



Método de apoio decisão multicritério: um estudo empírico aplicado na classificação das áreas integradas de segurança pública no estado do Rio de Janeiro

Multiple criteria decision analysis: an empirical study applied in the classification of the integrated areas of public security in the state of Rio de Janeiro

Marcio Pereira Basilio¹

Valdecy Pereira²

Helder Gomes Costa³

Resumo: O presente estudo objetivou efetuar comparação entre o método utilizado no sistema integrado de metas para criação de ranking entre as Áreas Integradas de Segurança Pública – AISP, para premiação por produtividade no Estado do Rio de Janeiro e o método de apoio multicritério à tomada de decisão para um problema relativo a ordenação denominado *Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations* – PROMETHEE II. Utilizou-se para efeitos desta pesquisa, a base de dados da 12^a. edição do sistema integrado de metas relativo premiação do 1^o. semestre de 2015. Esta edição foi escolhida, pois foi a que apresentou maior número de AISPs empatadas em primeiro lugar, tendo o custo de todo processo ter sido superior a 50% do somatório das onze edições anteriores. O resultado do método PROMETHEE II, apresentou alteração de posição em mais de 85% da classificação total, com alterações significativas entre as quatro primeiras posições, com alteração de posições e inclusões neste conjunto, sem empates e com classificações distintas. Aplicação do PROMETHEE II efetuou a eliminação do efeito compensatório dos critérios que afetam os cálculos baseados em médias, proporcionou um *ranking* mais bem definido, sem empates nas primeiras posições o que impactaria programa de premiação com redução significativa do custo.

Palavras-chave: Multicritério; PROMETHEE II; segurança pública; MCDA.

¹ UFF – Universidade Federal Fluminense

² UFF – Universidade Federal Fluminense

³ UFF – Universidade Federal Fluminense

Abstract: The present study aimed to compare the method used in the integrated system of goals to create ranking among the Integrated Public Security Areas - AISP, for productivity awards in the State of Rio de Janeiro and the method of multicriteria support for decision making A problem related to the ordination called Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations - PROMETHEE. It was used for the purposes of this research, the database of the 12th. Edition of the integrated system of goals relative to the 1st prize. Semester of 2015. This edition was chosen because it was the one that presented the highest number of AISPs tied in the first place, and the cost of the whole process was more than 50% of the sum of the eleven previous editions. The result of the PROMETHE II method presented a change of position in more than 85% of the total classification, with significant changes between the first four positions, with changes in positions and inclusions in this group, without ties and with different classifications. Application of PROMETHE II eliminated the compensatory effect of the criteria that affect the calculations based on averages, provided a better defined ranking, without draws in the first positions which would impact the awards program with a significant cost reduction.

Keywords: Multicriteria; PROMETHEE II; public security; MCDA.

1 Introdução

Tomar decisão é uma importante parte das atividades humanas. Algumas decisões são relativamente simples, outras complexas (Behzadian, Otaghsara, Yazdani, & Ignatius, 2012). Conforme asseveram (Govindan & Jepsen, 2016; Kahraman, Onar, & Oztaysi, 2015) que algumas decisões podem ser relativamente simples, especialmente se as consequências de uma má decisão são pequenas, enquanto outras podem ser muito complexas e ter significantes consequências. Os problemas de decisão na vida real, em geral, envolvem vários pontos de vista conflitantes, que devem ser levados em conta conjuntamente, a fim de chegar a uma decisão razoável (Wang, Jing, Zhang, & Zhao, 2009). Na prática, os *Multiple criteria decision analysis* (MCDA) preocupam-se com a avaliação de uma coleção de possíveis cursos de ação ou opções e esta avaliação poderia ser na forma de selecionar uma opção mais preferida, classificar as opções do melhor para o pior. Nas práticas diárias, a aplicação do MCDA é crucial na alocação de recursos finitos entre alternativas e interesses concorrentes.

Há vários métodos de decisão multicritério, conforme afirma (Almeida & Costa, 2002). Roy (1985) classifica os métodos para AMD em três grandes grupos, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 Representação dos métodos AMD

Grupo	Descrição	Métodos
Critério único de síntese	Métodos que buscam agregar o desempenho alcançado por cada alternativa em um único critério para tomar a decisão.	- Teoria da utilidade multiatributo (<i>Multi-attribute Utility</i> – MAUT) - SMART -MACBETH - Método de análise hierárquica (<i>Analytic Hierarchy Process</i> – AHP)
Métodos de sobreclassificação	Métodos que utilizam a comparação de duas alternativas através da preferência dos decisores envolvidos para a tomada de decisão	ELECTRE (<i>Elimination Et Choix Traduisant La Réalité</i>) - PROMETHEE (<i>Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation</i>)
Métodos interativos	Métodos que utilizam ferramentas computacionais para realização das etapas de cálculo sucedidas por interações com os decisores para redução das alternativas viáveis antes de dar início à próxima etapa	- Múltiplos

Fonte: Elaborado pelos autores com base em (Basílio, de Freitas, Kämpffe, & Bordeaux-Rego, 2018; Basílio, Pereira, & Costa, 2018)

De acordo com (Zyoud & Fuchs-Hanusch, 2017) entre os métodos MCDA mais comuns, existem: *analytic hierarchy process* (AHP), *multi-attribute utility theory* (MAUT), *simple multi-attribute rating technique* (SMART), *fuzzy set theory* (FST), *data envelopment analysis* (DEA),

case-based reasoning (CBR), simple additive weighting (SAW), elimination et choice translating reality (ELECTRE), technique for order of preference by similarity to ideal solution (TOPSIS), preference ranking and organization method for enrichment evaluation (PROMETHEE), e goal programming (GP).

A literatura aponta que os métodos MCDA são empregados e aplicados para resolver problemas de decisão em muitas áreas, como registram (Zyoud & Fuchs-Hanusch, 2017): tecnologias de informação e comunicação; Gestão de risco de inundação; Avaliação da tecnologia da saúde; Cuidados em Saúde; Transporte; Pesquisa em nanotecnologia; Recursos humanos; gestão financeira; Desempenho e benchmarking; Seleção de fornecedores; Engenharia química e bioquímica; Avaliação de software; Seleção de rede; Política, social e educação; segurança pública, dentre outras áreas.

A presente pesquisa abordará aplicação de método MCDA para realizar comparação entre os resultados apresentados pelo Sistema Integrado de Metas – SIM, tendo como base os resultados da décima segunda edição da premiação das Áreas Integradas de Segurança Pública que alcançaram as metas estipuladas para os Indicadores Estratégicos de Criminalidade no estado do Rio de Janeiro. O estudo busca resposta para a seguinte questão: Como reduzir o efeito compensatório dos critérios de classificação das Áreas Integradas de Segurança Pública que alcançaram as metas estabelecidas para os indicadores de criminalidade?

Como objetivo principal a pesquisa pretende reduzir o efeito compensatório dos critérios de classificação das Áreas Integradas de Segurança Pública que alcançaram as metas estabelecidas para os indicadores de criminalidade, por meio da aplicação de método MCDA. Como objetivo secundário a pesquisa buscará conhecer as dimensões em que os métodos de MCDA são aplicados no campo de segurança pública; classificar o problema estudo e identificar o método de MCDA que se aplica a situação estudada.

O método de MCDA utilizado foi o PROMETHEE II, com base na classificação de (Belton & Stewart, 2002). A aplicação do método resultou em alteração de posição, em mais de 85% da classificação total, o que evidencia a eliminação do efeito compensatório dos critérios de classificação. Ocorreram alterações significativas entre as quatro primeiras posições, com alteração de posições e inclusões neste conjunto, sem empates e com classificações distintas.

2 Revisão da Literatura

2.1 Aplicação de MCDA na segurança pública

A pesquisa bibliográfica desenvolvida por (Basilio, Pereira, & Costa, 2017) identificou um conjunto com 19 artigos e os classificou em cinco dimensões: Segurança Pública; Prevenção de Crime; Segurança Militar; Seguranças das Estradas e Segurança Marítima. Após essa

classificação foi também identificados os métodos utilizados e a identificação dos principais autores, descrito na Tabela 2. Em relação aos métodos identificados cabe asseverar que considerou também técnicas diversas ao MCDA, mas relacionada a Pesquisa Operacional, que foram incluídas no estudo.

Tabela 2 Relação das dimensões de segurança e o MCDA

Dimensão	Método(s)	Autor(es)
Segurança Pública	Graph Algorithms; Dominance-Based Rough Set Approach (DRSA); Linear Programming; MUSA system; Data Mining; Multiple-objective programming; Gathering and scattering model analysis, ELECTRE III.	(Liberatore & Camacho-Collados, 2016); (Figueiredo & Mota, 2016); (Bouranta, Siskos, & Tsotsolas, 2015); (Gupta, Chandra, & Gupta, 2014); (Basilio, Pereira, & Costa, 2018).
Prevenção de crime	Multi-criteria analysis – MCA; Linear Programming; POSAC analyses /PCA/MDS; MCDM; SMARTS multicriteria method.	(di Bella, Corsi, & Leporatti, 2014); (Manning, Smith, & Homel, 2013); (Gurgel & Mota, 2013);
Segurança Militar	AHP.	(Karvetski, Lambert, & Linkovz, 2011)
Segurança das Estradas	TOPSIS-RSR; AHP.	(Chen, Wang, & Deng, 2015); (Mignelli, Pomarico, & Peila, 2013)
Segurança Marítima	DEMATEL/ANP.	(Özdemir & Güneroğlu, 2015)

Fonte: Atualizado pelos autores como base em (Basilio, Pereira, & Costa, 2017)

2.2 Contexto e Realidade Investigada

A presente pesquisa foi desenvolvida no contexto brasileiro, no Estado do Rio de Janeiro, no qual as ações estratégicas de segurança pública são elaboradas pela Secretaria de Estado de Segurança (SESEG) e executada pelos organismos polícias: civil e militar.

Neste contexto, para fins de esclarecer o cenário no qual a pesquisa está imersa, inicia-se o relato a partir de 25 de junho de 2009, quando o Governo editou dois decretos: o Decreto n. 41.930 (2009) e o Decreto n. 41.931 (2009). O primeiro dividiu o Estado do Rio de Janeiro em Regiões Integradas de Segurança Pública (RISPs). As RISPs, por sua vez, foram concebidas com a intenção de unir taticamente as Polícias Civil e Militar, tal argumento está explicitado no bojo do Art. 2º do Decreto n. 41.930(2009), onde se afirma que a consolidação das RISPs ocorreria no âmbito dos Departamentos de Polícia de Área (DPAs) e dos Comandos de

Policimento de Área (CPAs). As RISPs são subdivididas em Áreas Integradas de Segurança Pública (AISPs). As AISPs atuam no campo tático-operacional, e são compostas pela delimitação física correspondente a um Batalhão de Polícia Militar (BPM), o qual de forma integrada pode possuir no mínimo duas e no máximo seis circunscrições de Delegacias Policiais (DP).

2.3 Diagnóstico da Situação Problema e Oportunidade

A situação problema envolve o alto custo resultante do programa de premiação por produtividade. No 1º semestre de 2015, a 12ª. edição do SIM teve um custo 165 milhões de reais. O SIM teve início com periodicidade anual, passando a partir do Decreto n. 42.243 (2010) a ser semestral, com premiações individuais a cada policial que estivesse lotado no organismo policial contemplado. Segundo informações obtidas no site da SESEG no período de 2009 a 2015 foram realizadas 11 edições do SIM, sendo premiados 107.365 agentes, totalizando um custo 339 milhões de reais. Considerando que de 2009 a 2015 os valores para os primeiros colocados variaram de 3 a 13,5 mil reais, isto é uma fator que impacta o custo do programa, contudo a decisão pertence ao tomador de decisão. Mas, na 12ª. Edição do SIM, a premiação de 1º colocado foi concedida a onze AISPs, o que fez com que o custo médio de cada edição que passasse de 30,8 milhões para 165 milhões.

A situação descrita apresenta a oportunidade de pesquisa de metodologias que apresentem ao tomador de decisões alternativas para aperfeiçoamento do sistema vigente e que proporcione a redução de custos.

3 Metodologia

Para efeito de comparação entre os métodos de apoio multicritério a decisão e os resultados da premiação por metas das AISP's ocorrido no Estado do Rio de Janeiro, no primeiro semestre de 2015 com a utilização da metodologia do sistema integrado de metas (SIM) referentes ao primeiro semestre de 2015, será utilizado o método desenvolvido por (Brans, Vincke, & Marechal, 1986) denominado *Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations* – (PROMETHEE). Nas seções 3.1 e 3.2 serão descritas os métodos que foram utilizados nesta pesquisa.

3.1 Descrição do método SIM

Por meio da Resolução n. 305 (2010), que regulamentou o (Decreto-n.41.931, 2009), foi instituído o Sistema de Metas e Acompanhamento de Resultados (SIM). A Resolução definiu prazos, rotinas e critérios de desempate para feitos da premiação, ilustrada na Tabela 3. A

metodologia do SIM objetiva acompanhar o cumprimento das metas estabelecidas pelos contratos de gestão. Os dados resultantes do acompanhamento do SIM, são utilizados para calcular o Índice de Desempenho de Metas (IDM), que permite estabelecer o ranking das AISPs, para fins de premiação.

O IDM é calculado da seguinte forma:

$$IDM = \frac{\sum_{i=1}^n \beta_i}{\sum_{i=1}^n \pi_i} \quad [1]$$

Onde,

$\{1, \dots, n\}$ = Conjunto de índice dos fatores alcançados pelas AISPs;

β_i = Valor do i-ésimo fator alcançado pela AISP;

π_i = Valor do peso i-ésimo indicador estratégico.

Para calcular o IDM devem ser realizadas as seguintes etapas:

1. Cálculo do Percentual de Cumprimento de Meta – PCM:

$$PCM = \left[\frac{(meta-real)}{meta} \right] + 100\% \quad [2]$$

2. Cálculo do Fator Alcançado – β

$$\beta = PCM * \pi \quad [3]$$

O resultado do PCM de cada um dos indicadores é multiplicado pelo seu peso, transformando-se no fator alcançado para o referido indicador. O Decreto n. 41.931 (2009) definiu os indicadores que compõem o SIM e estipulou seus respectivos pesos (π), da seguinte forma: Letalidade violenta (peso=3); Roubo de Veículos (peso=2); e Roubos de rua (peso=1).

Para as AISPs com metas iguais ou inferiores a 20 por semestre, o cálculo do IDM obedece ao seguinte critério:

$$PCM_{baixa\ casuística} = [(meta - real) * 5\%] \times 100 + 100\% \quad [4]$$

A base de dados utilizada para a comparação foi construída a partir dos dados divulgados no site do Instituto de Segurança Pública (www.isp.rj.gov.br) para o período considerado, onde contém as metas estipuladas para cada critério de cada AISP e os valores reais obtidos, conforme Tabela 3:

Tabela 3 Valores aplicados ao SIM no 1º semestre de 2015

LETALIDADE VIOLENTA				ROUBO DE VEÍCULOS			ROUBOS DE RUA			IDM
PESO										
3			2			1				
AISP	META	REAL	%	META	REAL	%	META	REAL	%	%

2	6	8	90,0	100	104	96	902	1113	77	89,77
3	46	64	61	775	860	89	2650	2854	92	75,50
4	14	52	-90,0	278	265	105	1767	1766	100	6,57
5	22	30	64	99	85	114	2072	2267	91	84,96
6	10	10	100,0	167	118	120	974	930	105	107,42
7	222	163	120	2168	1515	120	4832	3618	120	120,00
8	150	101	120	174	100	120	637	435	120	120,00
9	129	115	111	1419	1739	77	2970	3878	69	92,81
10	20	23	85,0	9	7	110,0	30	18	120	99,17
11	22	17	120	13	6	120,0	67	32	120	120,00
12	86	113	69	791	749	105	2236	2209	101	86,27
14	116	109	106	1039	1049	99	2469	2530	98	102,28
15	283	193	120	2017	1298	120	3895	2701	120	120,00
16	48	55	85	471	602	72	1343	1558	84	80,77
17	20	20	100,0	78	69	112	289	301	96	103,15
18	47	60	72	216	246	86	966	1009	96	80,80
19	7	2	120,0	19	6	120,0	585	276	120	120,00
20	340	283	117	2151	1756	118	4514	4162	108	115,80
21	126	88	120	1056	826	120	1947	1547	120	120,00
22	44	24	120	180	154	114	846	723	115	117,24
23	13	9	120,0	58	33	120	789	561	120	120,00
24	161	163	99	286	374	69	583	776	67	83,61
25	158	130	118	187	129	120	521	469	110	117,19
26	12	10	110,0	8	11	85,0	29	43	52	91,95
27	102	85	117	225	171	120	382	601	43	105,45
28	57	31	120	33	17	120	178	54	120	120,00
29	11	6	120,0	5	2	115,0	3	3	100,0	115,00
30	15	7	120,0	18	6	120,0	25	12	120	120,00
31	27	26	104	312	256	118	859	824	104	108,51
32	114	92	119	363	234	120	816	636	120	119,65
33	69	62	110	56	47	116	156	115	120	113,76
34	64	45	120	166	121	120	329	280	115	119,15
35	53	42	120	251	176	120	557	406	120	120,00
36	17	10	120,0	11	2	120,0	10	1	120,0	120,00
37	19	16	115,0	5	5	100,0	25	18	120	110,83
38	14	9	120,0	6	3	115,0	11	7	120,0	118,33
39	136	122	110	472	397	116	1015	904	111	112,27
40	31	29	106	217	396	18	376	940	-50	50,73
41	128	129	99	1343	1690	74,2	2628	3417	70	85,99

Fonte: Adaptado do Site do www.isp.rj.gov.br

3.2 Descrição do método PROMETHEE II

O método PROMETHEE II (Brans & Vincke, 1985) consiste em construir uma relação de superação dos valores. O PROMETHEE II é um método de classificação relativamente simples em concepção e aplicação em comparação com outros métodos de análise multicritérios. É bem

adequado para questões em que um número finito de alternativas deve ser classificado considerando os critérios. Este método se destaca porque procura envolver conceitos e parâmetros que tenham alguma interpretação física ou econômica que seja facilmente entendida pelo tomador de decisão.

O método referenciado é implementado em cinco etapas. No primeiro passo, há uma função que mostra a preferência do tomador de decisão em relação a alternativa "a" em comparação com a alternativa "b". O segundo passo consiste na comparação das alternativas sugeridas aos pares para a função de preferência, conforme ilustrado na Tabela 4. Como um terceiro passo, os resultados dessa comparação são apresentados em uma matriz de avaliação com valores estimados de cada critério para cada alternativa. A classificação é realizada em duas etapas finais: uma classificação parcial na quarta etapa e, em seguida, uma classificação total de alternativas no quinto passo, conforme representado na Figura 1. O princípio básico do PROMETHEE II é baseado em uma comparação par a par de alternativas ao longo de cada critério reconhecido. As alternativas são avaliadas de acordo com diferentes critérios, que devem ser maximizados ou minimizados. A implementação do PROMETHEE II requer dois tipos adicionais de informação: o peso e a função de preferência.

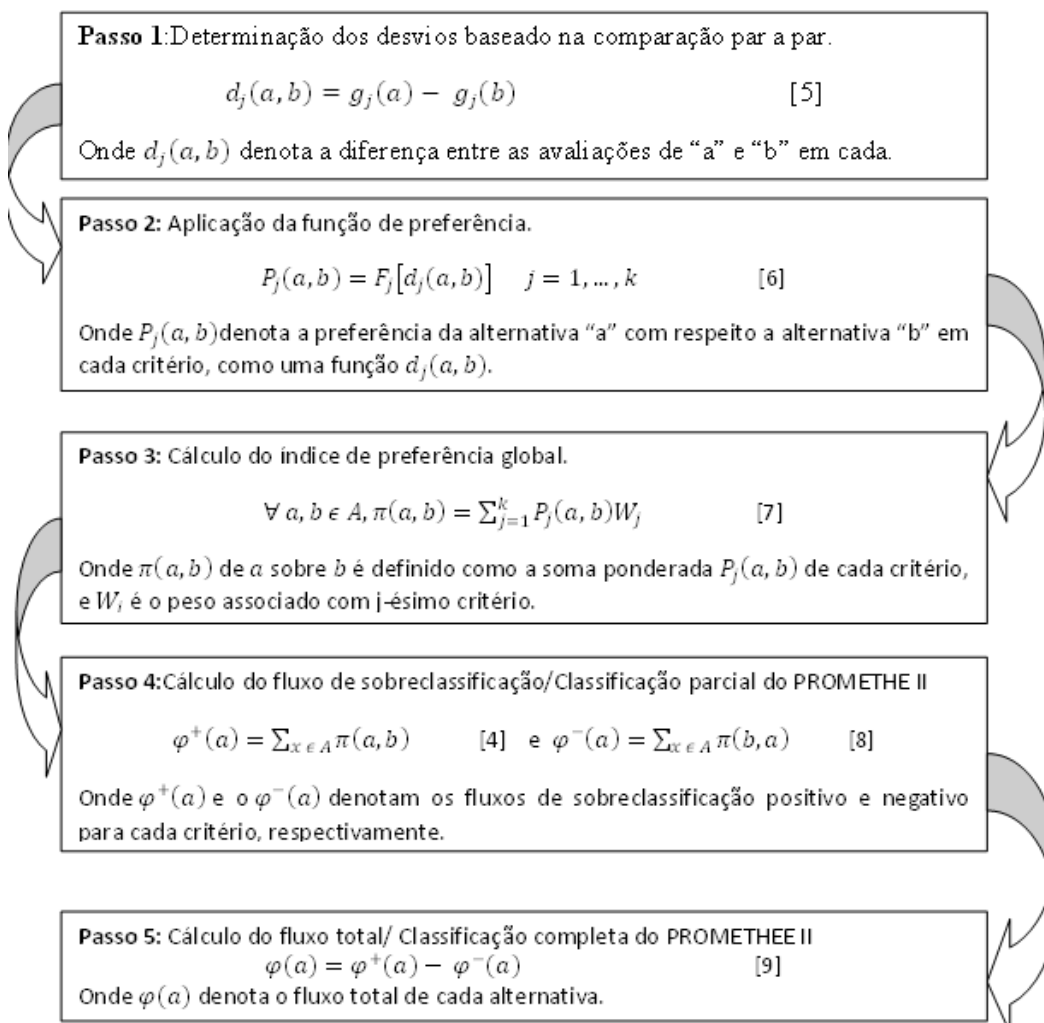


Figura 1: Procedimento passo a passo para PROMETHEE II.

Fonte: Preparado pelos autores com base em (Basilio, de Freitas, Kämpffe, & Bordeaux-Rego, 2018).

Tabela 4 Funções de preferência do PROMETHEE

Tipo	Funções	Restrição	Valor da função	Parâmetros
I	Critério Usual	$d > 0$ $d \leq 0$	$P(a,b) = 1$ $P(a,b) = 0$	-
II	Quase-critério	$d > q$ $d \leq q$	$P(a,b) = 1$ $P(a,b) = 0$	q
III	Preferência Linear	$-p \leq d \leq p$ $d > p$ $d < -p$	$P(a,b) = d/p$ $P(a,b) = 1$	p
IV	Pseudocritério	$ d > p$ $q < d \leq p$ $ d \leq q$	$P(a,b) = 1$ $P(a,b) = 1/2$ $P(a,b) = 0$	p, q
V	Preferência linear e Área de indiferença	$ d > p$ $q < d \leq p$ $ d \leq q$	$P(a,b) = 1$ $P(a,b) = (d - q)/(p - q)$ $P(a,b) = 0$	p, q
VI	Critério Gaussiano	$d > 0$ $d \leq 0$	$P(a,b) = 1 - \exp\{-d^2/2\sigma^2\}$	σ

Fonte: Elaborado pelos autores com base em (Brans & Vincke, 1985).

4. Aplicação numérica

De acordo com Brans *et al* (1986), embora seja mais fácil para o tomador de decisão para alcançar a resolução do problema, utilizando a ordenação completa, a ordenação parcial contém informações mais realista. Esta informação, especialmente no que diz respeito a incomparabilidade, muitas vezes pode ser útil para a tomada de decisão.

Para efeitos deste trabalho os critérios escolhidos para avaliação das alternativas foram os mesmos utilizados no Sistema Integrado de Metas – SIM, e sendo denominados conforme a Tabela 5.

Tabela 5 Parâmetros relacionados aos critérios

f_i	Critérios	Objetivo	Unidade	Escala	Preferência	Parâmetros	Pesos
f_1	Letalidade violenta	Maximizar	Escalar	R	Usual	-	3
f_2	Roubo de Veículos	Maximizar	Escalar	R	Usual	-	2
f_3	Roubo de Rua	Maximizar	Escalar	R	Usual	-	1

Fonte: Elaborado pelos autores com base em (Brans & Vincke, 1985) e no Decreto n. 41.931 (2009).

As ações do conjunto K são as Áreas Integradas de Segurança Pública – AISP, sendo descrita desta forma:

$K = \{AISP02; AISP03; AISP04; AISP05; AISP06; AISP07; AISP08; AISP09; AISP10; AISP11; AISP12; AISP14; AISP15; AISP16; AISP17; AISP18; AISP19; AISP20; AISP21; AISP22; AISP23; AISP24; AISP25; AISP26; AISP27; AISP28; AISP29; AISP30; AISP31; AISP32;$

AISP33; AISP34; AISP35; AISP36; AISP37; AISP38; AISP39; AISP40; AISP41}, para tornar a observação mais objetiva, foi utilizada a seguinte notação:

$$K' = \{K'_1, \dots, K'_{39}\}.$$

As avaliações $f(a)$ de cada ação $a \in K$ foram obtidos a partir dos valores produzidos pela sistemática de cálculo utilizado na apuração do SIM referente ao 1º semestre de 2015. Os valores relativos a cada critério em relação as alternativas postas, que representam as AISPs, foram construídas a partir dos valores das Metas e resultados Reais, constantes na Tabela 6, oriunda da aplicação da formula [2] utilizado pelo SIM foram adotados para aplicação do método PROMETHEE II e estão apresentadas na Tabela 6.

Tabela 6 Valores para formação da Matriz de Preferência

	f_1	f_2	f_3
K'	3	2	1
K'_1	67	96	77
K'_2	61	89	92
K'_3	-171	105	100
K'_4	64	114	91
K'_5	100	129	105
K'_6	127	130	125
K'_7	133	143	132
K'_8	111	77	69
K'_9	85	122	140
K'_{10}	123	154	152
K'_{11}	69	105	101
K'_{12}	106	99	98
K'_{13}	132	136	131
K'_{14}	85	72	84
K'_{15}	100	112	96
K'_{16}	72	86	96
K'_{17}	171	168	153
K'_{18}	117	118	108
K'_{19}	130	122	121
K'_{20}	145	114	115
K'_{21}	131	143	129
K'_{22}	99	69	67
K'_{23}	118	131	110
K'_{24}	117	63	52
K'_{25}	117	124	43
K'_{26}	146	148	170
K'_{27}	145	160	100
K'_{28}	153	167	152
K'_{29}	104	118	104
K'_{30}	119	136	122
K'_{31}	110	116	126
K'_{32}	130	127	115
K'_{33}	121	130	127
K'_{34}	141	182	190
K'_{35}	116	100	128
K'_{36}	136	150	136

K'_{37}	110	116	111
K'_{38}	106	18	-50
K'_{39}	99	74	70

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados da Tabela 3.

Após a sistematização das avaliações das $f(a)$ e a aplicação das fórmulas [5] a [9] chegou-se matriz de preferência inicial com a utilização dos pesos (3,2,1) para os critérios (f_1, f_2, f_3) respectivamente. A classificação obtida com os pesos (3,2,1) encontra-se ilustradas na Tabela 6. Na Tabela 7, para permitir uma análise mais apurada, foi realizado um novo cálculo para o sistema SIM simulando a retirada tão somente do limite superior de 120%. Sendo assim, foi atribuída uma coluna denominada o IDM.

Tabela 7 *Outranking do PROMETHEE II Versus SIM*

PROMETHEE II		SIM		SIM-M		Rank
AISP	$\varphi(a)$	AISP	IDM	AISP	IDM-R	
19	36,67	7	120,00	28	150,58	1
30	34,33	8	120,00	30	148,67	2
36	33,00	11	120,00	19	142,97	3
28	31,67	15	120,00	36	140,00	4
38	26,67	19	120,00	8	135,79	5
29	24,17	21	120,00	15	132,89	6
8	23,33	23	120,00	11	131,74	7
23	21,33	28	120,00	22	129,97	8
15	21,33	30	120,00	23	129,18	9
11	21,33	35	120,00	7	127,52	10
7	13,67	36	120,00	34	126,36	11
22	13,50	32	119,65	21	125,76	12
34	11,67	34	119,15	32	125,17	13
35	11,67	38	118,33	35	124,86	14
32	11,67	22	117,24	25	120,86	15
21	11,00	25	117,19	38	120,83	16
25	8,33	20	115,80	29	117,50	17
20	1,67	29	115,00	20	115,80	18
33	-3,00	33	113,76	33	114,81	19
27	-3,50	39	112,27	39	112,27	20
37	-4,00	37	110,83	37	112,17	21
39	-4,67	31	108,51	6	110,53	22
6	-5,83	6	107,42	31	108,51	23
10	-7,00	27	105,45	27	106,78	24
31	-8,67	17	103,15	17	103,15	25
14	-15,00	14	102,28	10	102,50	26
17	-15,17	10	99,17	14	102,28	27
9	-16,33	9	92,81	9	92,81	28
26	-17,17	26	91,95	26	91,95	29
12	-21,00	2	89,77	2	89,77	30
5	-24,00	12	86,27	12	86,27	31
40	-24,00	41	85,99	41	85,99	32

41	-24,67	5	84,96	5	84,96	33
18	-25,67	24	83,61	24	83,61	34
4	-26,00	18	80,80	18	80,80	35
16	-26,67	16	80,77	16	80,77	36
24	-27,67	3	75,50	3	75,50	37
2	-27,67	40	50,73	40	50,73	38
3	-29,33	4	6,57	4	6,57	39

Fonte: Elaborado pelos autores, com base nas saídas do método PROMETHEE II.

5 Discussão dos Resultados

Após a aplicação das duas metodologias foi gerada a classificação ilustrada na Tabela 9. Inicialmente pode-se depreender que das trinta e nove posições tão somente 17,94% mantiveram a mesma posição tanto o SIM como no PROMETHEE II, o que corresponde a seis posições que são as seguintes: AISP 34 - (13°); AISP 33 - (19°); AISP 37 - (21°); AISP 6 - (23°); AISP 9 - (28°); AISP 26 - (29°); e AISP 16 - (36°). Em relação as primeiras posições, pode-se inferir que em virtude da metodologia implementada pelo SIM, a qual estipula limites inferiores e superiores para premiação das metas, ocorreu um empate nas onze primeiras posições, isto deu-se pelo fato do método fixar o limite máximo de 120% do cumprimento de meta em cada critério, mesmo que as AISPs tenham alcançado valores de cumprimento de meta superiores. Contudo, o método PROMETHEE II trabalhou com os valores reais de cada AISP, o que propiciou uma comparação real entre as mesmas, critério a critério, o que permitiu a construção da matriz de preferência, de onde calculou-se os fluxos positivos e negativos e chegando a uma classificação. Em relação aos onze primeiros lugares do SIM, que na realidade estão empatados, constatou-se que houve alteração em 18,18% das AISPs integrantes na classificação do método SIM. Aplicando-se o método PROMETHEE II, estariam dentro dos onze primeiros as AISPs 38 e 29, e sairiam as AISPs 21 e 35. Todavia as três primeiras colocações apontadas no método PROMETHEE II estão presentes no conjunto dos onze primeiros empatados no SIM.

Lançou-se um segundo olhar nas onze últimas posições, e foi observado que neste conjunto, apenas 18,18% das AISPs mantiveram as mesmas posições, que foram as AISP 26 e 16. Contudo, diferentemente do que ocorreu no primeiro grupo, não houve nem inclusão e exclusões neste grupo, e sim alterações de posições.

Na tabela 9, foi incluída a coluna do IDM-R, que é na realidade o cálculo do SIM sem a restrição do limite superior de 120%, o que proporcionou uma real comparação entre as AISPs, e de fato pode ser observado que há alteração de posições entre os quatro primeiros lugares. A AISP 30 permaneceu na 2ª posição tanto no SIM modificado (SIM-M) quanto no PROMETHEE II. O primeiro colocado no SIM-M que é a AISP 28 passou para o quarto lugar no PROMETHEE II; A AISP 36 passa de quarta colocada no SIM modificado para terceira

posição no PROMETHEE II; e a AISP 19 salta de terceira colocada no SIM para primeira colocação no PROMETHEE II. Com isso pode-se depreender somente a AISP 30 teria sua colocação mantida. As demais alterações causariam alterações significativas em função da premiação. Pode-se afirmar que na realidade não se teria empates, e os primeiros três colocados estariam bem definidos. A diferença entre o PROMETHEE II e o SIM é que o primeiro não é um método compensatório e sim um método de superação, que consiste em construir uma relação binária muito particular entre as alternativas em análise, eliminando o efeito compensatório. Isto significa que, o sucesso em um critério não compensa o fracasso em outro, como ocorre nos métodos que adotam formulações baseados em médias. Este fato pode ser observado na amostra pelas o número de alteração de posições quando aplicado o método PROMETHEE II. Em quanto o segundo compara o somatório dos valores em cada critério, e isso não faz com que o tomador de decisão tenha uma ideia exata de quanto uma alternativa foi melhor do que a outra. A escolha do método cabe ao tomador de decisão, mas no presente estudo o método PROMETHEE II eliminou o efeito compensatório dos critérios, o que foi evidenciado pelo número de alterações de posições no ranking final que chegou a 85%. As alterações de maior impacto, em virtude da premiação, ocorreram nos quatro primeiros lugares.

6 Conclusões

Com a utilização da metodologia de apoio multicritério a decisão foi possível a realização do estudo comparativo entre o Sistema Integrado de Metas, metodologia aplicada pela Secretaria de Segurança do Estado do Rio de Janeiro para criar um ranqueamento entre as Áreas Integradas de Segurança Pública, com a finalidade de premiação por produtividade nos alcance das metas propostas para redução dos Indicadores Estratégicos de Criminalidade e o método PROMETHEE II, metodologia aplicada a problemas de ordenação. Após a escolha da base de dados, e a definição dos critérios, passou-se a construção da matriz de preferência, a partir da qual se calculou os fluxos positivos e negativos, que resultaram no fluxo total de cada AISP. Com o conhecimento do fluxo total de cada AISP, foi promovida a ordenação.

Após a saída da classificação produzida pelo método PROMETHEE II, efetuou-se a comparação entre os dois métodos. Constatou-se que 85% das posições foram alteradas, inclusive nas primeiras colocações. Um dos motivos deveu-se ao fato de que o PROMETHEE II não ser um método compensatório, realizando comparações entre as alternativas, critérios a critério. O estudo permitiu também identificar um equívoco metodológico no SIM, que foi a fixação de um limite superior no patamar de 120%. Isto fez com que onze AISPs empatassem na primeira colocação, impactando diretamente no custo do programa de premiação.

A contribuição tecnológica deste estudo foi a evidenciação de que os métodos de apoio multicritério a decisão que tratam de problemas de sobreclassificação apresentam resultados diferentes que os métodos compensatórios. Por outro lado, o problema do empate das onze primeiras classificações pode ser solucionado retirando-se a fixação do limite superior, e trabalhar com os valores reais. Todavia, esta solução não elimina o efeito compensatório dos critérios. Ou seja, o sucesso em um único critério compensará o fracasso em outros critérios.

Referência Bibliográfica

Almeida, A. T., & Costa, A. P. (2002). Modelo de decisão multicritério para priorização de sistemas de informação com base no método PROMETHEE. *Gestão & Produção*, 9(2), pp. 201-214. <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-530X2002000200007>.

Basilio, M. P., de Freitas, J. G., Kämpffe, M. G., & Bordeaux-Rego, R. (2018). Investment portfolio formation via multicriteria decision aid: a brazilian stock market study. *Journal of Modelling in Management*, 13(2), pp. <https://doi.org/10.1108/JM2-02-2017-0021>.

Basilio, M. P., Pereira, V., & Costa, H. G. (2017). Review of the literature on multicriteria methods applied in the field of public security. *Universal Journal of Management*, 5(12), pp. 549-562. DOI:10.13189/ujm.2017.051202.

Basilio, M. P., Pereira, V., & Costa, H. G. (2018). Classifying the integrated public safety areas (IPSAs): a multi-criteria based approach. *Journal of Modelling in Management*, pp. <https://doi.org/10.1108/JM2-01-2018-0001>.

Behzadian, M., Otaghsara, S. K., Yazdani, M., & Ignatius, J. (2012). A state-of the-art survey of TOPSIS applications. *Expert Systems with Applications*, 39(17), 13051-13065.

Belton, V., & Stewart, T. (2002). *Multiple criteria decision analysis: an integrated approach*. Boston: Kluwer Academic Publishers.

Bouranta, N., Siskos, Y., & Tsotsolas, N. (2015). Measuring police officer and citizen satisfaction: comparative analysis. *Policing*, 38(4), pp. 705-721. <https://dx.doi.org/10.1108/PIJPSM-01-2015-0008>.

Brans, J. P., & Vincke, P. H. (1985). A preference ranking organization method, the PROMETHEE method for MCDM. *Mgmt. Sci*, 31, pp. 647-656.

Brans, J. P., Vincke, P., & Marechal, B. (1986). How to select and how to rank projects: The PROMETHEE method. *European Journal of Operational Research*, 24, pp. 228-238.

Chen, F., Wang, J., & Deng, Y. (2015). Road safety risk evaluation by means of improved entropy TOPSIS-RSR. *Safety Science*, 79, pp. 39-54. <https://dx.doi.org/10.1016/j.ssci.2015.05.006>.

Decreto-n.41.930. (25 de junho de 2009). DOERJ. Rio de Janeiro, RJ, Brasil: Casa Civil.

Decreto-n.41.931. (25 de junho de 2009). DOERJ. Rio de Janeiro, RJ, Brasil: Casa Civil.

- Decreto-n.42.243. (15 de janeiro de 2010). DOERJ. Rio de Janeiro, RJ, Brasil: Casa Civil.
- di Bella, E., Corsi, M., & Leporatti, L. (2014). A Multi-indicator Approach for Smart Security Policy Making. *Social Indicators Research*, 122(3), pp. 653-675. <https://dx.doi.org/10.1007/s11205-014-0714-7>.
- Figueiredo, C. J., & Mota, C. M. (2016). A classification model to evaluate the security level in a city based on GIS-MCDA. *Mathematical Problems in Engineering*, 2016(Art. n° 3534824), p. <https://dx.doi.org/10.1155/2016/3534824>.
- Govindan, K., & Jepsen, M. B. (2016). ELECTRE: A comprehensive literature review on methodologies and applications. *European Journal of Operational Research*, 250, pp. 1-29.
- Gupta, M., Chandra, B., & Gupta, M. P. (2014). A framework of intelligent decision support system for Indian police. *Journal of Enterprise Information Management*, 27(5), pp. 512-540. <https://dx.doi.org/10.1108/JEIM-10-2012-0073>.
- Gurgel, A. M., & Mota, C. M. (2013). A multicriteria prioritization model to support public safety planning. *Pesquisa Operacional*, 33(2), pp. 251-267. <https://dx.doi.org/10.1590/S0101-74382013000200007>.
- Kahraman, C., Onar, S. C., & Oztaysi, B. (2015). Fuzzy Multicriteria Decision-Making: A Literature Review. *International Journal of Computational Intelligence Systems*, 8(4), 637-666.
- Karvetski, C. W., Lambert, J. H., & Linkovz, I. (2011). Scenario and multiple criteria decision analysis for energy and environmental security of military and industrial installations. *Integrated Environmental Assessment and Management*, 7(2), pp. 228-236. <https://dx.doi.org/10.1002/ieam.137>.
- Liberatore, F., & Camacho-Collados, M. (2016). A Comparison of Local Search Methods for the Multicriteria Police Districting Problem on Graph. *Mathematical Problems in Engineering*, 2016(Art. n° 3690474), p. <https://dx.doi.org/10.1155/2016/3690474>.
- Manning, M., Smith, C., & Homel, R. (2013). Overview of: "Valuing developmental crime prevention". *Criminology and Public Policy*, 12(2), pp. <https://dx.doi.org/10.1111/1745-9133.12023>.
- Mignelli, C., Pomarico, S., & Peila, D. (2013). Use of multi-criteria model to compare devices for the protection of roads against Rockfall . *Environmental and Engineering Geoscience*, 19(3), pp. 289-302. <https://dx.doi.org/10.2113/gseegeosci.19.3.289>.
- Özdemir, Ü., & Güneroğlu, A. (2015). Strategic approach model for investigating the cause of maritime accidents [Stratejik bir model yaklaşımı ile deniz kaza sebeplerinin araştırılması]. *Promet - Traffic – Traffico*, 27(2), pp. 113-123. <https://dx.doi.org/10.7307/ptt.v27i2.1461>.
- Resolução n° 305. (13 de janeiro de 2010). DOERJ. Rio de Janeiro, Rj, Brasil: Secretaria de Estado de Segurança.
- Wang, J. J., Jing, Y. Y., Zhang, C. F., & Zhao, J. H. (2009). Review on multi-criteria decision analysis aid in sustainable energy decision-making. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13(9), 2263-2278.

Zyoud, S. H., & Fuchs-Hanusch, D. (2017). A bibliometric-based survey on AHP and TOPSIS techniques. *Expert System with Applications*, 78, 158-181.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.eswa.2017.02.016>.