UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO PROFISSIONAL EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

CIRO CORRÊA VIEIRA DE MELO

MODELO DE DECISÃO: PRIORIZAÇÃO DE POLICIAIS PARA ATUAREM EM OPERAÇÕES DA POLÍCIA FEDERAL

Recife
2023

CIRO CORRÊA VIEIRA DE MELO

MODELO DE DECISÃO: PRIORIZAÇÃO DE POLICIAIS PARA ATUAREM EM OPERAÇÕES DA POLÍCIA FEDERAL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Profissional em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

Área de concentração: Pesquisa operacional.

Orientador (a): Prof. Dr. Jônatas Araújo de Almeida.

Recife

2023

Catalogação na fonte
Bibliotecário Gabriel Luz, CRB-4 / 2222

M528m Melo, Ciro Corrêa Vieira de.
Modelo de decisão: priorização de policiais para atuarem em operações da Polícia Federal / Ciro Corrêa Vieira de Melo, 2023.
122 f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Jônatas Araújo de Almeida
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação Profissional em Engenharia de Produção. Recife, 2023.
Inclui referências e apêndice.

1. Engenharia de Produção. 2. Decisão Multicritério. 3. FITradeof. 4. SMARTER. 5. Priorização. 6. Alocação de pessoas. I. Almeida, Jônatas Araújo de (Orientador). II. Título.

UFPE

658.5 CDD (22. ed.) BCTG / 2023 - 275

CIRO CORRÊA VIEIRA DE MELO

MODELO DE DECISÃO: PRIORIZAÇÃO DE POLICIAIS PARA ATUAREM EM OPERAÇÕES DA POLÍCIA FEDERAL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Profissional em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Ciências e Tecnologia, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção. Área de concentração: Pesquisa operacional.

Aprovada em: 10/10/2023.

BANCA EXAMINADORA

_____

Prof. Dr. Jônatas Araújo De Almeida (Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco

_____

Prof. Dr. Rodrigo José Pires Ferreira (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

_____

Profa. Dr. Ricardo Pires De Souza (Examinador Externo)
Universidade Federal do Rio Grande do Norte

RESUMO

A Polícia Federal Brasileira é responsável por investigar crimes envolvendo a União. Algumas dessas investigações demandam técnicas mais invasivas ou medidas judiciais complexas, recebendo a denominação de Operação Policial. Uma das fases da Operação Policial é a deflagração, que consiste no cumprimento de medidas cautelares. Durante a fase de deflagração das Operações Policiais muitos policiais são necessários para executarem as medidas cautelares. A demanda nessa fase pode ser maior que o contingente pertencente ao Estado, sendo necessário que outro forneça servidores para complementar o quantitativo. Contudo, diante das opções disponíveis para prestar apoio ao outro Estado da federação, surge o problema de qual melhor conjunto de servidores atenderá as necessidades de negócio. A dissertação aqui presente propõe um modelo de decisão multicritério com base no método de elicitação flexível, FITradeoff, para atender as indigências de outro estado federado. Por outro lado, quando estamos diante da decisão de priorizar policias para atuarem dentro do próprio Estado de lotação, o decisor demostrou necessidade de maior agilidade no processo decisório, assim o método SMARTER se mostrou mais alinhado, situação em que deve ser posteriormente seguida por um problema de designação para otimizar o processo. Os resultados indicam que o modelo permitiu encontrar a priorização de policiais, alinhada com os interesses corporativos, com uma abordagem flexível e cognitivamente mais acessível para a tomada de decisão.

Palavras-chave: decisão multicritério; FITradeoff; SMARTER; priorização; alocação de pessoas.

ABSTRACT

The Brazilian Federal Police is responsible for investigating crimes involving the Brazilian Union. Some of those investigations require more invasive techniques or complex judicial measures, receiving the name of Police Operation. One phase of those operations consists of executing precautionary measures, which usually require many police officers. Therefore, the state responsible for these investigations must make a ranking to prioritize the officers to participate in those judicial precautionary measures. The demand for officers at this stage may be higher than the contingent available to the state, requiring another federated state unit to provide police officers to supplement the quantity. However, given the options available to meet the needs, the problem arises as selecting the best officers for the operation reduces the impacts on the state that will provide them. This dissertation proposes a multicriteria ranking model for officers' prioritization based on the flexible elicitation method – FITradeoff for the decision to attend another state demand. On the other hand, the decision to prioritize officers to the own state's needs requires a fast result and a posterior adequation of the relation of officers and teams, so in this case, the SMARTER showed more alignment with the decision maker needs to make the decision, followed by a designation problem to optimize the process. The results indicated that the model allowed finding a prioritization of police officers aligned with the corporation's interests through a flexible and cognitively more accessible approach for the decision maker.

Keywords: multicriteria decision; FITradeoff; SMARTER; prioritizing; staff allocation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Diagrama em rede do problema de designação 32
Figura 2 – 12 etapas de construção do modelo multicritério 42
Figura 3 – Ordenação de policiais para atuarem em uma operação 44
Figura 4 – Decisão sucessiva para alocação de policiais 45
Figura 5 – Modelo proposto 47
Figura 6 – Cadeia de relacionamento entre objetivos fundamentais e objetivos meios 52
Figura 7 – Relação dos objetivos fundamentais com os objetivos estratégicos das decisões D1 e D2 53
Figura 8 – Cadeia de relacionamento de objetivos da decisão sucessiva D3 53
Figura 9 – Fluxograma da adequação priorizando o critério C8 72
Figura 10 – Diagrama de Hasse gerado na primeira inequação 82
Figura 11 – Diagrama Hasse do resultado parcial do processo de elicitação por decomposição 85
Figura 12 – Faixa de constantes de escala 86
Figura 13 – Percentual em que a alternativa fica na posição inicial nos cenários alternativos 88
Figura 14 – Ilustração gráfica dos fluxos totais obtidos para cada alternativa 106

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Grupos de métodos de apoio à decisão multicritério 21
Quadro 2 – Diferenças entre as famílias de critério único de síntese e de sobreclassificação 22
Quadro 3 – Família de métodos PROMETHEE 25
Quadro 4 – Critérios PROMETHEE 27
Quadro 5 – Implementação PROMETHEE II 28
Quadro 6 – Pesquisa envolvendo revisão da literatura 33
Quadro 7 – Continuação da pesquisa envolvendo revisão da literatura 36
Quadro 8 – Pesquisa envolvendo revisão da literatura no repositório da UFPE . 36
Quadro 9 – Métodos de estruturação de problemas 48
Quadro 10 – Técnica para identificação de objetivos com VFT 49
Quadro 11 – Critérios relacionados às problemáticas D1 e D2 54
Quadro 12 – Critério C6 desenvolvido a partir de dois atributos construídos 57
Quadro 13 – Critérios relacionados às problemáticas D1 e D2 58
Quadro 14 – Critério C8 desenvolvido a partir de dois atributos construídos 59
Quadro 15 – Exemplificação dos 5 critérios relacionados ao C9 59
Quadro 16 – Resumo das características envolvendo as 3 decisões 61
Quadro 17 – Exemplificação da matriz consequência 62
Quadro 18 – Fontes para coletas de dados 62
Quadro 19 – Matriz de avaliação do método SMARTER 66
Quadro 20 – Exemplificação da matriz consequência relacionada ao policial 69
Quadro 21 – Exemplificação dos requisitos de cada área relativa ao alvo 69
Quadro 22 – Exemplificação matriz de parcial agregação de valores 69
Quadro 23 – Valor agregado da relação em todos os critérios 70
Quadro 24 – Matriz de agregação de valores para problemática da designação .. 71
Quadro 25 – Matriz de consequência das decisões envolvendo ordenação 79
Quadro 26 – Perguntas SAD FITradeoff e repostas associadas do decisor 82
Quadro 27 – Resultado parcial do processo de elicitação por decomposição 84
Quadro 28 – Intervalo das constantes de escala 86

Quadro 29 – Percentual de variação para análise de sensibilidade 87
Quadro 30 – Percentual de vezes em que a alternativa se encontrou nas 10 primeiras posições 88
Quadro 31 – Conversão de nível de atributo para Escores 90
Quadro 32 – Matriz de valores unidimensional 91
Quadro 33 – Ordenação das constantes de escala com base no ROC 93
Quadro 34 – Cálculo dos valores multiatributos com base no método SMARTER. 93
Quadro 35 – Ordenação parcial com a utilização do método SMARTER 94
Quadro 36 – Análise de sensibilidade 95
Quadro 37 – Valores dos atributos das alternativas em relação aos critérios 97
Quadro 38 – Requisitos de cada alvo relacionado aos critérios 98
Quadro 39 – Matriz de agregação de valores 98
Quadro 40 – Solução ótima com base no método Simplex 99
Quadro 41 – Solução ótima para o problema de designação 100
Quadro 42 – Matriz de agregação de valores 4x3 101
Quadro 43 – Solução ótima com base no método Simplex com base 4x3 101
Quadro 44 – Matriz de agregação de valores 7x7 101
Quadro 45 – Solução ótima com base no método Simplex com base 7x7 102
Quadro 46 – Junção das soluções ótimas para o problema de designação 102
Quadro 47 – Ordem dos critérios e pesos associados 104
Quadro 48 – Pré-ordem completa com base nos fluxos totais 104
Quadro 49 – Variação percentual de posições durante a análise de sensibilidade. 107

SUMÁRIO

1	**INTRODUÇÃO**	**12**
1.1	JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA	14
1.2	IMPACTO ECONÔMICO, SOCIAL E/OU AMBIENTAL	15
1.3	PRODUTO TÉCNICO OU TECNOLÓGICO	15
1.4	OBJETIVO	16
1.4.1	**Objetivo Geral**	**16**
1.4.2	**Objetivos Específicos** .16	**16**
1.5	ESTRUTURA DO TRABALHO	16
2	**REFERENCIAL TEÓRICO E REVISÃO DA LITERATURA PRELIMINAR** 16	**17**
2.1	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
2.1.1	**Decisão multicritério**	**17**
2.1.2.1	Método multicritério FITradeoff	23
2.1.2.2	Método multicritério SMARTER	24
2.1.2.3	Família multicritério PROMETHEE	25
2.1.2.4	Ordenação com informação parcial	29
2.1.3	**Problema da designação**	**31**
2.2	REVISÃO DA LITERATURA	32
2.3	SÍNTESE DO ESTADO DA ARTE E POTENCIAL DE INOVAÇÃO	39
3	**MODELO DE DECISÃO PARA PRIORIZAÇÃO DE POLICIAIS AO ATUAREM NA DEFLAGRAÇÃO DE OPERAÇÕES POLICIAIS**	**41**
3.1	FASE PRELIMINAR	47
3.1.1	**Caracterização do decisor**	**47**
3.1.2	**Identificação dos objetivos**	**48**
3.1.3	**Estabelecimento de critérios**	**54**
3.1.4	**Estabelecimento do espaço de ações, problemática e modelagem de preferências**	**60**
3.1.5	**Identificar fatores não controlados**	**63**
3.2.	D1 - OPERAÇÕES FORA DO ESTADO	**63**
3.2.1	**Efetuar modelagem de preferências**	**63**
3.2.2	**Efetuar avaliação intracritério**	**64**
3.2.3	**Efetuar avaliação intercritério**	**64**

3.3 D2 - OPERAÇÕES DENTRO DO ESTADO 65
3.3.1 **Efetuar modelagem de preferências** **65**
3.3.2 **Efetuar avaliação intracritério e intercritério** **65**
3.4 D3 - DESIGNAÇÃO DE SERVIDORES EM RELAÇÃO AO ALVO – PROCESSO DE OTIMIZAÇÃO 67
3.4.1 **Designação direta** **68**
3.4.2 **Designação considerando a adequação entre capacidade operacional e periculosidade de forma prioritária** **71**
3.5 AVALIAR ALTERNATIVAS E ANÁLISE DE SENSIBILIDADE 73
3.6 ANALISAR RESULTADOS E ELABORAR RECOMENDAÇÃO 73
3.7 IMPLEMENTAR DECISÃO 73
3.8 PRIORIZAÇÃO EM CENÁRIO HIPOTÉTICO COM MUDANÇA DE RACIONALIDADE 74
3.8.1 **Efetuar modelagem de preferências** **74**
3.8.2 **Efetuar Avaliação intracritério e intercritério** **75**
3.8.3 **Avaliar alternativas, sensibilidade e resultados** **76**
3.9 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO 76
4 **APLICAÇÃO DO MODELO DE DECISÃO PARA PRIORIZAÇÃO DE POLICIAIS AO EXECUTAREM UMA OPERAÇÃO** **78**
4.1 APLICAÇÃO DO MÉTODO FITRADEOFF PARA ORDENAÇÃO DE POLICIAIS AO EXECUTAREM UMA OPERAÇÃO POLICIAL EM OUTRO ESTADO 80
4.1.1 **Efetuar avaliação intercritério** **81**
4.1.3 **Avaliar alternativas, análise de sensibilidade e recomendação preliminar** **83**
4.2 APLICAÇÃO DO MÉTODO SMARTER PARA ORDENAÇÃO DE POLICIAIS AO EXECUTAREM UMA OPERAÇÃO NO SEU ESTADO DE LOTAÇÃO 89
4.2.1 **Efetuar avaliação intracritério** **89**
4.2.2 **Efetuar avaliação intercritério e avaliação de alternativas** **92**
4.2.3 **Análise de sensibilidade e recomendação preliminar** **95**
4.3 APLICAÇÃO DO ALGORITMO SIMPLEX PARA DESIGNAÇÃO DE POLICIAIS EM RELAÇÃO AOS ALVOS 97
4.3.1 **Efetuar designação direta** **99**
4.3.2 **Efetuar designação considerando a adequação entre capacidade operacional e periculosidade de forma prioritária** **100**
4.3.3 **Análise dos resultados** **103**
4.4 APLICAÇÃO DO MÉTODO PROMETHEE-ROC PARA ORDENAÇÃO DE POLICIAIS AO EXECUTAREM UMA OPERAÇÃO POLICIAL 103

4.4.1 Efetuar avaliação intracritério e intercritério **103**
4.4.2 Avaliação das alternativas **104**
4.4.3 Análise de sensibilidade e recomendação preliminar **106**
4.5 ANALISAR RESULTADOS E ELABORAR RECOMENDAÇÃO 108
4.6 IMPLEMENTAR DECISÃO 110
4.7 DISCURSÃO DE RESULTADO 112
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS **112**
5.1 CONCLUSÕES 112
REFERÊNCIAS 114
APÊNDICE A – ANÁLISE DE SENSIBILIDADE DO MÉTODO FITRADEOFF..... 122

1 INTRODUÇÃO

Conforme a Constituição brasileira (2022), a Polícia Federal exerce, com exclusividade, as atividades de polícia judiciária da União. Assim, ela é responsável por investigar os crimes que tenham a União como interessada. Uma fase comum de ocorrer nas investigações é a Operação Policial, que consiste no cumprimento de diversas medidas cautelares como, por exemplo, a da busca e apreensão e a do mandado de prisão (BRASIL, 2019).

Nos Estados brasileiros e no Distrito Federal, diversas operações policiais são diariamente deflagradas, situação que exige um grande contingente de policiais (POLÍCIA FEDERAL, 2017). Uma operação policial é, na verdade, um conjunto de ações policiais coordenadas que visam a obtenção de um determinado resultado de polícia administrativa ou judiciária, mediante a aplicação de técnicas e planejamento específico. Estas podem demandar a aplicação integrada de conhecimentos, recursos e técnicas especializadas.

Uma das fases de uma operação é a sua deflagração, que consiste no cumprimento de diversas ordens judiciais e medidas de polícia judiciária. Nessa fase, deverão ser definidos os responsáveis pela equipe e pelo cumprimento da investigação, que leva em consideração as características da criminalidade e dos alvos.

A Polícia Federal não possui um efetivo dedicado ao cumprimento das atividades relacionadas às operações, um policial é retirado de sua atividade habitual para tal fim. Muitas vezes, esse servidor tem que se deslocar para outras cidades, de modo que sejam necessários vários dias para conclusão da operação.

Apesar da grande demanda por policiais, o quantitativo é um recurso escasso, assim, sempre que um policial se apresenta em uma operação, outras atividades são interrompidas. Cabe lembrar que quando o juiz decreta o cumprimento de uma medida cautelar, a polícia não pode alegar falta de recursos humanos como impedimento, pois ela tem o dever legal de execução, conforme preceitua o Código de Processo Penal Brasileiro (2017).

Frequentemente, é necessária a colaboração entre os Estados da federação para o cumprimento de operações, pois o contingente local é insuficiente. Assim, temos uma situação que possui diversos conflitos de interesses, com muitos objetivos

complexos e estratégicos conflitantes entre si, característicos da problemática envolvendo uma decisão multicritério (ALMEIDA *et al*., 2015).

Conforme Almeida (2015), uma vez a problemática estruturada, é possível realizar uma análise multicritério com base nas preferências do decisor.

Na problemática da priorização de policiais para atuarem em uma operação, temos duas situações: uma trata da indicação de servidores para atuarem dentro do seu estado de lotação, a outra é relacionada a prestar apoio com tal finalidade a outros estados da federação.

No caso da priorização de um servidor para participar de uma operação dentro e fora do seu estado de lotação, o decisor mostra uma racionalidade compensatória, considerando o caso de Pernambuco. Mas, devido à mudança frequente de chefias e da adequação da problemática em outros estados, é interessante analisar uma racionalidade não compensatória, pois poderia ser o caso de um decisor ter tais preferências.

A indicação de servidores para atuarem dentro do próprio estado é sucedida por outra decisão que, na verdade, diz respeito a um processo de otimização, uma vez que, após a escolha de quais servidores devem atuar na fase de execução da operação, é necessário indicar qual policial deverá ser designado para qual alvo. Essa alocação tem como base os critérios de conhecimento técnico em áreas específicas e periculosidade. A formação de provas durante a busca e apreensão de uma operação pode exigir um conhecimento técnico específico como, por exemplo, informática ou contabilidade.

Outra questão está relacionada a periculosidade do alvo, pois mesmo com um nivelamento da temática referente à segurança, pode surgir um alvo que não se enquadre no contexto geral da operação. Um criminoso de alta periculosidade pode estar envolvido em uma temática que, via de regra, é costumeira de criminosos com baixo potencial lesivo. Assim, a alocação de servidor com conhecimento operacional maior é de extrema importância para uma operação eficaz.

No caso de indicação de servidores para outro estado, essa decisão sucessiva não será necessária na origem, pois ela terá que ser realizada pelo estado que é responsável pela investigação e conhece as especificidades relacionadas ao caso.

A tomada de decisão envolvendo as priorizações se tomada de forma empírica pode acarretar em injustiças, uma vez que diversos objetivos estão envolvidos. Assim, com a finalidade de tornar a atuação da Polícia Federal mais eficiente é importante construir um modelo com fundamentos teóricos e com uma forte base metodológica.

1.1. JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA

A Polícia Federal exerce as funções da polícia judiciária da União, do policiamento marítimo, aeroportuário e do controle de fronteiras, de armas e de produtos químicos (Brasil, 1973). Essa gama de atribuições torna necessário que a Polícia Federal tenha um quadro policial com competência técnica, com forte intercâmbio de informações e com quantitativo humano adequado em todo território nacional (POLÍCIA FEDERAL, 2017).

As investigações criminais fazem parte das atividades de polícia judiciária executadas pela Polícia Federal. Algumas delas acabam por demandar uma técnica mais invasiva de investigação ou medidas judiciais complexas, de modo a incrementar o volume de trabalho, e acabam por receber o nome de Operação Policial (CUNHA, 2019).

Podemos dividir uma Operação Policial em várias fases, sendo a deflagração a que demanda maior recurso humano, pois ela consiste no cumprimento de diversas medidas cautelares como, por exemplo, busca e apreensão, prisão preventiva e prisão provisória (BRASIL, 2017).

Assim, o decisor, na figura do Delegado Regional de Combate ao Crime Organizado – DRCOR, tem que indicar servidores policiais para atuarem nessas operações, que ocorrem dentro e fora do estado de lotação do servidor.

Atualmente, a decisão de priorização de servidores do Estado de Pernambuco para atuarem em uma operação não utiliza uma metodologia específica. Assim, é de extrema importância que seja realizada uma estruturação dessa problemática, para saber se os objetivos regionais estão alinhados com os objetivos do órgão central, que são determinados no planejamento estratégico da Polícia Federal (POLÍCIA FEDERAL, 2021).

Outro ponto relevante é que a priorização de policiais é realizada com base nas alternativas disponíveis, de forma reativa e limitada, não concentrada nos objetivos institucionais, que devem ser o principal foco na tomada de decisão (KEENEY, 1996). Por conseguinte, a estruturação da problemática, seguida da utilização de um método de apoio, permite que os objetivos estratégicos sejam o guia da tomada de decisão multicritério neste trabalho.

1.2. IMPACTO ECONÔMICO, SOCIAL E/OU AMBIENTAL

A construção de um modelo que trata da priorização de servidores para atuarem numa operação policial no Brasil é inovadora, ainda não utilizada por nenhuma unidade da Polícia Federal. Este trabalho busca trazer um método mais eficiente, com o emprego de uma metodologia moderna e que traga mais transparência a todo o processo.

O impacto econômico positivo esperado ocorre em virtude da otimização do processo decisório, que consegue de forma mais rápida priorizar o servidor que mais se adeque à situação. Ocorre, também, uma otimização de recursos humanos, que resulta na diminuição dos prejuízos das atividades da Polícia Federal, de modo a gerar uma economia em toda a instituição.

O impacto social esperado relaciona-se a uma melhor segurança pública, que ocorre em consequência de o processo proposto aperfeiçoar a obtenção de provas de autoria e materialidade, que termina por resultar num melhor desfecho da persecução criminal. Cabe, ainda, acrescentar que a Polícia Federal tem como função investigar crimes ambientais, e que um processo mais consistente nessa área termina por resultar num benefício ambiental para toda a sociedade.

1.3. PRODUTO TÉCNICO OU TECNOLÓGICO

O produto técnico trata-se de um processo que irá inovar a forma atual de priorização de servidores policiais para atuarem em operações policiais, de modo que sejam alcançados resultados consistentes e devidamente alinhados aos objetivos estratégicos da Polícia Federal.

1.4. OBJETIVO

1.4.1 Objetivo Geral

Este trabalho tem como objetivo geral resolver a problemática de decisão envolvendo a priorização de policiais para atuarem na deflagração de uma operação policial. Assim, é interessante formular um modelo para priorização de policiais, a fim de atender a uma determinada operação com base nos modelos de apoio à decisão multicritério que melhor se adeque às preferências do decisor.

1.4.2 Objetivos Específicos

Com a finalidade de alcançar o objetivo geral, os objetivos específicos são descritos conforme lista subsequente:

- Estruturar os objetivos relacionados à priorização e comparar os mesmos com os objetivos estratégicos institucionais.
- Analisar os principais fatores que influenciam o processo de decisão.
- Criar um modelo que se adeque às preferências do decisor para apoiar a decisão multicritério.
- Implementar o modelo criado em determinado cenário.

1.5. ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho está estruturado em 6 capítulos a seguir:

O Capítulo 1, a Introdução, apresenta o problema a ser estudado, objetivos a serem alcançados, relevância do tema e contribuições vislumbradas com a presente metodologia.

O Capítulo 2 apresenta o referencial teórico e revisão da literatura.

O Capítulo 3 apresenta o modelo de decisão para priorização de policiais ao atuarem na deflagração de operações policiais.

O Capítulo 4 apresenta a aplicação do modelo proposto e analisar os resultados.

O Capítulo 5 apresenta as conclusões do presente estudo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO E REVISÃO DA LITERATURA PRELIMINAR

Neste capítulo serão apresentadas as concepções relacionadas à base conceitual em que a pesquisa está fundamentada. Serão apresentados os conceitos referentes à decisão multicritério, aos sistemas de relação de preferência, aos tipos de problemáticas e à classificação das estruturas de preferência, critérios e métodos de apoio a decisão multicritério.

2.1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta primeira parte será realizada uma fundamentação teórica com base na literatura especializada sobre o tema, na qual será explicitada a sustentação técnica da pesquisa.

2.1.1 Decisão multicritério

A tomada de decisão é a principal forma para lidar com incertezas, desafios e oportunidades (HAMMOND *et al.*, 1999). Segundo Ensslin, Morais e Petri (1998), o processo decisório envolve mais situações do que a simples tomada de decisão, pois temos que levar em consideração vários fatores simultaneamente, que terminam por sobrecarregar os envolvidos. Assim, a necessidade de análise mais ampla mostra a importância das abordagens multicritério de apoio a decisão – MCDA.

Conforme Almeida (2013), a decisão multicritério trata de uma situação em que existem pelo menos duas alternativas como solução de uma problemática que visa atender múltiplos objetivos. Assim, é interessante termos um julgamento dessas possíveis alternativas com base no conjunto de critérios de desempenho para obter as consequências preferidas pelo decisor (BELTON e STEWART, 2002).

A análise das diversas consequências com base nos objetivos permite uma melhor aproximação da realidade (CLEMENTE, 2015). Nos métodos de decisão multicritério, busca-se a melhor adequação da resposta à preferência do decisor, e não o alcance de uma alternativa ótima. Esse amoldamento pode ser promovido pelos MCDA, pois eles permitem quantificar as preferências e prioridades das partes

envolvidas, que terminam por representar com transparência as relações de julgamentos e decisões (BALTUSSEN e NIESSEN L, 2006).

Após a modelagem da problemática, é necessário definir os pesos de cada critério, com a finalidade de representar a importância de cada um quando inserido no problema de decisão específico, e o método de agregação que permita analisar os diferentes critérios e fornecer o resultado mais adequado às preferências do decisor (WINTERFELDT e EDWARDS, 1986). Um problema MCDA envolve o julgamento integrado de diversas variáveis, muitas vezes com medidas diferentes (ALMEIDA, 2011).

Conforme Almeida *et al.* (2019), os atores de um processo decisório são: o decisor, que tem o poder de escolha; o analista, que fornece suporte metodológico; o cliente, que é um intermediário entre o decisor e analista; e o especialista, que é o profissional que conhece os fatores que influenciam as variáveis relacionadas à decisão.

Outro aspecto importante de um problema de decisão consiste em efetuar uma comparação entre um conjunto de alternativas e, posteriormente, posicioná-las. A atividade de posicionar as alternativas pela preferência do decisor torna necessária a escolha de um tipo de problemática (ALMEIDA, 2013).

Segundo Roy (1996), com base no resultado pretendido pelo decisor, é possível determinar quatro tipos de problemáticas possíveis:

- Problemática de descrição – descrição das ações e suas consequências.
- Problemática de escolha – situação em que temos que selecionar a melhor alternativa, também dita como a escolha de um subconjunto do espaço de ações.
- Problemática de classificação – alocação de cada ação a uma classe, nessa situação temos a separação por categorias das alternativas.
- Problemática de ordenação – ordenação das ações, coloca em ordem decrescente as alternativas de acordo com as preferências do decisor.

Uma vez o tipo de problemática definido, outra decisão baseada nas preferências do decisor é a análise das consequências da escolha das alternativas. O decisor deve analisar a consequência derivada da escolha de uma alternativa, assim, num

problema multicritério, temos várias consequências, pois cada critério tem o seu resultado.

Na resolução de uma problemática multicritério, o decisor pode precisar de uma ordem completa para solução ou de um pouco de flexibilidade, de modo a ser possível analisar igualdades e diferenças entre as alternativas. Devido a essa necessidade, Vincke (1992) propôs uma classificação dos tipos de ordenação que se obtém através das diferentes relações binárias:

- Ordem completa – as alternativas são analisadas umas entre as outras, sem permitir a igualdade entre elas, de modo que apenas uma alternativa esteja em cada posição de preferência.
- Pré-ordem completa – diferentemente da ordem completa, é possível ter a igualdade entre as alternativas. Assim, a superação entre as alternativas passa a não ser obrigatória, o que termina por incluir mais informação na solução.
- Semi-ordem completa – acrescentar um limite de indiferença na pré-ordem completa, ou seja, caso os valores de duas alternativas estejam abaixo desse limiar, elas são consideradas iguais.
- Pseudo-ordem completa – ocorre quando o decisor não tem certeza se uma alternativa é preferível à outra, mas sabe que uma das duas não pode ser melhor que a outra.
- Ordem intervalar completa – utiliza valores variáveis de limiares de preferência e indiferença e usa como base a semi-ordem e a pseudo-ordem.

Cabe, ainda, acrescentar que na análise de problemas multicritério, além de saber o tipo de problemática e estrutura de preferência, é importante analisar a racionalidade do decisor que, conforme Almeida (2013), pode ser compensatória ou não compensatória.

Quando o decisor tem preferências compensatórias, ele tende a compensar um desempenho ruim de um critério por um desempenho muito bom de outro critério da mesma alternativa. Assim, podemos observar que o decisor realiza compensação

entre os critérios, situação que não ocorre nos métodos não compensatórios. (ALMEIDA, 2013).

Outro aspecto importante é que um critério frequentemente é visto como a representação de um objetivo. Ele pode ser formalizado por uma função vi(a), que mede o desempenho do objetivo a ser alcançado por uma alternativa. Quando temos uma problemática com vários critérios, tem-se então uma família de critérios F{ v1, ..., vj, ...vm } (ALMEIDA, 2013).

Conforme Roy (1996), os critérios devem levar em consideração os princípios: da exaustividade, que diz que todos os aspectos devem ser observados, e que quando dois apresentam os mesmos desempenhos, devem ser tratados como indiferentes; da coesão, que dispõe que devemos analisar os critérios de maximização e minimização; e da não redundância, situação em que não devemos analisar um critério situação já observado por outro.

Para resolver uma problemática multicritério, são desenvolvidas as avaliações intracritério e intercritério. A avaliação intracritério trata da avaliação de desempenho de cada alternativa para cada critério, que termina por resultar numa função valor. Devido a esta função valor ser frequentemente uma função linear, é comum em problemas multicritério o procedimento de normalização, que se trata de um procedimento de transformação dos valores de consequência de cada alternativa em valores escalares entre 0 e 1 (ALMEIDA, 2013).

No caso da avaliação intercritério, temos a avaliação considerando a combinação dos critérios, situação em que é utilizada uma constante de escala ou grau de importância para cada um deles, de modo que torne possível uma análise combinada dos critérios a partir de um valor global ou através de um procedimento específico que permita a comparação entre as alternativas (ALMEIDA, 2013).

Outro ponto relevante é que a escolha de um dos métodos multicritério é influenciada pelo tempo disponível, importância de uma decisão mais precisa e segura, necessidade de justificar a decisão para os outros, conhecimento sobre o ambiente, desejo de minimizar conflitos e esforço requerido pela abordagem (GOODWIN e WRIGHT, 2004).

Dados os quatro tipos de problemáticas supracitadas, conforme preceitua Roy (1996), temos disponíveis três grupos ou famílias de métodos que podem apoiar uma

decisão multicritério, sendo eles critério único de síntese, de sobreclassificação e de interativos (ALMEIDA *et al.*, 2019). No quadro 3.1 podemos observar esses grupos com suas descrições e alguns dos métodos mais representativos.

Quadro 1 – Grupos de métodos de apoio à decisão multicritério

Grupo	**Descrição**	**Exemplos de Métodos**
Critério único de síntese	Consiste na agregação dos critérios em um único critério de síntese. Assim, é utilizada uma função valor global que permite ordenar as alternativas de acordo com a preferência do decisor. Comum dos métodos baseados em modelo aditivo determinístico.	Teoria da Utilidade Multiatributo (MAUT) (KEENEY e RAIFFA, 1976), e Flexibe and Interactive Tradeoff (FITradeoff) (ALMEIDA *et al.*, 2016).
Sobreclassificação	Baseado na superação, prevalência ou subordinação, consiste na construção de relações de sobreclassificação das preferências do decisor. Diferentemente do critério único de síntese, ele permite que as alternativas sejam incomparáveis entrei si. Cabe, ainda, acrescentar que esse método favorece uma ação mais balanceada do decisor, que possui um desempenho médio, pois o mesmo trabalha com uma importância relativa entre os critérios.	Elimination et Choix Traduisant La Réalité (ELECTRE) (ROY, 1991) e Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation (PROMETHEE) (BRANS e MARESCHALL, 1994).
Interativos	Consiste num processo interativo de análise, que alterna as etapas	Método de programação linear multiobjetivo –

	de avaliação e diálogo com o decisor. O modelo de preferência é construído progressivamente durante as interações.	PLMO (ALBUQUERQUE; ALMEIDA e CAVALCANTI, 2008).

Fonte: Adaptada de Almeida et al. (2019).

Os métodos de agregação ao critério único de síntese utilizam na avaliação intracritério uma constante de escala. Por outro lado, os métodos de sobreclassificação utilizam grau de importância. Essa diferenciação é importante, pois a constante de escala considera que é necessário avaliar as faixas de valores das consequências para poder estabelecer pesos, via procedimento de elicitação. Por outro lado, o grau de importância não necessita de uma transformação para uma escala de avaliação global (ALMEIDA, 2013).

Podemos fazer algumas distinções relacionadas aos grupos de métodos de agregação ao critério único de síntese e aos métodos de sobreclassificação. O fato ocorre devido aos mesmos possuírem diferenças substanciais relativas à racionalidade, avaliação intercritério e avaliação intracritério, conforme podem ser observadas no quadro 2.

Quadro 2 – Diferenças entre as famílias de critério único de síntese e de sobreclassificação

	Critério único de síntese	Sobreclasssificação
Racionalidade	Compensatória: é possível realizar compensação entre os critérios.	Não compensatória: não é possível fazer compensação entre os critérios.
Avaliação intercritério	Constante de escala.	Grau de importância.
Avaliação intracritério	Elicitação de função valor/utilidade marginal.	Definição de função de preferência ou limiares de preferência ou indiferença.

Fonte: Adaptada de Almeida et al. (2013).

A utilização de informação parcial é comum nas problemáticas multicritério, pois muitas vezes é complicado definir precisamente os valores e parâmetros que envolvem a decisão (ROY e BOUYSSOU, 1989). Representar a preferência do decisor por pesos ou constante de escala pode ser de grande dificuldade, pois os critérios podem tratar de valores não exatos, técnicos, ou o decisor simplesmente não tem uma estrutura bem definida, que termina por trazer insegurança nesse nível de detalhamento (FREJ, 2019).

Desse modo, surge a necessidade de tratar a questão não com valores absolutos, mas com as prioridades envolvidas, de entender como um critério influencia o outro, de modo a se ter uma informação que realmente indique as preferências do decisor. Muitos métodos utilizam informação parcial, como, por exemplo, o FITradeoff (ALMEIDA *et al.*, 2016), SMARTER (EDWARDS e BARRON, 1994) e o PROMETHE (CLEMENTE, 2015).

2.1.2.1 Método multicritério FITradeoff

Conforme supracitado, o FITradeoff é um dos métodos de decisão multicritério que utiliza o modelo aditivo para agregação dos critérios com informação parcial. Ele tem como base uma adaptação do procedimento de *tradeoff* tradicional, que é considerado o mais robusto axiomaticamente (WEBER e BORCHERDING, 1993).

Os métodos tradicionais de *tradeoff* possuem muitas inconsistências devido à grande dificuldade do decisor estabelecer as relações de indiferença entre duas consequências. Por outro lado, o FITradeoff utiliza a preferência estrita ao invés de declarações de indiferença, que termina por melhorar a consistência da resposta dos decisores (ALMEIDA *et al.*, 2019).

Segundo Almeida *et al.* (2016), além de proporcionar um menor esforço cognitivo durante a elicitação, o FITradeoff permite a interrupção do processo ou mesmo a volta de uma etapa específica, sem a necessidade de fazer tudo novamente, ou seja: ele é um método flexível. Essa flexibilidade é garantida em virtude do FITradeoff trabalhar com informação parcial, que resulta em um resultado parcial, que consiste no subconjunto de alternativas potencialmente ótimas.

O pesquisador acrescenta que estes resultados parciais são alcançados em razão de ser gerada uma nova inequação a cada declaração de preferência do decisor, e essa situação é posteriormente utilizada para definir um espaço de pesos. Conforme representação a seguir podemos observar a descrição do subespaço de pesos definidos com a informação da ordenação dos critérios:

$$\varphi_n = \left\{ (k_1, k_2, k_3, \dots, k_n) \mid k_1 > k_2 > k_3 > \dots > k_n ; \sum_{i=1}^{n} k_i = 1 \right\}$$

Uma outra característica interessante envolvendo a flexibilidade da ferramenta é permitir que o decisor não responda uma pergunta específica, seja pulando para a próxima pergunta ou utilizando o método de avaliação holística. Esta avaliação é realizada com o auxílio de visualização gráfica (ALMEIDA *et al.*, 2019).

2.1.2.2 Método multicritério SMARTER

Os métodos SMARTER e SMARTS foram desenvolvidos por Edwards e Barron (1994) com a finalidade de atender decisões multicritérios que necessitem de uma ordenação das alternativas obtidas de forma aditiva e com racionalidade compensatória.

O método SMARTER é uma simplificação do método SMARTS, pois ele utiliza apenas uma etapa de *swing* ao invés de duas (MOURA, 2015). A primeira etapa de *swing*, que é comum aos dois métodos, consiste na ordenação dos critérios. Por outro lado, para segunda etapa, refere-se à obtenção das constantes de escala, o SMARTER faz uso do ROC (*ranking ordered centroid*) e não do *swing*. Esse procedimento transforma a informação de ordem obtida na primeira etapa em constantes de escala, conforme equação abaixo, sem a necessidade de uma avaliação adicional do decisor (ALMEIDA, 2013).

$$w_1 \geq w_2 \geq \cdots \geq w_i \geq \cdots w_n$$

$$w_1 = (1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \cdots + \frac{1}{n})/n$$

$$w_2 = (0 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \cdots + \frac{1}{n})/n$$

$$w_3 = (0 + 0 + \frac{1}{3} + \cdots + \frac{1}{n})/n$$

$$w_n = (0 + 0 + 0 + \cdots + \frac{1}{n})/n$$

Por conseguinte, a fase de julgamento mais difícil do método SMARTS é simplificada pelo método SMARTER. Cabe, ainda, acrescentar que esses métodos não fazem uso de distribuições probabilísticas, pois ignoram a modelagem de riscos (MOURA, 2015). Conforme Almeida (2013), esses métodos, por serem mais simples, levam a menores erros de elicitação.

2.1.2.3 Família multicritério PROMETHEE

Conforme supracitado, o método PROMETHEE pertence à família dos métodos de sobreclassificação que, diferentemente dos métodos aditivos, não possui uma racionalidade compensatória e não utiliza agregação analítica durante a avaliação intracritério; este é baseado numa comparação par a par das alternativas para estabelecer os níveis de importância. Assim, não há a transformação da escala de avaliação intracritério para uma escala de avaliação global.

A família PROMETHEE foi incialmente desenvolvida por Brans em 1982, que foi responsável por desenvolver os métodos PROMETHEE I e II. Posteriormente, vários métodos foram surgindo, cada um com uma finalidade de ser aplicado num contexto específico, conforme pode ser observado no quadro abaixo (BEHAZADIAN *et al.*, 2010).

Quadro 3 – Família de métodos PROMETHEE

Método	**Área de Aplicação**
PROMETHEE I	Problemática de ordenação, pré-ordem parcial.
PROMETHEE II	Problemática de ordenação, pré-ordem completa.

PROMETHEE III	Ordenação baseada em intervalo, com a utilização de componente estocástico, para organizar alternativas.
PROMETHEE IV	Ordenação completa ou parcial das alternativas quando o grupo de soluções viáveis é contínuo.
PROMETHEE V	Introdução de restrições ao PROMETHEE II para segmentar constantes para selecionar alternativas num portfólio (BRANS e MARESCHAL, 1992).
PROMETHEE VI	Utilizado para representação do cérebro humano, com ele é possível especificar um intervalo de valores possíveis no lugar de pesos fixos (BRANS e MARESCHAL, 1995).
PROMETHEE GDSS	Desenvolvido para auxiliar situações complicadas de decisão em grupo (BRANS e MARESCHAL, 2005).
PROMETHEE TRI	Problemática de classificação (FIGUEIRA *et al.*, 2004).
PROMETHEE CLUSTER	Classificação nominal (FIGUEIRA *et al.*, 2004).

Fonte: Adaptada de Behazadian et al. (2022).

Assim, com base no quadro 3, podemos inferir que o PROMETHEE II é um interessante método quando estamos diante de uma problemática de ordenação que necessite uma ordenação completa.

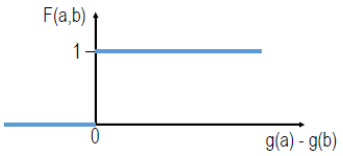
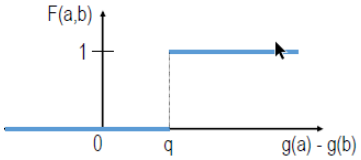
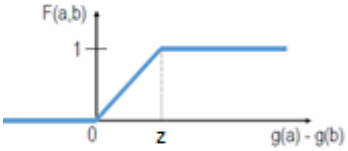
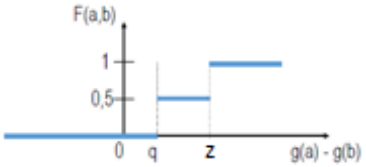
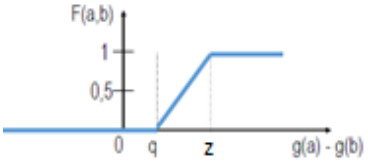
2.1.2.3.1 Método PROMETHEE II

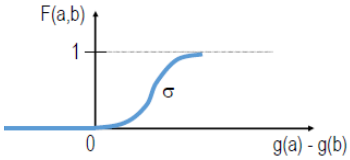
O PROMETHEE II, assim como toda a sua família, é baseado numa fase inicial da construção de uma relação de sobreclassificação, com a finalidade de agregar as informações das alternativas com os critérios, seguida da exploração dessa relação (BRANS e MARESCHAL, 2002).

Nessa fase inicial, o decisor deve escolher uma função que melhor represente sua preferência. Usualmente, temos uma função que não necessita que parâmetros sejam definidos; por outro lado, pode ocorrer de o decisor ter dúvida no estabelecimento de situação de indiferença ou preferência em certas faixas de valores de um dado critério, o que torna necessária essa definição (Almeida, 2013). Por conseguinte, Vincke e Brans (1985) propõem seis tipos de funções de preferência

para adequar as necessidades do decisor, conforme podem ser observadas no quadro 3.4.

Quadro 4 – Critérios PROMETHEE

Critério	Diferença de desempenho	Fi(a,b)	Gráfico
Usual	$gi(a) - gi(b) > 0$ $gi(a) - gi(b) \leq 0$	$F(a,b) = 1$ $F(a,b) = 0$	
Quase critério	$gi(a) - gi(b) > q$ $gi(a) - gi(b) \leq q$	$F(a,b) = 1$ $F(a,b) = 0$	
Limiar de preferência	$gi(a) - gi(b) > z$ $gi(a) - gi(b) \leq z$ $gi(a) - gi(b) \leq 0$	$F(a,b) = 1$ $F(a,b) = [gj(a) - gj(b)]/z$ $F(a,b) = 0$	
Pseudocritério	$gi(a) - gi(b) > z$ $q < gi(a) - gi(b) \leq z$ $gi(a) - gi(b) \leq q$	$F(a,b) = 1$ $F(a,b) = 1/2$ $F(a,b) = 0$	
Área de indiferença	$gi(a) - gi(b) > z$ $gi(a) - gi(b) \leq q$	$F(a,b) = 1$ $F(a,b) = [gi(a) - gi(b) - q] / (z - q)$ $F(a,b) = 0$	

	gi(a) – gi(b) ≤ q		
Critério gaussiano	*gi(a) – gi(b) > 0* *gi(a) – gi(b) ≤ 0*	*A preferência aumenta segundo uma distribuição normal. F(a,b) = 0*	

Fonte: Adaptada de Almeida (2013)

Para cada critério do quadro 3.4, com base nas preferências do decisor, temos que determinar: um valor limite de indiferença – q; um valor limite de preferência – z; e um valor intermediário entre os valores z e q (BRANS e MARESCHAL, 1992). O PROMETHEE II tem 5 passos para sua implementação, conforme pode ser observado no quadro 3.5 (BEHAZADIAN *et al.*, 2010).

Quadro 5 – Implementação PROMETHEE II

Passo	Descrição	Fórmula
01	O primeiro processo é realizar uma comparação par a par entre as alternativas, com a finalidade de se obter os desvios. Onde $d_j(a,b)$ mostra as diferenças entre as avaliações de *a* e *b* para cada critério.	$d_j(a,b) = g_j(a) - g_j(b)$
02	Em seguida é utilizada uma função de preferência para critério que atenda às preferências do decisor. Lembrando que $P_j(a,b)$ mostra a preferência de *a* com relação a *b* em cada critério, como uma função de $d_j(a,b)$.	$P_j(a,b) = F_j[d_j(a,b)] \quad j = 1, \dots, k$
03	O terceiro passo trata do cálculo do índice de preferência global, que considera o grau de sobreclassificação $\pi(a,b)$. Este tem como base a comparação entre as alternativas *a* e *b*, conforme função $P_j(a,b)$, e se relaciona a um critério com intervalo de preferência (0,1). Esse índice foi definido por Brans e	$\forall\, a,b \in A, \quad \pi(a,b) = \sum_{j=1}^{k} P_j(a,b)\, w_j$

	Vincke (1985), situação que w_j representa a importância relativa associada a cada critério.	
04	Uma vez determinados os graus de sobreclassificaçao, é possível calcular os fluxos positivos e negativos para cada alternativa e obter uma ordenação parcial. Os fluxos positivos representam a relação em que *a* supera x. Por outro lado os fluxos negativos indicam a superação de x em relação a *a*.	$\phi^+(a) = \frac{1}{n-1}\sum_{x \in A}\pi(a,x)$ e $\phi^-(a) = \frac{1}{n-1}\sum_{x \in A}\pi(x,a)$
05	Com os fluxos positivos e negativos, podemos determinar uma pré-ordem completa com o cálculo do fluxo total líquido.	$\phi(a) = \phi^+(a) - \phi^-(a)$

Fonte: Adaptada Behazadian et al. (2010).

No quinto passo de implementação do PROMETHEE II, representado no quadro 3.5, podemos observar que, com base no fluxo total líquido, é possível alocar as alternativas em ordem decrescente de forma completa. Assim, o PROMETHEE II permite a utilização de informação parcial do decisor; neste caso ela é utilizada para determinação dos graus de importância, com a finalidade de diminuir o esforço racional e melhorar a definição de preferências do decisor (CLEMENTE, 2015).

2.1.2.4 Ordenação com informação parcial

Conforme Lopez *et al.* (2017), a problemática de ordenação exige uma maior quantidade de informação do que a problemática de escolhas, pois, neste caso, o decisor necessita fornecer suas preferências de modo a ranquear todas as alternativas. Assim, podemos ver uma dificuldade ainda maior de trabalhar com informação parcial para realizar um problema de ordenação.

Frej, de Almeida e Costa (2019) utilizaram o sistema de suporte à decisão baseado em FITradeoff para auxiliar na resolução da problemática de ordenação

relacionada à melhoria de um programa de conformidade de uma determinada empresa brasileira. Frej (2019) citou também o método de ordenação para resolver um problema de localização de uma escola técnica na cidade de Teresina. Apesar de ser uma problemática, a princípio, de escolha, a autora retrata o funcionamento do método também para ordenação.

Conforme pode ser observado nos referidos trabalhos, o método FITradeoff utiliza informação parcial/incompleta, pois não temos valores exatos de pesos de cada critério, mas sim um espaço de pesos, que é composto por um conjunto de vetores de pesos admissíveis.

O uso de informação parcial com o FITradeoff surge devido à falta de informação relativa às relações de preferência ou indiferença do decisor. Mas, durante o processo, o decisor termina por fornecer informações adicionais, que são utilizadas para determinar essa relação de preferência ou indiferença e, consequentemente, permitir a ordenação das alternativas (FREJ, 2019).

Outro tipo de abordagem relativa à utilização de informação parcial ou incompleta é a utilização de pesos substitutos. Edwards e Barron (1994) propuseram trabalhar apenas com o fornecimento da ordenação das constantes de escala no método SMARTER, situação em que os pesos substitutos foram calculados baseados no *Rank Ordered Centroid* (ROC). Cabe acrescentar que a abordagem de pesos substitutos trata de uma aproximação da realidade e por conseguinte possui um grau de imprecisão.

Sarabando e Dias (2009) utilizaram a simulação de Monte Carlo nos métodos aditivos para analisar o uso de diferentes regras e determinar qual seria a de melhor performance. Eles chegaram à conclusão que o ROC foi a regra, dentre as analisadas, com melhor desempenho para trabalhar com informação parcial no modelo aditivo.

Na mesma linha de pensamento, mas analisando a aplicação dos pesos substitutos em uma problemática de sobreclassificação, com racionalidade não compensatória, Clemente (2015) chegou à conclusão que o uso do método ROC tem desempenho satisfatório e mais adequado que os demais analisados. A conclusão foi alcançada com base numa simulação de Monte Carlo e na utilização do método PROMETHEE II, que comparou os pesos verdadeiros com pesos substitutos.

2.1.3 Problema da designação

A designação é um tipo de problema de programação linear que trata da melhor alocação de recursos às tarefas. Ela tem como base a existência de uma alocação ótima, que maximiza ou minimiza o custo de distribuição. Essa problemática trata de uma ocorrência particular do Problema de Transporte, que nesse caso consiste em designar uma origem para um único destino, conforme modelo matemático a seguir (GOLDBARG e LUNA, 2000):

$$Minimizar\ z = \sum_{o=1}^{n}\sum_{l=1}^{n} c_{ol}x_{ol}$$

$sujeito\ a$:

$$\sum_{l=1}^{n} x_{ol} = 1 \qquad o = 1, \dots, n$$

$$\sum_{l=1}^{n} x_{ol} = 1 \qquad l = 1, \dots, n$$

$$x_{ol} \geq 0 \qquad o = 1, \dots, n; l = 1, \dots, n$$

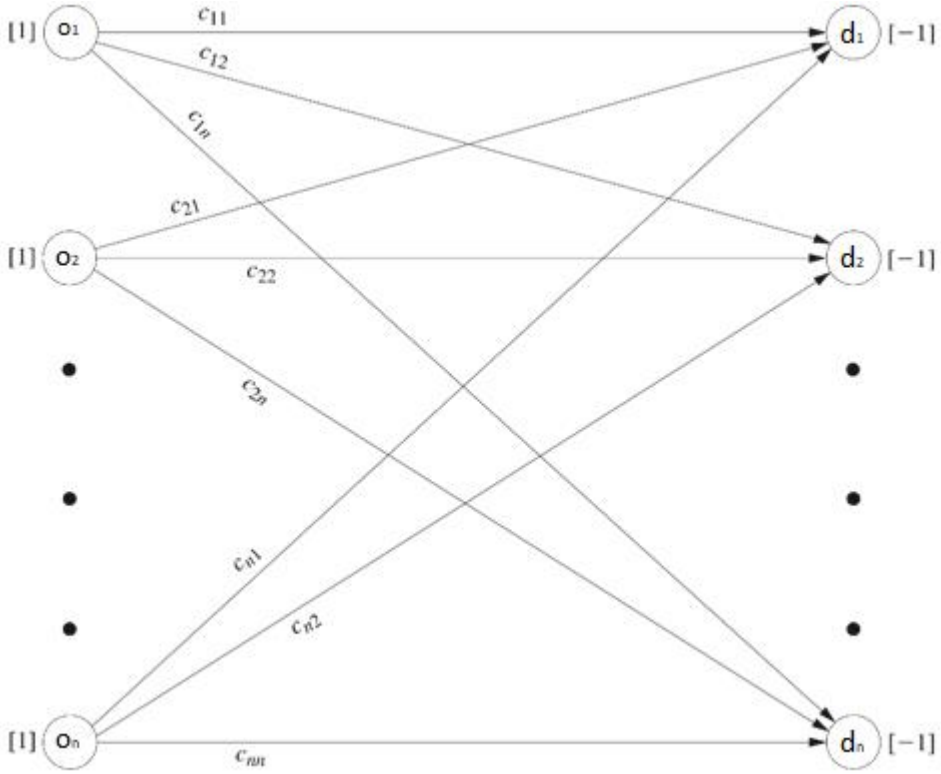
Na fórmula supracida cada elemento c_{ol} é custo de transportar da origem(o) ao destino(l) e x_{ol} é o número de unidades despachada.

Conforme Hillier (2013), as primeiras restrições de um problema de designação ocorrem quando o número de designados é igual ao número de tarefas, pois cada designado deve realizar precisamente uma tarefa e que uma tarefa deve ser realizada apenas por um designado. As duas últimas restrições impedem que a demanda e oferta sejam maior do que 1 ou menor do que 0. Assim, é possível eliminar a restrição binária e tratar a problemática como um problema de programação linear em que todas soluções resultantes satisfazem como resposta válida.

Devido ao fato de um problema de designação ser um tipo especial de transporte, ele pode ser resolvido pelo algoritmo Simplex e representado pelo diagrama de rede, conforme figura 1. Esse cálculo matemático foi desenvolvido por

George Dantzig em 1947, utiliza programação linear e pode resolver problemas de grandes dimensões (HILLIER, 2013).

Figura 1 – Diagrama em rede do problema de designação



Fonte: adaptado de Hillier (2013)

2.2. REVISÃO DA LITERATURA

Com base nos conceitos previamente abordados, uma revisão sobre os temas relacionados à proposta de resolução da problemática é oportuna.

A priorização de pessoas para atuarem em uma atividade vem sendo objeto de estudo em vários trabalhos na área de pesquisa operacional relacionada à decisão multicritério. Observamos a decisão multicritério sendo utilizada para auxiliar na formação de grupos de estudo, na seleção de alunos para participarem de pós-graduação, entre outros (RAZMAK e AOUNI, 2014).

Conforme Wang *et al*. (2010), a decisão multicritério é um ramo da pesquisa operacional que estuda a tomada de decisão em cenários onde temos alta incerteza e conflito de objetivos. Esta recorrência no meio acadêmico é justificada pelo fato da

temática de priorização de pessoas envolver o alcance de vários objetivos, muitas vezes conflituosos entre si.

Durante busca na base SCOPUS com as palavras *assignment* AND *multicriteria* foram encontrados 363 artigos. O primeiro grande grupo desses artigos trata das engenharias como um todo, situação em que se tem 108 trabalhos, envolvendo as áreas de engenharia civil, meio ambiente, agricultura, aeroespacial, mecânica, telecomunicações, elétrica, eletrônica, projetos e qualidade. O segundo grande grupo trata de 77 artigos que envolvem a temática da localização ou logística, que tomam como base transporte, energia e outros. A temática mais recorrente é a do meio ambiente, que aparece em 40 trabalhos.

Nesses dois grandes grupos, que representam quase metade das publicações, as temáticas são referentes à escolha de um melhor método, processo ou localização que promovam melhorias econômicas ou sociais. Outros grupos menores, que também focam na melhoria de processos e métodos, tratam das temáticas de saúde, economia, educação, controle de riscos, geopolítica, urbanização, administração pública, planejamento e decisão em grupo.

Assim, essa grande maioria de artigos citadas no parágrafo anterior foi excluída de uma análise mais aprofundada por não terem pertinência com temática em questão. Por outro lado, 12 publicações foram analisadas mais profundamente, pois as mesmas indicaram nos seus títulos ou resumos envolvimento com a temática de segurança pública ou alocação de pessoas, conforme observado no quadro 6.

Quadro 6 – Pesquisa envolvendo revisão da literatura

Autor	**Título**
Dugger *et al.* (2022)	*Principal Component Analysis in MCDM: An exercise in pilot selection.*
Batista de Oliveira, Alencar e Costa (2014)	*Project allocation model: a process considering the learning effect for resoruce optimization.*
Cassar e Martin (2016)	*How to choose a project manager under uncertainty.*
Falasca *et al.* (2012)	*An optimization model for volunteer assignments in humanitarian organizations.*
Mateo *et al.* (2019)	*Managing Volunteer Assignment in a Sport Event.*

Weitz e Jelassi (1992)	*Assigning students to groups: a multi-criteria decision support system approach.*
Karabasevic *et al.*	*An Approach to Personnel Selection in the IT Industry Based on the EDAS Method.*
Bogdanovic e Miletic (2015)	*Personnel evaluation and selection by multicriteria decision making method.*
Dwivedi *et al.* (2020)	*Efficient team formation from pool of talent: comparing AHP-LP and TOPSIS-LP approach.*
Rigopoulos e Karadimas (2011)	*Military staff assignment approach utilizing multicriteria analysis.*
Oliveira e Lourenço (2002)	*A multicriteria model for assigning new orders to service suppliers.*
Klingman e Phillips (1984)	*Topological and Computational Aspects of Preemptive Multicriteria Military Personnel Assignment Problems.*

Fonte: O autor.

Dos 12 artigos supracitados, 5 referem-se à atribuição de pessoas a tarefas, e 7 à seleção de pessoas, ambos baseados em decisão multicritério.

Na área de recursos humanos, várias aplicações são encontradas utilizando programação linear. Batista de Oliveira, Alencar e Costa (2014) analisaram a melhor alocação de projetos para gerentes, com a finalidade de reduzir horas de trabalho. Klingman e Phillips (1984) utilizaram as equações lineares para alocar pessoas a tarefas. Falasca *et al.* (2012) e Mateo *et al.* (2019) analisaram como voluntários poderiam ser alocados num evento esportivo. Eles utilizaram uma mistura de programação linear para determinar quem deveria ser alocado à determinada posição.

Weitz e Jelassi (1992) propuseram em sua pesquisa uma abordagem na qual atribuíram grupos aos estudantes, com a finalidade de aumentar a diversidade e minimizar as diferenças entre os mesmos. Eles implementaram um aplicativo de computador para auxiliar na problemática, que teve como base a especificação de pesos para os critérios, além da definição dos grupos iniciais e de qual seria o primeiro aluno a ser analisado. Assim, podemos observar a vasta aplicabilidade do problema de designação em decisões multicritérios.

Diferentemente da alocação de pessoas em grupos, a seleção ou ordenação de pessoas que melhor se adequam como solução de uma problemática é outro tipo de recorrência no meio acadêmico. Karabasevic *et al.* (2018) utilizaram o método

Evaluation based on distance from average solution, EDAS, para recrutamento e seleção de pessoal.

Na mesma linha de pensamento, Bogdanovic e Miletic (2015) utilizaram o PROMETHEE na ordenação de servidores, e Dwivedi *et al.* (2020) utilizaram os métodos *Analytic Hierarchy Process* - AHP, e *Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Soluction* - TOPSIS-LP, para seleção de melhores servidores para atuarem com logística. Oliveira e Lourenço (2002) analisaram o método MACBETH para alocar fornecedores a tarefas com base num julgamento de qualitativo, sendo um método simples para analisar as problemáticas aditivas. Por outro lado, Rigopoulos e Karadimas (2011) utilizaram o método ELECTRE TRI para alocar alunos em turmas sem a compensação entre os critérios. Assim, todos esses métodos se mostram interessantes para a construção de um modelo para problemática que envolva multicritério.

Com a finalidade de reduzir incertezas na priorização, Dugger *et al.* (2022) propuseram uma seleção de pilotos com base no método da técnica Principal component analysis – PCA, para que fossem encontrados os pesos dos critérios e, consequentemente, fosse possível realizar todas as comparações envolvendo as alternativas. Com a mesmo objetivo, Cassar e Martin (2016) analisaram a priorização de um gerente de projetos com a aplicação de um modelo computadorizado que incorpora dúvidas aleatórias e difusas, antes não contabilizadas.

Posteriormente, foram pesquisados os seguintes termos com os respectivos quantitativos de resultados: *assignment* AND *employees* AND *multicriteria* – 4; *assignment* AND *police* AND *multicriteria* – 0; *assignment* AND *staff* AND *multicriteria* – 4; *designation* AND *employees* AND *multicriteria* – 1; *designation* AND *police* AND *multicriteria* – 0; *prioritization* AND *staff* AND *multicriteria* – 4; *prioritization* AND *employees* AND *multicriteria* – 4; *prioritization* AND *police* AND *multicriteria* – 5; *prioritization* AND *staff* AND *multicriteria* – 4; *allocation* AND *employees* AND *multicriteria* – 7; *allocation* AND *police* AND *multicriteria* – 4; *allocation* AND *staff* AND *multicriteria* – 6.

Desse total de 43 estudos encontrados, apenas 18 não foram localizados na busca anterior. Com base no título e no resumo, 3 publicações envolvem a temática

da segurança nacional e decisão multicritério, conforme pode ser observado no quadro 7.

Quadro 7 – Continuação da pesquisa envolvendo revisão da literatura

Autor	Título
Nepomuceno, Daraio e Costa (2021)	*Multicriteria Ranking for the Efficient and Effective Assessment of Police Departments.*
MARTINS e*t al.* (2020)	*Multicriteria Model Based on FITradeoff Method for Prioritizing Sections of Brazilian Roads by Criticality.*
Cunha *et al. (2020)*	*Applying the FITradeoff method for aiding prioritization of special operations of Brazilian federal police.*

Fonte: O autor.

Na mesma linha de pesquisa do quadro acima, foi realizada uma procura no repositório da Universidade Federal de Pernambuco em busca de trabalhos científicos envolvendo as referidas temáticas. Assim, foram encontrados 6 trabalhos, frutos da parceria entre a referida instituição e a Polícia Federal, conforme pode ser observado no quadro 8.

Quadro 8 – Pesquisa envolvendo revisão da literatura no repositório da UFPE

Autor	Título
Andrade, F. (2019)	Análise de riscos estratégicos: proposição de uma metodologia com foco nos valores organizacionais a partir do contexto da segurança pública.
Andrade, G. (2019)	Modelo de gestão do conhecimento em operações da Polícia Federal como ferramenta de auxílio à tomada de decisão.
Nascimento (2019)	Proposição de metodologia para análise de risco operacional na execução de medidas coercitivas em Superintendências da Polícia Federal.
Garbi (2019)	Conversão de investigações comuns em operações policiais federais.
Cunha (2019)	Decisão Multicritério na priorização das operações especiais da Polícia Federal.
Basilio *et al.* (2021)	*Ranking policing strategies as a function of criminal complaints: application of the PROMETHEE II method in the Brazilian context.*

Fonte: O autor.

O estudo das operações policiais em si possui certa recorrência. Andrade, F. (2019) e Andrade G. (2019) debatem a gestão do conhecimento dentro da Polícia Federal. O primeiro trata da gestão de riscos com foco nos valores estratégicos institucionais; o segundo propôs a criação de um software com a finalidade de identificar melhores práticas e falhas na deflagração de operações policiais, de forma a apoiar futuras decisões.

A gestão de riscos também foi abordada por Nascimento (2019), que realizou uma análise do risco operacional nos cumprimentos de mandados de intimação, que se trata de uma medida coercitiva e, consequentemente, passível de ser uma atividade de uma operação policial.

De forma mais ampla, Garbi (2019) analisou o processo de conversão de uma investigação em operação policial, com a finalidade de apontar quais fatores contribuíram nessa decisão. O autor, com base em Maceta *et al.* (2017), aponta que essa conversão demonstra um problema de escolha, priorização ou gerenciamento de portfólio. Apesar de não utilizar um método mais elaborado de apoio à decisão, o trabalho apresentou, baseado em análise fatorial, cinco grupos em que os entrevistados acharam de extrema importância tal conversão.

O primeiro grupo se relaciona com a gravidade do crime, com o possível prejuízo socioeconômico, com a presença de organização criminosa, com a complexidade da investigação, com a presença de servidor público, com a necessidade de inibir crimes, enfim, da investigação.

O segundo grupo está associado aos recursos disponíveis, que estão relacionados ao tamanho da equipe, à proatividade, à carga de trabalho atual e à distância para o cumprimento (GARBI, 2019).

Assim, podemos observar que o sucesso das operações policiais está diretamente relacionado à quantidade de servidores disponíveis e que a distância do deslocamento desses servidores também influencia nesse sucesso.

Baseado num método multicritério de apoio à decisão, Cunha (2019) e Cunha *et al.* (2020) analisaram a priorização de operações policiais especiais e complementaram a pesquisa com a aplicação de uma problemática de portfólio na qual a restrição está associada aos recursos humanos disponíveis. Durante a

pesquisa, a autora encontrou seis tipos de temáticas mais comuns durante as operações:

- Desvio de recursos públicos.
- Pornografia infantil na internet.
- Tráfico de drogas.
- Crimes cometidos com violência ou grave ameaça à pessoa com a atuação de associação criminosa.
- Previdenciários.
- Meio ambiente e/ou patrimônio histórico.

Cabe, ainda, citar alguns estudos relacionados à alocação de forças policiais com a finalidade de diminuir a criminalidade no contexto brasileiro, com base na análise multicritério. Silva *et al.* (2019) basearam seu estudo no método FITradeoff como apoio à decisão para selecionar o melhor local para instalação de uma nova base da Polícia Militar no estado de Pernambuco. MARTINS *et al.* (2020), com base no método aditivo, propuseram um modelo de decisão multicritério para priorização de trechos rodoviários, com base em sua criticidade e nos riscos que os usuários enfrentam.

Basilio *et al.* (2021) utilizaram o método PROMETHEE II para selecionar as melhores técnicas policiais em relação aos crimes, conforme preferência dos decisores. Na linha de preferências não compensatórias, Nepomuceno, Daraio e Costa (2021) formularam uma teoria com a metodologia PROMETHEE II para a análise multidimensional da eficiência e eficácia da polícia, a fim de permitir a priorização de unidades com base na mitigação de recursos e objetivos estratégicos.

Por conseguinte, podemos observar certa recorrência de estudos envolvendo operações policiais, com a proposição de interessantes modelos, seja para preferências compensatórias ou não. Mas, é possível analisar uma lacuna envolvendo o estudo da priorização de policiais para atuarem nessas operações especiais.

Por outro lado, vemos diversos estudos que tratam da priorização de recursos humanos para desenvolverem certas atividades, bem como a otimização dessas, via programação linear. Assim, é possível, com base nesses modelos, propor um que

adeque as necessidades da Polícia Federal de Pernambuco para priorização de policiais para atuarem em operações policiais.

2.3. SÍNTESE DO ESTADO DA ARTE E POTENCIAL DE INOVAÇÃO

Com base na análise do estado da arte dos recentes estudos envolvendo decisão multicritério e operações policiais, podemos observar que no mundo acadêmico temos diversos estudos envolvendo a priorização de pessoas, a melhor adequação de tarefas e operações policiais.

Nas áreas de educação e de recursos humanos, são encontradas diversas publicações relacionadas à priorização de pessoas. Esses estudos trazem robustez do uso da análise multicritério para ordenação ou seleção de pessoas, inclusive em cenários com incertezas.

Em relação à segurança nacional e priorização de pessoas, poucos estudos foram encontrados, apesar de ser possível observar um crescente aprofundamento em decisão multicritério relacionado às operações policiais no Brasil. Essas pesquisas concentram-se na priorização de qual investigação deve ter o emprego de técnicas investigativas especiais, sem considerar qual recurso humano seria melhor empregado na sua execução.

A área de segurança pública é cercada por informações parciais, agravada pela necessidade de repostas decisórias com grande agilidade. Cabe, ainda, acrescentar que a problemática trata não apenas de que policial irá ser priorizado, mas também de qual será mais bem designado em relação à tarefa para se obter uma alocação ótima, que melhor resulte numa melhor formação de provas.

De forma igualmente relevante, é necessário observar que a Polícia Federal, por ter dimensões continentais, pode ter uma mudança de racionalidade, dependendo de onde a decisão necessita ser aplicada. Pois, em um estado o decisor pode ter uma racionalidade compensatória, e em outro não.

Nesse contexto, a contribuição adicional deste trabalho, considerando os métodos já existentes na literatura, é expandir a aplicabilidade dos métodos multicritério com a finalidade de atender à tomada de decisão sequencial, que envolve a ordenação de servidores para participarem da deflagração de operações policiais.

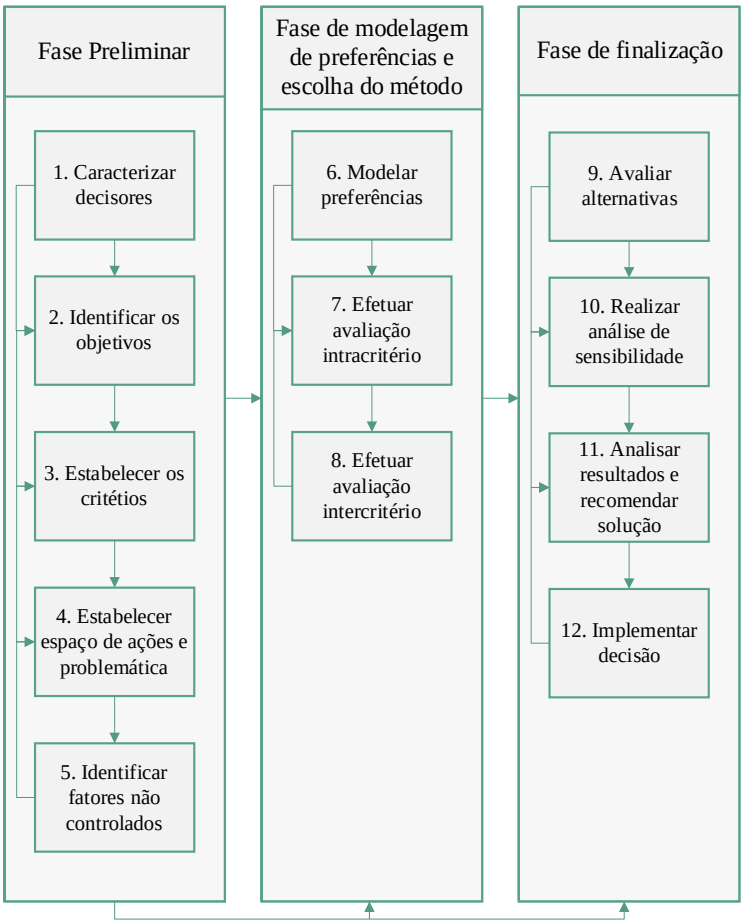
Destarte, estamos diante de um novo modelo, que ainda não foi abordado por estudos anteriores, com uma complexidade consideravelmente maior do que uma simples problemática de ordenação, pois temos um processo que consiste na bifurcação de dois processos decisórios com base no lugar, com um deles, ainda, passível de otimização relacionada ao investigado.

3 MODELO DE DECISÃO PARA PRIORIZAÇÃO DE POLICIAIS AO ATUAREM NA DEFLAGRAÇÃO DE OPERAÇÕES POLICIAIS

Um processo decisório necessita incialmente da definição do contexto de decisão, conforme explicado no tópico 2. Após essa definição, é necessária a identificação dos objetivos que se quer alcançar com base na preferência do decisor. No caso da temática pública, esta ainda tem que estar de acordo com as leis, decretos e normativos envolvidos. Por fim, cabe a geração de alternativas e elicitação de preferências, que podem alternar suas ordens, uma vez que as declarações de preferência podem ser estabelecidas antes das alternativas serem geradas (SALO e HAMALAINEN, 2010); (ALMEIDA *et al.* 2019).

Com a finalidade de facilitar esse processo decisório, Almeida (2013) propôs um procedimento baseado em 12 passos para construção de um modelo multicritério, conforme pode ser observado na figura 2, que se adequa perfeitamente à problemática aqui em questão, conforme veremos a seguir:

Figura 2 – 12 etapas de construção do modelo multicritério



Fonte: adaptado de Almeida (2013)

O estudo aqui proposto é baseado na ordenação de policiais para se apresentarem e atuarem na deflagração de uma operação policial dentro ou fora do seu estado.

A utilização de lógica indutiva durante essa estruturação da fase preliminar irá permitir a confirmação de que os interesses regionais, com base na preferência do decisor, estejam orientados na mesma direção do alcance dos objetivos estratégicos da Polícia Federal, que são resguardados pelas leis, decretos e normativos.

Em virtude da tamanha complexidade organizacional da Polícia Federal, será utilizada a Superintendência do Estado de Pernambuco no decorrer dos estudos, pois ela possui certa autonomia administrativa e econômica. Assim, ela é responsável pela priorização e posterior indicação de servidores do seu quadro para comparecimento de operações no Estado de Pernambuco e, eventualmente, fora dele. Mas, devido às

superintendências da Polícia Federal guardarem grande similaridade entre si, o estudo aqui proposto é adequado a qualquer uma delas.

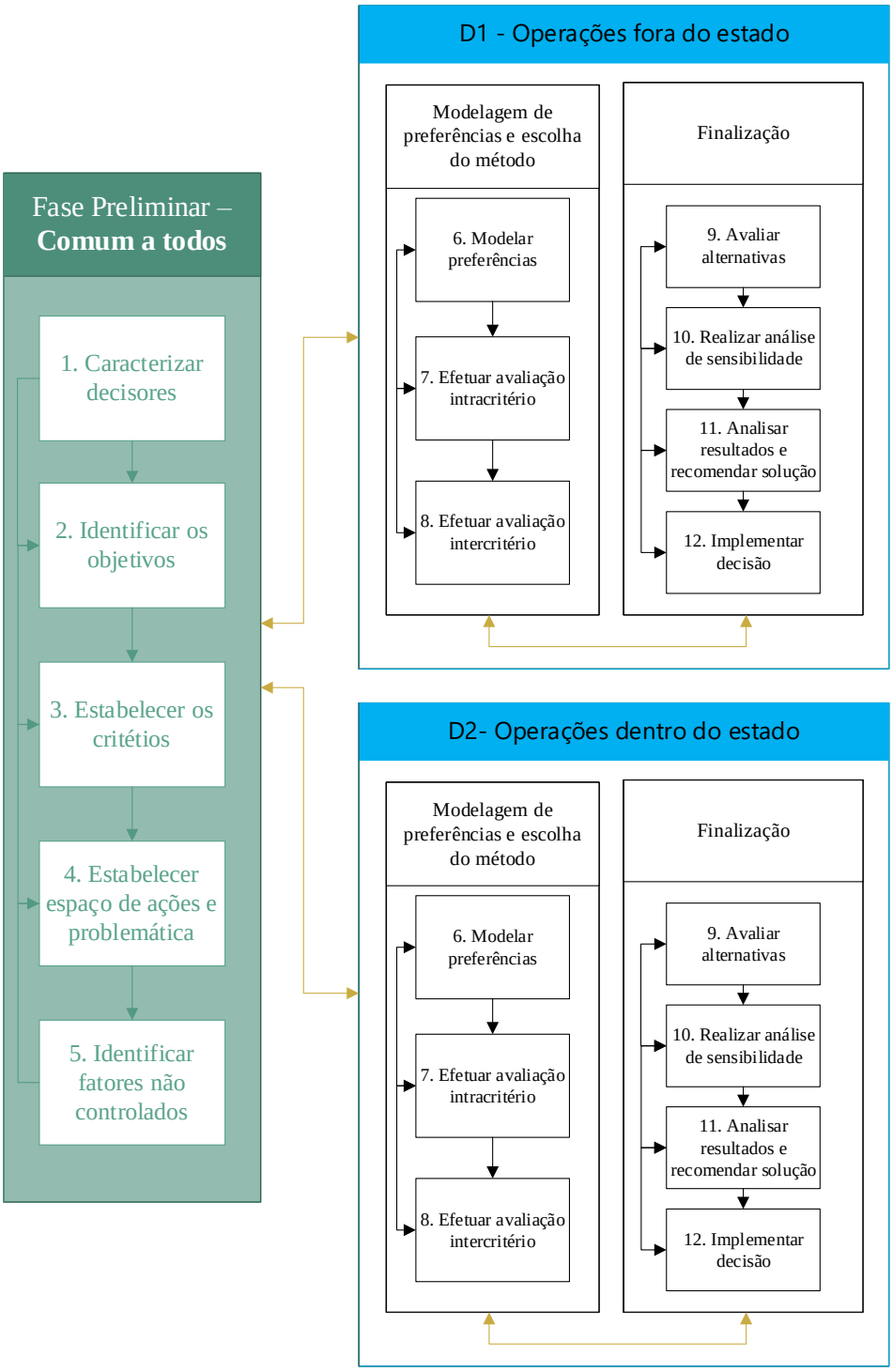
Conforme Melo & de Almeida (2022b), cada equipe de execução de uma operação é, via de regra, composta por um delegado, um escrivão e dois agentes, mas essa quantidade pode sofrer variações devido à complexidade envolvida. O estudo aqui em questão trata da ordenação dos ocupantes do cargo de escrivão de Polícia Federal, mas a sistemática pode ser utilizada para os demais cargos. Cabe, ainda, acrescentar que será considerado o emprego de um escrivão por equipe. Abaixo é possível analisar as restrições citadas:

- Problemática: ordenação de policiais para atuarem na fase de execução de determinada operação.
- Localidade de aplicação: Superintendência da Polícia Federal de Pernambuco.
- Destino: dentro ou fora do estado de lotação do servidor.
- Cargo envolvido: escrivão de Polícia Federal.
- Quantitativo: um escrivão por equipe.

Durante toda fase preliminar, proposta na figura 2, teremos caminhos similares para essas duas decisões, sendo interessante uma combinação de técnicas para essa estruturação. Devido ao maior impacto da missão fora do estado, o decisor pode mudar suas preferências durante a realização das compensações (MELO & DE ALMEIDA, 2022a).

Assim, é possível observar que estamos diante de duas possíveis decisões multicritério, e podemos melhor adaptar as 12 etapas propostas pelo professor Almeida (2013) para que se adéquem à referida problemática, conforme observado na figura 3.

Figura 3 – Ordenação de policiais para atuarem em uma operação



Fonte: adaptada de Almeida (2013)

Conforme Almeida (2013), as setas de ligação da figura 2 mostram a flexibilidade do modelo, pois é possível voltar a etapas ou fases anteriores, sem modificar a

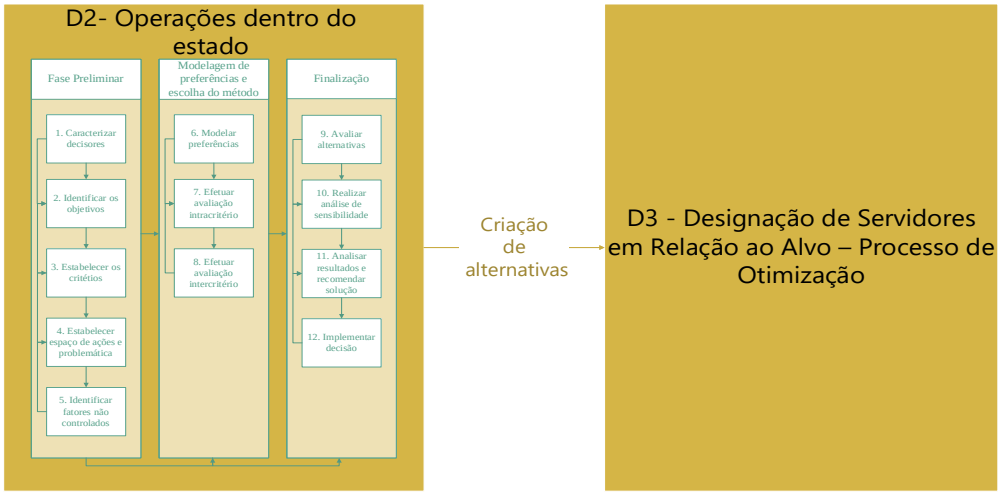
estrutura. Na figura 3, as caixas relacionadas à decisão tipo 1, D1, e decisão tipo 2, D2, não são interligadas entre si, pois fazem parte de um processo independente, apesar de compartilharem a mesma construção de objetivos e critérios.

A primeira fase do processo, que é comum à D1 e D2, tem como base entrevistas com os decisores para a criação da lista de objetivos e dos critérios associados. Uma vez estabelecidos os critérios, é possível encontrar as alternativas e seus espaços de ações, bem como identificar fatores não controlados.

A segunda fase, de um modo geral, trata da seleção de um método de ordenação para realizar a modelagem de preferências e, consequentemente, as avaliações intra e intercritério. Com o modelo consolidado, é possível realizar a avaliação das alternativas, além da análise de sensibilidade sobre os resultados obtidos, de modo a saber se eles estão consistentes com as preferências do decisor. Essas duas fases finais têm que ser realizadas de forma separada para os tipos de decisão D1 e D2.

Cabe ainda ressaltar que, quando estamos diante do tipo D2 de decisão, surge em sequência uma nova fase de decisão, pois nesse caso teremos que designar as equipes que melhor se adequam àquele alvo, conforme pode ser observado na figura 4. Conforme citado anteriormente no tópico 2, pode ser interessante que os policiais direcionados a certo alvo tenham conhecimento específico em certo tipo de crime ou qualificação operacional, de modo que tenhamos um maior sucesso no levantamento de provas e segurança da equipe.

Figura 4 – Decisão sucessiva para alocação de policiais

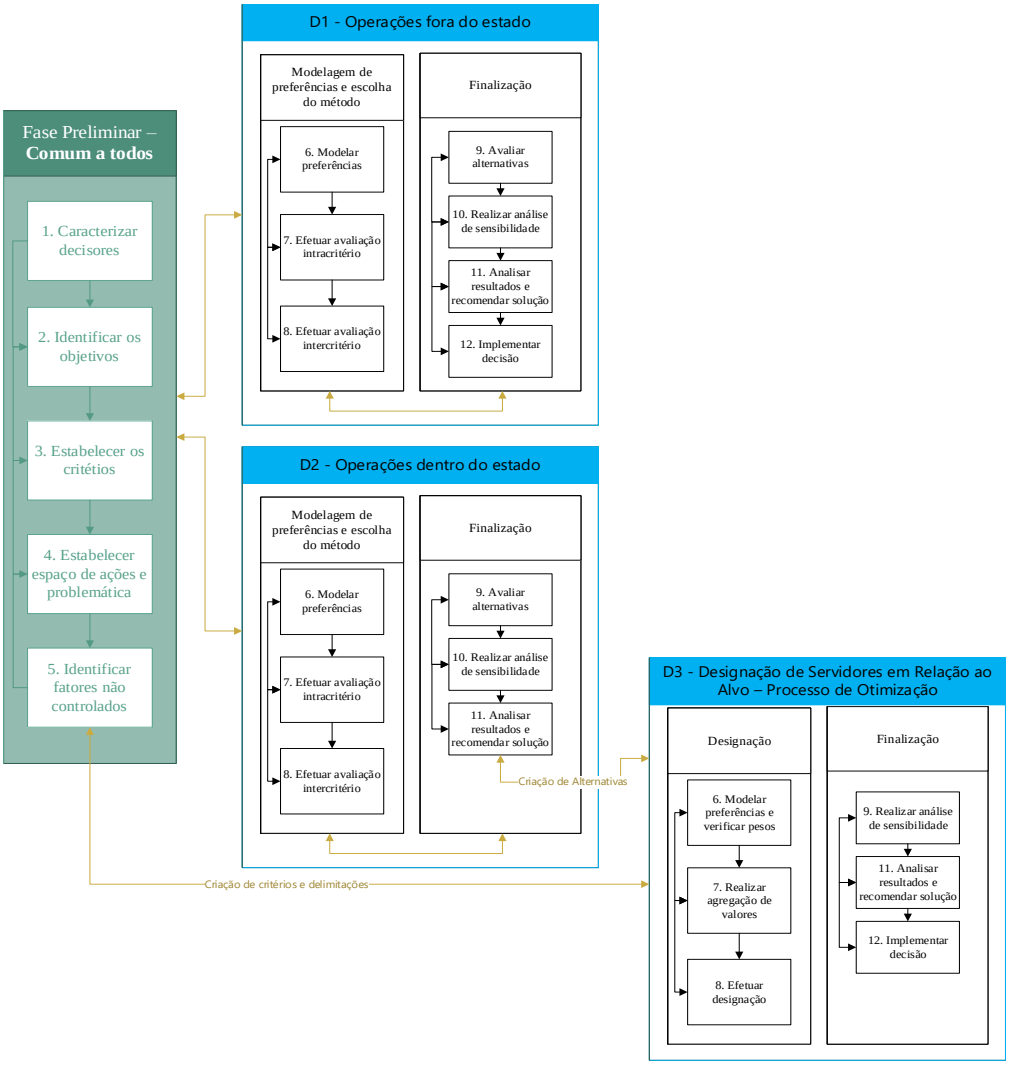


Fonte: O autor.

A terceira decisão (D3) trata de um problema de designação, no qual os servidores previamente escolhidos durante a decisão D2 serão designados às equipes de execução relacionadas a um alvo. Essa alocação posterior à decisão multicritério é interessante para evitar que uma pessoa seja mais vezes selecionada do que outra. Determinadas áreas, como a da informática, por exemplo, ajudam na resolução da grande maioria dos crimes, assim pessoas com esse conhecimento acabariam sendo demandadas de forma desigual.

Assim, na figura 5, podemos observar o modelo completo com as três decisões. A fase preliminar, comum às três decisões, é responsável por criar os critérios que serão utilizados para avaliar a designação e por delimitar o espaço de ações e fatores não controlados desta. A priorização de servidores dentro do estado, por se tratar de uma decisão sequencial, terá a implementação da decisão apenas após o processo de otimização.

Figura 5 – Modelo proposto



Fonte: O autor.

3.1. FASE PRELIMINAR

A fase preliminar é comum a todas as decisões, nela será incialmente estabelecido quem é o decisor. Posteriormente, serão relacionados os objetivos com a finalidade de se alcançar os critérios envolvidos nas problemáticas. Por último, serão estabelecidos os espaços de ações e problemática, bem como a identificação dos fatores não controlados.

3.1.1 Caracterização do decisor

Conforme organograma da Polícia Federal, o Delegado Regional De Combate Ao Crime Organizado - DRCOR, possui como uma das suas atribuições a indicação de um servidor policial para comparecer a uma operação. Assim, o DRCOR, alinhado com o Superintendente Regional, é o decisor da problemática relacionada ao envio de um policial para uma operação.

A decisão D3, sucessiva à D2, foi realizada por um cliente do serviço que possui a visão interna da Polícia Federal, da problemática envolvida e das preferências do decisor. Conforme Salo e Hamalainen (2010), pode acontecer do decisor de alto escalão não ter tempo para se dedicar ao processo decisório, tendo que incluir mais decisores para tomarem tal decisão. Cabe, ainda, acrescentar que todas as decisões tiveram a ajuda de um facilitador.

3.1.2. Identificação dos objetivos

A identificação dos objetivos organizacionais pode ser melhor avaliada quando estruturamos toda problemática, pois o foco mais analítico auxilia não apenas no entendimento das variáveis envolvidas, mas também no das incertezas associadas (MINGERS e ROSENHEAD, 2004). No quadro 9, é possível observar os cinco principais métodos destacados na literatura contemporânea que auxiliam na estruturação de problemas (DE MORAIS CORREIA *et al.*, 2021).

Quadro 9 – Métodos de estruturação de problemas

Método	**Autor**
Strategic options development, analysis - SODA	EDEN (1988)
Soft systems methodology - SSM	CHECKLAND e TSOUVALIS (1997)
Robustness analysis - RA	MINGERS e ROSENHEAD (2004)
Strategic choice approach - SCA	FRIEND (2001)
Value-focused thinking - VFT	KEENEY (1994)

Fonte: adaptado de Morais Correia et al. (2021)

As técnicas de estruturação comumente focam nas alternativas presentes no momento, o que termina por restringir a visão dos envolvidos no processo decisório e

dificultar o aparecimento de novas alternativas, o que termina por transformar o processo em reativo e limitado (KEENEY, 1996).

Pensando em melhorar esse processo, propôs o Value Focused Thinking (VFT), com a finalidade de uma estruturação proativa, movida em razão dos valores e objetivos institucionais. A técnica proposta analisa a problemática por diferentes perspectivas. O uso de gráficos e de ilustrações, por exemplo, termina por aprimorar a capacidade criativa (ACKERMAN, 2012).

A base do processo criativo proposto pelo VFT está no uso de diversas perguntas que envolvam a problemática, conforme quadro 10. Assim, durante o processo de resposta, que ocorre de forma interativa com o facilitador, os objetivos vão sendo mapeados de forma alinhada com a percepção de valores do decisor (KEENEY, 1996).

Quadro 10 – Técnica para identificação de objetivos com VFT

1. Lista de desejos (Wish list): o que você quer? O que você deveria querer?
2. Alternativas: qual é a alternativa perfeita, a alternativa terrível, a razoável? O que é bom ou mau em cada uma?
3. Problemas e fraquezas: o que está errado ou certo com sua organização? O que necessita de ajustes?
4. Consequências: o que já ocorreu que foi bom ou ruim? O que pode ocorrer que o preocupa?
5. Metas, restrições e direcionamentos: quais são as suas aspirações? Quais limitações estão em você?
6. Diferentes perspectivas: o que torna seus concorrentes ou seus eleitores preocupados? Daqui a algum tempo no futuro, o que o preocupa?
7. Objetivos estratégicos: quais são os seus objetivos mais atuais? Quais são os seus valores que são absolutamente fundamentais?
8. Objetivos genéricos: quais objetivos você tem para seus clientes, empregados, para você mesmo? Quais objetivos ambientais, sociais, econômicos ou de saúde e segurança são importantes?
9. Estruturar Objetivos: siga as relações meio-fim. Por que aquele objetivo é importante? Como você pode alcançá-lo? Seja específico: o que você quer dizer com esse objetivo?
10. Quantificar os objetivos: como você mede o atendimento de um objetivo? Por que o objetivo A é três vezes mais importante do que o objetivo B?

Fonte: adaptado de Keeney (1996)

Com os objetivos mapeados e com base numa relação de causa e efeito, é possível fazer a diferenciação entre os fundamentais e os meios (POLETO *et al*.,

2020). Os objetivos fundamentais, que são organizados em hierarquia, são aqueles que o decisor quer alcançar, e os meios, que são organizados em forma de rede, ajudam nesse alcance (CLEMEN e REILLI, 2001).

Assim, foram realizadas duas reuniões com o decisor DRCOR e utilizado o quadro 10, proposto por Keeney (1996), para que fossem encontrados os objetivos organizacionais relacionados à Superintendência de Polícia Federal de Pernambuco, envolvendo a problemática da priorização de policiais para atuarem em determinada operação policial. Com as ligações hierárquicas e de redes entre os objetivos encontrados, foi possível criar um mapa mental como resultado da aplicação do VFT, conforme pode ser analisado na figura 6.

Os resultados foram apresentados ao decisor, que confirmou que os sete objetivos fundamentais são os mesmos, tanto para a decisão referente ao envio de um servidor para prestar auxílio a outro estado, quanto para a atuação do servidor dentro do seu estado de lotação (MELO e DE ALMEIDA, 2022b). Assim, podemos usar esse resultado para os dois tipos de decisão apresentados na figura 3.

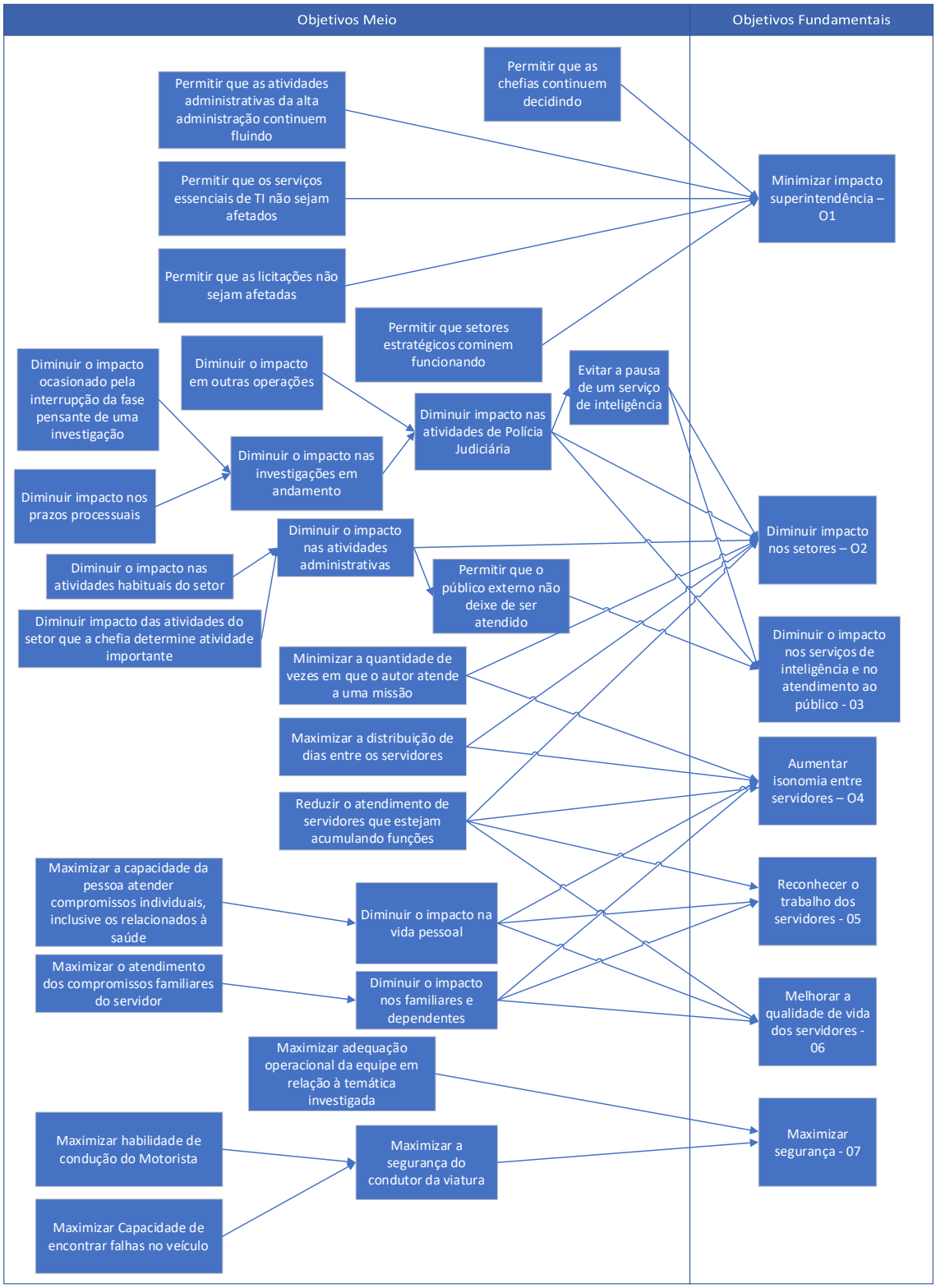
Na figura 7 podemos observar que os objetivos fundamentais regionais encontrados com auxílio do VFT estão alinhados com os objetivos estratégicos da Polícia Federal (MELO e DE ALMEIDA, 2022a). Conforme Polícia Federal (2021), essa vinculação é obrigatória e garante o alinhamento da decisão com o ordenamento jurídico.

Com a mesma sistemática do emprego do VFT, foi possível alcançar o mapa mental representado na figura 8, que trata da decisão da designação do policial em relação ao alvo. Cabe, lembrar que essa decisão ocorre após a ordenação de servidores para atuarem em uma operação dentro do estado. Os dois objetivos fundamentais encontrados também estão diretamente associados aos objetivos estratégicos, seja para melhorar o fortalecimento do enfrentamento da criminalidade, valorizar os servidores e conferir efetividade no emprego dos recursos.

O objetivo fundamental da segurança apareceu novamente, mas nesse caso ele está relacionado à adequação do policial em relação ao alvo, e não em relação à temática investigada. Isso é de extrema relevância, pois mesmo em uma investigação que, via de regra, possua suspeitos com baixa periculosidade, pode ter atipicamente um de alta, conforme diagnosticado em levantamento prévio.

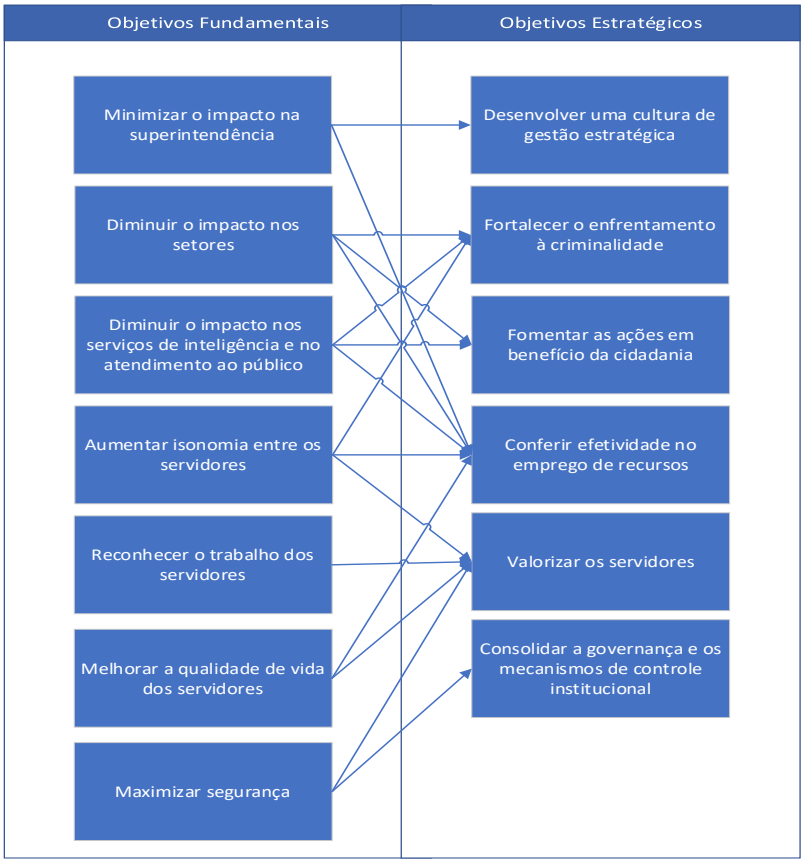
A melhoria da colheita de prova também é de extrema importância, pois em uma operação, podemos ter vários alvos, o que resulta num substancial volume de apreensões. Esse volume pode dificultar a posterior análise e acarretar perda de provas e prazos. Sendo assim, uma adequação técnica da equipe irá permitir não apenas que os investigadores encontrem provas, mas também que só arrecadem as necessárias para formar a materialidade delitiva.

Figura 6 – Cadeia de relacionamento entre objetivos fundamentais e objetivos meios



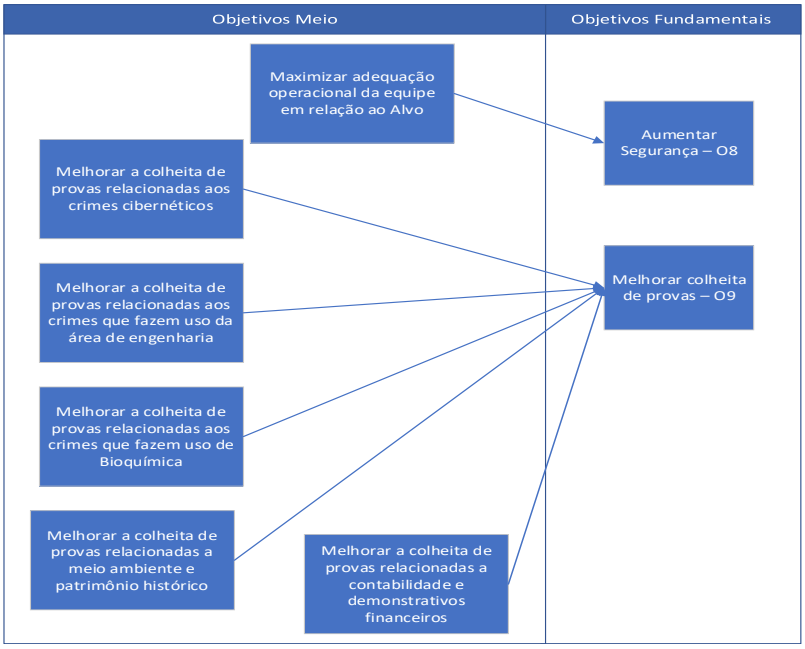
Fonte: O autor.

Figura 7 – Relação dos objetivos fundamentais com os objetivos estratégicos das decisões D1 e D2



Fonte: O autor.

Figura 8 – Cadeia de relacionamento de objetivos da decisão sucessiva D3



Fonte: O autor.

3.1.3. Estabelecimento de critérios

No quadro 11 podemos observar que todos os objetivos fundamentais demonstrados na figura 7 relacionam-se diretamente a um critério, de forma a mostrar a robustez do método VFT. Seguindo a análise do referido quadro, é possível notar que o único critério medido com base na escala natural é o C4 (missões anteriores), todos os demais critérios são atributos construídos (MELO e DE ALMEIDA, 2022a). Essas construções utilizam características qualitativas com base na subjetividade e são passíveis de quantificação, pois é possível associar uma noção de ordem, comum à escala ordinal (ALMEIDA, 2013).

Quadro 11 – Critérios relacionados às problemáticas D1 e D2

Critério	**Qualidade de vida do servidor (C1) relacionada ao objetivo O6**
Função valor: Linear; Tipo de Escala: Discreto – 5 níveis; Direção do Critério: Minimização.	
A qualidade de vida do servidor termina por diminuir com o constante comparecimento a operações policiais, pois dificulta a execução das obrigações familiares. Assim, é importante a análise do quantitativo de dependes, principalmente quando o servidor é o único responsável por eles.	
Nível atributo	Descrição Nível Atributo
5	Impacto Muito Alto – Servidor com mais de um dependente e sem outro responsável.
4	Impacto Alto – Servidor com um dependente e sem outro responsável.
3	Impacto Médio – Servidor com mais de um dependente e com outro responsável.
2	Impacto Baixo – Servidor com um dependente e com outro responsável.
1	Impacto Muito Baixo – Servidor sem dependente.
Critério	**Impacto setor (C2) relacionado ao objetivo O2**
Função valor: Linear; Tipo de Escala: Discreto – 5 níveis; Direção do Critério: Minimização.	
A retirada de um servidor termina por impactar as atividades normais do setor. Assim, é interessante tentar minimizar a retirada de setores com efetivo baixo.	
Nível atributo	Descrição Nível Atributo
1	Impacto Muito Baixo – Setor tem mais de 4 servidores com as mesmas funções.
2	Impacto Baixo – Setor tem 4 servidores com as mesmas funções.
3	Impacto Médio – Setor tem 3 servidores com as mesmas funções.
4	Impacto Alto – Setor tem 2 servidores com as mesmas funções.

5	Impacto Muito Alto – Setor tem apenas um servidor dedicado a uma função específica.
Critério	**Impacto superintendência (C3) relacionado ao objetivo O1**
Função valor: Linear; Tipo de Escala: Discreto – 3 níveis; Direção do Critério: Minimização.	
Alguns servidores realizam tarefas que geram valor para toda organização como, por exemplo, os cargos de chefias e áreas administrativas, que resultam em prover serviços para todos. Por conseguinte, deve-se minimizar a retirada desses servidores de suas atribuições normais.	
Nível atributo	Descrição Nível Atributo
3	Impacto Alto – Servidor lotado em área estratégica e sua ausência pode resultar em prejuízo para toda superintendência como, por exemplo, Tecnologia da Informação e Licitação.
2	Impacto Médio – Servidor lotado em área estratégica, mas que sua ausência provoca menor prejuízo para superintendência.
1	Impacto Baixo – demais setores.
Critério	**Missões anteriores (C4) relacionadas ao objetivo O4**
Função valor: Linear; Tipo de Escala: Contínua; Direção do Critério: Minimização	
O critério Missões Anteriores trata da quantidade de atendimento de operações anteriores por cada servidor. Para alcançar maior isonomia procura-se indicar o que tenha participado menos para que todos participem de forma mais isonômica possível.	
Critério	**Impacto serviços de inteligência e atendimento ao público (C5) relacionado ao objetivo O3**
Função valor: Linear; Tipo de Escala: Discreto – 3 níveis; Direção do Critério: Minimização.	
As atividade de Inteligência e atendimento ao público, dadas as suas importâncias, necessitam ter seus impactos diminuídos, pois são áreas estratégicas na Polícia Federal.	
Nível atributo	Descrição Nível Atributo
3	Impacto Alto – A ausência do servidor causa alto impacto no serviço de inteligência, podendo comprometer uma investigação em andamento, ou no atendimento ao público, podendo resultar em filas e aumentar o tempo de espera.
2	Impacto Médio – A ausência do servidor causa um efeito médio nas atividades de inteligência ou atendimento ao público. As atividades dos setores, apesar de serem afetadas, conseguem cumprir os níveis aceitáveis de segurança e qualidade.
1	Impacto Baixo – A ausência do servidor causa pouco ou quase nenhum efeito sobre os serviços de inteligência ou atendimento ao público.
Critério	**Adequação tática operacional (C6) relacionada ao objetivo O7**
Função valor: Linear; Tipo de Escala: Discreto - 4 níveis; Direção do Critério: Maximização.	

Nesse critério busca-se a melhor adequação entre capacidade tática da equipe e a matéria investigada. O critério em questão será concebido a partir de dois atributos construídos, os dois com quatro níveis, sejam eles periculosidade e capacidade operacional do servidor.	
Nível atributo	Descrição Nível Atributo
4	Servidor adequado em relação à matéria – diferença da capacidade operacional do servidor em relação à periculosidade da matéria igual ou maior que 0.
3	Servidor inadequado em relação à matéria – diferença da capacidade operacional do servidor em relação à periculosidade da matéria igual a -1.
2	Servidor muito inadequado em relação à matéria – diferença da capacidade operacional do servidor em relação à periculosidade da matéria igual a -2.
1	Servidor muitíssimo inadequado em relação à matéria – diferença da capacidade operacional do servidor em relação à periculosidade da matéria igual a -3.
Critério	**Reconhecer o trabalho dos servidores (C7) relacionado ao objetivo O5**
Função valor: Linear; Tipo de Escala: Discreto – 4 níveis; Direção do Critério: Maximização.	
Um servidor pode acumular funções ou exercer o que pode acarretar numa sobrecarga de serviço. Outro fator que precisa ser reconhecido é que ele pode estar realizando uma atividade que exija mais tempo, estudos e horas de trabalho do que o normal.	
Nível atributo	Descrição Nível Atributo
4	Reconhecimento normal – Servidor que realiza uma função dentro de suas atividades normais.
3	Reconhecimento alto – Servidor que está realizando uma função, mas que está exercendo um serviço que exige mais dedicação, tempo e estudos.
2	Reconhecimento muito alto – Servidor que está realizando mais de uma função dentro de suas atividades normais.
1	Reconhecimento altíssimo – Servidor que está realizando mais de uma função e que está exercendo um serviço que exige mais dedicação, tempo e estudos em uma das atividades ou em ambas.

Fonte: O autor.

Devido a uma decisão hierárquica superior e à instrução normativa específica, os policiais que possuírem níveis de atributo com impacto muito alto relacionados aos critérios impacto superintendência (C3) e impacto serviços de inteligência e

atendimento ao público (C5) não serão tratados como alternativas válidas. Por este motivo, eles foram retirados do quadro 11.

Os níveis de atributo dos 3 únicos critérios construídos foram determinados por: Critério relacionado ao impacto superintendência (C3) foi determinado pelo superintendente; Critério relacionado ao impacto nos serviços de inteligência e atendimento ao público (C5) 3 foi determinado pelo chefe da respectiva área; e o critério relacionado a adequação tática operacional (C6) foi derivado de dois outros atributos construídos com pontos de escala advindos da equipe de investigação em conjunto com o setor de armamento e tiro.

O critério adequação técnica (C6) trata-se de um atributo construído a partir de dois outros atributos construídos: capacidade operacional do servidor (A1) e periculosidade da matéria investigada (A2). Os atributos A1 e A2 possuem valores de 1 (baixo) até 4 (altíssimo), a escala qualitativa foi utilizada para facilitar a construção da informação. Para simplificar a comparação entre as variáveis e possibilitar o cálculo da diferença entre A1 e A2, que representa a adequação operacional do policial em relação à matéria apurada, conforme representado no quadro 12.

Quadro 12 – Critério C6 desenvolvido a partir de dois atributos construídos

		Periculosidade da matéria criminal - A1			
		Altíssima - 4	Alta - 3	Média - 2	Baixa - 1
Capacidade operacional do servidor – A2	Altíssima - 4	4 – 4 = **0** → adequado	4 – 3 = **1** → adequado	4 – 2 = **2** → adequado	4 – 1 = **3** → adequado
	Alta - 3	3 – 4 = **-1** → inadequado	3 – 3 = **0** → adequado	3 – 2 = **1** → adequado	3 – 1 = **2** → adequado
	Média- 2	2 – 4 = **-2** → muito inadequado	2 – 3 = **-1** → inadequado	2 – 2 = **0** → adequado	2 – 1 = **1** → adequado
	Baixa - 1	1 – 4 = **-3** → Muitíssimo inadequado	1 – 3 = **-2** → muito inadequado	1 – 2 = **-1** → inadequado	1 – 1 = **0** → adequado

Fonte: O autor.

Com base nos critérios relacionados no quadro 11, serão ordenados os policiais para atuarem dentro do estado em determinada operação policial. Assim, surge a necessidade de encontrar a melhor forma de alocar esses policiais em relação aos

alvos. Com base nos objetivos listados na figura 11, foram alcançados os critérios demonstrados no quadro 13, que visam resolver essa decisão sequencial.

Quadro 13 – Critérios relacionados às problemáticas D1 e D2

Critério	**Adequação segurança (C8) relacionada ao objetivo O8**
Função valor: Linear; Tipo de Escala: Discreto - 4 níveis; Direção do Critério: Maximização.	
Neste critério busca-se a melhor adequação entre capacidade tática operacional do servidor em relação ao alvo. O critério em questão será concebido a partir de dois atributos construídos, os dois com quatro níveis, sejam eles periculosidade do alvo e capacidade operacional do servidor.	
Nível atributo	Descrição Nível Atributo
4	Policial adequado em relação ao alvo – diferença da capacidade operacional do servidor em relação à periculosidade do alvo a igual ou maior que 0.
3	Policial inadequado em relação ao alvo - diferença da capacidade operacional do servidor em relação à periculosidade do alvo igual a -1.
2	Policial muito inadequado em relação ao alvo - diferença da capacidade operacional do servidor em relação à periculosidade do alvo igual a -2.
1	Policial muitíssimo inadequado em relação ao alvo – diferença da capacidade operacional do servidor em relação à periculosidade do alvo igual a -3.
Critério	**Adequação Técnica (C9) relacionada ao objetivo O9**
Função valor: Linear; Tipo de Escala: Discreto - 4 níveis; Direção do Critério: Maximização	
Nesse critério busca-se a melhor adequação entre capacidade técnica do servidor em relação às necessidades que o alvo apresenta na busca por formação de elementos de autoria e materialidade. Na formação de provas, cada alvo pode exigir dos policiais conhecimentos específicos nas áreas de tecnologia da informação, engenharia, bioquímica, contabilidade ou meio ambiente e patrimônio histórico. Assim, o critério em questão será construído a partir do relacionamento de 5 possíveis áreas de conhecimento, todas com quatro níveis.	
Nível atributo	Descrição Nível Atributo
4	Policial adequado em relação ao conhecimento necessário para formação de provas – diferença entre capacidade técnica do servidor em relação às necessidades que o alvo apresenta igual ou maior que 0.
3	Policial inadequado em relação ao conhecimento necessário para formação de provas – diferença entre capacidade técnica do servidor em relação às necessidades que o alvo apresenta igual a -1.
2	Policial muito inadequado em relação ao conhecimento necessário para formação de provas – diferença entre capacidade técnica do servidor em relação às necessidades que o alvo apresenta igual a -2.

1	Policial muitíssimo inadequado em relação ao conhecimento necessário para formação de provas – entre capacidade técnica do servidor em relação às necessidades que o alvo apresenta igual a -3.

Fonte: O autor.

O critério da adequação de segurança (C8) é derivado da diferença da capacidade técnica do policial em relação ao alvo em especifico, não da adequação geral da matéria prevista no critério C6. A construção dos atributos dos critérios C8 e C9 seguem a mesma sistemática do critério C6 apresentado no quadro 12. Assim, podemos relacionar os mesmos conforme os quadros 14 e 15.

O critério C9 divide-se em 5 áreas de conhecimento: tecnologia da informação (C9-1); engenharia (C9-2); bioquímica (C9-3); contabilidade (C9-4) e meio ambiente e patrimônio histórico (C9-5). Assim, na verdade, iremos tratar o referido critério como 5 critérios individuais, cada um relacionado a uma área de conhecimento especifica, de modo que o quadro 14 representa uma exemplificação desses.

Quadro 14 – Critério C8 desenvolvido a partir de dois atributos construídos

		Periculosidade do alvo – A3			
		Altíssima - 4	Alta - 3	Média - 2	Baixa - 1
Capacidade operacional do	Altíssima - 4	4 – 4 = **0** → adequado	4 – 3 = **1** → adequado	4 – 2 = **2** → adequado	4 – 1 = **3** → adequado
	Alta - 3	3 – 4 = **-1** → inadequado	3 – 3 = **0** → adequado	3 – 2 = **1** → adequado	3 – 1 = **2** → adequado
	Média- 2	2 – 4 = **-2** → muito inadequado	2 – 3 = **-1** → inadequado	2 – 2 = **0** → adequado	2 – 1 = **1** → adequado
	Baixa - 1	1 – 4 = **-3** → Muitíssimo inadequado	1 – 3 = **-2** → muito inadequado	1 – 2 = **-1** → inadequado	1 – 1 = **0** → adequado

Fonte: O autor.

Quadro 15 – Exemplificação dos 5 critérios relacionados ao C9

		Conhecimento técnico necessário em relação ao alvo – A5			
		Altíssima - 4	Alta - 3	Média - 2	Baixa - 1
Conhecimento técnico policial	Altíssima - 4	4 – 4 = **0** → adequado	4 – 3 = **1** → adequado	4 – 2 = **2** → adequado	4 – 1 = **3** → adequado
	Alta - 3	3 – 4 = **-1** → inadequado	3 – 3 = **0** → adequado	3 – 2 = **1** → adequado	3 – 1 = **2** → adequado
	Média- 2	2 – 4 = **-2** → muito inadequado	2 – 3 = **-1** → inadequado	2 – 2 = **0** → adequado	2 – 1 = **1** → adequado

	Baixa - 1	1 – 4 = **-3** → Muitíssimo inadequado	1 – 3 = **-2** → muito inadequado	1 – 2 = **-1** → inadequado	1 – 1 = **0** → adequado

Fonte: O autor.

3.1.4. Estabelecimento do espaço de ações, problemática e modelagem de preferências

Conforme Almeida (2013), a etapa do estabelecimento do espaço de ações pode ser dividida em 3 atividades: estabelecimento do espaço de ações, determinação da problemática e geração de alternativas. A estrutura do espaço de decisões das 3 decisões (D1, D2 e D3) são discretas, pois dada a equação X={$x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$}, todas têm o número de alternativas igual a n. Elas, também, são um conjunto de alternativas estável, pois elas não se alteram durante o processo de decisão.

As decisões D1 e D2 podem ser classificadas como fragmentadas, pois elas tratam das combinações de vários elementos de A. Por outro lado, a decisão D3 é um conjunto globalizado, pois todos os pares possíveis são combinados.

Em relação à determinação da problemática, podemos dizer que as decisões D1 e D2 referem-se à problemática de ordenação, pois buscam priorizar um grupo de policiais para atuarem em uma operação dentro ou fora do estado. A decisão D3 é referente a uma problemática de designação, pois ela busca a melhor forma de otimizar a alocação de servidores em relação aos alvos.

Durante as entrevistas, o decisor das problemáticas mostrou uma racionalidade compensatória. Em relação à decisão D2, o decisor mostrou preocupação em relação ao tempo gasto no processo decisório, uma situação corriqueira, que acontece mais de uma vez durante a semana. Por outro lado, a decisão D1 é menos habitual, o que permite uma análise mais aprofundada.

As decisões D1 e D2 possuem uma estrutura de preferência (P.I), pois a ordenação envolvendo as problemáticas necessitam de uma pré-ordem completa. Conforme Almeida (2013), sem a relação de indiferença temos uma ordem completa.

Assim podemos dizer que, dadas a racionalidade e as preferências do decisor, D1e D2 podem ser tratados com a família dos métodos aditivos. No estado em questão, o decisor tende a realizar *tradeoff* entre os critérios relacionados no quadro 11. Por outro lado, seria interessante analisar o problema de uma forma não

compensatória, uma vez que esse poderia ser um provável cenário alternativo em outro estado da federação, situação que seria melhor atendida por um método de sobreclassicação.

O resumo das características das 3 decisões relativas à estrutura do espaço de ações e determinação da problemática pode ser melhor comparado no quadro 16.

Quadro 16 – Resumo das características envolvendo as 3 decisões

	Atual Cenário – D1 e D2	D3
Estrutura do espaço de decisões	Método discreto	Método discreto
	Conjunto de alternativas estável	Conjunto de alternativas estável
	Conjunto de alternativas fragmentado	Conjunto de alternativas globalizado
Determinação da problemática	Problemática de ordenação	Caso particular da problemática de portfólio
	Racionalidade compensatória	
	Informação parcial	
	Ordem completa	
	Família dos aditivos	

Fonte: O autor.

Referente às problemáticas e consequente criação de alternativas, cabe ressaltar que, por simplificação, foi utilizada as preferências do decisor em exercício naquele momento, com base nos dados disponíveis naquele dado instante. Caso um novo decisor entre em questão ou ocorra uma mudança considerável no cenário será necessário reavaliar se o método considerado continua válido. Os 3 processos decisórios tiveram como base a estrutura do Estado de Pernambuco.

Na geração de alternativas, foram utilizados apenas os policiais do cargo de escrivão de Polícia Federal, mas a sistemática pode ser utilizada para os demais

cargos. Cada alvo necessita que um escrivão esteja na equipe, assim cada um deles será tratado como a simplificação da equipe.

No quadro 17 temos uma exemplificação da matriz de consequência utilizada. Por questão de segurança institucional e privacidade dos policiais, os dados utilizados nas matrizes de consequências são fictícios, mas representam de forma bastante próxima uma possível realidade. Os nomes foram substituídos por “S”, seguido de um respectivo número inteiro positivo.

Quadro 17 – Exemplificação da matriz consequência

Critério:	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9-1	C9-2	C9-3	C9-4	C9-5
S01	4	5	2	46	1	3	4	4	3	3	3	2	3
S02	2	4	1	37	2	2	4	1	3	1	4	2	3
S03	5	1	1	14	2	1	3	1	3	4	4	3	4

Fonte: O autor.

Os níveis dos atributos que formam a matriz consequência podem ser extraídos por diversos meios, conforme pode ser observado no quadro 18.

Quadro 18 – Fontes para coletas de dados

Critério	**Origem dos dados**
C1; C2; C3	Sistema de recursos humanos.
C4	Sistema de mobilização de servidores.
C5	Planilha setorial mantida e atualizada pelos chefes relacionados.
C6	Equipe de inteligência e planilha do setor de treinamento continuado.
C7	Planilha preenchida pelo servidor e homologada pelo DRCOR.
C8	Equipe de inteligência e planilha do setor de treinamento continuado.
C9-1; C9-2; C9-3; C9-4; C9-5	Equipe de inteligência e planilha preenchida por chefia imediata do servidor.

Fonte: O autor.

Apesar de, no cenário atual, o decisor possuir uma racionalidade compensatória, poderíamos ter a existência de um cenário hipotético, criado pela mudança da chefia da localidade em questão ou pela aplicação da metodologia em outro estado em que o decisor não queira compensar. Assim, é interessante analisar esse cenário com uma mudança da família de método multicritério.

3.1.5. Identificar fatores não controlados

A atividade policial é inerente a fatores não controlados, que não estão sob controle do decisor ou da própria instituição. Estimar periculosidade de um alvo, por exemplo, pode ser tratado como um critério probabilístico, mas que iria necessitar de todo um estudo dedicado em criminologia.

Assim, todos os critérios elencados no tópico 3.1 são tratados de forma determinística. Por conseguinte, no problema não serão modelados fatores não controlados.

3.2. D1 - OPERAÇÕES FORA DO ESTADO

Neste tópico será continuada a modelagem de preferências, iniciada na secção 3.1, que trata da avaliação intracritério e intercritério da decisão envolvendo a priorização de servidores para atuar em uma operação fora do estado. Em seguida, serão avaliadas as alternativas, testada a sensibilidade da solução e analisados os resultados. Por último, cabe elaborar a recomendação e a avaliar a implementação do modelo.

3.2.1. Efetuar modelagem de preferências

Um modelo é uma simplificação da realidade, que não pode simplificar ao ponto de representar erroneamente a realidade, nem ser tão complexo ao ponto de não ser compreendido (ALMEIDA, 2013). Conforme analisado no item 3.1, a ordenação com base na decisão D2 possui racionalidade compensatória, necessita de uma ordenação completa e considera o uso de informação parcial, de forma que se adequa ao uso da família critério único de síntese.

Assim, conforme relacionado o tópico 2.1.2.1 com as informações supracitadas, podemos dizer que método FITradeoff é um método robusto que trabalha com informações parciais e atende os requisitos da decisão D1. Essa indicação necessita de velocidade na resposta, assim o uso de um método que possua um sistema de

apoio à decisão (SAD) é de grande auxílio. A ferramenta pode ser acessada de forma gratuita pelo site www.fitradeoff.org.

3.2.2. Efetuar avaliação intracritério

A avaliação intracritério consiste em avaliar as alternativas (i) em relação aos critérios (j). Essa avaliação é realizada com base nas consequências dos resultados (*payoffs*). Um procedimento de normalização realiza uma transformação na escala de avaliação, nesse caso especifico entre os valores 0 e 1 (ALMEIDA, 2013).

Todos os critérios apresentados no quadro 11 são lineares, assim podemos utilizar a equação a seguir para representar o valor marginal associado e, consequentemente, realizar o procedimento de normalização:

$$v_{ij}(x_i) = \frac{x_i - Min(j)}{Max(j) - Min(j)}$$

Conforme citado no item 3.1.2.1 e com base na função valor acima, é possível definir o espaço de pesos, que permite a obtenção do primeiro resultado parcial, baseado nas alternativas potencialmente ótimas. Todas essas equações são calculadas pelo SAD do FITradeoff de forma transparente. A ferramenta utiliza uma ordenação inicial dos critérios com base nas preferências do decisor para tal feito, que é alcançada pela comparação par a par das consequências das alternativas, ou de forma direta, com base na ordenação global das mesmas.

3.2.3. Efetuar avaliação intercritério

Conforme supracitado, o FITradeoff é um método de agregação determinístico que utiliza a função valor global para realizar a comparação entre as alternativas: $v(a) = \sum k_j v_j(a)$. Assim, o decisor vai elicitando as consequências via comparações interativas, que vão alterando o espaço de pesos a cada pergunta e gerando uma nova pré-ordem completa. Na problemática de ordenação, o método coleta apenas as preferências estritas do decisor (FREJ; ALMEIDA; COSTA, 2019).

Durante a elicitação o SAD permite que o decisor interrompa o processo, volte etapas, realize a análise gráfica ou faça uma análise holística da problemática. Assim, é alcançada a flexibilidade e interatividade do sistema.

3.3. D2 - OPERAÇÕES DENTRO DO ESTADO

Neste tópico será continuada a modelagem de preferências, iniciada na secção 3.1.4, que trata da avaliação intracritério e intercritério da decisão envolvendo a priorização de servidores para atuar em uma operação dentro do estado. Em seguida, serão avaliadas as alternativas, testada a sensibilidade da solução e analisados os resultados. Por último, cabe elaborar a recomendação e avaliar a implementação do modelo.

3.3.1. Efetuar modelagem de preferências

Conforme analisado no item 4.1.4, a decisão D2, também, se relaciona com informação parcial, e com uma racionalidade compensatória. Por outro lado, a decisão D2 tem uma recorrência maior e exige um tempo de resposta menor, de modo que um processo de elicitação longo pode acarretar na impossibilidade de se utilizar a metodologia anteriormente proposta.

O método SMARTER, por necessitar apenas da ordenação das constantes de escala, torna mais simples o processo de elicitação das importâncias relativas entre os critérios. Assim, ele se mostra adequado como ferramenta para oferecer suporte nessa tomada de decisão.

A utilização do ROC ganha relevância nessa necessidade de tomada de decisão rápida, pois a utilização de pesos permite um julgamento simplificado, de modo que o decisor não necessita fornecer valores exatos dos parâmetros envolvidos.

3.3.2. Efetuar avaliação intracritério e intercritério

Nessa fase não apenas se obtém a função valor de todos os critérios, mas também a conversão para uma mesma escala de avaliação. Conforme Almeida

(2013), a tarefa consiste em avaliar da melhor para a pior consequência, com a utilização de uma função linear, que terá valores extremos na escala entre 0 e 100, conforme pode ser observado no quadro 19.

Quadro 19 – Matriz de avaliação do método SMARTER

	Critérios						
Alternativas	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
S01	$v_1(S01)$	$v_2(S01)$	$v_3(S01)$	$v_4(S01)$	$v_5(S01)$	$v_6(S01)$	$v_7(S01)$
S02	$v_1(S02)$	$v_2(S02)$	$v_3(S02)$	$v_4(S02)$	$v_5(S02)$	$v_6(S02)$	$v_7(S02)$
S03	$v_1(S03)$	$v_2(S03)$	$v_3(S03)$	$v_4(S03)$	$v_5(S03)$	$v_6(S03)$	$v_7(S03)$
...	...	...	...	...	...	...	...
S_n	$v_1(s_n)$	$v_2(s_n)$	$v_3(s_n)$	$v_4(s_n)$	$v_5(s_n)$	$v_6(s_n)$	$v_7(s_n)$

Fonte: O autor.

Por conseguinte, podemos dizer que a avaliação intracritério, nesse caso, por ser da família dos critérios únicos de síntese, consiste na obtenção da função valor de cada atributo, visto que estamos diante de funções lineares.

Com a consolidação da matriz de avaliação, pode-se dar continuidade ao processo de ordenação. Almeida (2013) e Edwards e Barron (1994) afirmam a existência de 9 etapas para implementação do método SMARTS. O método SMARTER é análogo, apenas com a mudança da etapa referente à obtenção de pesos. Assim, podemos resumir a avaliação intercritério do SMARTER nas 3 etapas a seguir:

- Efetuar ordenação dos critérios: trata-se do primeiro processo de *swing*, que possui a finalidade de ordenar os critérios. O procedimento constitui-se da criação de uma alternativa hipotética com desempenho ruim em todos os critérios, posteriormente se pede ao decisor, com base nas suas preferências, para escolher um critério desta para elevar ao valor máximo. O critério escolhido será o de maior valor da constante de escala. O procedimento vai se repetindo até se obter a ordenação entre todos os critérios.
- Obtenção dos pesos: com a ordenação completa, pode-se utilizar o ROC para determinação das constantes de escala, conforme fórmula apresentada no item 3.1.2.2. Assim, os critérios das primeiras posições terão os maiores pesos.

- Efetuar agregação aditiva e escolher: com as constantes de escala obtidas, é possível realizar a agregação aditiva dos critérios para cada alternativa. Assim, utiliza-se a fórmula do modelo aditivo: $U_h = \sum_{\lambda=1}^{k} w_k u_h(x_{hk})$, onde w_k é o valor da constante de escala do critério, u_h o valor unidimensional do atributo, h o número de alternativas e λ o índice das dimensões de valor.

3.4 D3 - DESIGNAÇÃO DE SERVIDORES EM RELAÇÃO AO ALVO – PROCESSO DE OTIMIZAÇÃO

Criadas as alternativas com base na decisão D2, pode ser dado início à modelagem de preferências e verificação de pesos dos processos de otimização da decisão D3. Posteriormente, pode ser realizada a agregação dos valores e efetuada a designação propriamente dita. Uma vez realizado o processo de alocação, é possível realizar a análise de sensibilidade, dos resultados e elaborar as recomendações. Com o processo de ordenação D2 e designação D3 terminados, é possível analisar a implementação da decisão.

A agregação de valores surge pelo fato de ser necessário realizar a comparação entre as alternativas com base em 6 critérios. Dessa forma, é necessário um procedimento para juntar os quadros referentes à matriz de consequências e as dos alvos, fornecida pela equipe de investigação, a fim de obter a combinação ótima de policiais que, nesse caso, minimize a função objetivo.

No critério relacionado a segurança é interessante que não sejam utilizados servidores inadequados em relação ao alvo, pois a preservação da vida deve sempre ser priorizada. Assim, serão realizadas duas abordagens: uma que considerada os 6 critérios técnicos para adequar de uma forma direta entre o nível técnico dos servidores e dos alvos; outra, irá primeiro otimizar os policiais que atendam os níveis de periculosidade dos alvos do mais alto para o mais baixo, conforme será melhor explicado nos tópicos a seguir.

Os processos de otimização propostos neste trabalho são decisões que tem que ser tomada de forma rápida devido a serem realizadas pouco tempo antes da deflagração das operações. Assim, não há tempo hábil para o decisor realizar compensações entre os critérios de forma a ter pesos individuais para cada alvo. Por

conseguinte, o foco em questão foi invalidar graus de inadequação, ou seja um excesso de capacidade técnica é ignorado pelo modelo.

3.4.1. Designação direta

A abordagem inicialmente proposta será realizar uma designação direta dos 6 critérios, de modo que possa existir uma situação em que seja selecionado um servidor com conhecimento operacional inadequado em relação a periculosidade do alvo, mas que devido a uma melhoria na arrecadação de prova seja o mais indicado. Ou seja, os critérios são tratados equanimemente durante o processo de designação, não havendo distinção entre os mesmos.

Por conseguinte, com base na fórmula apresentada no tópico 2.1.3, podemos dizer que x_{ij} é uma variável binária, que pode possuir valor 1, caso o policial i esteja associado ao alvo j, ou 0, caso não esteja alocado ao alvo. Assim, é possível construir a matriz consequência com o valor agregado de cada servidor em relação ao alvo.

A agregação de valores surge pelo fato de ser necessário realizar a comparação entre as alternativas com base em 6 critérios. Dessa forma, é necessário um procedimento para juntar os quadros referentes à matriz de consequências e as dos alvos, fornecida pela equipe de investigação, a fim de obter a combinação ótima de policiais que, nesse caso, maximize a função objetivo.

Os quadros utilizados como base para realizar a agregação estão exemplificados nos quadros 20 e 21. O primeiro associa o nível de conhecimento de cada policial relacionado a cada critério, com base nos atributos apresentados no quadro 13. O segundo quadro é fornecido pela equipe de investigação que definiu os pré-requisitos ideias em relação ao alvo para formação de prova.

Conforme descrito no quadro 13, para agregar esses valores, é necessário realizar uma comparação entre os valores de atributos de cada servidor(r) em relação ao de cada alvo(t) para cada critério, que é alcançada pela fórmula $L_{n,m}^{j} = r_{nj} - t_{mj}$, onde *j* é o critério, *n* é a posição do servidor e *m* a disposição do alvo. Assim, teremos uma matriz resultante exemplificada no quadro 22 como uma que realizada a agregação entre quatro alvos e quatro servidores.

Quadro 20 – Exemplificação da matriz consequência relacionada ao policial

C8	C9-1	C9-2	C9-3	C9-4	C9-5
$r_{1,8}$	$r_{1,9-1}$	$r_{1,9-2}$	$r_{1,9-3}$	$r_{1,9-4}$	$r_{1,9-5}$
$r_{2,8}$	$r_{2,9-1}$	$r_{2,9-2}$	$r_{2,9-3}$	$r_{2,9-4}$	$r_{2,9-5}$
$r_{3,8}$	$r_{3,9-1}$	$r_{3,9-2}$	$r_{3,9-3}$	$r_{3,9-4}$	$r_{3,9-5}$
$r_{4,8}$	$r_{4,9-1}$	$r_{4,9-2}$	$r_{4,9-3}$	$r_{4,9-4}$	$r_{4,9-5}$

Fonte: O autor.

Quadro 21 – Exemplificação dos requisitos de cada área relativa ao alvo

C8	C9-1	C9-2	C9-3	C9-4	C9-5
$t_{1,8}$	$t_{1,9-1}$	$t_{1,9-2}$	$t_{1,9-3}$	$t_{1,9-4}$	$t_{1,9-5}$
$t_{2,8}$	$t_{2,9-1}$	$t_{2,9-2}$	$t_{2,9-3}$	$t_{2,9-4}$	$t_{2,9-5}$
$t_{3,8}$	$t_{3,9-1}$	$t_{3,9-2}$	$t_{3,9-3}$	$t_{3,9-4}$	$t_{3,9-5}$
$t_{4,8}$	$t_{4,9-1}$	$t_{4,9-2}$	$t_{4,9-3}$	$t_{4,9-4}$	$t_{4,9-5}$

Fonte: O autor.

Quadro 22 – Exemplificação matriz de parcial agregação de valores

	C8	C9-1	C9-2	C9-3	C9-4	C9-5
S1 - T1	$L_{1,1}^{8} = r_{1,8} - t_{1,8}$	$L_{1,1}^{9-1} = r_{1,9-1} - t_{1,9-1}$	$L_{1,1}^{9-2} = r_{1,9-2} - t_{1,9-2}$	$L_{1,1}^{9-3} = r_{1,9-3} - t_{1,9-3}$	$L_{1,1}^{9-4} = r_{1,9-4} - t_{1,9-4}$	$L_{1,1}^{9-5} = r_{1,9-5} - t_{1,9-5}$
S1 - T2	$L_{1,2}^{8} = r_{1,8} - t_{2,8}$	$L_{1,2}^{9-1} = r_{1,9-1} - t_{2,9-1}$	$L_{1,2}^{9-2} = r_{1,9-2} - t_{2,9-2}$	$L_{1,2}^{9-3} = r_{1,9-3} - t_{2,9-3}$	$L_{1,2}^{9-4} = r_{1,9-4} - t_{2,9-4}$	$L_{1,2}^{9-5} = r_{1,9-5} - t_{2,9-5}$
S1 - T3	$L_{1,3}^{8} = r_{1,8} - t_{3,8}$	$L_{1,3}^{9-1} = r_{1,9-1} - t_{3,9-1}$	$L_{1,3}^{9-2} = r_{1,9-2} - t_{3,9-2}$	$L_{1,3}^{9-3} = r_{1,9-3} - t_{3,9-3}$	$L_{1,3}^{9-4} = r_{1,9-4} - t_{3,9-4}$	$L_{1,3}^{9-5} = r_{1,9-5} - t_{3,9-5}$
S1 - T4	$L_{1,4}^{8} = r_{1,8} - t_{4,8}$	$L_{1,4}^{9-1} = r_{1,9-1} - t_{4,9-1}$	$L_{1,4}^{9-2} = r_{1,9-2} - t_{4,9-2}$	$L_{1,4}^{9-3} = r_{1,9-3} - t_{4,9-3}$	$L_{1,4}^{9-4} = r_{1,9-4} - t_{4,9-4}$	$L_{1,4}^{9-5} = r_{1,9-5} - t_{4,9-5}$
S2 - T1	$L_{2,1}^{8} = r_{2,8} - t_{1,8}$	$L_{2,1}^{9-1} = r_{2,9-1} - t_{1,9-1}$	$L_{2,1}^{9-2} = r_{2,9-2} - t_{1,9-2}$	$L_{2,1}^{9-3} = r_{2,9-3} - t_{1,9-3}$	$L_{2,1}^{9-4} = r_{2,9-4} - t_{1,9-4}$	$L_{2,1}^{9-5} = r_{2,9-5} - t_{1,9-5}$
S2 - T2	$L_{2,2}^{8} = r_{2,8} - t_{2,8}$	$L_{2,2}^{9-1} = r_{2,9-1} - t_{2,9-1}$	$L_{2,2}^{9-2} = r_{2,9-2} - t_{2,9-2}$	$L_{2,2}^{9-3} = r_{2,9-3} - t_{2,9-3}$	$L_{2,2}^{9-4} = r_{2,9-4} - t_{2,9-4}$	$L_{2,2}^{9-5} = r_{2,9-5} - t_{2,9-5}$
S2 - T3	$L_{2,3}^{8} = r_{2,8} - t_{3,8}$	$L_{2,3}^{9-1} = r_{2,9-1} - t_{3,9-1}$	$L_{2,3}^{9-2} = r_{2,9-2} - t_{3,9-2}$	$L_{2,3}^{9-3} = r_{2,9-3} - t_{3,9-3}$	$L_{2,3}^{9-4} = r_{2,9-4} - t_{3,9-4}$	$L_{2,3}^{9-5} = r_{2,9-5} - t_{3,9-5}$
S2 - T4	$L_{2,4}^{8} = r_{2,8} - t_{4,8}$	$L_{2,4}^{9-1} = r_{2,9-1} - t_{4,9-1}$	$L_{2,4}^{9-2} = r_{2,9-2} - t_{4,9-2}$	$L_{2,4}^{9-3} = r_{2,9-3} - t_{4,9-3}$	$L_{2,4}^{9-4} = r_{2,9-4} - t_{4,9-4}$	$L_{2,4}^{9-5} = r_{2,9-5} - t_{4,9-5}$

S3 - T1	$L_{3,1}^{8} = r_{3,8} - t_{1,8}$	$L_{3,1}^{9-1} = r_{3,9-1} - t_{1,9-1}$	$L_{3,1}^{9-2} = r_{3,9-2} - t_{1,9-2}$	$L_{3,1}^{9-3} = r_{3,9-3} - t_{1,9-3}$	$L_{3,1}^{9-4} = r_{3,9-4} - t_{1,9-4}$	$L_{3,1}^{9-5} = r_{3,9-5} - t_{1,9-5}$
S3 - T2	$L_{3,2}^{8} = r_{3,8} - t_{2,8}$	$L_{3,2}^{9-1} = r_{3,9-1} - t_{2,9-1}$	$L_{3,2}^{9-2} = r_{3,9-2} - t_{2,9-2}$	$L_{3,2}^{9-3} = r_{3,9-3} - t_{2,9-3}$	$L_{3,2}^{9-4} = r_{3,9-4} - t_{2,9-4}$	$L_{3,2}^{9-5} = r_{3,9-5} - t_{2,9-5}$
S3 - T3	$L_{3,3}^{8} = r_{3,8} - t_{3,8}$	$L_{3,3}^{9-1} = r_{3,9-1} - t_{3,9-1}$	$L_{3,3}^{9-2} = r_{3,9-2} - t_{3,9-2}$	$L_{3,3}^{9-3} = r_{3,9-3} - t_{3,9-3}$	$L_{3,3}^{9-4} = r_{3,9-4} - t_{3,9-4}$	$L_{3,3}^{9-5} = r_{3,9-5} - t_{3,9-5}$
S3 - T4	$L_{3,4}^{8} = r_{3,8} - t_{4,8}$	$L_{3,4}^{9-1} = r_{3,9-1} - t_{4,9-1}$	$L_{3,4}^{9-2} = r_{3,9-2} - t_{4,9-2}$	$L_{3,4}^{9-3} = r_{3,9-3} - t_{4,9-3}$	$L_{3,4}^{9-4} = r_{3,9-4} - t_{4,9-4}$	$L_{3,4}^{9-5} = r_{3,9-5} - t_{4,9-5}$
S4 - T1	$L_{4,1}^{8} = r_{4,8} - t_{1,8}$	$L_{4,1}^{9-1} = r_{4,9-1} - t_{1,9-1}$	$L_{4,1}^{9-2} = r_{4,9-2} - t_{1,9-2}$	$L_{4,1}^{9-3} = r_{4,9-3} - t_{1,,9-3}$	$L_{4,1}^{9-4} = r_{4,9-4} - t_{1,9-4}$	$L_{4,1}^{9-5} = r_{4,9-5} - t_{1,9-5}$
S4 - T2	$L_{4,2}^{8} = r_{4,8} - t_{2,8}$	$L_{4,2}^{9-1} = r_{4,9-1} - t_{2,9-1}$	$L_{4,2}^{9-2} = r_{4,9-2} - t_{2,9-2}$	$L_{4,2}^{9-3} = r_{4,9-3} - t_{2,,9-3}$	$L_{4,2}^{9-4} = r_{4,9-4} - t_{2,9-4}$	$L_{4,2}^{9-5} = r_{4,9-5} - t_{2,9-5}$
S4 - T3	$L_{4,3}^{8} = r_{4,8} - t_{3,8}$	$L_{4,3}^{9-1} = r_{4,9-1} - t_{3,9-1}$	$L_{4,3}^{9-2} = r_{4,9-2} - t_{3,9-2}$	$L_{4,3}^{9-3} = r_{4,9-3} - t_{3,9-3}$	$L_{4,3}^{9-4} = r_{4,9-4} - t_{,9-4}$	$L_{4,3}^{9-5} = r_{4,9-5} - t_{3,9-5}$
S4 - T4	$L_{4,4}^{8} = r_{4,8} - t_{4,8}$	$L_{4,4}^{9-1} = r_{4,9-1} - t_{4,9-1}$	$L_{4,4}^{9-2} = r_{4,9-2} - t_{4,9-2}$	$L_{4,4}^{9-3} = r_{4,9-3} - t_{4,9-3}$	$L_{4,4}^{9-4} = r_{4,9-4} - t_{4,9-4}$	$L_{4,4}^{9-5} = r_{4,9-5} - t_{4,9-5}$

Fonte: O autor.

Uma vez montada a matriz parcial de agregação de valores, é necessário realizar o somatório das linhas para se ter os valores agregados das relações dos requisitos técnicos dos policiais com os alvos em todos os critérios, que está representada pela letra R, conforme exemplificado no quadro 23.

Quadro 23 – Valor agregado da relação em todos os critérios

Valor agregado de todos os critérios
$R_{S1,T1} = \sum L_{1,1}^{8} + L_{1,1}^{9-1} + L_{1,1}^{9-2} + L_{1,1}^{9-3} + L_{1,1}^{9-4} + L_{1,1}^{9-5}$
$R_{S1,T2} = \sum L_{1,2}^{8} + L_{1,2}^{9-1} + L_{1,2}^{9-2} + L_{1,2}^{9-3} + L_{1,2}^{9-4} + L_{1,2}^{9-5}$
$R_{S1,T3} = \sum L_{1,3}^{8} + L_{1,3}^{9-1} + L_{1,3}^{9-2} + L_{1,3}^{9-3} + L_{1,3}^{9-4} + L_{1,3}^{9-5}$
...

$$R_{S4,T4} = \sum L_{4,4}^{8} + L_{4,4}^{9-1} + L_{4,4}^{9-2} + L_{4,4}^{9-3} + L_{4,4}^{9-4} + L_{4,4}^{9-5}$$

Fonte: O autor.

Com a determinação do valor agregado das relações alvo e servidor é possível dar continuidade na problemática da alocação, que tem como base o uso do simplex para problemas de transporte. Nessa situação, buscam-se os valores máximos que representaram a melhor adequação do policial em relação ao alvo. No quadro 24 temos o problema já estruturado para utilização da metodologia apresentada no item 3.1.3.

Quadro 24 – Matriz de agregação de valores para problemática da designação

	Servidor			
Alvo	S1	S2	S3	S4
T1	$R_{S1,T1}$	$R_{S1,T2}$	$R_{S1,T3}$	$R_{S1,T4}$
T2	$R_{S2,T1}$	$R_{S2,T2}$	$R_{S2,T3}$	$R_{S2,T4}$
T3	$R_{S3,T1}$	$R_{S3,T2}$	$R_{S3,T3}$	$R_{S3,T4}$
T4	$R_{S4,T1}$	$R_{S4,T2}$	$R_{S4,T3}$	$R_{S4,T4}$

Fonte: O autor.

Conforme Davoodi, Hagh e Zadeh (2014), o algoritmo Simplex é da família dos métodos de otimização global, que trata de um procedimento matricial para resolver problemas de programação linear. Assim, podemos ver que a problemática em questão se adequa a tal situação.

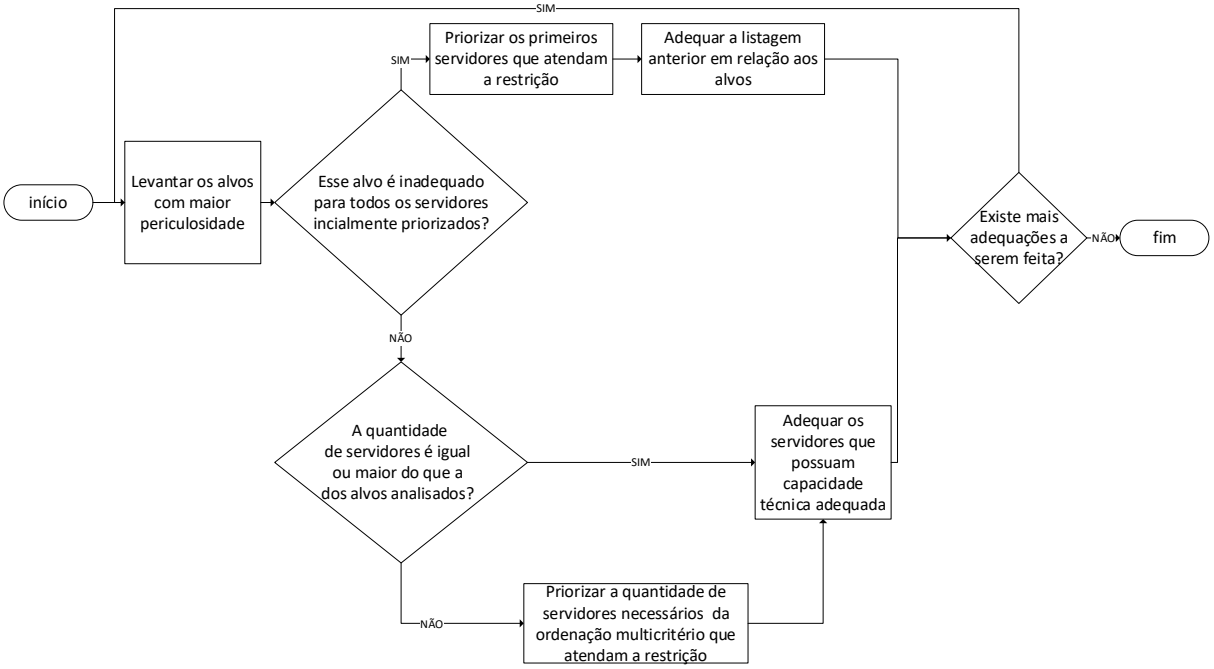
A designação será efetuada com base na fórmula apresentada no item 3.1.3 e no posterior uso do algoritmo Simplex, desenvolvido para o problema do transporte. Devido à necessidade de rápida resposta, será utilizada como ferramenta de apoio a Solver, que integra o aplicativo Excel, pois ela é considerada uma ferramenta adequada para o processo em questão (HILLIER, 2013).

3.4.2. Designação considerando a adequação entre capacidade operacional e periculosidade de forma prioritária.

A abordagem que considera a adequação da segurança do servidor com relação ao alvo prioritária, ela irá inicialmente adequar esse critério para posteriormente seguir aos demais. Assim, inicialmente será analisado os servidores que tenham o nível adequado para os alvos com maior periculosidade, mesmo que ele não esteja no grupo inicialmente priorizado. Ou seja, caso tenha um alvo com periculosidade maior do que todos do grupo indicado para priorização será escolhido o primeiro que atenda essa requisito dada a ordenação estabelecida pela decisão multicritério anterior.

Na figura 9 está demostrado o fluxograma de como deve ser analisada a adequação desse critério 8. Inicialmente deve ser levantado qual o alvo com maior periculosidade, com esse valor é possível analisar se existe algum policial adequado para atender a demanda. Caso a periculosidade do alvo seja maior que todos os servidores será necessário priorizar da ordenação multicritério o quantitativo que atenda essa necessidade e retirar das priorização os últimos lugares em mesma quantidade. Por outro lado, caso existam servidores que atendam essa restrição de segurança eles devem ser designados para esses alvos, mas esse quantitativo pode ser complementado caso não seja suficiente com base na mesma regra anterior.

Figura 9 – Fluxograma da adequação priorizando o critério C8



Fonte: O autor.

O processo de designação em si deve seguir os mesmos moldes do proposto no tópico anterior, apenas adequando a listagem de entrada de servidores adequados a periculosidade dos alvos, conforme método supracitado.

3.5. AVALIAR ALTERNATIVAS E ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

Uma vez o modelo de decisão consolidado e pronto para uso, é possível realizar uma avaliação global das alternativas. Assim, é possível aplicar o método com base nas preferências do decisor e alcançar a ordenação ideal, tanto no caso da problemática do envio para outro estado, quanto no caso da atuação dentro da mesma lotação do servidor. Convém, novamente, comentar que esse modelo trata das peculiaridades do Estado de Pernambuco e da criação de um cenário hipotético em que o decisor tivesse uma mudança de racionalidade.

Com os métodos aplicados são geradas as recomendações preliminares, com base nas análises da robustez dos resultados. Assim, a análise de sensibilidade confronta as relações dos dados de entrada com os parâmetros empregados, ou seja: mede o impacto na saída provocado por uma modificação na entrada.

No caso da ordenação em específico, se mede a alteração da ordem final com base em uma mudança na origem, de modo a indicar pontos em que o modelo é mais sensível (ALMEIDA, 2013).

3.6. ANALISAR RESULTADOS E ELABORAR RECOMENDAÇÃO

Para a problemática da ordenação, os valores limiares podem alterar facilmente a ordem final das alternativas, caso elas tenham valores próximos, mas tal situação pode não trazer grande impacto por serem adjuntas.

Desse modo, alcançados os resultados e analisada a consistência dos mesmos (para saber se estão de acordo com as preferências do decisor), será elaborada uma recomendação para o decisor.

3.7. IMPLEMENTAR DECISÃO

A aplicação das metodologias pensadas pode ser implementada de imediato, sem a necessidade da procrastinação. Mas, para que elas sejam bem aceitas pelos policiais envolvidos, é interessante realizar palestras com um resumo das metodologias, para que todos entendam os objetivos relacionados, bem como o funcionamento das abordagens multicritério.

Para atender a necessidade da rápida tomada de decisão, também será necessária a integração dos bancos de dados envolvidos, para que as informações estejam sempre disponíveis e permitam o pronto emprego das ferramentas de apoio à decisão multicritério e de designação.

3.8. PRIORIZAÇÃO EM CENÁRIO HIPOTÉTICO COM MUDANÇA DE RACIONALIDADE

Neste tópico será continuada a modelagem de preferências, iniciada na secção 3.1, que trata da avaliação intracritério e intercritério da decisão envolvendo a priorização de servidores para atuar em uma operação, mas com mudança de racionalidade. Posteriormente, serão avaliadas as alternativas e testada a sensibilidade da solução. Por último, com os resultados elaborados, serão criadas as recomendações.

3.8.1. Efetuar modelagem de preferências

Conforme analisado no item 3.2, pode ocorrer de ser necessária a mudança de racionalidade para não compensatória, devido à mudança de chefia ou aplicação em outro estado, sendo adequado o uso do método PROMETHEE II com a inserção da metodologia ROC. Essa adequação ocorre devido à necessidade de resposta muito rápida por parte do decisor, que nesse caso, necessita apenas ordenar as prioridades dos critérios. Essa ordenação de pesos tende a se manter no curto espaço de tempo.

Fundamentado em Clemente (2015) podemos compreender que o PROMETHEE-ROC permite a ordenação dos policiais com base na informação ordinal dos critérios de avaliação passada pelo decisor. Assim, temos um julgamento

simplificado dos valores dos pesos, que ganha relevância quando o decisor não tem segurança sobre os valores exatos dos parâmetros envolvidos.

Apesar de não ser o tipo de racionalidade do decisor do Estado de Pernambuco, foi utilizada a ordenação de pesos alcançada pelo método FITradeoff para efetuar o mapeamento do cenário.

3.8.2. Efetuar Avaliação intracritério e intercritério

Em relação aos critérios apresentados no quadro 11, é possível considerar que a análise dos limiares de indiferença e preferência nos levam a observar que todos eles são considerados Critério Usual. Assim, não é necessário definir parâmetros de limiares de indiferença e preferência, conforme pode ser melhor observado no quadro 4.

Conforme Brans e Vincke (1985), esses limiares são valores nulos e a diferença de desempenho entre as alternativas representam uma preferência estrita.

Conforme observado na secção 2, a avaliação intercritério do PROMETHEE é diferente dos métodos aditivos, compensatórios. Pois, os pesos nesses métodos de sobreclassificação são graus de importâncias e não constante de escala. Assim, temos uma combinação dos critérios representada pela soma dos mesmos.

No caso do PROMETHEE-ROC, o cálculo dos pesos é obtido com base na ordem de preferência fornecida pelo decisor, não sendo necessário avaliação adicional, conforme fórmula a seguir:

$$p_i = \frac{1}{m} \sum_{j=i}^{m} \frac{1}{j}$$

Onde,

$$p_1 > p_2 > \cdots > p_i > \cdots p_m$$

$$p_1 = (1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \cdots + \frac{1}{m})/m$$

$$p_2 = (0 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \cdots + \frac{1}{m})/m$$

$$p_3 = (0 + 0 + \frac{1}{3} + \cdots + \frac{1}{m})/m$$

$$p_m = (0 + 0 + 0 + \cdots + \frac{1}{m})/m$$

Conforme o quadro 4, uma vez os graus estabelecidos, é possível calcular os fluxos positivos e negativos para cada alternativa e obter uma ordenação parcial. A pré-ordem completa é obtida com o cálculo do fluxo total, que é baseado nos fluxos positivos e negativos previamente encontrados.

A interface disponibilizada no site http://insid.org.br/produtos/promethee-roc/ realiza de forma transparente a avaliação intracritério, sendo necessário apenas o fornecimento da ordenação dos critérios com base nas preferências do decisor.

3.8.3. Avaliar alternativas, sensibilidade e resultados

Uma vez as alternativas ordenadas, é possível avaliar a sensibilidade e os resultados parciais alcançados, que serão realizados conforme a metodologia proposta nos itens 4.4 e 4.5.

3.9. CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

O Value-focused thinking – VFT, permite estruturar a problemática em razão dos valores, de forma que se busquem os objetivos institucionais (KEENEY, 1996). Com a questão estruturada, é possível realizar uma análise multicritério, pois teremos diversos objetivos conflitantes, nos quais o decisor terá que decidir quais são suas preferências (ALMEIDA, 2015).

As decisões multicritério tratadas envolvem a priorização de servidores e tratam da problemática de ordenação. Na priorização de servidores para atuarem no Estado de Pernambuco, o decisor tende a compensar os critérios. Por outro lado, devido à mudança de chefia ou para atender outro estado, poderia existir o caso do decisor tender a não compensar os critérios. Quando estamos diante da decisão de priorizar

policiais para atuarem dentro do estado, necessitamos de uma decisão posterior para melhor designar os servidores em relação aos alvos.

De tudo o que foi aqui exposto e demonstrado, podemos concluir que a metodologia proposta traria grandes ganhos à Polícia Federal como um todo, pois a abordagem multicritério nas decisões permite uma escolha mais justa e mais segura.

4 APLICAÇÃO DO MODELO DE DECISÃO PARA PRIORIZAÇÃO DE POLICIAIS AO EXECUTAREM UMA OPERAÇÃO

Conforme modelo detalhado anteriormente, este capítulo trata da aplicação da metodologia proposta, com base nas preferências do decisor do Estado de Pernambuco, para priorização de policiais ao executarem operações dentro e fora do estado de sua lotação. Será considerado apenas o cargo de Escrivão de Polícia Federal e que cada equipe contém um policial desse cargo.

Apesar dos objetivos e critérios serem os reais pretendidos, as informações relativas aos dados quantitativos da Polícia Federal (e aos dados pessoais de servidores) tiveram que ser alteradas, ou seja: não representam inteiramente a realidade, devido à natureza sigilosa das informações. Mas, eles são factíveis e verossimilhantes, poderiam ocorrer em certo momento no estado em questão ou em algum outro da federação. Em relação à utilização apenas do cargo de escrivão, a sistemática pode ser utilizada para os demais cargos sem maiores prejuízos ou adaptações.

Assim, será considerada a priorização de servidores para atender a uma operação policial relacionada ao desvio de recursos públicos em uma construção de uma estação de tratamento de dejetos em uma fábrica federal de hemoderivados. Será, também, considerado que a autoridade policial responsável pela investigação tenha informado a necessidade de 10 escrivães para deflagração da devida operação.

A primeira parte dessa metodologia refere-se à priorização de 10 escrivães para prestarem auxilio ao estado do Pará em uma operação no contexto supracitado, que demandará 5 dias de atuação dos servidores, considerando o devido tempo de locomoção da equipe. Nesse caso será utilizado o método FITradeoff para ordenação dos referidos policiais.

A segunda parte é referente à priorização de 10 escrivães para aturem em uma operação dentro do próprio Estado de Pernambuco. Nesse caso será necessário, ainda, efetuar uma designação do policial em relação ao alvo, para ter um melhor despenho de segurança e na obtenção de provas de autoria e materialidade. Assim,

incialmente será realizada uma ordenação com base no método SMARTER seguida de uma designação com base na utilização da ferramenta Solver integrante do Excel.

Durante o processo de entrevistas com o decisor, com base no cenário criado e nas fictícias informações da equipe de investigação, a periculosidade da matéria criminal dessa operação de desvio foi considerada por consenso ser de nível 1 (baixo), e as equipes necessitaram, a depender do alvo, de conhecimentos em engenharia, meio ambiente, contabilidade, bioquímica entre outros.

Os objetivos, os critérios e os fatores não controlados pensados no capítulo anterior, podem ser aplicados nessas decisões multicritério e designação proposta. Assim, o espaço de ações e problemáticas definidos no quadro 16 e os critérios definidos nos quadros 11 e 13 serão utilizados na presente avaliação. Com base na matriz exemplificada no quadro 17 e na periculosidade da matéria investigada baixa, é possível a confecção da matriz de consequências para as decisões referentes à ordenação, conforme demostrado no quadro 25. Cabe recapitular que: C1 se refere ao critério referente à qualidade de vida do servidor; C2 ao impacto setor; C3 ao impacto superintendência; C4 à missões anteriores; C5 ao impacto serviços de inteligência e atendimento ao público; C6 à adequação tática operacional; C7 ao reconhecimento do trabalho dos servidores.

Quadro 25 – Matriz de consequência das decisões envolvendo ordenação

	C1	**C2**	**C3**	**C4**	**C5**	**C6**	**C7**
S01	4	5	2	46	1	3	4
S02	2	4	1	37	2	2	4
S03	5	1	1	14	2	1	3
S04	1	1	1	60	3	4	3
S05	5	1	1	6	2	2	1
S06	1	5	3	45	1	1	1
S07	1	5	1	39	3	4	3
S08	1	4	2	11	1	4	3
S09	1	5	1	18	1	3	4
S10	3	4	1	12	2	2	3
S11	1	1	1	57	1	1	4
S12	1	1	1	47	1	3	2
S13	3	4	1	6	1	2	4
S14	1	4	3	22	1	4	1

S15	1	5	3	35	2	4	4
S16	2	5	3	13	1	1	3
S17	4	1	1	36	1	1	3
S18	5	1	1	30	2	3	2
S19	4	4	2	45	3	2	1
S20	1	4	3	3	1	4	1
S21	3	1	1	52	3	3	3
S22	4	4	2	35	1	2	2
S23	5	5	1	35	3	3	3
S24	2	1	1	21	1	3	4
S25	4	4	2	43	1	2	4
S26	4	4	1	20	2	1	1
S27	2	1	1	23	1	3	2
S28	2	5	3	15	3	1	3
S29	1	5	1	57	3	1	2
S30	5	4	1	7	1	1	4
S31	3	1	1	59	1	2	4

Fonte: O autor.

Com os escrivães, representados pela letra S seguida de um número ordinal, temos um total de 31 linhas que se relacionam aos 7 critérios apresentados no capítulo 4. Os valores do critério C6 utilizaram como base os valores do apêndice A e das fórmulas apresentadas no tópico 3.2

Em virtude de a metodologia poder ser aplicada em outro estado brasileiro ou da possibilidade de ocorrer uma mudança da chefia no Estado de Pernambuco, também será analisado um cenário alternativo hipotético em que o decisor tenha uma racionalidade não compensatória, diferentemente do atual. Assim, caso tal cenário ocorra, a problemática poderia ser aplicada.

4.1. APLICAÇÃO DO MÉTODO FITRADEOFF PARA ORDENAÇÃO DE POLICIAIS AO EXECUTAREM UMA OPERAÇÃO POLICIAL EM OUTRO ESTADO

Neste tópico serão apresentados os resultados do método FITradeoff, com base na metodologia e critérios dantes anunciados, para ordenação de servidores com a finalidade de dispor uma lista que auxilie na priorização desses policiais para aturem numa operação policial em outro estado. Conforme Melo e de Almeida (2022a), nessa

situação o decisor possui tempo para tomar a decisão, pois ela ocorre em menor periodicidade, assim ele pode realizar todo o processo de elicitação com cautela.

4.1.1. Efetuar avaliação intercritério

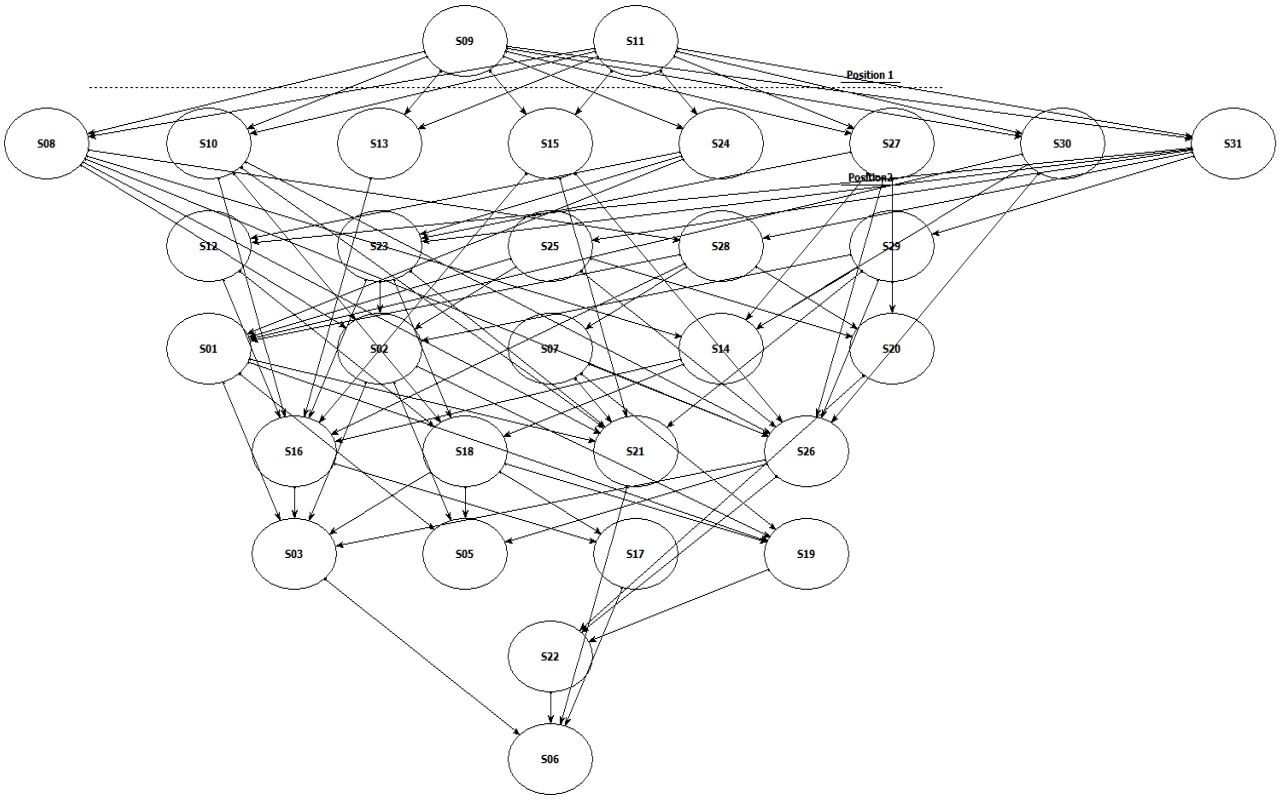
No modelo FITradeoff, um método de agregação determinístico, a ordenação de alternativas é baseada no decréscimo a partir do valor global. O método é apoiado por um SAD, que efetua o procedimento de construção da função linear para normalização. Assim, para definição das constantes de escala, são necessárias apenas as preferências estritas do decisor, que se baseiam numa comparação de pares para gerar essa primeira inequação.

O SAD solicita que o decisor escolha a ordem das consequências, da mais desejável para a menos desejável. O decisor pode fazer tal ordenação indiretamente via avaliação par a par, ou diretamente efetuar a ordenação. No caso aqui apresentado, o decisor optou por fazer a ordem direta, de modo que se alcançou a referida ordenação:

$$k_{c6} > k_{c7} > k_{c1} > k_{c5} > k_{c3} > k_{c2} > k_{c4}.$$

Com essa primeira inequação o sistema também gera a primeira ordenação, que no caso em questão gerou apenas duas posições e não satisfez às necessidades da problemática. Na primeira posição ficaram os servidores S09 e S11, e na segunda todos os demais, conforme diagrama de Hasse representado na figura 10.

Figura 10 – Diagrama de Hasse gerado na primeira inequação



Fonte: O autor.

Com a necessidade de se ter mais níveis de ordenação, é preciso dar seguimento ao processo de elicitação. No caso em questão, a grande quantidade de alternativas possíveis e de critérios dificultam uma avaliação holística da situação, pois o processo fica muito poluído para se escolher um par de alternativas para comparar. Assim, o decisor se sentiu mais confortável em continuar o processo via elicitação por decomposição, que consiste na avaliação de qual consequência ele prefere mais.

O decisor, nesse processo de avaliação, pode responder não apenas se prefere a consequência A ou B, como também optar pela indiferença, inconsistência ou simplesmente não responder. No quadro 26 é possível analisar as perguntas geradas pelo sistema, as repostas do decisor e quantos níveis de ordenação foram resultantes de cada ciclo.

Quadro 26 – Perguntas SAD FITradeoff e repostas associadas do decisor

Ciclo	Consequência A	Consequência B	Reposta	Qtd de níveis

0	Ordenação Inicial			2
1	(3) Adequação técnica - C6	Missões anteriores - C4 (6)	A	2
2	(3) Adequação técnica - C6	Reconhecer o trabalho dos servidores - C7 (4)	A	3
3	(3) Reconhecer o trabalho dos servidores - C7	Qualidade de vida do servidor - C1 (1)	A	3
4	(3) Qualidade de vida do servidor - C1	Impacto serviços de inteligência e atendimento ao público - C5 (1)	A	5
5	(2) Impacto serviços de inteligência e atendimento ao público - C5	Impacto superintendência - C3 (1)	A	6
6	(2) Impacto superintendência - C3	Impacto setor - C2(1)	A	6
7	(3) Impacto setor - C2	Missões anteriores - C4 (6)	A	7
8	(2) Adequação técnica - C6	Reconhecer o trabalho dos servidores - C7 (4)	A	16
9	(2) Reconhecer o trabalho dos servidores - C7	Qualidade de vida do servidor - C1 (1)	A	24
10	(4) Qualidade de vida do servidor - C1	Impacto serviços de inteligência e atendimento ao público - C5 (1)	A	28
11	(4) Impacto setor - C2	Missões anteriores - C4 (6)	B	28

Fonte: O autor.

Os valores entre parênteses são os valores dos níveis de atributos a serem comparados. Na primeira pergunta do processo de elicitação (ciclo 1), por exemplo, é questionado se o decisor prefere a consequência do critério C6 igual a 3 ou 6 em relação ao C4. O decisor nesse ciclo e nesse determinado momento preferiu a consequência A, que acabou sem gerar novos níveis de posições.

O decisor preferiu responder todas as perguntas dentre as consequências possíveis, por se sentir seguro para tomar tal decisão, e não fez uso da possibilidade de não responder.

4.1.3. Avaliar alternativas, análise de sensibilidade e recomendação preliminar

Conforme o quadro 27, no 11ª ciclo de perguntas o SAD informou que não havia mais comparações a serem feitas por decomposição via elicitação, e que o processo poderia ser continuado via avaliação holística. Mas, como esse ciclo já tinha gerado

28 níveis de ordenação, não foi necessário dar continuidade ao processo, pois o resultado parcial já atende à priorização dos 10 servidores para atuarem na operação em outro estado, conforme pode ser analisado no diagrama de Hasse representado na figura 11.

Com base no diagrama de Hasse, podemos ver que basicamente cada uma das alternativas ficou em um nível, e que essas são dominadas por todas do nível acima. Apenas os níveis 3,11 e 14 possuem alternativas que não são dominadas entre si, mas que nada altera a priorização até a 10ª posição do ranking. Mesmo que afetasse tais posições, não haveria grande prejuízo ao processo decisório devido aos valores muito próximos.

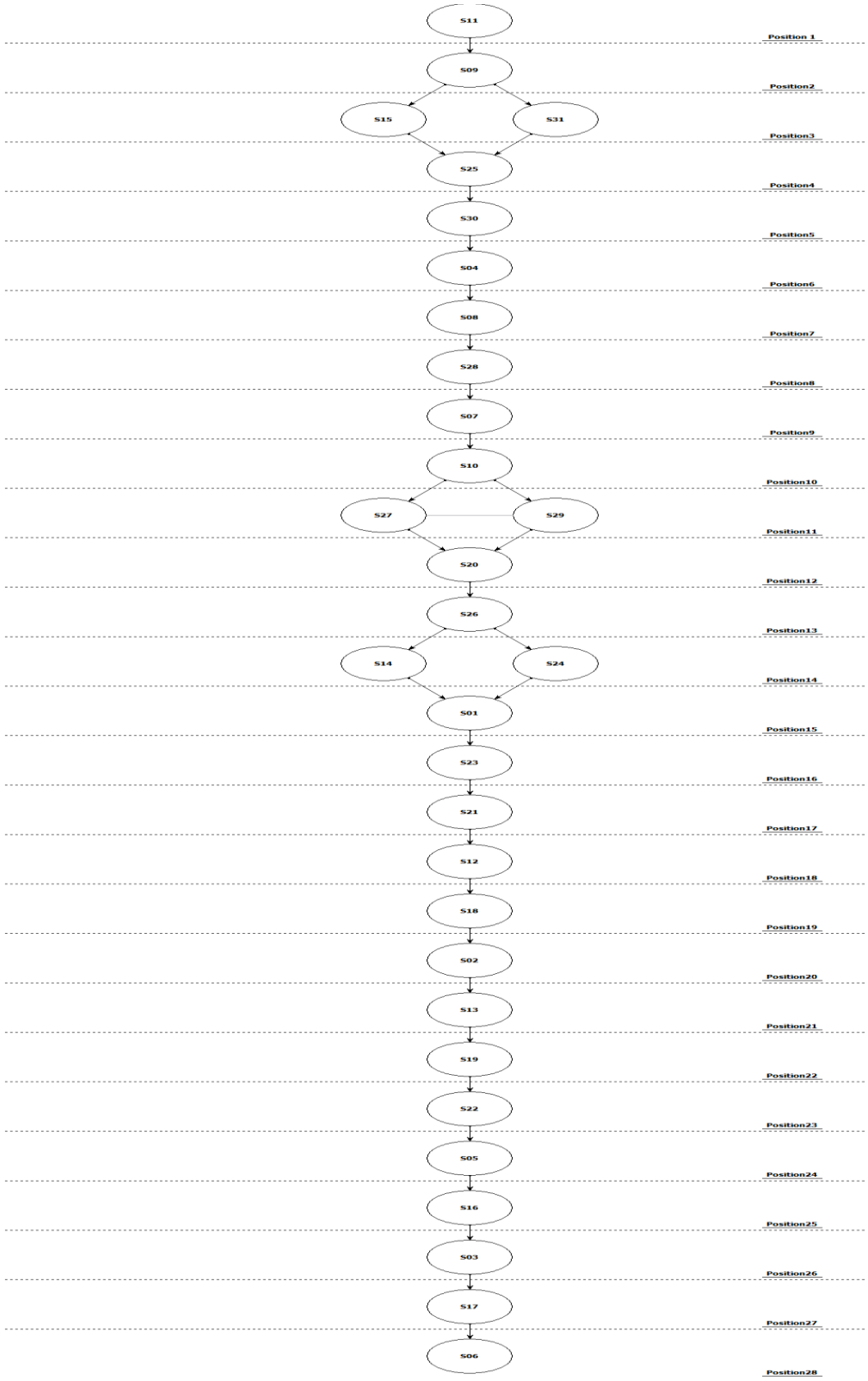
No quadro 28 é possível investigar de forma analítica as posições representadas no diagrama de Hasse. Comumente, essas indicações de escrivães não demandam mais que cinco servidores, o que é tranquilamente atendido pelo resultado alcançado, visto que basicamente foi obtida uma ordenação completa das alternativas.

Quadro 27 – Resultado parcial do processo de elicitação por decomposição

Posição da Ordenação	Alternativas	Posição da Ordenação	Alternativas
1	[S11]	15	[S01]
2	[S09]	16	[S23]
3	[S15][S31]	17	[S21]
4	[S25]	18	[S12]
5	[S30]	19	[S18]
6	[S04]	20	[S02]
7	[S08]	21	[S13]
8	[S28]	22	[S19]
9	[S07]	23	[S22]
10	[S10]	24	[S05]
11	[S27, S29]	25	[S16]
12	[S20]	26	[S03]
13	[S26]	27	[S17]
14	[S14][S24]	28	[S06]

Fonte: O autor.

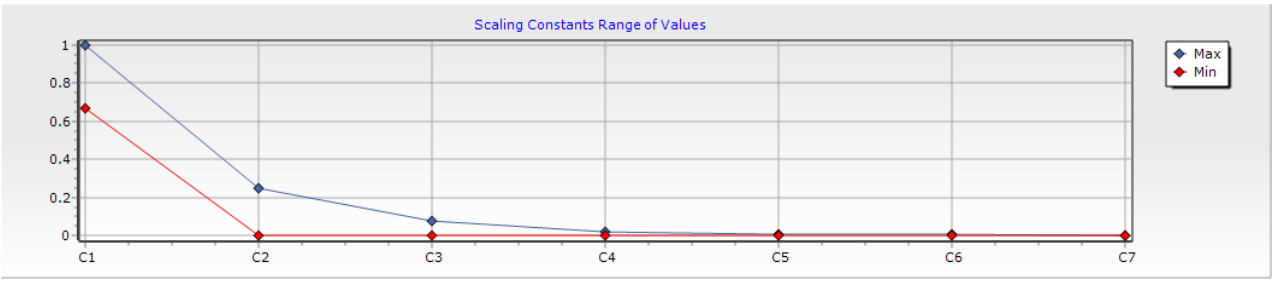
Figura 11 – Diagrama Hasse do resultado parcial do processo de elicitação por decomposição



Fonte: O autor.

Com o espaço de consequências ordenado e concluído o processo de elicitação, o SAD FITradeoff calcula as constantes de escala, que termina por gerar a faixa de constantes de escala, representada na figura 12.

Figura 12 – Faixa de constantes de escala



Fonte: O autor.

A linha azul representa o valor máximo da constante de escala para cada critério, e a linha vermelha trata dos mínimos. A área criada entre essas faixas cria um intervalo de segurança em que a solução se mantém com os mesmos resultados (MELO e DE ALMEIDA, 2022a).

Um vetor de constante de escala válido tem a soma de seus componentes entre os valores máximo e mínimo da constante de escala de cada critério, onde o total dessa conta seja igual a um. No quadro 28 é possível uma investigação analítica dos dados apresentados na figura 12.

Quadro 28 – Intervalo das constantes de escala

Critério	Máx.	Min.
C6	1	0,67
C7	0,25	0
C1	0,08	0
C5	0,02	0
C3	0,01	0
C2	0	0
C4	0	0

Fonte: O autor.

O SAD FITradeoff permite a análise de sensibilidade da problemática de ordenação, situação em que são gerados diferentes cenários com base na variação das consequências das alternativas nos critérios associados e com base no espaço de peso apresentados na figura 12.

Os critérios C3, C5, C6 e C7 possuem um certo grau de subjetividade na escolha dos níveis de atributos, assim é interessante analisar a variação de sensibilidade nesses casos. Por outro lado, os C1, C2 e C4 não necessitam sofrer modificações durante o teste, pois os mesmos são extraídos de fontes precisas (MELO e DE ALMEIDA, 2022b). No quadro 29 podem ser observadas as variações percentuais dos critérios para realizar a análise de sensibilidade, com base nessas informações.

Quadro 29 – Percentual de variação para análise de sensibilidade

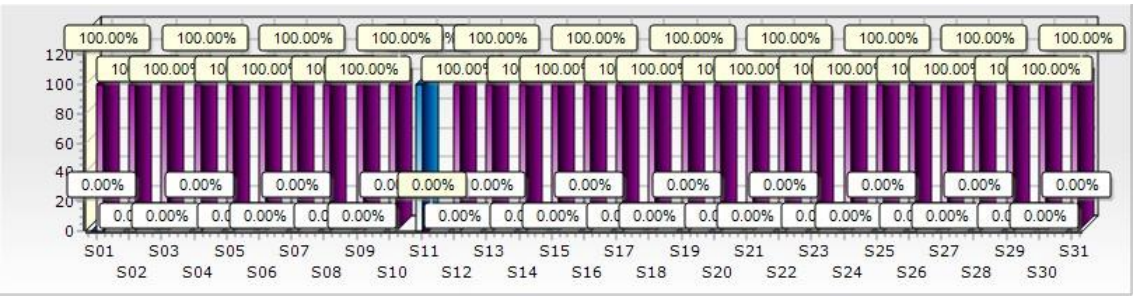
	Variação Percentual						
	C6	C7	C1	C5	C3	C2	C4
Limite Inferior	-10%	-10%	0%	-10%	-10%	0%	0%
Limite Superior	10%	10%	0%	10%	10%	0%	0%

Fonte: O autor.

Devido à proximidade dos valores dos atributos das alternativas, ocorreram grandes variações das posições durante o teste de sensibilidade, conforme pode ser observado no apêndice A. Na figura 13, podemos observar que apenas a alternativa S11 permaneceu no lugar de origem.

Por isso, se tornou interessante analisar a sensibilidade de forma globalizada, que considera o grupo para priorização proposto no quadro 28, e não cada posição individualmente. Conforme pode ser observado no quadro 30, o conjunto indicado para priorização no quadro 28 teve suas alternativas presentes entre as 10 primeiras posições em 100% dos cenários.

Figura 13 – Percentual em que a alternativa fica na posição inicial nos cenários alternativos



Fonte: O autor.

Quadro 30 – Percentual de vezes em que a alternativa se encontrou nas 10 primeiras posições

Alternative/Position	Percentual
S01	0%
S02	0%
S03	0%
S04	100%
S05	0%
S06	0%
S07	100%
S08	100%
S09	100%
S10	100%
S11	100%
S12	0%
S13	0%
S14	0%
S15	100%
S16	0%
S17	0%
S18	0%
S19	0%
S20	100%
S21	0%
S22	0%
S23	0%
S24	0%
S25	100%
S26	0%
S27	100%
S28	100%
S29	100%

S30	100%
S31	100%

Fonte: O autor.

A robustez da ordenação proposta pode ser observada não apenas pela alta aderência da análise de sensibilidade, que é garantida devido à faixa de confiança das constantes de escala, mas também pela possibilidade do decisor poder pular perguntas em que não se sinta confiante em responder. Após apresentação inicial dos resultados preliminares ao decisor, ele relatou que os resultados alcançados estão alinhados com o seu pensamento e preferências (MELO e DE ALMEIDA, 2022a).

4.2. APLICAÇÃO DO MÉTODO SMARTER PARA ORDENAÇÃO DE POLICIAIS AO EXECUTAREM UMA OPERAÇÃO NO SEU ESTADO DE LOTAÇÃO

Neste tópico serão apresentados os resultados do método SMARTER, com base na metodologia e nos critérios dantes demonstrados para ordenação de servidores, com a finalidade de se ter uma lista que auxilie na priorização desses policiais para aturem numa operação dentro do seu estado de lotação. Essa situação ocorre com maior frequência do que a referente ao envio para outro estado, assim o decisor tem problemas para realizar todo o processo de elicitação. O resultado desse tópico serve como base para posterior designação de policiais em relação aos alvos da investigação.

4.2.1. Efetuar avaliação intracritério

Com base nos critérios apontados no item 4.1.3 e na matriz de consequência demostrada no quadro 25, é possível estruturar uma matriz de avaliação dos critérios, conforme modelo apresentado no quadro 19. Assim, inicialmente é necessário transformar os níveis de atributos do quadro 11 em escores, conforme pode ser observado no quadro 31.

Quadro 31 – Conversão de nível de atributo para Escores

Critério	Nível de atributo	Descrição	Escores
C6	4	Servidor adequado em relação à matéria – diferença da capacidade operacional do servidor em relação à periculosidade da matéria igual ou maior que 0.	100
	3	Servidor inadequado em relação à matéria – diferença da capacidade operacional do servidor em relação à periculosidade da matéria igual a -1.	66
	2	Servidor muito inadequado em relação à matéria – diferença da capacidade operacional do servidor em relação à periculosidade da matéria igual a -2.	33
	1	Servidor muitíssimo inadequado em relação à matéria – diferença da capacidade operacional do servidor em relação à periculosidade da matéria igual a -3.	0
C7	4	Reconhecimento normal – Servidor que realiza uma função dentro de suas atividades normais.	0
	3	Reconhecimento alto – Servidor que está realizando uma função, mas que está exercendo um serviço que exige mais dedicação, tempo e estudos.	33
	2	Reconhecimento muito alto – Servidor que está realizando mais de uma função dentro de suas atividades normais.	66
	1	Reconhecimento altíssimo – Servidor que está realizando mais de uma função e que está exercendo um serviço que exige mais dedicação, tempo e estudos em uma das atividades ou em ambas.	100
C1	5	Impacto Muito Alto – Servidor com mais de um dependente e sem outro responsável.	0
	4	Impacto Alto – Servidor com um dependente e sem outro responsável.	25
	3	Impacto Médio – Servidor com mais de um dependente e com outro responsável.	50
	2	Impacto Baixo – Servidor com um dependente e com outro responsável.	75
	1	Impacto Muito Baixo – Servidor sem dependente.	100
C5	3	Impacto Alto – A ausência do servidor causa alto impacto no serviço de inteligência, podendo comprometer uma investigação em andamento, ou no atendimento ao público, podendo resultar em filas e aumentar o tempo de espera.	0
	2	Impacto Médio – A ausência do servidor causa um efeito médio nas atividades de inteligência ou atendimento ao público. As atividades dos setores, apesar de serem afetadas, conseguem cumprir os níveis aceitáveis de segurança e qualidade.	50

	1	Impacto Baixo – A ausência do servidor causa pouco ou quase nenhum efeito sobre os serviços de inteligência ou atendimento ao público.	100
C3	3	Impacto Alto – Servidor lotado em área estratégica e sua ausência pode resultar em prejuízo para toda superintendência, como, por exemplo, Tecnologia da Informação e Licitação.	0
	2	Impacto Médio – Servidor lotado em área estratégica, mas que sua ausência provoca menor prejuízo para superintendência.	50
	1	Impacto Baixo – Demais setores	100
C2	1	Impacto Muito Baixo – Setor tem mais de 4 servidores com as mesmas funções.	100
	2	Impacto Baixo – Setor tem 4 servidores com as mesmas funções.	75
	3	Impacto Médio – Setor tem 3 servidores com as mesmas funções.	50
	4	Impacto Alto – Setor tem 2 servidores com as mesmas funções.	25
	5	Impacto Muito Alto – Setor tem apenas um servidor dedicado a uma função específica.	0

Fonte: O autor.

Em relação ao critério C4, por ter escala contínua e não discreta como os demais, foi necessário avaliar os valores mínimos e máximos das alternativas para estabelecer os escores. Desse modo, o menor valor (escore 0) se refere a 3 dias, e o maior (100) a 60 dias, e cada dia a mais representa a adição de um escore de 1,754.

Conforme inspeção nos valores dos atributos, não foi identificada nenhuma alternativa dominada e nenhuma dominante. Por isso, podemos realizar o último passo da avaliação intracritério, que consiste na conversão dos valores unidimensionais para uma escala cardinal, representado no quadro 32. Conforme Edwards e Barron (1994), essa conversão consiste na utilização da função identidade para transformação dos atributos em valores unidimensionais.

Quadro 32 – Matriz de valores unidimensional

Alternativas:	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	Alternativas:	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
S01	0,25	0	0,5	0,25	1	0,66	0	S17	0,25	1	1	0,42	1	0	0,33
S02	0,75	0,25	1	0,40	0,5	0,33	0	S18	0	1	1	0,53	0,5	0,66	0,66

S03	0	1	1	0,81	0,5	0	0,33	S19	0,25	0,25	0,5	0,26	0	0,33	1
S04	1	1	1	0,00	0	1	0,33	S20	1	0,25	0	1,00	1	1	1
S05	0	1	1	0,95	0,5	0,33	1	S21	0,5	1	1	0,14	0	0,66	0,33
S06	1	0	0	0,26	1	0	1	S22	0,25	0,25	0,5	0,44	1	0,33	0,66
S07	1	0	1	0,37	0	1	0,33	S23	0	0	1	0,44	0	0,66	0,33
S08	1	0,25	0,5	0,86	1	1	0,33	S24	0,75	1	1	0,68	1	0,66	0
S09	1	0	1	0,74	1	0,66	0	S25	0,25	0,25	0,5	0,30	1	0,33	0
S10	0,5	0,25	1	0,84	0,5	0,33	0,33	S26	0,25	0,25	1	0,70	0,5	0	1
S11	1	1	1	0,05	1	0	0	S27	0,75	1	1	0,65	1	0,66	0,66
S12	1	1	1	0,23	1	0,66	0,66	S28	0,75	0	0	0,79	0	0	0,33
S13	0,5	0,25	1	0,95	1	0,33	0	S29	1	0	1	0,05	0	0	0,66
S14	1	0,25	0	0,67	1	1	1	S30	0	0,25	1	0,93	1	0	0
S15	1	0	0	0,44	0,5	1	0	S31	0,5	1	1	0,02	1	0,33	0
S16	0,75	0	0	0,82	1	0	0,33								

Fonte: O autor.

4.2.2. Efetuar avaliação intercritério e avaliação de alternativas

Conforme citado no item 4.2.3., e com base nos ensinamentos de Almeida (2013) e Edwards e Barron (1994), uma vez estabelecida a matriz valor, podemos efetuar a ordenação dos critérios. O referido procedimento consiste no repetido processo de criar uma alternativa ruim em todos os critérios e ir perguntado ao decisor qual ele prefere elevar ao valor máximo, até que se tenha a ordenação final. Para executar tal atividade, foi utilizado site do FITradeoff, que facilita essa comparação, assim chegou-se a ordenação: $k_{c6} > k_{c7} > k_{c1} > k_{c5} > k_{c3} > k_{c2} > k_{c4}$.

Com a ordenação completa, pode-se utilizar o ROC para determinação das constantes de escala, conforme fórmula apresentada no item 3.1.2.2. No quadro 33 podemos observar essas constantes de escala, cuja soma de todas possui valor 1.

Quadro 33 – Ordenação das constantes de escala com base no ROC

Critérios	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
Constantes de escala	0,156	0,044	0,073	0,020	0,109	0,370	0,228

Fonte: O autor.

Com as constantes de escala obtidas, é possível realizar a agregação aditiva dos critérios para cada alternativa com base na fórmula do modelo aditivo, apresentado no item 4.2.3. Por conseguinte, chega-se aos valores multiatributos calculados através do método SMARTER representado no quadro 34.

Quadro 34 – Cálculo dos valores multiatributos com base no método SMARTER

CRITÉRIOS:	**C1**	**C2**	**C3**	**C4**	**C5**	**C6**	**C7**	**VALOR MULTIATRIBUTO**
PESOS	**0,156**	**0,044**	**0,073**	**0,020**	**0,109**	**0,370**	**0,228**	
S01	0,039	0,000	0,036	0,005	0,109	0,244	0,000	0,433
S02	0,117	0,011	0,073	0,008	0,054	0,122	0,000	0,386
S03	0,000	0,044	0,073	0,016	0,054	0,000	0,075	0,263
S04	0,156	0,044	0,073	0,000	0,000	0,370	0,075	0,719
S05	0,000	0,044	0,073	0,019	0,054	0,122	0,228	0,540
S06	0,156	0,000	0,000	0,005	0,109	0,000	0,228	0,498
S07	0,156	0,000	0,073	0,008	0,000	0,370	0,075	0,682
S08	0,156	0,011	0,036	0,018	0,109	0,370	0,075	0,775
S09	0,156	0,000	0,073	0,015	0,109	0,244	0,000	0,597
S10	0,078	0,011	0,073	0,017	0,054	0,122	0,075	0,431
S11	0,156	0,044	0,073	0,001	0,109	0,000	0,000	0,383
S12	0,156	0,044	0,073	0,005	0,109	0,244	0,150	0,781
S13	0,078	0,011	0,073	0,019	0,109	0,122	0,000	0,412
S14	0,156	0,011	0,000	0,014	0,109	0,370	0,228	0,887
S15	0,156	0,000	0,000	0,009	0,054	0,370	0,000	0,590
S16	0,117	0,000	0,000	0,017	0,109	0,000	0,075	0,318
S17	0,039	0,044	0,073	0,009	0,109	0,000	0,075	0,348
S18	0,000	0,044	0,073	0,011	0,054	0,244	0,150	0,577

S19	0,039	0,011	0,036	0,005	0,000	0,122	0,228	0,442
S20	0,156	0,011	0,000	0,020	0,109	0,370	0,228	0,894
S21	0,078	0,044	0,073	0,003	0,000	0,244	0,075	0,517
S22	0,039	0,011	0,036	0,009	0,109	0,122	0,150	0,476
S23	0,000	0,000	0,073	0,009	0,000	0,244	0,075	0,401
S24	0,117	0,044	0,073	0,014	0,109	0,244	0,000	0,601
S25	0,039	0,011	0,036	0,006	0,109	0,122	0,000	0,323
S26	0,039	0,011	0,073	0,014	0,054	0,000	0,228	0,419
S27	0,117	0,044	0,073	0,013	0,109	0,244	0,150	0,751
S28	0,117	0,000	0,000	0,016	0,000	0,000	0,075	0,208
S29	0,156	0,000	0,073	0,001	0,000	0,000	0,150	0,380
S30	0,000	0,011	0,073	0,019	0,109	0,000	0,000	0,211
S31	0,078	0,044	0,073	0,000	0,109	0,122	0,000	0,426164

Fonte: O autor.

A alternativa S20 apresentou o maior valor multiatributo e a S28 o menor, conforme pode ser observado no quadro 35, que representa a ordenação parcial obtida com o uso do método SMARTER.

Quadro 35 – Ordenação parcial com a utilização do método SMARTER

Posição	Alternativa	Valor	Posição	Alternativa	Valor
1	S20	0,894	17	S01	0,433
2	S14	0,887	18	S10	0,431
3	S12	0,781	19	S31	0,426
4	S08	0,775	20	S26	0,419
5	S27	0,751	21	S13	0,412
6	S04	0,719	22	S23	0,401
7	S07	0,682	23	S02	0,386
8	S24	0,601	24	S11	0,383
9	S09	0,597	25	S29	0,380

10	S15	0,590	26	S17	0,348
11	S18	0,577	27	S25	0,323
12	S05	0,540	28	S16	0,318
13	S21	0,517	29	S03	0,263
14	S06	0,498	30	S30	0,211
15	S22	0,476	31	S28	0,208
16	S19	0,442			

Fonte: O autor.

4.2.3. Análise de sensibilidade e recomendação preliminar

Diferentemente do FITradeoff, no qual apenas alguns critérios foram variados, na análise de sensibilidade com o método SMARTER foram realizadas variações dos pesos ROC em todos os critérios, pois nesse caso a imprecisão está não apenas na fonte dos dados mas também no intervalo entre os valores de preferência.

Assim, foi criado um programa na linguagem Python para gerar os cenários. No processo de simulação foram gerados 10 mil cenários alternativos, em que os pesos foram todos variados de forma aleatória e preservando a ordem de preferência do decisor. Por conseguinte, apesar dos pesos terem sido variados a ordem de preferência entre eles foi mantida. No quadro 36 é possível observar a quantidade de vezes que as alternativas se mantiveram entre as 10 primeiras posições.

Quadro 36 – Análise de sensibilidade

Alternative/Position	soma(10 melhores)
S01	0%
S02	0%
S03	0%
S04	100%
S05	74%
S06	35%
S07	96%
S08	100%
S09	98%
S10	0%
S11	5%
S12	100%
S13	0%

S14	100%
S15	23%
S16	0%
S17	0%
S18	70%
S19	0%
S20	100%
S21	0%
S22	0%
S23	0%
S24	98%
S25	0%
S26	0%
S27	100%
S28	0%
S29	0%
S30	0%
S31	0%

Fonte: O autor.

Comparando a solução apresentada no quadro 35 com os resultados da análise de sensibilidade é possível observar que seis das alternativas se mantiveram entre o grupo prioritário em 100% dos cenários, de modo que essas em conjunto com as que nunca aparecem nesse grupo constituem a parte da solução estável.

Por outro lado, as demais alternativas constituem o grupo que não fazem parte desse grupo firme e necessitam serem analisadas com maior cautela. A alternativa 15 por fazer parte do grupo priorizado é uma dessas que necessita de aprofundamento na análise, pois ela aparece em apenas 23% dos cenários alternativos criados durante a análise de sensibilidade, enquanto as alternativas 5 e 18 aparecem mais de 70%, de modo que possam ser uma solução da problemática.

Por conseguinte, a recomendação preliminar que trata da priorização de 10 policiais para atuarem na operação dentro do seu estado de lotação são as alternativas S20, S14, S12, S08, S27, S04, S07, S24, S09 e S15.

4.3. APLICAÇÃO DO ALGORITMO SIMPLEX PARA DESIGNAÇÃO DE POLICIAIS EM RELAÇÃO AOS ALVOS

Com a indicação das 10 melhores alternativas observadas anteriormente, é possível dar segmento a designação de policiais em relação a que alvos eles devem se relacionar durante a execução da operação policial. No quadro 37 estão os valores dos atributos de cada alternativa relacionados aos critérios. No referido quadro foram destacadas as alternativas priorizadas na decisão do tópico 4.2.

Quadro 37 – Valores dos atributos das alternativas em relação aos critérios

Alternativa	C8	C9-1	C9-2	C9-3	C9-4	C9-5	Alternativa	C82	C9-1	C9-2	C9-3	C9-4	C9-5
S01	2	3	3	3	2	3	S17	4	2	2	3	3	4
S02	3	3	1	4	2	3	S18	2	2	1	3	2	3
S03	4	3	4	4	3	4	S19	3	3	4	4	3	4
S04	1	2	4	4	2	2	S20	1	1	1	2	3	2
S05	3	3	3	3	4	1	S21	2	1	4	2	4	1
S06	4	4	1	3	3	3	S22	3	2	4	3	1	4
S07	1	2	3	2	4	3	S23	2	4	3	4	4	1
S08	1	4	4	1	4	2	S24	2	3	3	3	3	2
S09	2	1	3	3	4	1	S25	3	1	2	1	3	1
S10	3	4	1	4	2	3	S26	4	1	2	1	3	1
S11	4	1	1	3	3	3	S27	2	1	3	3	3	2
S12	2	3	4	3	2	1	S28	4	3	3	2	3	2
S13	3	2	1	2	3	1	S29	4	3	3	4	1	1
S14	1	4	1	4	4	1	S30	4	2	4	2	3	3
S15	1	4	1	2	4	4	S31	3	1	4	2	3	2
S16	4	3	2	2	1	2							

Fonte: O autor.

No quadro 38 estão representados os requisitos ideias para preservar a segurança da equipe e conseguir o melhor alcance de provas de autoria e materialidade. Tais necessidades são repassadas pela equipe de investigação envolvida, que nesse caso em específico foram criadas de forma factível e verossimilhante a uma operação com 10 alvos que possuem variação de periculosidade e de conhecimentos específicos. Dada a matéria e os alvos, os

conhecimentos específicos indicados se relacionam à engenharia, meio ambiente, contabilidade, bioquímica entre outros. Por outro lado, a periculosidade do alvo se relaciona aos antecedentes em outros crimes.

*Qua*dro 38 – Requisitos de cada alvo relacionado aos critérios

Tabela alvo	C8	C9-1	C9-2	C9-3	C9-4	C9-5
T1	2	4	4	2	3	2
T2	1	3	1	2	4	2
T3	1	1	3	2	4	3
T4	1	4	4	2	4	3
T5	1	2	1	2	1	2
T6	1	1	2	1	2	1
T7	1	1	1	1	4	1
T8	1	3	2	3	2	4
T9	2	1	1	1	2	1
T10	2	3	1	1	1	1

Fonte: O autor.

Assim, com base na metodologia proposta no item 4.4, podemos realizar a agregação parcial com base nas diferenças entre os valores dos atributos, representados no quadro 21. Com esse resultado parcial e soma de todos os critérios, é possível formar a matriz de agregação final, conforme representação do quadro 39.

Quadro 39 – Matriz de agregação de valores

	Servidor									
alvo	S04	S07	S08	S09	S12	S14	S15	S20	S24	S27
T1	3,3	3,3	3,7	3,2	3,5	3,2	3,3	2,8	3,7	3,3
T2	3,5	3,8	3,8	3,5	3,5	3,8	4,0	3,5	3,8	3,5
T3	3,5	4,0	3,7	3,7	3,3	3,3	3,7	3,3	3,7	3,7
T4	3,2	3,5	3,7	3,0	3,2	3,2	3,5	2,7	3,3	3,0
T5	4,0	4,0	3,8	3,7	3,8	3,8	4,0	3,8	4,0	3,8
T6	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	3,8	3,8	3,8	4,0	4,0
T7	3,7	4,0	4,0	4,0	3,7	4,0	4,0	3,8	3,8	3,8
T8	3,5	3,5	3,3	3,2	3,5	3,3	3,7	3,0	3,7	3,3
T9	3,8	3,8	3,8	4,0	4,0	3,8	3,8	3,8	4,0	4,0
T10	3,7	3,7	3,8	3,7	4,0	3,8	3,8	3,5	4,0	3,7

Fonte: O autor.

4.3.1. Efetuar designação direta

Como proposto no tópico 3.4.1 na designação direta os servidores serão designados de forma que melhor se adequem aos alvos de forma direta sem priorizar qualquer critério, mesmo que eles sejam inadequados no quesito segurança, mas que seja compensado pelo alto rendimento na colheita de provas.

Com a utilização do algoritmo Simplex do problema de designação e auxílio do Solver, ferramenta integrante do Excel, é possível a busca da solução ótima da problemática. Assim, com base nas restrições derivadas de toda origem terem apenas um destino e na possibilidade de calcular o problema como o uso de programação linear, temos o quadro 40 como solução ótima proposta pelo uso do método Simplex.

Quadro 40 – Solução ótima com base no método Simplex

	Servidor												
Alvo	S04	S07	S08	S09	S12	S14	S15	S20	S24	S27	total	sinal	oferta
T1	0	0	0	0	0	0	0	0	**1**	0	1	=	1
T2	0	0	0	0	0	**1**	0	0	0	0	1	=	1
T3	0	**1**	0	0	0	0	0	0	0	0	1	=	1
T4	0	0	**1**	0	0	0	0	0	0	0	1	=	1
T5	0	0	0	0	0	0	0	**1**	0	0	1	=	1
T6	**1**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	=	1
T7	0	0	0	**1**	0	0	0	0	0	0	1	=	1
T8	0	0	0	0	0	0	**1**	0	0	0	1	=	1
T9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**1**	1	=	1
T10	0	0	0	0	**1**	0	0	0	0	0	1	=	1
total	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	38,67		
sinal	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=			
demanda	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			

Fonte: O autor.

Conforme pode ser observado no quadro 40, o valor máximo que representa a solução ótima é 38,67. Esse valor representa o maior total da soma dos coeficientes apresentados no quadro 39 que atendam à restrição da problemática da designação. Essas restrições estão destacadas em amarelo, a soma das linhas e colunas tem que

ser sempre igual a 1, que correspondem ao valor total da demanda e da oferta. Por conseguinte, temos como solução a designação representada no quadro 41.

Quadro 41 – Solução ótima para o problema de designação

Alvo	Servidor
T1	S24
T2	S14
T3	S07
T4	S08
T5	S20
T6	S04
T7	S09
T8	S15
T9	S27
T10	S12

Fonte: O autor.

4.3.2. Efetuar designação considerando a adequação entre capacidade operacional e periculosidade de forma prioritária

Com a finalidade de tratar a segurança como critério prioritário em relação aos demais, de modo que não se tenham relações inadequadas nesse quesito, será seguido o fluxograma apresentado na figura 9. Assim, podemos observar que existem três alvos com maior periculosidade, todos com o nível 2.

Por outro lado, temos quatro servidores adequados aos requisitos de segurança necessários para atender o de periculosidade dos alvos. Assim, conforme proposto no fluxograma, temos que proceder inicialmente a designação desses servidores, que atendam os quesitos de garantia, em relação ao alvo.

Assim, teremos uma pequena mudança nas restrições propostas no tópico anterior pois um dos servidores não será designado para nenhum alvo, devido aos demais serem mais adequados. No quadro 42 temos a matriz agregação de valores

dessa relação 4x3, que com base no uso de programação linear do solver, temos o quadro 43 como solução ótima proposta pelo uso do método Simplex.

Quadro 42 – Matriz de agregação de valores 4x3

	Servidor			
Alvo	S09	S12	S24	S27
T1	3,2	3,5	3,7	3,3
T9	4,0	4,0	4,0	4,0
T10	3,7	4,0	4,0	3,7

Fonte: O autor.

Quadro 43 – Solução ótima com base no método Simplex com base 4x3

	Servidor						
Alvo	S09	S12	S24	S27	total	sinal	oferta
T1	0	1	0	0	1	=	1
T9	1	0	0	0	1	=	1
T10	0	0	0	1	1	=	1
total	1	1	0	1	11,17		
sinal	=	=	=	=			
demanda	1	1	1	1			

Fonte: O autor.

Com a solução ótima anterior apenas o servidor S24 não foi alocado, assim ele deve ser incluído no próximo grupo de análise, que trata de todos os servidores com nível 1 no critério capacidade operacional. Como a quantidade de servidores adequados é a mesma de alvos é possível adequar essa nova relação que possuí matriz adequação representada no quadro 44 e solução ótima no quadro 45.

Quadro 44 – Matriz de agregação de valores 7x7

	Servidor						
Alvo	S04	S07	S08	S14	S15	S20	S24
T2	3,5	3,8	3,8	3,8	4,0	3,5	3,8
T3	3,5	4,0	3,7	3,3	3,7	3,3	3,7
T4	3,2	3,5	3,7	3,2	3,5	2,7	3,3
T5	4,0	4,0	3,8	3,8	4,0	3,8	4,0
T6	4,0	4,0	4,0	3,8	3,8	3,8	4,0
T7	3,7	4,0	4,0	4,0	4,0	3,8	3,8

T8	3,5	3,5	3,3	3,3	3,7	3,0	3,7

Fonte: O autor.

Quadro 45 – Solução ótima com base no método Simplex com base 7x7

	Servidor									
Alvo	S04	S07	S08	S14	S15	S20	S24	total	sinal	oferta
T2	0	0	0	0	1	0	0	1	=	1
T3	0	1	0	0	0	0	0	1	=	1
T4	0	0	1	0	0	0	0	1	=	1
T5	0	0	0	0	0	1	0	1	=	1
T6	1	0	0	0	0	0	0	1	=	1
T7	0	0	0	1	0	0	0	1	=	1
T8	0	0	0	0	0	0	1	1	=	1
total	1	1	1	1	1	1	1	27,17		
sinal	=	=	=	=	=	=	=			
demanda	1	1	1	1	1	1	1			

Fonte: O autor.

No quadro 46 é possível observar a junção das duas soluções de modo que permitiu a adequação de todos os servidores em relação ao alvo priorizando a segurança.

Quadro 46 – Junção das soluções ótimas para o problema de designação

Alvo	Servidor
T1	S12
T2	S15
T3	S07
T4	S08
T5	S20
T6	S04
T7	S14
T8	S24
T9	S09
T10	S27

Fonte: O autor.

4.3.3. Análise dos resultados

Com o alcance das duas soluções ótima, é possível observar que as adequações variaram 60% quando a segurança foi priorizada em relação aos outros 5 critérios. Por conseguinte, podemos concluir que mesmo quando a análise multicritério fornece uma priorização que atende os requisitos de segurança em relação aos alvos temos variações relevantes quando a segurança é inicialmente analisada.

4.4. APLICAÇÃO DO MÉTODO PROMETHEE-ROC PARA ORDENAÇÃO DE POLICIAIS AO EXECUTAREM UMA OPERAÇÃO POLICIAL

Neste tópico serão apresentados os resultados do método PROMETHEE-ROC para ordenação de servidores, com base na metodologia e nos critérios dantes apresentados, com a finalidade de se ter uma lista que auxilie na priorização desses policiais para aturem numa operação policial. Nesse caso em específico, será considerado que o decisor tenha uma racionalidade diferente da atual no Estado de Pernambuco. Assim, estaremos diante de um cenário alternativo hipotético em que o decisor possui uma racionalidade não compensatória.

4.4.1. Efetuar avaliação intracritério e intercritério

O PROMETHEE-ROC permite que os pesos de cada critério sejam calculados com base na informação ordinal de preferência do decisor em relação aos critérios associados, conforme citado no tópico 3.8. No contexto em questão, foi solicitado que o decisor ordenasse por importância os critérios. Assim, foi possível observar que os critérios apresentam a função de preferência usual, em que as diferenças de desempenhos representam uma preferência estrita.

Com base na fórmula apresentada no tópico supracitado para calcular os pesos ROC, temos o quadro 48, que foi calculado com auxílio da ferramenta SAD. Na primeira posição está o critério C6 e na última o C4. Por conseguinte, é possível

observar que quanto maior o grau de prioridade de um critério, maior será o valor do peso associado.

Quadro 47 – Ordem dos critérios e pesos associados

Ordem	Critério	Pesos ROC
1	C6	0,3704
2	C7	0,2276
3	C1	0,1561
4	C5	0,1085
5	C3	0,0728
6	C2	0,0442
7	C4	0,0204

Fonte: O autor.

4.4.2. Avaliação das alternativas

Com a definição dos pesos e com base na matriz de consequências e nos referidos critérios, é possível analisar e obter a primeira recomendação para ordenação de policiais com base na aplicação do método proposto no tópico 3.8.

Uma vez enviada a matriz consequência para o SAD e efetuada a ordenação dos critérios, é possível seguir para os cálculos dos fluxos e, consequentemente, para primeira recomendação. Com base nas relações de sobreclassificação do PROMETHEE II, são calculados os fluxos positivos e negativos, com eles podemos calcular o fluxo total líquido e gerar uma pré-ordem completa, conforme pode ser observado no quadro 49 e na figura 14.

Quadro 48 – Pré-ordem completa com base nos fluxos totais

Ordem	Alternativa	Fluxo Positivo	Fluxo Negativo	Fluxo Total	Ordem	Alternativa	Fluxo Positivo	Fluxo Negativo	Fluxo Total
1	S11	0,5875	0,0177	0,5698	17	S23	0,321	0,3162	0,0048
2	S09	0,5725	0,0231	0,5493	18	S13	0,3601	0,3757	-0,0156
3	S31	0,4496	0,1408	0,3088	19	S12	0,2905	0,3888	-0,0983

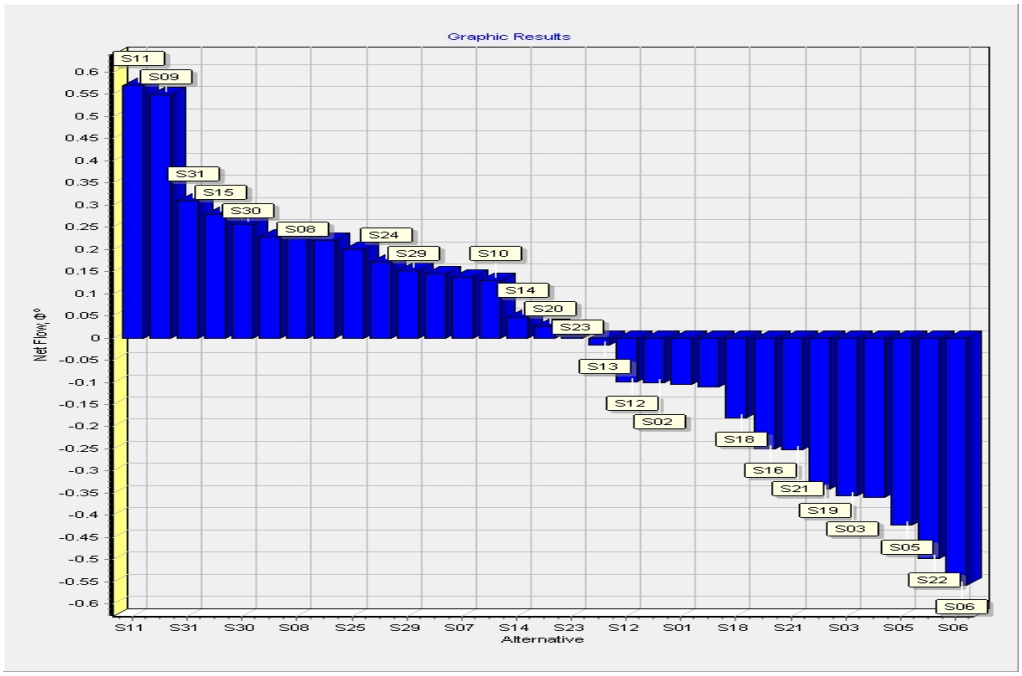
4	S15	0,451	0,1713	0,2797	20	S02	0,3153	0,4167	-0,1014
5	S30	0,4308	0,1751	0,2557	21	S01	0,3239	0,4279	-0,104
6	S04	0,4386	0,2109	0,2276	22	S26	0,273	0,384	-0,1109
7	S08	0,3845	0,1597	0,2248	23	S18	0,2763	0,4573	-0,181
8	S28	0,3981	0,1774	0,2207	24	S16	0,226	0,4768	-0,2508
9	S25	0,4044	0,2047	0,1997	25	S21	0,2579	0,5098	-0,2519
10	S24	0,4086	0,2376	0,1709	26	S19	0,2073	0,5484	-0,3411
11	S29	0,3581	0,2059	0,1522	27	S03	0,1906	0,5461	-0,3555
12	S27	0,3447	0,2008	0,1439	28	S17	0,1852	0,5457	-0,3605
13	S07	0,3569	0,2197	0,1372	29	S05	0,1719	0,5933	-0,4214
14	S10	0,3887	0,2586	0,1301	30	S22	0,1347	0,6316	-0,4968
15	S14	0,3312	0,284	0,0472	31	S06	0,1033	0,6613	-0,558
16	S20	0,3058	0,281	0,0248					

Fonte: O autor.

De acordo com os resultados obtidos pela aplicação do método, as alternativas S11, S09, S31, S15, S30, S04, S08, S28, S25 e S24 devem ser priorizadas, pois foram as 10 primeiras opções com maiores fluxos totais.

Conforme Clemente (2015), umas das maiores críticas ao ROC é definir um valor muito alto para o critério alocado na primeira posição. Assim, é necessária uma análise da sensibilidade dos resultados associados.

Figura 14 – Ilustração gráfica dos fluxos totais obtidos para cada alternativa



Fonte: O autor.

Esses primeiros resultados amparados no uso do PROMETHEE-ROC parecem ser satisfatórios, baseados nas avaliações de preferência do decisor. Para confirmar essa adequação é necessário realizar um teste de sensibilidade para ver o quanto o método é flexível.

4.4.3. Análise de sensibilidade e recomendação preliminar

Com o intuito de analisar a sensibilidade, é implementada a técnica de Monte-Carlo para verificar o quanto os resultados são sensíveis, dada uma variação de pesos. Com essa finalidade são construídos outros cenários que são criados com base de uma variação percentual dos pesos iniciais, para que sejam observadas as variações das posições das alternativas nas ordenações geradas.

Com a finalidade de gerar os cenários alternativos, o decisor pode optar por variar algum peso em específico ou variar de todo os critérios. Assim, o decisor preferiu simular 10 mil cenários, considerar uma variação percentual de 10% em todos os critérios e assumir uma distribuição triangular durante essa análise.

A ferramenta SAD proposta fornece suporte para a análise. Sendo assim, podemos examinar os cenários criados e o percentual em que uma alternativa permanece na sua posição inicial. A simulação assumiu, nesse caso específico, um nível de significância de 0,05 para alpha, considerando o coeficiente de Kendall's para testar as correlações. O resultado rejeitou o teste de hipóteses de que não há correlação entre os resultados, ou seja: a simulação é considerada coerente e consistente.

O resultado desse teste de sensibilidade pode ser observado no quadro 50, no qual podemos constatar, por exemplo, que as duas primeiras posições permaneceram as mesmas em todos os cenários. A terceira permaneceu a mesma do original em 99,82% e mudou em 0,18%. Assim, essa simulação permite observar o quanto cada alternativa é sensível em relação aos pesos dos critérios.

Quadro 49 – Variação percentual de posições durante a análise de sensibilidade

Posição	Alternativa	% original	% mudança
1	S11	100	0
2	S09	100	0
3	S31	99.82	0.18
4	S15	94.63	5.37
5	S30	84.41	15.59
6	S08	49.34	50.66
7	S04	59.87	40.13
8	S28	69.83	30.17
9	S25	82.5	17.5
10	S24	71.24	28.76
11	S29	67.56	32.44
12	S27	58.53	41.47
13	S07	57.84	42.16
14	S10	73	27
15	S14	97.26	2.74
16	S20	84.07	15.93
17	S23	87.33	12.67
18	S13	88.91	11.09
19	S02	35.41	64.59
20	S01	28.85	71.15
21	S12	37.34	62.66
22	S26	49.07	50.93
23	S18	100	0
24	S16	52.09	47.91
25	S21	52.09	47.91

26	S19	84.51	15.49
27	S03	50.19	49.81
28	S17	65.68	34.32
29	S05	100	0
30	S22	100	0
31	S06	100	0

Fonte: O autor.

O SAD permite que o decisor acesse o resultado e obtenha a recomendação final. O mesmo atende de maneira rápida a problemática, que trata de umas das necessidades de negócio, pois semanalmente são necessárias várias indicações de servidores para se apresentarem em diversas operações policiais.

Assim, caso ocorra no futuro a aplicação do modelo aqui proposto, em que o decisor tenha uma racionalidade não compensatória, o PROMETHEE-ROC poderia ser utilizado nas decisões envolvendo o envio de policiais para atuarem em operações dentro e fora do estado. Inclusive posteriormente poderia ser utilizada a designação proposta no decorrer do item 5.3 adaptada para atender essa racionalidade.

4.5. ANALISAR RESULTADOS E ELABORAR RECOMENDAÇÃO

Terminadas as nove etapas propostas na figura 5, e não havendo necessidade de voltar às etapas anteriores, pode-se dar continuidade à análise dos resultados e elaboração de recomendação para o decisor. Cabe lembrar que estamos diante de um modelo, que conforme Almeida (2013), representa uma simplificação da realidade.

Por conseguinte, é importante observar que nas operações para fora do estado, o método FITradeoff conseguiu uma aderência de 100%, ou seja, as 10 melhores alternativas permaneceram no grupo priorizado nesse percentual de vezes, dadas as variações propostas. No método SMARTER, que é indicado para as operações dentro do estado, dada a necessidade de maior rapidez na tomada de decisão. Foi desenvolvido um protótipo de aplicação na linguagem python para auxiliar nesta tomada de decisão.

No caso do cenário alternativo hipotético em que foi considerada uma racionalidade divergente da atual do decisor, o método PROMETHEE-II com o uso do

ROC para determinação dos pesos teve uma taxa de permanência da mesma posição em relação à matriz original dos 10 primeiros priorizados de 81,16%.

Para a problemática da ordenação, os valores limiares podem alterar facilmente a ordem final das alternativas, caso elas tenham valores próximos, mas tal situação não traz grande impacto para os cenários atuais, por serem opções adjuntas.

O problema da designação, que trata da melhor alocação de policiais em relação ao alvo, possui a finalidade de aumentar a segurança e melhorar a formação de provas de autoria e materialidade. No estudo de caso a abordagem que prioriza a segurança acarreta em variações na solução ótima apresentada. Devido a vida ser o bem mais valiosos sugerimos a utilização dessa abordagem, mesmo que acarrete no desempenho da colheita de provas. De um modo geral o algoritmo Simplex utilizado nessa alocação mostrou, durante o teste de sensibilidade, que existe uma margem para cima e para baixo em que continuamos tendo a solução ótima como resultado. Assim, a metodologia se mostra adequada para realizar essa designação.

A robustez das ordenações realizadas pelas metodologias multicritério propostas podem ser observadas não apenas pelas altas aderências das análises de sensibilidade, mas também pela possibilidade de, nos 3 casos, o decisor poder voltar a etapas anteriores e ter uma faixa de resultados em que a ordenação final permanece a mesma.

Após apresentação inicial dos resultados preliminares ao decisor, ele relatou que os resultados alcançados estão alinhados com o seu pensamento e preferências.

Com as informações supracitadas, é recomendada ao decisor a utilização dos resultados parciais alcançados durante a aplicação dos métodos multicritério com a racionalidade compensatória apresentados para priorizar servidores, seja para dentro ou fora do estado, bem como o resultado alcançado no problema de designação para os casos da operação na área de lotação do servidor. Caso surja um novo decisor com uma racionalidade não compensatória, é interessante apresentar a metodologia aqui já estudada para ver se ela atende suas preferências, e assim facilitar futura aplicação.

Os modelos aqui propostos trataram de um certo momento específico, assim, é importante que a cada nova decisão sejam analisados novamente os objetivos, os critérios, as preferências dos decisor e que sejam realizados novamente os processos

de elicitação, pois o modelo a reutilização do modelo não se trata de uma mera cópia dadas as metodologias adotadas.

4.6. IMPLEMENTAR DECISÃO

A aplicação das metodologias pensadas pode ser implementada de imediato, sem a necessidade da procrastinação. Mas, para que elas sejam bem aceitas pelos policiais envolvidos, é interessante realizar palestras com um resumo das metodologias, para que todos entendam os objetivos relacionados, bem como o funcionamento das abordagens multicritério.

Para atender à necessidade da rápida tomada de decisão, também será necessária a integração dos bancos de dados envolvidos, a fim de que as informações estejam sempre disponíveis e permitam o pronto emprego das ferramentas de apoio à decisão multicritério e de designação.

4.7. DISCURSÃO DE RESULTADO

O objetivo central deste trabalho é aumentar a eficiência e a eficácia nas decisões da Polícia Federal. No caso específico, foi analisada a indicação de um grupo de policiais para atuarem em uma operação policial. A problemática em questão trata de duas decisões possíveis: uma para a priorização fora do estado, que ocorre em menor frequência, e outra para dentro do estado, que ocorre em maior frequência e necessita de uma rápida resposta.

Desse modo, foi realizada a aplicação de duas metodologias multicritério para analisar essas situações. Mas, inicialmente, foi necessária uma nova maneira de pensar para se chegar aos critérios envolvendo a decisão, de forma que a utilização dos métodos multicritério fosse mais justa com os servidores e causasse menos impacto às atividades diárias da Polícia Federal.

Seguindo o pensamento de inovação das atividades da Polícia Federal, foi proposto um método que melhor adequasse o policial em relação ao alvo, com a finalidade de aumentar os resultados e segurança dessa fase da investigação.

Quando se trata da problemática do envio do policial para outro estado, o FITradeoff se mostrou interessante nessa análise, pois ele permite uma racionalidade compensatória, trabalha com informação parcial e termina por exigir menor esforço cognitivo do decisor (ALMEIDA *et al*., 2016).

Por outro lado, quando se trata da priorização de policiais para atuarem dentro de sua própria área de lotação, estamos diante de uma situação mais corriqueira, que ocorre várias vezes durante uma semana. Assim, o método SMARTER apareceu mais interessante, pois o mesmo alcança o resultado de uma forma mais rápida, de forma a atender o tempo disponível do decisor.

A priorização de servidores para atuarem dentro do próprio estado é sucedida por outra decisão, que na verdade trata-se de um processo de otimização, uma vez que após a escolha de quais servidores devem atuar na fase de execução da operação, é necessário indicar qual policial deverá ser designado para determinado alvo. Assim, o algoritmo do problema de designação se mostra apropriado para realizar essa adequação.

A mudança das chefias regionais poderia criar um novo cenário, situação que tem ocorrido com certa frequência, poderia trazer um decisor com uma racionalidade não compensatória. Assim, nesse caso, o método de classificação PROMETHEE se mostra adequado, pois ele consegue representar uma ordem completa, de forma rápida e com informações parciais da preferência do decisor, através da abordagem associada ao ROC. A parcialidade dessas informações da preferência ocorre devido aos diferentes objetivos associados à problemática em questão, o que torna difícil a apresentação de valores exatos dos parâmetros envolvidos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

5.1. CONCLUSÕES

Como pontuado, este trabalho tem como objetivo melhorar a forma que os servidores policiais são indicados para operações policiais. Para tanto, foram utilizados como base ferramentas de apoio multicritério e uma de designação.

As decisões multicritério envolvem uma problemática de ordenação e possuem um decisor com racionalidade compensatória.

O VFT permitiu identificar os objetivos regionais, estabelecer as ligações hierárquicas entre eles e, consequentemente, encontrar os objetivos fundamentais, que estão alinhados com os desígnios dos órgãos centrais.

O método FITradeoff conseguiu uma ordenação preliminar com apenas 11 perguntas, sem a necessidade do decisor fornecer diretamente os pontos de indiferença. Por outro lado, o SMARTER conseguiu atender de forma satisfatória a decisão que necessita de mais agilidade com o uso de informação parcial. Caso ocorra uma modificação de chefia e que essa tenha racionalidade não compensatória o PROMETHEE-ROC atende de forma rápida e eficaz.

Essas duas problemáticas de ordenação são sensíveis à alteração da ordem final, mas a proximidade dos valores não traz grande impacto por serem adjuntas.

As operações dentro do estado foram otimizadas por um modelo de designação que associou que policiais deveriam ser indicados para cada alvo, de modo a melhorar a segurança das equipes e otimizar a colheita de provas de autoria e materialidade.

Conforme supracitado, os cenários apresentados podem variar com o tempo, mas as análises de sensibilidade mostraram que eles atendem a tais mudanças. Todavia, não se pode esquecer que para realizar as decisões de forma rápida, os dados usados como fonte de informação necessitam estar sempre atualizados, consolidados e prontos para uso.

As metodologias propostas não necessitam da procrastinação para suas implementações e podem ser realizadas de imediato. Mas, é interessante, para melhor aceitação, que se explique a todos os envolvidos como a sistemática funciona.

O presente trabalho limitou-se a estudar o emprego das metodologias a apenas um dos cargos da Polícia Federal. Mas os resultados satisfatórios permitem sugerir a aplicação do método para priorizar qualquer um dos cargos policiais ou ser aplicado em outra superintendência, desde que as preferências do decisor sejam atendidas e com a realização de pequenos ajustes. Outra limitação é que o trabalho abordou três metodologias para as decisões multicritérios, de modo que duas atenderam as necessidades do decisor relacionadas ao tempo disponível com racionalidade compensatória e uma outra relacionada a um cenário fictício em que se teria racionalidade não compensatória. Devido ao pequeno espaço de tempo para tomada de decisão relacionada a otimização foi necessário limitar o estudo a invalidar graus de inadequação, ou seja, não foi analisado se um excesso de uma capacidade pode compensar outra.

Por conseguinte, em trabalhos futuros, sugere-se o desenvolvimento de experimentos capazes de comparar o desempenho de outras metodologias que possam também se adequar às problemáticas em questão. Outro ponto relevante seria uma análise dos objetivos e das decisões com decisores de outros estados, inclusive do órgão central da Polícia Federal, para confirma via decisão em grupo se o modelo proposto está alinhado com todos os desígnios macros a serem alcançados. Em caso de mais tempo disponível para o decisor realizar o processo de elicitação do processo de otimização, seria interessante estabelecer um modelo que trabalhe com pesos para cada alvo, de modo que seja possível compensar critérios técnicos.

O presente trabalho tratou da priorização de servidores para atuarem em uma operação policial por meio de uma combinação de metodologias ainda não utilizadas pela Polícia Federal. Assim, é possível observar uma melhoria do processo decisório e um aperfeiçoamento na obtenção de provas de autoria e materialidade, que termina por resultar num melhor desfecho da persecução criminal.

De tudo o que foi aqui exposto e demonstrado, podemos concluir que a metodologia proposta traria grandes ganhos à Polícia Federal como um todo.

REFERÊNCIAS

ACKERMANN, F. Problem structuring methods “in the dock”: arguing the case for soft OR, **European Journal of Operational Research**. v. l, 219, n. 3, UK. 2012. p. 652-658.

ALBUQUERQUE, LEONARDO LINS DE; ALMEIDA, A T; CAVALCANTE, CRISTIANO ALEXANDRE VIRGÍNIO. **Aplicabilidade da Programação Matemática Multi-Objetivo no Planejamento da Expansão de Longo Prazo da Geração no Brasil**. Pesquisa Operacional. v. 29, 2009. p. 153-177.

ALMEIDA, ADIEL TEIXEIRA DE. **O conhecimento e o uso de métodos multicritério de apoio à decisão** / Adiel Teixeira de Almeida. 2. ed, rev. e ampl. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2011.

ALMEIDA, A. T. **Processo De Decisão Nas Organizações**: Construindo Modelos de Decisão Multicritério. v. 1, 1. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2013.

ALMEIDA, A. T., CAVALCANTE, C. A. V., ALENCAR, M. H., FERREIRA, R. J. P., ALMEIDA FILHO, A. T. D., GARCEZ, T. V. Multicriteria and Multiobjective Models for Risk, Reliability and Maintenance Decision Analysis. **International Series in Operations Research e Management Science** v. 231, 1. ed. New York: 2015, 416p.

ALMEIDA, A. T., DE ALMEIDA, J. A., COSTA, A. P. C. S., DE ALMEIDA-FILHO, A. T (2016). A New Method for Elicitation of Criteria Weights in Additive Models: Flexible and Interactive Tradeoff. **European Journal of Operational Research**. v. 250, 2016. p. 179-191.

ALMEIDA, A.T., MORAIS, D.M., COSTA; A.P.C.S., ALENCAR, L.H., DAHER, S.F.D. **Decisão em Grupo e Negociação**: Métodos e Aplicações. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2019.

ANDRADE, GUILHERME CARVALHO. **Modelo de gestão do conhecimento em operações da Polícia Federal como ferramenta de auxílio à tomada de decisão**. 2019. Orientadora: Prof.ª Drª. Ana Paula Cabral Seixas Costa. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, 2019.

ANDRADE, FELIPE SCARPELLI DE. Título: **Análise de riscos estratégicos: proposição de uma metodologia com foco nos valores organizacionais a partir do contexto da segurança pública**. 2019. Orientadora: Profa. Dra. Ana Paula Cabral Seixas Costa. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, 2019.

AYDIN, Ö. Fmcdm for personnel Assignment in Turkish Armed Forces. **Asia Pacific Journal of Operational Research**. v. 25, 2008. p. 75-87.

BALTUSSEN R, NIESSEN L**. Priority setting of health interventions: the need for multi-criteria decision analysis**. Cost Eff Resour Alloc. PMC, 2006.

BASILIO, M.P., PEREIRA, V., OLIVEIRA, M.W.C.D. AND COSTA NETO, A.F.D. Ranking policing strategies as a function of criminal complaints: application of the PROMETHEE II method in the Brazilian context, **Journal of Modelling in Management**, v. l, 16, n. 4, p. 1185-1207. 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1108/JM2-05-2020-0122. Acesso em: 19 de agosto de 2022.

BATISTA DE OLIVEIRA, E. C., ALENCAR, L. H., e COSTA, A. P. C. S. Project allocation model: a **process considering the learning effect for resource optimization**. Paper presented at Project Management Institute Research and Education Conference, Phoenix, AZ. Newtown Square, PA: Project Management Institute, 2014.

BEHAZADIAN, M., KAZEMADEH, R. B., ALBADVI, A., e AGHDASI, M. PROMETHEE: a comprehensive literature review on methodologies and applications**. European Journal of Operational Research**, 200, 2010. p. 198-215.

BELTON, V.; STEWART T.J. **Multiple Criteria Decision Analysis**: An Integrated Approach. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer, 2002.

BOGDANOVIC, DEJAN e MILETIC, SLAVICA. **Personnel evaluation and selection by multicriteria decision making method**. Economic computation and economic cybernetics studies and research / Academy of Economic Studies. 48, 2015.

BRASIL (1973). Decreto Nº 73.332, De 19 De Dezembro De 1973**. Define a estrutura do Departamento de Polícia Federal e dá outras providências**.

BRASIL (2017). **Código de Processo Penal**: Decreto-Lei no 3.689/1941. Brasília/DF: Senado Federal, Coordenação de Edições Técnicas.

BRASIL (2022). **Constituição da República Federativa do Brasil**: texto constitucional promulgado em 5 de outubro de 1988, compilado até a Emenda Constitucional no 116/2022.

BRANS, J.P., MARESCHAL, B. **PROMETHEE V – MCDM problems with segmentation constraints**. INFOR 30 (2), 1992. p. 85-96.

BRANS, J. P.; MARESCHAL, B. **The PROMCALC e GAIA decision support system for multicriteria decision aid**. Decision Support Systems, v. 12, n. 4-5, 1994. p. 297-310.

BRANS, J.P., MARESCHAL, B. 1995. The PROMETHEE VI procedure. How to differentiate hard from soft multicriteria problems. **Journal of Decision Systems** 4, 1995. p.213-223.

BRANS, J.P.; MARESCHAL, B. **PROMÉTHÉE – GAIA**: une méthodologie d'aide à la décision en présence de critères multiples. Bruxelles: Éditions de L'"Université de Bruxelles, 2002.

BRANS, J.P., MARESCHAL, B. In: Figueira, J., Greco, S., Ehrgott, M. (Eds.), **Multiple Criteria Decision Analysis**: State of the Art Surveys. Springer Science + Business Media, Inc., 2005. p. 163-196.

CASSAR, R., MARTIN, H. **How to choose a project manager under uncertainty**. In Chan, P. W., Neilson, C. J. (Eds.), 32nd Annual ARCOM Conference. v. 2. 5 September, Association of Researchers in Construction Management Manchester, 2016, p. 619-628.

CHECKLAND P, TSOUVALIS C **Reflecting on SSM**: the link between root definitions and conceptual models. Syst Res Behav Sci, 1997, 14:153–168. Disponível em: https:// doi. org/ 10. 1002/ (SICI) 1099- 1743(199705/ 06) 14:3% 3c153: AID- SRES1 34% 3e3.0. CO;2-H. Acesso em: 18 de fevereiro de 2022.

CLEMEN, R.T.; REILLI, T. **Making Hard Decisions with decision Tools suite**. Duxburry Press, 2001.

CLEMENTE, THÁRCYLLA REBECCA NEGREIROS. **Estudo de pesos substitutos para o método PROMETHEE II e aplicação em modelo para avaliação de tecnologias críticas**. Recife. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação Engenharia de Produção, 2015.

CUNHA, CARLA PATRÍCIA CINTRA BARROS DA. **Decisão Multicritério na priorização das operações especiais da Polícia Federal**. Orientadora: Profa. Dra. Caroline Maria de Miranda Mota. Coorientador: Prof. Dr. Adiel Teixeira de Almeida. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação Profissional em Engenharia de Produção, 2019.

Cunha, C. P. C. B. D., Miranda Mota, C. M. D., Almeida, A. T. D., Frej, E. A., e Roselli, L. R. P. (2020, December). **Applying the FITradeoff method for aiding prioritization of special operations of Brazilian federal police**. In Innovation for Systems Information and Decision Meeting Springer, Cham. 2020. p. 110-125.

DAVOODI, E.; HAGH, M. T.; ZADEH, S. G. A hybrid Improved Quantum-behaved Particle Swarm Optimization – Simplex method (IQPSOS) to solve power system load flow problems. **Applied Soft Computing Journal**, v. 21, 2014. p. 171-179.

DE MORAIS CORREIA, L.M., DA SILVA, J.M., DOS SANTOS LEITE, W.K., LUCAS, R.E., e COLAÇO, G.A. **A multicriteria decision model to rank workstations in a**

footwear industry based on a FITradeoff-ranking method for ergonomics interventions, Operational Research, 2021.

DUGGER Z., HALVERSON G., MCCRORY B., CLAUDIO D. (2022); Principal Component Analysis in MCDM: An exercise in pilot selection, **Expert Systems with Applications**, v.188, 115984, ISSN 0957-4174, 2022.

DWIVEDI, P., CHATURVEDI, V. AND VASHIST, J.K. (2020), Efficient team formation from pool of talent: comparing AHP-LP and TOPSIS-LP approach. **Journal of Enterprise Information Management**, v. 33 n. 5, 2020. p. 1293-1318. Disponível em: https://doi.org/10.1108/JEIM-09-2019-0283. Acesso em: 22 de julho de 2022.

EDEN, C (1988) Cognitive mapping. **European Journal of Operational Research**. 36:1–13. Disponível em: https:// doi. org/ 10. 1016/ 0377- 2217(88)90002-1. Acesso em: 30 de março de 2022.

EDWARDS, W.; BARRON, F.H. SMARTS and SMARTER: **Improved simple methods for multiattribute utility measuremen**t. Organizational behavior and human decision processes, 60(3): 306-325, 1994.

ENSSLIN, L.; MORAIS, M.L.S.; PETRI, S.M. **Construção de um Modelo Multicritério em Apoio ao Processo Decisório na Compra de um Computador**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO - ENEGEP.8, v.1. Niterói. Anais. Rio de Janeiro: ABEPRO, 1998.

GARBI, FABRÍZIO. Título: **Conversão de investigações comuns em operações policiais federais.** Recife, 2019. Orientadora: Profa. Dra. Caroline Maria de Miranda Mota. Dissertação (Mestrado Profissional) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação Profissional em Engenharia de Produção, 2019.

GOLDBARG, M. C.; LUNA, H. P. L. **Otimização Combinatória e Programação Linear: Modelos e Algoritmos**, Editora Campus, Rio de Janeiro, 2000.

GOODWIN. P.; WRIGHT. G. **Decision analysis for management judgment**, John Wilec, 2004.

FALASCA M., ZOBEL C. FALASCA, MAURO e ZOBEL, CHRISTOPHER. **An optimization model for volunteer assignments in humanitarian organizations**, Socio-Economic Planning Sciences, Elsevier, v. 46(4), 2012. p. 250-260.

FIGUEIRA, J., DE SMET, Y., BRANS, J.P., 2004. **MCDA methods for sorting and clustering problems**: Promethee TRI and Promethee CLUSTER, Université Libre de Bruxelles. Service de Mathématiques de la Gestion, Working Paper 2004/02. Disponível em: http://www.ulb.ac.be/polytech/smg/indexpublications.htm. Acesso em 22 de julho de 2022.

FREJ, EDUARDA ASFORA. Título**: Método multicritério de elicitação por tradeoff interativo e flexível para a problemática de ordenação e para a tomada de decisão em grupo** – 2019. Orientador: Prof. Dr. Adiel Teixeira de Almeida. Tese (Doutorado) — Universidade Federal de Pernambuco, 2019.

FREJ, E. A.; DE ALMEIDA, A. T., COSTA, A. P. C. S. **Using data visualization for ranking alternatives with partial information and interactive tradeoff elicitation**. Operational Research, Doi: 10.1007/s12351-018-00444-2, 2019.

FRIEND, J. **The strategic choice approach.** In: Rosenhead J, Mingers J (eds) Rational analysis for a problematic world revisited, 2nd edn. Wiley, Chichester, 2001.

HAMMOND, JOHN; KEENEY, Ralph; RAIFFA, Howard. **Decisões inteligentes**. Rio de Janeiro: Campus, 1999.

HILLIER, Frederick S.; LIEBERMAN, Gerald J. **Introdução à Pesquisa Operacional**. 9. ed., 2013.

KARABASEVIC, D., ZAVADSKAS, E.K., STANUJKIC, D., POPOVIC, G., BRZAKOVIC, M. **An Approach to Personnel Selection in the IT Industry Based on the EDAS Method**, Transformations in Business e Economics, Vol. 17, No 2 (44), 2018. p. 54-65.

KEENEY, R. L. Value-focused thinking: Identifying decision opportunities and creating alternatives. **European Journal of Operational Research**, v. 92, n. 3, 1996. p. 537–549.

KEENEY, R.L. **Creativity in Decision Making with Value Focused Thinking**, Sloan Management Review, v. 35, 1994. p. 33-41.

KEENEY, R.L.; RAIFFA, H. **Decisions with Multiple Objectives**: Preferences and Value Tradeoffs. New York: Wiley, 1976.

KLINGMAN, D., e PHILLIPS, N. V. (1984). Topological and Computational Aspects of Preemptive Multicriteria Military Personnel Assignment Problems. **Management Science**, 30(11), 1362–1375. Disponível em: http://www.jstor.org/stable/2631571. Acesso em: 6 de dezembro de 2022.

LÓPEZ, J. C. L.; CARRILLO, P. A. Á.; CHAVIRA, D. A. G.; NORIEGA, J. J. S. **A web-based group decision support system for multicriteria ranking problems**. Operational Research, 17(2): 499-534, 2017.

MACETA, P. R. M.; BERSSANETI, F. T.; CARVALHO, M. M. **Gerenciamento de portfólio de projetos no setor público**: uma revisão da literatura. Revista Produção Online, v. 17, 2017. p. 222-244.

MARANGONI JUNIOR, AFONSO. **Política preventiva de segurança pública baseada no delay time**: aplicação em uma delegacia descentralizada da Polícia – Recife, 2019. Orientador: Prof. Dr. Cristiano Alexandre Virgínio Cavalcante. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, 2019.

MARTINS, M. A.; GARCEZ, T. V.; GUSMÃO, A. P. H. de; SILVA, L. G. O.; ALMEIDA, J. A. de. Multicriteria Model Based on FITradeoff Method for Prioritizing Sections of Brazilian Roads by Criticality. **Mathematical Problems In Engineering**, [S.L.], v. 2020, n. 1, 29 dez. 2020. Hindawi Limited, 2020. p. 1-15.

MATEO DOLL, M., BAUTISTA VALHONDO, J., DE LA TORRE MARTÍNEZ, R. (2019). **Managing Volunteer Assignment in a Sport Event**. In: Ortiz, Á., Andrés Romano, C., Poler, R., García-Sabater, JP. (eds.) Engineering Digital Transformation. Lecture Notes in Management and Industrial Engineering. Springer, Cham. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-319-96005-0_31. Acesso em 6 de dezembro de 2022.

MELO, CIRO C. V.; DE ALMEIDA, JÔNATAS. A. **Modelo Multicritério para ordenação de Servidores para Atuarem em uma Operação Policial: baseado em VFT e FITradeoff.** In: LII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional - 54º SBPO. Juiz de Fora/ MG, 2022a.

MELO, CIRO C. V.; DE ALMEIDA, JÔNATAS. A. **A multicriteria decision model based on FITradeoff Method for prioritizing police officers to participate in a special operation.** In: XXI Latin-Iberoamerican Conference on Operations Research - CLAIO 2022. Buenos Aires/AR, 2022b.

MINGERS, J. E ROSENHEAD, J. Problem structuring methods in action. **European Journal of Operational Research**, v. 152, 2004. p. 530-554.

MOURA, LEONARDO FERREIRA de. Título: **Modelo multicritério para seleção de alimentadores no processo de corte manual de cargas** - Recife, 2015. Orientador: Prof. Dr. Cristiano Alexandre Virgínio Cavalcante. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, 2015.

MU, ENRIQUE e CHUNG, TINGTING RACHEL e REED, LAWRENCE IAN. Paradigm shift in criminal police lineups: Eyewitness identification as multicriteria decision making. **International Journal of Production Economics**, Elsevier, v. 184(C), 2017. p. 95-106.

NASCIMENTO, CARLOS ALBERTO FERREIRA DO. Título: **Proposição de metodologia para análise de risco operacional na execução de medidas coercitivas em Superintendências da Polícia Federal** - 2019. Orientador: Prof. Dr. Marcelo Hazin Alencar. Dissertação (Mestrado Profissional) – Universidade Federal

de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação Profissional em Engenharia de Produção, 2019.

NEPOMUCENO, T.C.C.; DARAIO, C.; COSTA, A.P.C.S. **Multicriteria Ranking for the Efficient and Effective Assessment of Police Departments**. Sustainability, 13, 4251, 2021.

OLIVEIRA R.C., LOURENÇO J.C. A multicriteria model for assigning new orders to service suppliers. **European Journal of Operational Research.** 139. 390-399. 10.1016/S0377-2217(01)00367-8, 2002.

POLETO, T., CLEMENTE, T., GUSMÃO, A., SILVA, M., COSTA, A. **Integrating Value-Focused Thinking and FITradeoff to Support Information Technology Outsourcing Decisions**. Management Decision. 10.1108/MD-129, 2020.

POLÍCIA FEDERAL (2021). **Planejamento Estratégico da Polícia Federal**. Boletim de Serviço nº 154 de agosto de 2021.

POLÍCIA FEDERAL (2022). **Relatório De Gestão Do Exercício De 2017**. Disponível em: https://www.justica.gov.br/Acesso/auditorias/arquivos_auditoria/pf/pf___relatorio_de_gestao___exercicio_2017.pdf. Acesso em: 4 mar. 2022.

RAZMAK, JAMIL e AOUNI, BELAID. Decision Support System and Multi-Criteria Decision Aid: A State of the Art and Perspectives. **Journal of Multi-Criteria Decision Analysis**. 22. 10.1002/mcda.1530, 2014.

Rigopoulos G., Karadimas N.V. **Military staff assignment approach utilizing multicriteria analysis**. In Proceedings of the 5th WSEAS international conference on Communications and information technology (CIT'11). World Scientific and Engineering Academy and Society (WSEAS), Stevens Point, Wisconsin, USA, 107–110, 2011.

ROY, B. **Multicriteria Methodology of Decision Aiding**. Netherlands, Kluwer Academic Publishers, 1996.

ROY, B.; BOUYSSOU, D. **Main sources of inaccurate determination, uncertainty and imprecision in decision models**. Math. and Computer Modelling, 12, 1245-1254, 1989.

SALO, AHTI; RAIMO, P. HÄMÄLÄINEN. **Multicriteria Decision Analysis in Group Decision Processes**. Handbook of Group Decision and Negotiation, 2010.

SARABANDO, P.; DIAS, L. C. **Multiattribute choice with ordinal information**: A comparison of different decision rules. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics-Part A: Systems and Humans, 39(3), 545-554, 2009.

SILVA, L. C.; S. DAHER, F. D.; SANTIAGO, K. T. M.; COSTA, A. P. C. S., **Selection of an Integrated Security Area for locating a State Military Police Station based on MCDM/A meth**od, 2019 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics (SMC), 2019, p. 1530-1534, doi: 10.1109/SMC.2019.8914307.

VINCKE, P. **Multicriteria decision-aid**. New York: John Wiley, 1992.

VINCKE, J. P., BRANS, P. H. **A preference ranking organization method**: The PROMETHEE method for MCDM. Management Science 31, 1985. p. 641-656.

WANG JJ, JING YY, ZHANG CF, et al. **Review on multicriteria decision analysis aid in sustainable energy decision-making**. Renewable and Sustainable Energy Reviews 13: 2263-2278, 2010.

WEBER, M., BORCHERDING, K. Behavioral influences on weight judgments in multiattribute decision making. **European Journal of Operational Reserach**, n. 67, 1993. p. 1-12.

WEITZ RR, JELASSI MT. **Assigning students to groups**: a multi-criteria decision support system approach. Decision Sciences 23(3): 746–757, 1992.

WINTERFELDT, D.; EDWARDS, W. **Decision Analysis and Behavioural Research**. New York: Cambridge University Press, 1986.

APÊNDICE A – ANÁLISE DE SENSIBILIDADE DO MÉTODO FITRADEOFF

Média do percentual de vezes em que a alternativa permanece na mesma posição durante o teste de sensibilidade.

Alternative / Position	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
S01	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
S02	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
S03	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%
S04	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
S05	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%
S06	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%
S07	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
S08	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
S09	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
S10	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
S11	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
S12	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
S13	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
S14	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
S15	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
S16	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%
S17	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%
S18	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
S19	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%
S20	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
S21	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
S22	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
S23	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
S24	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
S25	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
S26	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
S27	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
S28	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
S29	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
S30	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
S31	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%