
2	Rio Grande do Sul	0,0667	0,5333	0,4667
3	Paraná	0,0667	0,5333	0,4667
4	Espírito Santo	0,0000	0,5000	0,5000
4	Rio de Janeiro	0,0000	0,5000	0,5000
6	São Paulo	-0,0667	0,4667	0,5333
7	Santa Catarina	-0,2000	0,4000	0,6000

Fonte: Visual PROMETHEE (2021)


Percebe-se neste cenário 1, através do coeficiente phi que mede a associação entre variáveis dicotômicas, que o primeiro estado brasileiro no *ranking* é Minas Gerais, seguido de Rio Grande do Sul e Paraná.

Em seguida, executou-se o programa de forma idêntica considerando os demais cenários. Os resultados são exibidos na figura 3.

Figura 3 – *Rankings* dos cenários 2, 3, 4 e 5

Cenário 2						Cenário 3					
Rank	Car		Phi	Phi+	Phi-	Rank	Car		Phi	Phi+	Phi-
1	Minas Gerais		0,1333	0,5667	0,4333	1	Paraná		0,1333	0,3667	0,2333
2	Rio Grande do Sul		0,0667	0,5333	0,4667	1	Minas Gerais		0,1333	0,3667	0,2333
3	Paraná		0,0667	0,5333	0,4667	3	Rio Grande do Sul		0,0667	0,3333	0,2667
4	Espírito Santo		0,0000	0,5000	0,5000	4	São Paulo		0,0667	0,3333	0,2667
4	Rio de Janeiro		0,0000	0,5000	0,5000	5	Rio de Janeiro		0,0000	0,3000	0,3000
6	São Paulo		-0,0667	0,4667	0,5333	6	Espírito Santo		-0,1333	0,2333	0,3667
7	Santa Catarina		-0,2000	0,4000	0,6000	7	Santa Catarina		-0,2667	0,1667	0,4333

Cenário 4						Cenário 5					
Rank	Car		Phi	Phi+	Phi-	Rank	Car		Phi	Phi+	Phi-
1	Minas Gerais		0,1333	0,5667	0,4333	1	Espírito Santo		0,1333	0,2667	0,1333
2	Rio Grande do Sul		0,0667	0,5333	0,4667	2	Santa Catarina		0,0667	0,2333	0,1667
3	Paraná		0,0667	0,5333	0,4667	3	Rio Grande do Sul		0,0000	0,2000	0,2000
4	Espírito Santo		0,0000	0,5000	0,5000	3	Minas Gerais		0,0000	0,2000	0,2000
4	Rio de Janeiro		0,0000	0,5000	0,5000	3	Rio de Janeiro		0,0000	0,2000	0,2000
6	São Paulo		-0,0667	0,4667	0,5333	6	Paraná		-0,0667	0,1667	0,2333
7	Santa Catarina		-0,2000	0,4000	0,6000	7	São Paulo		-0,1333	0,1333	0,2667

Fonte: Visual PROMETHEE (2021)

Na figura 3 observa-se que Minas Gerais ficou nas primeiras colocações considerando as funções de preferência U-Shape (C1, C2 e C3) e Usual (C4 e C5) aplicadas no cenário 2 em comparação com as funções de preferência Nível (C1, C2 e C3) e Usual (C4 e C5) aplicadas no cenário 4.

Contudo, em virtude dos diversos empates entre os estados que aconteceram em todos os cenários, optou-se em criar um sexto cenário que considera a função de preferência Usual e aplica peso 1 para C1 e C4, peso 1,5 para C5 e peso 2 para C2 e C3. A escolha dos pesos não foi de forma arbitrária. Os critérios que receberam os maiores pesos são critérios que foram julgados por um grupo de especialistas como sendo de relevante importância para a resolução do problema. Assim, obteve-se o seguinte resultado na figura 4.

Figura 4 – *Ranking* do cenário 6

Rank	Car	Phi	Phi+	Phi-
1	Minas Gerais	0,1556	0,5778	0,4222
2	Rio Grande do Sul	0,1111	0,5556	0,4444
3	Paraná	0,0667	0,5333	0,4667
4	Espírito Santo	0,0444	0,5222	0,4778
5	Rio de Janeiro	-0,0667	0,4667	0,5333
6	São Paulo	-0,0889	0,4556	0,5444
7	Santa Catarina	-0,2222	0,3889	0,6111

Fonte: Visual Promethee (2021)

Após a execução desses cenários, a fim de observar as ocorrências e comparar os cenários, elaborou-se a tabela 6.

Tabela 6 – Resultados das análises

Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	Cenário 4	Cenário 5	Cenário 6
Minas Gerais	Minas Gerais	Paraná	Minas Gerais	Espírito Santo	Minas Gerais
Rio Grande do Sul	Rio Grande do Sul	Minas Gerais	Rio Grande do Sul	Santa Catarina	Rio Grande do Sul
Paraná	Paraná	Rio Grande do Sul	Paraná	Rio Grande do Sul	Paraná
Espírito Santo	Espírito Santo	São Paulo	Espírito Santo	Minas Gerais	Espírito Santo
Rio de Janeiro	Rio de Janeiro	Rio de Janeiro	Rio de Janeiro	Rio de Janeiro	Rio de Janeiro
São Paulo	São Paulo	Espírito Santo	São Paulo	Paraná	São Paulo
Santa Catarina	Santa Catarina	Santa Catarina	Santa Catarina	São Paulo	Santa Catarina

Fonte: Autoria própria (2021)

Através da observação destes resultados, decidiu-se elaborar um *ranking* final a partir das aparições de cada estado nas posições. Dessa forma, ao analisar a tabela 7, o estado que aparecesse mais vezes em uma posição, assumiria tal colocação.

Tabela 7 – *Ranking* final

Colocação	Estado
1 <sup>a</sup>	Minas Gerais
2 <sup>a</sup>	Rio Grande do Sul
3 <sup>a</sup>	Paraná
4 <sup>a</sup>	Espírito Santo
5 <sup>a</sup>	Rio de Janeiro
6 <sup>a</sup>	São Paulo
7 <sup>a</sup>	Santa Catarina

Fonte: Autoria própria (2021)

Através da observação da tabela 7, nota-se a predominância de Minas Gerais na primeira colocação, assim como a presença de Santa Catarina na última posição. Cabe ressaltar a posição de quinto lugar da cidade do Rio de Janeiro, o qual ocupou em todos os cenários considerados. Dentre as outras colocações, percebe-se uma variação no ordenamento, decorrente dos diferentes tipos de cenário propostos.

## 6. Considerações Finais

A análise multicritério permite o trabalho com problemas envolvendo múltiplos critérios, auxilia na tomada de decisão e contribui no *ranking* das alternativas, ordenadas da melhor para a pior. Sendo assim, o emprego do PROMETHEE II viabilizou a sondagem das performances das medidas de combate da COVID-19 nas regiões Sudeste e Sul.

Com as informações obtidas, concluiu-se que o ordenamento das alternativas foram influenciados pelas distintas atribuições das funções de preferências e pesos registrados pelos especialistas aos cenários considerados. Neles, foram utilizados a maioria das funções de preferências disponíveis, limites de P e Q variados, assim como os pesos pertinentes em cada critério. Esse sistema de variação verificou a coerência dos resultados no estudo de caso, além de auxiliar a seleção da solução ótima.

Ao comparar os *rankings* formados, percebe-se que o ordenamento variou em cada cenário em relação a função de preferência selecionada, os critérios e pesos escolhidos.

Vale ressaltar como limitações deste estudo a dificuldade encontrada em selecionar os parâmetros mais importantes, ainda que a triagem de informações tenha sido baseada de forma teórica. Além disso, o PROMETHEE sofre com a subjetividade na escolha dos pesos dos critérios, os quais ficam à cargo do decisor, podendo acarretar uma enorme influência nos resultados.

Cabe ressaltar a limitação da pesquisa em relação dos dados referentes apenas as regiões sudeste e sul do Brasil. Contudo, o estudo permitiu encontrar uma previsão acerca das performances dos estados da região Sudeste e Sul e fazer uma reflexão sobre o atual cenário. Entretanto, existem outros aspectos que impactam no desempenho de um estado na luta contra a COVID-19, sendo estes dados mensuráveis ou não. Por isso, evidencia-se a necessidade de estudos mais aprofundados e medições mais precisas por parte dos veículos de comunicação para a realização de análises mais próximas da realidade.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A., CAVALCANTE, C. Modelo multicritério de apoio à decisão para o planejamento de manutenção preventiva utilizando PROMETHEE II em situações de incerteza. *Pesquisa Operacional* 25, 2005.
- ARAÚJO, Maria Creuza. Modelo integrado para seleção e avaliação de desempenho de fornecedores. Dissertação (Pós-graduação em engenharia de produção). Universidade Federal do Pernambuco, Recife, 2012.
- BOUYSSOU, D.; VANDERPOOTEN, D. Bernard Roy: From Graph Theory to Multiple Criteria. French National Center for Scientific Research, 2011. DOI: 10.1007/978-1-4419-6281-2\_42
- BRANS, J.; MARESCHAL, B. *Promethee-Gaia, une Methodologie d'Aide à la Décision em Présence de Critères Multiples*. Éditions Ellipses, Bruxelles, 2002.
- BRANS, J., MARESCHAL, B. "The PROMETHEE-GAIA Decision Support System for Multicriteria Investigations". *Investigacion Operativa*, 4, 1994, p.107-117.
- BRANS, J.; VINCKE, P. A preference ranking organization method, the PROMETHEE method for MCDM. *Management Science*, v. 31, p. 647-656, 1985.
- BRANS, J. P. & MARESCHAL, B. How to select and how to rank projects: The PROMETHEE method. *European Journal of Operational Research*, v.24, p. 228-238, 1986.
- CAMPOLINA, A. et al. Análise de decisão multicritério para alocação de recursos e avaliação de tecnologias em saúde: tão longe e tão perto? *Cadernos de Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 33, n.10, 2017.
- CAMPOS, V. Modelo de apoio à decisão multicritério para priorização de projetos em saneamento. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). Escola de Engenharia, Universidade de São Carlos, São Carlos, 2011.
- CORONAVÍRUS BRASIL. Disponível em: <<https://covid.saude.gov.br/>> Acesso em: 16 jun. 2021.
- FERREIRA, C., SILVA E., BARROS, M., BANCO B.. Uma análise multicritério da qualidade de vida dos municípios da região Norte Fluminense. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN\\_STO\\_344\\_1767\\_40890.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_344_1767_40890.pdf)> Acesso em: 10 jun 2021.
- FRANCISCO, C. et al. Espacialização de análise multicriterial em SIG: prioridades para recuperação de Áreas de Preservação Permanente. *Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p. 2643-2650.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – PNAD Contínua. Site disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/habitacao/17270-pnad-continua.html?=&t=resultados>>. Acesso em: 28 mai 2021.

INSTITUTO BUTANTAN. Entenda o que é uma pandemia e as diferenças entre surto, epidemia e endemia. Site disponível em: <<https://butantan.gov.br/covid/butantan-tira-duvida/tira-duvida-noticias/entenda-o-que-e-uma-pandemia-e-as-diferencas-entre-surto-epidemia-e-endemia>>. Acesso em: 04 mai 2022.

LOWY INSTITUTE. Site oficial disponível em: <<https://interactives.lowyinstitute.org/features/covid-performance/>>. Acesso em: 17 jun 2021.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. LOCALIZASUS. Disponível em: <<https://localizasus.saude.gov.br/>> Acesso em: 17 jun. 2021.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Atualização Diária de Casos de Covid. Disponível em: <<https://www.gov.br/saude/pt-br>> Acesso em 16 jun. 2021.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Primeiro caso de Covid-19 no Brasil permanece sendo o de 26 de fevereiro. Disponível em: <<https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/noticias/primeiro-caso-de-covid-19-no-brasil-permanece-sendo-o-de-26-de-fevereiro>> Acesso em: 15 de jun. 2021.

MOREIRA, M. Priorização dos modos de falha de equipamentos utilizando os métodos de análise multicritério PROMETHEE e Fuzzy-PROMETHEE. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica). Pontífica Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2009.

MUNIER, Nolberto. A Strategy for Using Multicriteria Analysis in Decision-Making. Editora Springer, 2011.

PEREIRA, Sérgio. Utilização do método multicritério PROMÉTHÉE para definição da ordem de desenvolvimento de programas de indicadores de negócio. XXXVI - SBPO, 2004.

PROGRAMA EMERGENCIAL DE MANUTENÇÃO DO EMPREGO E DA RENDA. Disponível em: <<https://servicos.mte.gov.br/bem/>> Acesso em: 17 de jun. 2021.

VINCKE, P. Multicriteria decision-aid. Londres: John Wiley & Sons, 1992.