



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MODELAGEM COMPUTACIONAL

PROPOSTA DE MODELO DE APOIO À DECISÃO PARA GESTÃO DE RISCO A
DESASTRES PELA DEFESA CIVIL DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO BASEADO
EM MÉTODOS MULTICRITÉRIOS DISCRETOS

Por

SARAH HEIDTMANN AVILA RAMOS

Orientador: Prof. Dr. André Andrade Longaray
Co-orientador: Profª. Dra. Viviane Leite Dias de Mattos

Tese para obtenção do Título de Doutor em Modelagem Computacional

RIO GRANDE/RS

2021

SARAH HEIDTMANN AVILA RAMOS

PROPOSTA DE MODELO DE APOIO À DECISÃO PARA GESTÃO DE RISCO A
DESASTRES PELA DEFESA CIVIL DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO BASEADO
EM MÉTODOS MULTICRITÉRIOS DISCRETOS

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Modelagem Computacional, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título em doutor em Modelagem Computacional pela Universidade Federal do Rio Grande

Orientador: Prof. Dr. André Andrade Longaray

Co-orientador: Prof^a. Dra. Viviane Leite Dias de Mattos

RIO GRANDE/RS

2021

Ficha Catalográfica

R175p Ramos, Sarah Heidtmann Avila.

Proposta de modelo de apoio à decisão para gestão de risco a desastres pela Defesa Civil do estado do Espírito Santo baseado em métodos multicritérios discretos / Sarah Heidtmann Avila Ramos. – 2021.

197 f.

Tese (doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande – FURG, Programa de Pós-Graduação em Modelagem Computacional, Rio Grande/RS, 2021.

Orientador: Dr. André Andrade Longaray.

Coorientadora: Dra. Viviane Leite Dias de Mattos.

1. Logística Humanitária 2. Gestão Estratégica 3. Desastres
4. MCDA I. Longaray, André Andrade II. Mattos, Viviane Leite Dias de
III. Título.

CDU 502.58

Catálogo na Fonte: Bibliotecário José Paulo dos Santos CRB 10/2344

ATA DE DEFESA DE TESE

ATA Nº 03/2021

Ao vigésimo segundo dia do mês de junho, através de videoconferência, realizou-se a terceira sessão de defesa de tese do ano de dois mil e vinte um do Programa de Pós-Graduação em Modelagem Computacional. A doutoranda, **Sarah Heidtmann Avila Ramos**, apresentou e defendeu a tese **“PROPOSTA DE MODELO DE APOIO A DECISÃO PARA GESTÃO DE RISCO A DESASTRES PELA DEFESA CIVIL DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO BASEADO EM MÉTODOS MULTICRITÉRIOS DISCRETOS”** como requisito parcial para a obtenção do grau de Doutora em Modelagem Computacional. A sessão foi aberta às quatorze horas pelo Prof. Dr. André Andrade Longaray, orientador da tese e presidente da Comissão de Avaliação. A referida Comissão esteve integrada, além do presidente e orientador, pela Profa. Dra. Viviane Leite Dias de Mattos (coorientadora) da FURG, Profa. Dra. Catia Maria dos Santos Machado da FURG, Prof. Dr. Vilmar Antônio Gonçalves Tondolo da UFPel e pelo Prof. Dr. Sergio Murilo Petri da UFSC. Após cada integrante da Banca ter arguido a doutoranda, e esta ter tido a oportunidade de responder a cada um, a Comissão reuniu-se para deliberar sobre o conceito a ser atribuído ao trabalho. A Comissão de Avaliação considerou a candidata **..APROVADA.....** neste requisito parcial para a obtenção do grau de Doutora em Modelagem Computacional. Por fim, o presidente publicou e encerrou a sessão da qual eu, Emanuel da Silva Diaz Estrada, na qualidade de Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Modelagem Computacional, lavrei a presente ata que vai assinada por todos os membros da Comissão de Avaliação. Rio Grande, vinte e dois de junho de 2021.

Documento assinado digitalmente
 Andre Andrade Longaray
Data: 22/06/2021 16:53:30-0300
CPF: 491.201.150-91
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof. Dr. André Andrade Longaray
Orientador

Documento assinado digitalmente
 Viviane Leite Dias de Mattos
Data: 23/06/2021 14:45:17-0300
CPF: 301.650.080-91
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Profa. Dra. Viviane Leite Dias de Mattos
Coorientadora



Profa. Dra. Catia Maria dos Santos Machado
Membro Interno



Prof. Dr. Vilmar Antônio Gonçalves Tondolo
Membro Externo

 Documento assinado digitalmente
Sergio Murilo Petri
Data: 23/06/2021 08:35:41-0300
CPF: 716.305.209-00
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Prof. Dr. Sergio Murilo Petri
Membro Externo

Documento assinado digitalmente
 Emanuel da Silva Diaz Estrada
Data: 24/06/2021 17:08:41-0300
CPF: 000.797.800-67
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof. Dr. Emanuel da Silva Diaz Estrada
Coordenador do Programa de Pós-Graduação
Em Modelagem Computacional

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer a Deus que guiou minha caminhada e permitiu concluir esta tese.

Agradeço imensamente à Defesa Civil do Espírito Santo, na figura do Cel. André Có Silva, que acreditou nesta pesquisa e se mostrou disponível a todo momento possibilitando que o modelo de avaliação fosse construído com base nas suas percepções e experiências.

Quero agradecer ao meu orientador Prof. André Andrade Longaray por toda dedicação e disponibilidade para realização desta tese, acreditando no meu potencial e na minha capacidade de realização.

Agradeço a minha co-orientadora Prof^a. Viviane Leite Dias de Mattos sempre disponível para contribuir com esta tese e que me inspira por sua dedicação, ética e empatia, principalmente, nos momentos mais desafiadores.

Agradeço a toda a equipe do Laboratório de Estudos e Pesquisas em Metodologias de Sistemas de Apoio à Decisão (LABSADi), principalmente aos professores Prof^a. Catia Maria dos Santos Machado e Prof. Paulo Roberto da Silva Munhoz e aos bolsistas Thauane Amaral, Diogo Storino e Newton Nyamasege Marube que me apoiaram e contribuíram nesta caminhada.

Agradeço à família e aos amigos, em especial, aos meus pais, ao meu esposo e à minha filha, pela paciência e compreensão nos momentos de ausências. Mas agradeço, mais ainda, as palavras de estímulo e incentivo que me motivaram a chegar até aqui.

Agradeço aos demais professores do Programa de Mestrado em Modelagem Computacional, pelos ensinamentos e aos colegas pelos momentos de estudo coletivo que foram de extrema importância para o meu aprendizado.

Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos nos primeiros anos do curso de doutorado.

RESUMO

A ocorrência de desastres no Brasil e no mundo evidencia a importância de um tratamento especial à Logística Humanitária. Existem grandes desafios na implementação de processos logísticos sistematizados diante das incertezas inerentes ao acontecimento de um desastre. A consequência de um planejamento estratégico insuficiente reflete na dificuldade de coordenação dos processos e atores no momento das operações de Logística Humanitária após um evento. Em um ambiente complexo, conflituoso e incerto enfrentado pelos gestores de Logística Humanitária, surge a necessidade da utilização de um modelo para dar apoio aos problemas de decisão. Este trabalho apresenta um modelo matemático multicritério discreto baseado na MCDA para a gestão de risco pela Defesa Civil do estado do Espírito Santo. A construção do modelo multicritério proposto foi baseada em uma revisão sistemática sobre o tema, que permitiu identificar as lacunas de pesquisa na área de estudo. A aplicação da metodologia Multicritério de Apoio à Decisão (MCDA) permitiu construir conhecimento sobre os requisitos importantes para a gestão risco pela Defesa Civil, a partir da perspectiva do decisor, gerando oportunidades de aperfeiçoamento ao planejamento estratégico das operações e contribuindo para melhorias em seus processos logísticos.

Palavras-chave: Logística Humanitária, gestão estratégica, desastres, MCDA.

ABSTRACT

The occurrence of disasters in Brazil and in the world has highlighted the importance of special treatment for humanitarian logistics. There are major challenges in implementing systematic logistical processes in view of the uncertainties inherent in the occurrence of a disaster. The consequence of insufficient strategic planning reflects the difficulty in coordinating processes and actors at the time of humanitarian logistics operations after an event. In a complex, conflicting and uncertain environment faced by humanitarian logistics managers, there is a need to use a model to support decision problems. This paper presents a discrete multicriteria mathematical model based on the MCDA for the risk management of Civil Defense in the state of Espírito Santo. The construction of the proposed multicriteria model was based on a systematic review on the topic that allowed the identification of research gaps in the study area. The application of the Multicriteria Decision Support methodology (MCDA) allowed the construction of knowledge about the important requirements for risk management in Civil Defense, from the perspective of the decision maker, generating opportunities for improvement in the strategic planning of operations and contributing to improvements in its logistics processes.

Keywords: Humanitarian logistics, strategic management, disasters, MCDA.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1 Hipótese de pesquisa	4
1.2 Objetivo	5
1.2.1 Objetivo geral	5
1.2.2 Objetivos específicos	5
1.3 Originalidade e relevância do tema	6
1.4 Justificativa	7
2. ESTRUTURA DO TRABALHO	10
3. METODOLOGIA	11
3.1 Propósito do projeto	11
3.2 Método ou delineamento da pesquisa	11
3.3 Instrumento de intervenção	12
3.4 Abordagem metodológica	12
3.5 Técnicas de coleta	13
3.6 Análise de dados	13
3.7 Síntese da metodologia	14
4. REVISÃO SISTEMÁTICA	15
4.1 Análise Bibliométrica	15
4.1.1 Coletas de dados	15
<i>Síntese das etapas de coleta de dados</i>	<i>23</i>
4.1.2 Resultados	23
4.2 Metassíntese	31
4.2.1 Lacunas	55
5. PROPOSIÇÃO DE UM MODELO MULTICRITÉRIO NA ÁREA DE LOGÍSTICA HUMANITÁRIA USANDO MCDA	56
5.1 Estudo de Caso	56
5.2 Método Multicritério de Apoio à Decisão (MCDA)	58
5.2.1 Estruturação do modelo	59
5.2.2 Avaliação – construção do modelo multicritério	61
<i>Abordagem MACBETH para construção de um critério cardinal</i>	<i>61</i>
<i>Análise da consistência dos juízos absolutos formulados</i>	<i>65</i>
<i>Formulação matemática do MACBETH: um método iterativo</i>	<i>67</i>

5.2.3	Recomendações.....	72
5.3	Uso de uma perspectiva construtivista	72
6.	DESENVOLVENDO UM MODELO DE APOIO À DECISÃO PARA GESTÃO DE RISCO PELA DEFESA CIVIL DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO BASEADO EM MÉTODOS MULTICRITÉRIOS DISCRETOS.....	75
6.1	Fase de Estruturação do Modelo	75
6.1.1	Contexto Decisório	75
6.1.2	Atores e Rótulo para o modelo.....	77
6.1.3	Elementos Primários de Avaliação	79
6.1.4	Identificação das áreas de interesses	80
6.1.5	Identificação dos pontos de vista fundamentais.....	81
6.1.6	Construção da arborescência de pontos de vista	83
6.1.7	Pontos de Vista Elementares	84
6.1.8	Descritores.....	90
	Tipos de Descritores	91
	Propriedades dos Descritores	92
	Teste de independência preferencial mútua	92
	Construção dos descritores	92
6.2	Fase de Avaliação	115
6.2.1	Funções de valor	115
6.2.2	Taxa de substituição	118
	Determinação das taxas de substituição dos critérios	119
6.2.3	Avaliação Global.....	125
6.2.4	Perfil de impacto da situação atual.....	129
6.3	Fase de elaboração de recomendações	161
6.3.1	Geração de Ações.....	162
	<i>Ação 1 – Aumento do número de municípios participantes do ciclo completo de formação da Defesa Civil</i>	<i>163</i>
	<i>Ação 2 – Aumento do percentual de atribuições realizadas pela coordenação do PEPDEC com relação a prevenção e preparação</i>	<i>164</i>
	<i>Ação 3 – Aumento do número de pessoas saídas do risco no ES como consequência da realização de obras estruturantes.....</i>	<i>164</i>
	<i>Ação 4 – Aumento do número de municípios que atendem a todos os requisitos de estruturação da Defesa Civil local</i>	<i>165</i>
	<i>Ação 5 – Aumentar o prazo de antecedência de emissão de avisos de risco de desastres</i>	<i>166</i>

<i>Ação 6 – Aumentar o número de regionais com cadastro de três fornecedores de caminhão para apoio as ações da Defesa Civil</i>	166
6.3.2 Implementação	167
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	169
7.1 Conclusões e Recomendações – aspectos teóricos	169
7.2 Conclusões e Recomendações – aspectos práticos	175
7.3 Objetivos atingidos	176
7.4 Contribuições em Modelagem Computacional	177
7.5 Sugestões para pesquisas futuras	178
REFERÊNCIAS	179
Apêndice 1 – Ordenação de Opções ou Níveis de Performance de Cada Critério	187
Apêndice 2 – PVF's, PVE's e suas respectivas Taxas Substituição	195

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Distribuição das publicações do portfólio final por base de dados.....	21
Figura 2 - Síntese das etapas de coleta de dados da Análise Bibliométrica	23
Figura 3 – Publicações por ano	24
Figura 4 – Palavras-chave	30
Figura 5 – Regionais do Sistema Estadual de Proteção e Defesa Civil.....	57
Figura 6 – Fases da MCDA.....	59
Figura 7 – Estrutura hierárquica de valor.....	60
Figura 8 – Categorias de Diferença de Atratividade	64
Figura 9 – Função da variável c	68

Figura 10 – Esquema interativo MACBETH.....	68
Figura 11 – Função das variáveis $\eta a, be \epsilon a, b para Ck (k \neq 6)$	69
Figura 12 – Função das variáveis (a, b) e (a, b) para $Ck (k \neq 6)$	71
Figura 13 – Organograma CEPDEC/ES	77
Figura 14 – Árvore de valor e os eixos de avaliação dos PVFs	84
Figura 15 – Decomposição do PVF Humanos	85
Figura 16 – Decomposição do PVF Suprimentos	86
Figura 17 – Decomposição do PVF Sistema de monitoramento e alerta desastres.....	87
Figura 18 – Decomposição do PVF Equipamentos de resposta.....	88
Figura 19 – Decomposição do PVF Cadastro dos Planos Municipais	89
Figura 20 – Decomposição do PVF Comitê Estadual	89
Figura 21 – Decomposição do PVF Municipal.....	90
Figura 22 – Estados possíveis dos pontos de vista elementares derivados do PVF1.	94
Figura 23 – Estados possíveis dos pontos de vista elementares derivados do PVF2	97
Figura 24 – Estados possíveis dos pontos de vista elementares derivados do PVF3	99
Figura 25 – Estados possíveis dos pontos de vista elementares derivados do PVF4	103
Figura 26 – Estados possíveis dos pontos de vista elementares derivados do PVF6	107
Figura 27 – Estados possíveis dos pontos de vista elementares derivados do PVF10	111
Figura 28 – Estados possíveis dos pontos de vista elementares derivados do PVF11	113
Figura 29 – Planilha de apoio para matriz de julgamento do descritor do PVE 1.1 Agentes municipais	116
Figura 30 – Determinação da escala das funções de valor do descritor PVE 1.1 – Agentes municipais	117
Figura 31 – Determinação da escala das funções de ancoragem pelo método MACBETH do descritor PVE 1.1 – Agentes municipais.....	118
Figura 32 – Árvore de PVFs com as Taxas de Compensação.....	121
Figura 33 – Localização dos PVE na árvore de valor para determinação das taxas de substituição... ..	122
Figura 34 – Determinação das taxas de substituição dos PVE 1.1; PVE 1.2 e PVE 1.3 pelo método de julgamento semântico – MACBETH	124
Figura 35 – Árvore de valor do PVF 1 – Humanos com as suas taxas de substituição.....	125
Figura 36 - Perfil de Impacto da Gestão de Risco pela Defesa Civil do ES	131
Figura 37 – Avaliação linear da atratividade global.....	138
Figura 38 - Nova ramificação do PVF1 – Humanos	140
Figura 39 - Determinação da escala das funções de ancoragem pelo método MACBETH do descritor PVE 1.3.1.1 – Saúde Mental	142
Figura 40 - Determinação da escala das funções de ancoragem pelo método MACBETH do descritor PVE 1.3.1.2 – Saúde Física	143
Figura 41 - Determinação da escala das funções de ancoragem pelo método MACBETH do descritor PVE 1.3.1.3 – Geologia.....	143
Figura 42 - Determinação da escala das funções de ancoragem pelo método MACBETH do descritor PVE 1.3.1.4 – Engenharia	143
Figura 43 - Determinação da escala das funções de ancoragem pelo método MACBETH do descritor PVE 1.3.2.1 – Associações Humanitárias	146
Figura 44 - Determinação da escala das funções de ancoragem pelo método MACBETH do descritor PVE 1.3.2.2 – Congregações Religiosas	146

Figura 45 - Determinação da escala das funções de ancoragem pelo método MACBETH do descritor PVE 1.3.2.3 – ONGs	146
Figura 46 - Determinação da escala das funções de ancoragem pelo método MACBETH do descritor PVE 1.3.2.4 – Sindicatos.....	147
Figura 47 – Determinação das taxas de substituição dos PVE 1.3.1.1, PVE 1.3.1.2, PVE 1.3.1.3 e PVE 1.3.1.4 pelo método de julgamento semântico – MACBETH.....	147
Figura 48 – Determinação das taxas de substituição dos PVE 1.3.2.1, PVE 1.3.2.2, PVE 1.3.2.3 e PVE 1.3.2.4 pelo método de julgamento semântico – MACBETH.....	148
Figura 49 – Árvore de valor do PVF 1 – Humanos com as suas taxas de substituição.....	148
Figura 50 – Nova ramificação do PVF2 – Suprimentos	149
Figura 51 – Determinação da escala das funções de ancoragem pelo método MACBETH do descritor PVE 2.2.1 – Colchão	151
Figura 52 – Determinação da escala das funções de ancoragem pelo método MACBETH do descritor PVE 2.2.2 – Higiene.....	152
Figura 53 – Determinação da escala das funções de ancoragem pelo método MACBETH do descritor PVE 2.2.3 Limpeza	152
Figura 54 – Determinação das taxas de substituição dos PVE 2.2.1; PVE 2.2.2 e PVE 2.2.3 pelo método de julgamento semântico – MACBETH	153
Figura 55 – Árvore de valor do PVF 2 – Suprimentos com as suas taxas de substituição.....	153
Figura 56 – PVF4 – Equipamentos de resposta	154
Figura 57 -Escala das funções de ancoragem pelo método MACBETH do descritor do PVE 4.2.1 – Caminhão	156
Figura 58 -Escala das funções de ancoragem pelo método MACBETH do descritor do PVE 4.2.2 – Trator.....	157
Figura 59 - Escala das funções de ancoragem pelo método MACBETH do descritor do PVE 4.2.3 – Equipamentos de menor porte.....	157
Figura 60 – Perfil de impacto da Gestão de Risco pela Defesa Civil do ES no ano de 2020 na versão final do modelo	161

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Síntese da metodologia adotada na pesquisa	14
Quadro 2 – Resumo do conteúdo do Portfólio Bibliográfico.....	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resultados das combinações nas bases de dados	17
Tabela 2 – Resultados nas bases de dados após a retirada dos documentos duplicados	17
Tabela 3 – Quantidade de documentos excluídos por tipo de referência	18
Tabela 4 – Resultados das filtragens dos documentos encontrados nas bases de dados	18
Tabela 5 – Quantidade de documentos excluídos por área do conhecimento	19
Tabela 6 – Filtragem por título, palavras-chave e resumo dos documentos	19
Tabela 7 – Portfólio final	20
Tabela 8 – Principais informações das publicações do Portfólio final	21
Tabela 9 – Participação como primeiro autor das publicações do Portfólio	25
Tabela 10 – Participação como segundo autor das publicações do Portfólio	25
Tabela 11 – Número de autores por artigo	26
Tabela 12 – Universidades	26
Tabela 13 – Países	27
Tabela 14 – Periódicos	28
Tabela 15 – Relevância das publicações	29
Tabela 16 – Artigos mais citados no portfólio bibliográfico	31
Tabela 17 – Caracterizando conhecimento, problema e comportamento do consultor pela perspectiva construtivista	73
Tabela 18 – Identificação pelo decisor dos elementos primários de avaliação (EPA)	79
Tabela 19 – Identificação da relação direta de cada elemento primário com as Áreas de Interesses ...	80
Tabela 20 – Descritor do PVE 1.1 - Agentes municipais	95
Tabela 21 – Descritor do PVE 1.2 Equipe CEPDEC	95
Tabela 22 – Descritor do PVE 1.3.1 Especialidades	96
Tabela 23 – Descritor do PVE 1.3.2 Sociedade Civil	96
Tabela 24 – Descritor do PVE 2.1 Compra	98
Tabela 25 – Descritor do PVE 2.2 Gerenciamento dos estoques	98
Tabela 26 – Descritor do PVE 3.1 Consolidar as informações de riscos e desastres	100
Tabela 27 – Descritor do PVE3.2.1 Parâmetros de deslizamento	101
Tabela 28 – Descritor do PVE3.2.2 Parâmetros de inundação	101
Tabela 29 – Descritor do PVE3.2.3 Parâmetros de seca	101
Tabela 30 – Descritor do PVE 3.3 Emitir avisos de risco de desastre	102
Tabela 31 – Descritor do PVE4.1.1 produtos perigosos	104
Tabela 32 – Descritor do PVE4.1.2 Incêndio Florestal	104
Tabela 33 – Descritor do PVE4.1.3 Deslizamento	104
Tabela 34 – Descritor do PVE4.1.4 Inundação	105
Tabela 35 – Descritor do PVE4.2.1 Caminhões	105
Tabela 36 – Descritor do PVE4.2.2 Trator	106
Tabela 37 – Descritor do PVE4.2.3 Equipamentos	106
Tabela 38 – Descritor do PVF5 Ameaças, suscetibilidades e vulnerabilidades a desastres	107
Tabela 39 – Descritor do PVE6.1.1 Plano de de uso e ocupação do solo	108
Tabela 40 – Descritor do PVE6.1.2 Plano municipal de redução de riscos	108
Tabela 41 – Descritor do PVE6.1.3 Plano municipal de contingência	109

Tabela 42 – Descritor do PVF7 Vistoriar edificações, construções e áreas em situação de risco para a vida humana	109
Tabela 43 - Descritor do PVF8 Obras estruturantes.....	110
Tabela 44 – Descritor do PVF9 Federal.....	111
Tabela 45 – Descritor do PVE10.1 Articulação	112
Tabela 46 – Descritor do PVE10.2 Atribuições	112
Tabela 47 – Descritor do PVE10.3 Acionamento e integração.....	113
Tabela 48 – Descritor do PVE11.1 Fomento a estruturação e atuação da defesa civil local	114
Tabela 49 – Descritor do PVE11.2 Assessoria na montagem de processos.....	114
Tabela 50 – Apresentação da ordenação dos critérios pela Matriz de Ordenação – Roberts.....	120
Tabela 51 – Ordenação dos PVEs que constituem o PVF1 – Humanos pelo método da Matriz de Ordenação – Roberts	123
Tabela 52 – Pontuação dos níveis BOM e NEUTRO e impacto na Gestão de Risco	130
Tabela 53 – Avaliação Parcial da Gestão de Risco pela Defesa Civil do ES.....	137
Tabela 54 - Descritor do PVE 1.3.1.1	140
Tabela 55 - Descritor do PVE 1.3.1.2	141
Tabela 56 - Descritor do PVE 1.3.1.3	141
Tabela 57 - Descritor do PVE 1.3.1.4	142
Tabela 58 - Descritor do PVE 1.3.2.1	144
Tabela 59 - Descritor do PVE 1.3.2.2	144
Tabela 60 - Descritor do PVE 1.3.2.3	145
Tabela 61 - Descritor do PVE 1.3.2.4	145
Tabela 62 – Descritor do PVE 2.2.1 Colchão	150
Tabela 63 – Descritor do PVE 2.2.2 Higiene	150
Tabela 64 – Descritor do PVE 2.2.3 Limpeza.....	151
Tabela 65 – Novo descritor do PVE 4.2.1 – Caminhões.....	155
Tabela 66 – Novo descritor do PVE 4.2.2 – Trator.....	155
Tabela 67 – Novo descritor do PVE 4.2.3 – Equipamentos de menor porte.....	156
Tabela 68 – Impacto da Gestão de Risco pela Defesa Civil no ano de 2020	160
Tabela 69 – PVF’s em que foram geradas as ações de aperfeiçoamento	162

1. INTRODUÇÃO

Um desastre é um acontecimento calamitoso, repentino ou previsível, que perturba seriamente o funcionamento de uma comunidade ou sociedade e provoca perdas humanas, materiais, econômicas ou ambientais que esmagam a capacidade da comunidade afetada ou da sociedade de lidar com a situação através de seus próprios recursos. Apesar de serem muitas vezes causados pela natureza, os desastres podem ser devido à atividade humana (IFRC, 2019).

Segundo a Federação Internacional das Sociedades da Cruz Vermelha e do Crescente Vermelho (IFRC, 2016), no período de 2006 a 2015, foi registrada uma média de 375 desastres por ano no mundo. Essa estatística refere-se a desastres desencadeados por perigos geofísicos e por fenômenos climáticos, hidrológicos e meteorológicos. São exemplos destes tipos de fenômenos as secas, os movimentos de massa seca, os terremotos, as temperaturas extremas, as inundações, as infestações por insetos, os deslizamentos de terra, as tempestades, as atividades vulcânicas e os incêndios florestais. Ainda segundo o levantamento da IFRC, no período de 2006 a 2015, 698.077 pessoas morreram e 1.916.701.000 pessoas foram afetadas em virtude de desastres, o que resultou em US\$ 1.398.627.000.000 de danos e prejuízos estimados.

No Brasil, o levantamento realizado pelo Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres (CEPED, 2013) engloba o período de 1991 a 2012. Nesse período, foram registrados 38.996 desastres naturais, sendo destaque um aumento do número de registros na década de 2000 e nos anos 2010, 2011 e 2012, em que se concentram 78% dos desastres registrados. A análise apresentada compreende os dez principais eventos incidentes no Brasil, sendo eles: estiagem e seca, enxurrada, inundação, granizo, geada, vendaval, tornado, incêndio, movimento de massa e erosão. O total de pessoas afetadas por desastres naturais no período estudado foi de 126.926.656, sendo que o fenômeno da estiagem e seca é o que mais afeta a população brasileira.

Com relação aos danos materiais e prejuízos decorrentes de desastres naturais no Brasil, as informações disponíveis abrangem o período de 1995 a 2014, período em que os municípios reportaram algum tipo de dano material ou prejuízo decorrente de desastres naturais pelos quais foram contabilizadas perdas totais de R\$ 182,7 bilhões (CEPED, 2016).

Os desastres naturais têm consequências drásticas para uma sociedade, região e país, tendo como resultado vítimas fatais, feridos, desabrigados, cidades destruídas e altos custos

para uma resposta rápida de alívio aos atingidos e para uma posterior reconstrução da área afetada com mitigação dos impactos sociais, econômicos e ambientais.

É esperado um crescimento em número e escala nas crises humanitárias geradas, no futuro, por desastres naturais. Essa expectativa está baseada em fatores naturais, mas também no impacto do homem na terra, o qual provoca mudanças climáticas, rápida urbanização em zonas propensas a desastres e instabilidades políticas e sociais (TIMPERIO et al., 2017).

A atuação durante uma crise humanitária é de extrema complexidade, pois é necessário conhecimento especializado para montar uma infraestrutura logística com processos eficientes e com alto nível de colaboração entre os participantes da cadeia de suprimentos humanitária (ABIDI; LEEUW; KLUMPP, 2015).

Flores et al. (2017, p. 01) define Logística Humanitária como “[...] a organização do fluxo de informações, processos e sistemas envolvidos na mobilização de pessoas, recursos, habilidades e conhecimento, além de corroborar com um atendimento ágil e eficaz”. Um ponto chave nas operações de Logística Humanitária é a coordenação entre os diversos atores envolvidos. Uma comunicação e atuação integrada podem melhorar a eficiência da operação, bem como reduzir o uso desnecessário de recursos e aliviar problemas frequentemente relatados pelos envolvidos. (ALTAY; PRASAD; SOUNDERPANDIAN, 2009)

O objetivo da Logística Humanitária é promover uma resposta de emergência para fornecer itens de socorro (como água, comida, abrigo, suprimentos médicos) para as áreas afetadas pelos desastres, para aliviar o sofrimento humano e minimizar o número de vítimas fatais. Porém, a imprevisibilidade desses eventos naturais é um fator crítico para as operações logísticas, que lidam com um grande número de *stakeholders* e com o gerenciamento do fluxo massivo de recursos financeiros envolvidos nas crises humanitárias (TIMPERIO et al., 2017).

Considerando que a Logística Humanitária é um processo que envolve planejamento, gestão e controle dos fluxos de serviço de socorro, informações e recursos do ponto de origem até os pontos de destino, obviamente, o objetivo crítico da Logística Humanitária é a resposta rápida e viável no fornecimento de serviços de socorro urgente nas áreas afetadas após os desastres (QU, 2016).

A gestão de operações de desastres em relação à função logística é dividida em quatro diferentes fases cronológicas: prevenção, preparação, resposta e recuperação. A fase anterior ao desastre compreende a gestão de risco e engloba as fases de prevenção e preparação. As atividades de prevenção são medidas para prevenir ou reduzir os impactos do evento e as atividades de preparação reúnem recursos humanos, suprimentos, equipamentos e

monitoramento necessários para se preparar ao acontecimento. A fase após o evento calamitoso compreende a gestão do desastre e engloba as fases de resposta e recuperação. As atividades de resposta abrangem o emprego de recursos e procedimentos de emergência para preservar a vida, a propriedade, o meio ambiente e a estrutura social, econômica e política da comunidade; as atividades de recuperação são ações tomadas após o impacto imediato do desastre para estabilizar e apoiar a comunidade a retomar suas vidas como era antes do desastre (LAGUNA-SALVADÓ et al., 2018; VITORIANO et al., 2015; REGIS-HERNÁNDEZ; MORA-VARGAS; RUÍZ, 2017).

O impacto direto dos desastres na vida da população afetada pode ser reduzido através do planejamento estratégico de longo prazo durante a fase de prevenção e preparação (JOHN et al., 2018). Segundo Vitoriano et al. (2015) nas fases de prevenção e preparação é elaborado o planejamento estratégico de decisão, pelo qual são estabelecidos protocolos de emergência, pré-posicionamento, análise de risco e incerteza. A tomada de decisão está presente nessas fases na escolha de um posicionamento estratégico ou de política estratégica.

Uma grande lacuna na fase de preparação, tanto no nível organizacional quanto no nível estratégico, é que a coordenação humanitária depende muito das qualidades pessoais e das habilidades diplomáticas dos coordenadores de socorro e dos coordenadores humanitários (GAVIDIA, 2017).

Para lidar com as situações complexas e de emergência que surgem devido aos desastres, atores envolvidos na cadeia de suprimentos humanitária são motivados a se coordenar entre si para melhorar a eficiência das operações de socorro. Os atores são as várias partes interessadas que estão direta ou indiretamente envolvidas em operações de socorro, como: o governo do país de acolhimento, governos de outros países, doadores privados, agências humanitárias, organizações de ajuda humanitária, provedores logísticos, militares, mídia e as pessoas locais (KABRA; RAMESH; ARSHINDER, 2015).

As diversas agências e organizações humanitárias raramente colaboram durante a fase de preparação da gestão de desastres, deixando as estratégias de coordenação da fase de socorro não formuladas. Esse planejamento deficiente da coordenação antes das operações de socorro impedem o compartilhamento de informações. O fraco compartilhamento de informação distorce a necessidade real dos beneficiários e afeta as operações de socorro (JOHN et al., 2018).

Os agentes humanitários precisam se concentrar na gestão de risco a desastre através de um forte alinhamento de mandatos e focar na diversidade da natureza dos agentes humanitários

para alinhar as suas necessidades e estratégias operacionais através de operações padronizadas, interoperabilidade de atividades e construção de confiança através de associações de longo prazo (JOHN et al., 2018).

Modelos inteligentes de tomada de decisão podem contribuir para decisões estratégicas mais assertivas, mas exigiria a integração de um conjunto de diferentes recursos humanos, a representação da incerteza e fusão de informações, previsão, análise de cenários, processamento de imagens, agendamento etc. (VITORIANO et al., 2015).

Diante do cenário apresentado, evidencia-se a necessidade de novos modelos de gestão logística, que privilegiem ações em cenários de desastres e catástrofes. Principalmente, modelos que tenham como foco o planejamento estratégico que engloba a gestão de risco, pois fica evidente que a gestão do desastre terá mais sucesso se as atividades de coordenação estiverem bem estruturadas. Tendo em vista que o objetivo da coordenação da cadeia de suprimentos humanitárias é salvar mais vidas, fornecendo os primeiros itens para alívio e tratamento médico a tempo de reduzir o sofrimento das vítimas, é notório o papel da coordenação na busca por um melhor desempenho das operações. A menos que atores humanitários aprendam a colaborar e co-administrar cadeias de socorro, a performance não pode ser melhorada, tendo, assim, consequências dramáticas para as populações atingidas (KABRA; RAMESH; ARSHINDER, 2015).

Uma das possibilidades de desenvolvimento desses modelos diz respeito à utilização de métodos multicritérios da pesquisa operacional, instrumentos científicos empregados para estruturar e organizar processos decisórios no apoio à resolução de problemas complexos (OKEOLA; SULE, 2012).

1.1 Hipótese de pesquisa

Com base no que foi apresentado, propõe-se a seguinte hipótese de pesquisa: A pesquisa operacional, sob a perspectiva do desenvolvimento de um modelo matemático embasado na abordagem multicritério discreta (MCDA), deve contribuir para a gestão de risco a desastre pela Defesa Civil do estado do Espírito Santo.

1.2 Objetivo

1.2.1 Objetivo geral

Desenvolver um modelo de apoio à decisão para gestão de risco a desastres pela Defesa Civil do estado do Espírito Santo baseado em métodos multicritérios discretos.

1.2.2 Objetivos específicos

- a) Por meio de uma análise bibliométrica, identificar a produção científica acerca da proposição de modelos, métodos e sistemas de apoio à decisão da gestão estratégica da Logística Humanitária.
- b) Realizar uma metassíntese para analisar a produção científica sobre gestão estratégica da Logística Humanitária a fim de identificar os objetivos, métodos utilizados, atores entrevistados, locais de aplicação, critérios estabelecidos e lacunas apontadas pelos pesquisadores.
- c) Definir os elementos primários de avaliação da aplicabilidade da logística em operações humanitárias, compondo critérios, subcritérios e seus respectivos indicadores de desempenho;
- d) Hierarquizar os critérios e subcritérios que possam afetar o desempenho das operações de Logística Humanitária;
- e) Proceder à síntese de prioridades da hierarquia desenvolvida a partir de matrizes de comparações paritárias, bem como à lapidação dos indicadores de desempenho;
- f) Propor um modelo multicritério de decisão a partir dos critérios hierarquizados e priorizados, bem como de seus indicadores de desempenho qualitativos e/ou quantitativos lapidados;
- g) Elaborar o modelo matemático multicritério de apoio à decisão para a gestão de risco pela Defesa Civil para o estado do ES.
- h) Testar o modelo piloto de avaliação multicritério de apoio à decisão para a gestão de risco pela Defesa Civil para o estado do ES.
- i) Implementar o modelo de avaliação multicritério de apoio à decisão para a gestão de risco pela Defesa Civil para o estado do ES.

1.3 Originalidade e relevância do tema

Segundo Lakatos e Marconi (1992), a estrutura da tese é semelhante à da monografia e à da dissertação. O que distingue os três tipos é a sua relação com a originalidade, a profundidade e a extensão. A tese apresenta o mais alto nível de pesquisa e requer não somente a exposição de fatos e a explicação do material coletado. É um trabalho científico que levanta, coloca e soluciona problemas.

A avaliação quanto à originalidade do tema escolhido leva em consideração a quantidade e qualidade da produção científica sobre o tema, as lacunas de pesquisa ainda não exploradas e que necessitam ser elucidadas e a existência de novos questionamentos.

A tese apresenta o resultado de um trabalho experimental ou exposição de um estudo científico de tema único e bem delimitado. Deve ser elaborado com base em investigação original, constituindo-se em real contribuição para a especialidade em questão (ABNT, 2011).

Diante desses esclarecimentos, a presente tese evidencia sua originalidade quando propõe um novo modelo de avaliação com foco na gestão estratégica de Logística Humanitária aplicado à fase anterior ao desastre, com o objetivo de dar ferramentas aos gestores públicos para elaboração do planejamento estratégico e para a tomada de decisão nas fases de prevenção e preparação a desastres. Ainda com relação à originalidade, quando se trata de desastres, as características de cada país, estado ou região influenciam no tipo de desastre e nas operações logísticas realizadas naquele cenário, dificultando a utilização de modelos já construídos em virtude das particularidades de cada realidade. O modelo proposto, surge a partir de um estudo de caso aplicado no Brasil, mais especificamente no estado do Espírito Santo, e contempla as características e particularidades deste território.

Acrescenta-se ainda que a metodologia MCDA-Construtivista, associada ao tema Logística Humanitária, não oferece, na produção científica, pesquisas que explorem a estruturação de problemas de nível estratégico na fase pré-evento.

A relevância deste trabalho e a importância científica do tema estão evidenciadas ao tratar problemas reais de alta complexidade e grande incerteza que afetam toda a sociedade. Os desastres naturais ou provocados pelo homem possuem alto poder de destruição e grande imprevisibilidade. Diante dessa realidade, governos de todo o mundo mantêm, em suas estruturas organizacionais, órgãos preparados para atuar nesses cenários. No âmbito do estado do Espírito Santo, o órgão público estadual responsável pelo planejamento estratégico da

Logística Humanitária é a Coordenadoria Estadual de Proteção e Defesa Civil do Espírito Santo (CEPDEC/ES).

Por fim, com relação à contribuição para enriquecimento na área de estudo, este tema reflete uma preocupação recente na literatura de diferentes áreas do conhecimento (como: pesquisa operacional, logística, gestão, geologia, engenharia, modelagem e computação) por se tratar de um tema complexo e a solução de problemas complexos não se resume a apenas uma área de conhecimento.

1.4 Justificativa

Sabe-se que a Logística Humanitária lida com um fator de alta relevância que diz respeito à vida humana e tem como objetivo desenvolver um conjunto de operações que tenham como resultado a sobrevivência humana, a minimização dos riscos e das possíveis vítimas diretamente atingidas em desastres.

Entretanto, é preciso ter em mente que o conceito de Logística Humanitária vai além da assistência humanitária, ou seja, do fornecimento de água, comida, abrigo e assistência médica. Engloba um conjunto de operações realizadas para mapear, monitorar, minimizar os riscos e possíveis impactos sociais, econômicos e ambientais decorrentes de um desastre e, quando esse é eminente e não pode ser evitado, a reconstrução da área afetada e a atenuação dos impactos econômicos.

O gerenciamento de operações logísticas, em meio a incertezas e a imprevisibilidades inerentes a esse cenário de desastre, torna-se um grande desafio para os atores envolvidos na tomada de decisão. Os gestores precisam tomar decisões sobre a utilização dos recursos financeiros, a formação de uma equipe técnica, o gerenciamento de suprimentos, os equipamentos necessários para os diferentes tipos de desastres, o monitoramento climático, o mapeamento de áreas de risco, a articulação com os governos nas diferentes esferas, entre outras responsabilidades.

Uma operação complexa como essa exige planejamento estratégico detalhado e profundo das operações de logística na fase anterior ao acontecimento de desastres. Esse olhar estratégico do gestor sobre o processo como um todo permite uma tomada de decisão mais assertiva e maior previsibilidade das ações.

Apesar da gestão estratégica da Logística Humanitária contemplar todas as fases cronológicas (prevenção, preparação, resposta e recuperação), o presente trabalho irá se ater à gestão de risco que corresponde às fases anteriores ao evento, ou seja, prevenção e preparação.

Logo, há necessidade de desenvolver um modelo de gerenciamento que permita estruturar a situação e organizar o conhecimento de tal forma que o decisor consiga perceber claramente a performance das ações em todos os critérios considerados relevantes na gestão de risco.

O modelo de gerenciamento necessita incorporar as características singulares da população-alvo e da região, considerando a cultura, as relações sociais, as crenças, a geografia, o clima e outros fatores diferentes e peculiares de cada região do país. Essa abordagem estruturada favorece a gestão de risco ao considerar dados quantitativos e qualitativos de uma determinada região.

No contexto da Logística Humanitária no Brasil, os órgãos de Defesa Civil fazem parte do Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (SINPDEC) que é constituído por órgãos e entidades da administração pública federal, dos estados, do Distrito Federal e dos municípios e por entidades públicas e privadas de atuação significativa na área de proteção e defesa civil, sob a centralização da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil, órgão do Ministério do Desenvolvimento Regional (DEFESA CIVIL-ES, 2021).

A Política Nacional de Defesa Civil, instituída pela Lei nº 12.608 de 10 de abril de 2012, publicada no Diário Oficial da União nº 70, de 11 de abril de 2012, traz os princípios, os objetivos e os instrumentos de como a gestão de riscos de desastres e a gestão de desastres serão implementadas no Brasil, com o propósito de assegurar condições sociais, econômicas e ambientais adequadas para garantir a dignidade da população e garantir a promoção do desenvolvimento sustentável (DEFESA CIVIL-ES, 2021).

Nesse contexto, uma metodologia que investigue operações humanitárias da vida real deve contribuir para orientar a gestão pública em novas intervenções que visem à melhoria das operações logísticas, repercutindo significativamente e positivamente na sociedade.

A presente pesquisa também contribui para o fortalecimento da área de concentração da Modelagem Computacional ao avaliar problemas reais — nesse caso, a gestão de risco a desastres —, com uma perspectiva multidisciplinar, aplicando conceitos teóricos das áreas de matemática, logística, pesquisa operacional e gestão sobre um problema teste, a partir da modelagem, formulação matemática e implementação a solução pode ser encontrada.

A elaboração deste trabalho de abrangência inédita para estudos de Logística Humanitária no Brasil, com o caráter de apoiar gestores no processo de decisão, leva em consideração o aspecto interdisciplinar dos conteúdos estudados com base num modelo matemático multicritério discreto baseado na MCDA.

2. ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está estruturado em sete capítulos, cuja organização e sequência são descritas a seguir.

O primeiro capítulo é destinado à introdução e nele se apresentam o tema e sua contextualização, a hipótese de pesquisa, os objetivos geral e específicos e a justificativa para realização deste trabalho.

No segundo capítulo, encontra-se a descrição dos assuntos tratados em cada capítulo e a organização do trabalho.

No capítulo três, encontra-se a proposta metodológica que caracteriza este trabalho como pesquisa científica.

O capítulo quatro contém a revisão sistemática que trata de uma investigação acerca da produção científica do tema gestão estratégica do Logística Humanitária.

O capítulo cinco destaca o método multicritério de apoio à decisão (MCDA) em conjunto com o estudo de caso, que tem como objeto de estudo a gestão de risco pela Defesa Civil do ES.

O sexto capítulo trata do método multicritério em apoio à decisão (MCDA), destacando as etapas de estruturação, avaliação e recomendações do modelo construído “Modelo de apoio à decisão para gestão de risco a desastres pela Defesa Civil do estado do Espírito Santo”.

Finalmente, no capítulo sete, apresentam-se as conclusões do trabalho, as contribuições para área de modelagem computacional e as sugestões de estudos futuros.

3. METODOLOGIA

A metodologia adotada na presente elaboração da pesquisa é composta por duas etapas. A primeira etapa consiste no delineamento metodológico para a realização da revisão sistemática, em que são identificadas as lacunas de pesquisa. A segunda etapa consiste no delineamento metodológico do estudo de caso e no desenvolvimento de modelo matemático baseado na abordagem MCDA.

O presente estudo baseia-se na metodologia proposta por Roesch (2013), sendo classificado quanto ao propósito do projeto, método (delineamento) da pesquisa, instrumento de intervenção aplicado, abordagem metodológica, técnicas de coleta e de análise de dados.

3.1 Propósito do projeto

Quanto ao propósito do projeto serão utilizadas duas alternativas de pesquisa, uma para cada etapa da tese.

A primeira etapa, que se refere à realização da revisão sistemática, caracteriza-se como uma pesquisa diagnóstica. Segundo Roesch (2013), pesquisas com esse propósito exploram o ambiente organizacional e de mercado a fim de levantar e definir problemas.

O estudo de caso (em que consiste a segunda etapa) caracteriza-se como uma pesquisa aplicada que visa gerar soluções potenciais para os problemas humanos (ROESCH, 2013).

3.2 Método ou delineamento da pesquisa

Na primeira etapa de revisão sistemática, o método ou delineamento de pesquisa possui caráter descritivo, pois objetiva obter informações sobre um determinado tema. A pesquisa descritiva expõe características de determinada população ou de determinado fenômeno (VERGARA, 2014).

Na segunda etapa, o método ou delineamento de pesquisa trata de um estudo de caso. O estudo de caso é delimitado a uma ou poucas unidades, entendidas essas como pessoa, família,

produto, empresa, órgão público, comunidade ou mesmo país, tendo caráter de profundidade e detalhamento (VERGARA, 2014).

O estudo de caso foi aplicado ao desenvolver um modelo de apoio à decisão para gestão de risco a desastres pela Defesa Civil do estado do Espírito Santo, tendo como base a utilização de um modelo matemático multicritério discreto, baseado na MCDA, a fim de o diagnosticar, levantando os problemas e recomendando melhorias para os mesmos.

3.3 Instrumento de intervenção

O instrumento de intervenção da primeira etapa, que consiste na revisão sistemática, realizou-se por meio de uma análise bibliométrica e, posterior, metassíntese.

Na segunda etapa (o estudo de caso), o instrumento de intervenção da pesquisa aplicado foi MCDA no intuito de identificar os critérios gestão de risco a desastres, centrando-se nas alternativas de melhoria das operações logísticas.

3.4 Abordagem metodológica

No que tange à abordagem metodológica, da revisão sistemática, trata-se de uma pesquisa quali-quantitativa. Em um primeiro momento, é realizada uma análise bibliométrica que tem características de uma pesquisa quantitativa, uma vez que seus indicadores possibilitam retratar o comportamento e desenvolvimento da produção científica de uma área do conhecimento. Em um segundo momento, é realizada uma metassíntese que se caracteriza como uma pesquisa qualitativa. De acordo com Alencar e Almouloud (2017), a metassíntese qualitativa é uma das modalidades de pesquisa bibliográfica que executam revisões sistemáticas, sendo importante para a busca e definição de alguns aspectos da área de investigação, pois identifica as possíveis melhorias que podem ser efetuadas nas teorias, nas metodologias e nas tendências de investigação, observando ainda quais aspectos necessitam ser abordados e aprofundados.

No estudo de caso, a abordagem metodológica utilizada é uma pesquisa quali-quantitativa, em que a metodologia qualitativa foi utilizada na fase de estruturação do modelo. Essa fase é baseada em um processo de intervenção que promove a reflexão em busca da

identificação, representação e determinação dos elementos primários de avaliação e de suas inter-relações na construção das escalas ordinais. A metodologia quantitativa foi aplicada na fase de avaliação, quando ocorreu a construção do modelo matemático multicritério, por meio da transformação das escalas ordinais em escalas cardinais, a determinação das taxas de compensação entre critérios e a identificação do perfil de desempenho das ações (LONGARAY; ENSSLIN, 2012).

3.5 Técnicas de coleta

Para a realização da revisão sistemática, a coleta de dados foi realizada em cinco bases de dados, IEEE, ProQuest, Science Direct, Scopus, Web of Science, entre os dias 16 a 18 de julho de 2018.

A coleta de dados para a realização do estudo de caso foi realizada através de entrevistas com o decisor responsável por coordenar as operações de logística de desastres e complementada com a análise da legislação vigente e de documentos. Esses dados são classificados como primários e secundários, respectivamente. Para Vergara (2014), a coleta de dados primários é realizada através de entrevistas, questionários, observação ou testes. Os dados secundários existem independentemente do objeto da pesquisa, estando presentes em documentos, publicações, dentre outros (BARBETTA, 2014). Esses dados serão de extrema importância na fase de estruturação do modelo.

3.6 Análise de dados

Na primeira etapa, durante a análise bibliométrica, é realizada uma análise quantitativa na qual é verificada a frequência e calculada a porcentagem de cada categoria ou subgrupo com relação ao total, além de ser possível comparar subamostras para verificar sua representatividade (ROESCH, 2013). Já na metassíntese, é realizada uma análise qualitativa. A informação colhida pelo pesquisador é apresentada em forma de textos no formato de artigos. Os artigos são lidos integralmente, a fim de buscar identificar uma série de parâmetros para o alinhamento do tema e identificação de lacunas de pesquisa.

No estudo de caso, na fase de estruturação, a análise de dados foi de caráter qualitativo, em que um caso específico é abordado, buscando a intervenção organizacional por meio de entrevistas com o propósito de permitir que o pesquisador entenda e capture a perspectiva dos respondentes. Na fase de avaliação, a análise de dados foi de caráter quantitativo, ao desenvolver um modelo matemático baseado na abordagem MCDA.

3.7 Síntese da metodologia

Para melhor entendimento da metodologia adotada na pesquisa, no Quadro 1 é apresentada a síntese da classificação metodológica em cada etapa.

Quadro 1 - Síntese da metodologia adotada na pesquisa

Classificação	1º etapa: Revisão Sistemática	2ª etapa: Estudo de Caso
Propósito do Projeto	Pesquisa diagnóstica	Pesquisa aplicada
Método ou delineamento da pesquisa	Pesquisa descritiva	Estudo de caso
Instrumento de intervenção	Análise bibliométrica Metassíntese	MCDA
Abordagem metodológica	Pesquisa quantitativa Pesquisa qualitativa	Pesquisa quali-quantitativa
Técnicas de coleta	Dados secundários	Dados primários Dados secundários
Análise de dados	Quantitativa Qualitativa	Qualitativa Quantitativa

Fonte: Roesch (2013)

4. REVISÃO SISTEMÁTICA

Neste capítulo, será apresentada a revisão sistemática que trata de uma investigação acerca da produção científica de um determinado tema. A revisão sistemática visa identificar, selecionar, avaliar e sintetizar as evidências relevantes disponíveis na área de conhecimento definida. Primeiramente, foi realizada uma análise bibliométrica com o objetivo de produzir indicadores capazes de retratar o comportamento e desenvolvimento da produção científica sobre a gestão estratégica da Logística Humanitária. Após definição do portfólio bibliográfico, foi realizada uma metassíntese, que consiste em estudo do conteúdo dos artigos para identificar as lacunas de pesquisa na área de conhecimento investigada.

4.1 Análise Bibliométrica

A análise bibliométrica é utilizada em diversas áreas do conhecimento como metodologia para a obtenção de indicadores de avaliação da produção científica. De forma geral, Santos (2003) diz que o princípio da bibliometria é analisar a atividade científica ou técnica, pelo estudo quantitativo das publicações e o seu principal objetivo é o desenvolvimento de indicadores cada vez mais confiáveis. Para a realização dessa análise, dividiu-se o processo em duas fases: a primeira consiste na coleta de dados através de bases de dados e, na segunda fase, são apresentados os resultados provenientes da análise dos dados, sendo utilizado o gerenciador bibliográfico EndNote X7.

4.1.1 Coletas de dados

A primeira etapa da coleta de dados para a elaboração do Portfólio Bibliográfico consistiu na escolha das bases de dados on-line a serem utilizadas, sendo adotadas as seguintes: *ProQuest*, *Scopus*, *Web of Science*, *Science Direct* e *IEEE*. Após serem definidas as fontes de dados para a busca, foi realizada a escolha das palavras-chave, em inglês, para uma melhor abrangência de resultados, sendo elas: *Multi-criteria*, *Multicriteria*, *Humanitarian*,

Humanitarian Logistic, Disaster Management, Multiple Objectives, Disaster Relief, Emergency Response, Logistics. As combinações das palavras-chave utilizadas foram as seguintes: *Humanitarian & Multicriteria, Humanitarian & Multi-criteria, Humanitarian Logistic & Multicriteria, Humanitarian Logistic & Multi-criteria, Humanitarian & Disaster Management, Humanitarian & Multiple Objectives, Humanitarian & Disaster Relief, Humanitarian & Emergency Response* e *Logistics & Disaster Management*. Foram utilizadas as palavras-chave *Multi-criteria* e *Multicriteria*, visto que, em uma primeira pesquisa, foi verificado que alguns documentos apresentavam variações na forma de escrita, tornando necessário acrescentar as duas palavras, ocasionando em mais duas combinações, conforme apresentado acima.

Na base *Web of Science*, a busca por documentos contendo as combinações de palavras-chave ocorreu por “Tópico”. O resultado da busca por pares de palavras totalizou 2.810 documentos. Na base *Science Direct*, a busca por documentos contendo as combinações de palavras-chave ocorreu por “*Title, ABS, Key*”, que significa pesquisar pelos pares de palavras no título, resumo e palavras-chave do documento. O resultado dessa busca totalizou 546 documentos. Outra base consultada foi a *Scopus*, na qual a busca pelas palavras-chave aconteceu por “*Article title, Abstract, Keywords*”, totalizando 4.958 documentos como resultado da busca. Na IEEE, utilizou-se o “*Metadata Only*” como local em que ocorreram as buscas na base, o resultado da busca por documentos com as combinações de palavras, totalizou em 697. Por fim, as buscas foram realizadas na base de dados “*ProQuest*”, por “qualquer lugar exceto texto completo”, resultando no maior número de documentos encontrados, 5.331.

Com as pesquisas nas cinco bases de dados e as nove combinações com as palavras-chave definidas, foram obtidos um total de 14.342 documentos. Na Tabela 1, a seguir, é possível visualizar a descrição de cada resultado em sua respectiva base.

Tabela 1 – Resultados das combinações nas bases de dados

Palavras-chave	IEEE	ProQuest	Science Direct	Scopus	Web of Science	Total
<i>Humanitarian e Multicriteria</i>	8	24	15	22	12	81
<i>Humanitarian e Multi-criteria</i>	7	28	18	43	25	121
<i>Humanitarian logistic e multicriteria</i>	2	2	0	12	9	25
<i>Humanitarian logistic e multi-criteria</i>	1	0	0	23	17	41
<i>Humanitarian e disaster management</i>	189	1.031	121	1.335	634	3.310
<i>Humanitarian e Multiple objectives</i>	10	70	28	83	68	259
<i>Humanitarian e Disaster Relief</i>	97	2.480	164	1.493	749	4.983
<i>Humanitarian e Emergency response</i>	96	756	102	901	551	2.406
<i>Logistics e Disaster management</i>	287	940	98	1.046	745	3.116
Total	697	5.331	546	4.958	2.810	14.342

Fonte: Dados da pesquisa.

A sequência de filtragem foi a retirada dos documentos duplicados que permitiu uma redução de 7.785 documentos, resultando em 6.557 documentos. Na Tabela 2, evidenciam-se os resultados após a retirada dos documentos com essa filtragem.

Tabela 2 – Resultados nas bases de dados após a retirada dos documentos duplicados

Palavras-chave	IEEE	ProQuest	Science Direct	Scopus	Web of Science	Total
<i>Humanitarian e Multicriteria</i>	7	14	5	10	2	38
<i>Humanitarian e Multi-criteria</i>	0	5	0	22	8	35
<i>Humanitarian logistic e multicriteria</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Humanitarian logistic e multi-criteria</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Humanitarian e disaster management</i>	154	672	75	957	221	2.079
<i>Humanitarian e Multiple objectives</i>	7	38	18	43	15	121
<i>Humanitarian e Disaster Relief</i>	32	1.473	64	23	142	1.734
<i>Humanitarian e Emergency response</i>	21	369	32	315	100	837
<i>Logistics e Disaster management</i>	247	540	23	626	277	1.713
Total	468	3.111	217	1.996	765	6.557

Fonte: Dados da pesquisa.

Pode-se observar que as palavras-chave “*Humanitarian logistic & multicriteria*”, “*Humanitarian logistic & multi-criteria*”, após a exclusão dos duplicados, obtiveram nenhum documento retido nas cinco bases de dados pesquisadas. Isso ocorreu porque os pares de palavras “*Humanitarian & Multicriteria*” e “*Humanitarian & Multi-criteria*” filtraram os mesmos documentos.

Na próxima etapa, foram retirados os documentos identificados por tipo, como *Book*, *Chapter of book*, *Generic*, *Web page*, *Thesis*, *Serial*, *Report*, *Newspaper*, *Magazine*. As

filtragens reduziram para 4.264 resultados. O tipo final utilizado na pesquisa foi *Journal Article*. A Tabela 3 apresenta a quantidade de documento excluídos por tipo de referência.

Tabela 3 – Quantidade de documentos excluídos por tipo de referência

Tipos de referência	
<i>Book</i>	195
<i>Book Secction</i>	306
<i>Conference</i>	881
<i>Generic</i>	12
<i>Magazine</i>	209
<i>Newspaper</i>	439
<i>Report</i>	114
<i>Serial</i>	86
<i>Thesis</i>	48
<i>Web page</i>	3
	2.293

Fonte: Dados da pesquisa.

Na Tabela 4, observa-se a quantidade de documentos retidos por base de dados consultada de acordo com a combinação de palavras-chave pesquisadas, após a filtragem somente por referências do tipo *Journal Article*.

Tabela 4 – Resultados das filtragens dos documentos encontrados nas bases de dados

Palavras-chave	<i>IEEE</i>	<i>ProQuest</i>	<i>Science Direct</i>	<i>Scopus</i>	<i>Web of Science</i>	Total
<i>Humanitarian e Multicriteria</i>	0	13	5	7	2	27
<i>Humanitarian e Multi-criteria</i>	0	3	0	9	8	20
<i>Humanitarian logistic e multicriteria</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Humanitarian logistic e multi-criteria</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Humanitarian e disaster management</i>	8	512	75	702	134	1.431
<i>Humanitarian e Multiple objectives</i>	1	28	18	32	12	91
<i>Humanitarian e Disaster Relief</i>	1	910	50	23	74	1.058
<i>Humanitarian e Emergency response</i>	2	254	32	219	65	572
<i>Logistics e Disaster management</i>	9	403	23	444	186	1.065
Total	21	2.123	203	1.436	481	4.264

Fonte: Dados da pesquisa.

Dando continuidade ao processo de filtragem, foi realizada a análise dos periódicos por área do conhecimento. O objetivo é pesquisar sobre o periódico e averiguar qual área de concentração de seus estudos e interesses, a fim de verificar o alinhamento do periódico com a temática proposta para este trabalho. As filtragens reduziram para 2.135 resultados. Na Tabela

5, é detalhada a quantidade de documentos excluídos por área do conhecimento desalinhados com o tema de pesquisa.

Tabela 5 – Quantidade de documentos excluídos por área do conhecimento

Área do periódico desalinhado ao tema	
Saúde	1.215
Meio ambiente e sustentabilidade	103
Forças militares	542
Sociologia e antropologia	13
Engenharia e computação	79
Outros	177
Total	2.129

Fonte: Dados da pesquisa.

O próximo passo foi a realização da filtragem por título, palavras-chave e resumo dos documentos que possuíam enquadramento com o tema de modelos de gestão de Logística Humanitária. Esse processo foi bem criterioso, uma vez que todos os 2.135 documentos foram visitados, sendo realizada a leitura do título, das palavras-chave e do resumo para verificar seu alinhamento com assuntos que permeiam a pesquisa, como modelos, métodos e sistemas de apoio à decisão a gestão da Logística Humanitária. Obteve-se uma redução de 1.710 documentos, resultando num total de 425 documentos alinhados à pesquisa. A Tabela 6 resume os valores encontrados em cada base de dados.

Tabela 6 – Filtragem por título, palavras-chave e resumo dos documentos

Palavras-chave	IEEE	ProQuest	Science Direct	Scopus	Web of Science	Total
<i>Humanitarian e Multicriteria</i>	0	3	5	5	2	15
<i>Humanitarian e Multi-criteria</i>	0	0	0	5	8	13
<i>Humanitarian logistic e multicriteria</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Humanitarian logistic e multi-criteria</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Humanitarian e disaster management</i>	0	12	12	28	100	152
<i>Humanitarian e Multiple objectives</i>	0	1	3	3	4	11
<i>Humanitarian e Disaster Relief</i>	0	4	8	23	40	75
<i>Humanitarian e Emergency response</i>	0	6	2	4	2	14
<i>Logistics e Disaster management</i>	0	56	6	27	56	145
Total	0	82	36	95	212	425

Fonte: Dados da pesquisa.

A etapa seguinte foi verificar a disponibilidade dos artigos, conseguindo-se um total de 399 documentos. Entre as justificativas para os 26 documentos excluídos, está o fato de as revistas não possuírem versão on-line na data em que o documento foi publicado ou não possuírem distribuição gratuita.

Tendo em vista a complexidade do gerenciamento da Logística Humanitária e que o sucesso das operações de resposta a desastres depende de um planejamento prévio ao acontecimento, nesta pesquisa serão priorizados os estudos já desenvolvidos na área de planejamento estratégico, pois entende-se que essa fase é o ponto de partida para a estruturação de uma cadeia de suprimento humanitária eficiente e eficaz.

Diante do exposto, os 399 documentos foram revisitados, sendo feita a leitura do título, das palavras-chave e do resumo a fim de verificar quais abordavam a proposição de modelos, métodos e sistemas de apoio à decisão a gestão estratégica da Logística Humanitária, o que resultou em 34 documentos. Foi realizada a leitura integral dos 34 documentos para verificar o alinhamento do conteúdo com o tema investigado, sendo selecionadas 23 publicações pertencentes ao portfólio final. A Tabela 7 mostra o portfólio final de documentos por base de dados e por combinação de palavras-chave pesquisadas.

Tabela 7 – Portfólio final

Palavras-chave	IEEE	ProQuest	Science Direct	Scopus	Web of Science	Total
<i>Humanitarian e Multicriteria</i>	0	0	0	2	0	2
<i>Humanitarian e Multi-criteria</i>	0	0	0	2	2	4
<i>Humanitarian Logistic e Multicriteria</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Humanitarian Logistic e Multi-criteria</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Humanitarian e Disaster management</i>	0	2	0	0	8	10
<i>Humanitarian e Multiple objectives</i>	0	0	0	0	1	1
<i>Humanitarian e Disaster Relief</i>	0	0	0	0	1	1
<i>Humanitarian e Emergency Response</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Logistic e Disaster Management</i>	0	4	1	0	0	5
Total	0	6	1	4	12	23

Fonte: Dados da pesquisa.

Uma observação importante é que as combinações das palavras-chave *Humanitarian e Disaster management*, *Logistics e Disaster management*, *Humanitarian e Multi-criteria* foram as que mais contribuíram com publicações para a formação do portfólio final, com 10, 5 e 4 publicações, respectivamente, alinhados com a pesquisa, representando 82,60% da amostra.

Na Figura 1, é possível analisar a distribuição por base de dados das publicações do portfólio bibliográfico, ficando evidenciado que a base de dados *Web of Science* teve maior participação com 12 publicações alinhadas ao tema investigado, representando 52% do portfólio.

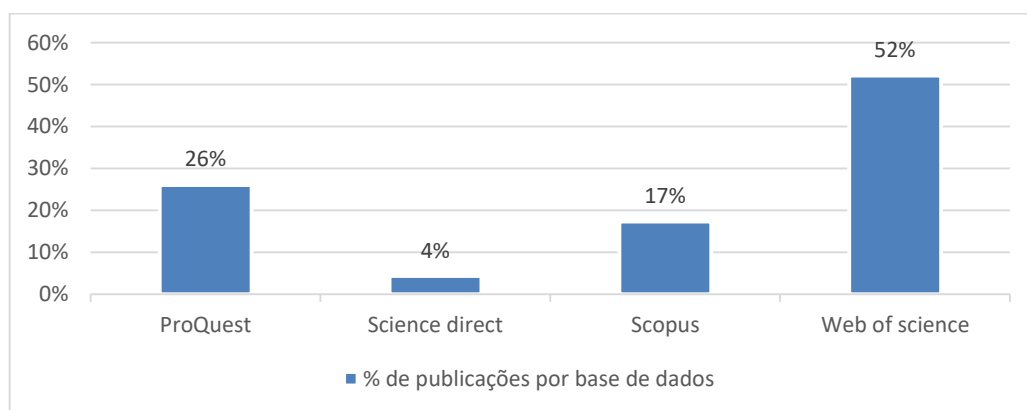


Figura 1 – Distribuição das publicações do portfólio final por base de dados

Fonte: Elaborado pela autora.

Por fim, apresenta-se a Tabela 8 com o Portifólio Bibliográfico final, contendo informações a cerca de ano de publicação, autores, títulos e periódicos.

Tabela 8 – Principais informações das publicações do Portfólio final

Nº	Ano	Autor (es)	Título	Periódicos
1	2017	Gavidia, J. V.	<i>A model for enterprise resource planning in emergency humanitarian logistics</i>	<i>Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management</i>
2	2018	Laguna-Salvadó, L., Luras, M., Okongwu, U. e Comes, T.	<i>A multicriteria Master Planning DSS for a sustainable humanitarian supply chain</i>	<i>Annals of Operations Research</i>
3	2017	Regis-Hernández, F., Mora-Vargas J. e Ruíz, A.	<i>A multi-criteria vertical coordination framework for a reliable aid distribution</i>	<i>Journal of Industrial Engineering and Management</i>
4	2018	Oloruntoba, R., Sridharan, R. e Davison, G.	<i>A proposed framework of key activities and processes in the preparedness and recovery phases of disaster management</i>	<i>Disasters</i>
5	2016	Qu, Y.	<i>A robust approach to the two-level humanitarian relief operation</i>	<i>International Journal of Emergency Management</i>
6	2012	Ji, G. e Zhu, C.	<i>A Study on Emergency Supply Chain and Risk Based on Urgent Relief Service in Disasters</i>	<i>Systems Engineering Procedia</i>

7	2014	Celik, E., Gumus, A. T. e Alegoz, M.	<i>A trapezoidal type-2 fuzzy MCDM method to identify and evaluate critical success factors for humanitarian relief logistics management</i>	<i>Journal of Intelligent & Fuzzy Systems</i>
8	2007	Tovia, F.	<i>An emergency logistics response system for natural disasters</i>	<i>International Journal of Logistics Research and Applications</i>
9	2016	Celik, E. e Gumus, A. T.	<i>An outranking approach based on interval type-2 fuzzy sets to evaluate preparedness and response ability of non-governmental humanitarian relief organizations</i>	<i>Computers & Industrial Engineering</i>
10	2015	Kabra, G. e Ramesh, A.	<i>Analyzing drivers and barriers of coordination in humanitarian supply chain management under fuzzy environment</i>	<i>Benchmarking-an International Journal</i>
11	2017	Cavalcanti, L. B., Mendes, A. B. e Yoshizaki, H. T. Y.	<i>Application of Multi-Attribute Value Theory to Improve Cargo Delivery Planning in Disaster Aftermath</i>	<i>Mathematical Problems in Engineering</i>
12	2014	Gralla, E., Goentzel, J. e Fine, C.	<i>Assessing Trade-offs among Multiple Objectives for Humanitarian Aid Delivery Using Expert Preferences</i>	<i>Production and Operations Management</i>
13	2013	Kumar, S. e Havey, T.	<i>Before and after disaster strikes: A relief supply chain decision support framework</i>	<i>International Journal of Production Economics</i>
14	2005	Pettit, S. J. e Beresford, A. K. C.	<i>Emergency relief logistics: an evaluation of military, non-military and composite response models</i>	<i>International Journal of Logistics Research and Applications</i>
15	2014	Chakravarty, A. K.	<i>Humanitarian relief chain: Rapid response under uncertainty</i>	<i>International Journal of Production Economics</i>
16	2015	Kabra, G., Ramesh, A. e Arshinder, K.	<i>Identification and prioritization of coordination barriers in humanitarian supply chain management</i>	<i>International Journal of Disaster Risk Reduction</i>
17	2015	Vitoriano, B., Rodríguez, J. T., Tirado, G., Martín-Campo, F. J., Ortuño, M. T., e Montero, J.	<i>Intelligent Decision-Making Models for Disaster Management</i>	<i>Human and Ecological Risk Assessment</i>
18	2017	Ganguly, K. K., Padhy, R.K. e Rai, S. S.	<i>Managing the humanitarian supply chain: a fuzzy logic approach</i>	<i>International Journal of Disaster Resilience in the Built Environment</i>
19	2018	John, L., Gurumurthy, A., Soni, G. e Jain, V.	<i>Modelling the inter-relationship between factors affecting coordination in a humanitarian supply chain: a case of Chennai flood relief</i>	<i>Annals of Operations Research</i>
20	2015	Sgarbossa, F., Peretti, U. e Persona A.	<i>Multi-criteria decision-making in the management of humanitarian operations</i>	<i>International Journal of Services and Operations Management</i>
21	2016	Bastian, N. D., Griffin, P. M., Spero, E. e Fulton, L. V.	<i>Multi-criteria logistics modeling for military humanitarian assistance and disaster relief aerial delivery operations</i>	<i>Optimization Letters</i>
22	2009	Altay, N., Prasad, S. e Sounderpandian J.	<i>Strategic planning for disaster relief logistics: lessons from supply chain management</i>	<i>International Journal of Services Sciences</i>
23	2016	Berariu, R., Fikar, C., Gronalt, M. e Hirsch, P.	<i>Training decision-makers in flood response with system dynamics</i>	<i>Disaster Prevention and Management</i>

Fonte: Dados da pesquisa.

Síntese das etapas de coleta de dados

Para melhor entendimento da coleta de dados para definição do Portfólio Bibliográfico Final, na Figura 2 é apresentada a síntese das etapas de coleta de dados da Análise Bibliométrica.

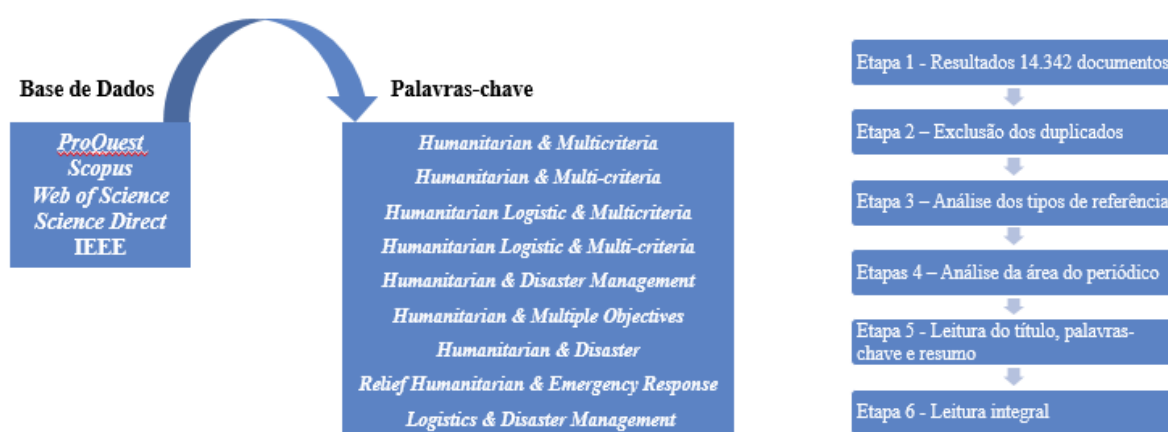


Figura 2 - Síntese das etapas de coleta de dados da Análise Bibliométrica

Fonte: Elaborado pela autora.

4.1.2 Resultados

Os resultados são apresentados em duas fases. Na primeira fase, são descritas as análises acerca da produção e autoria das publicações que compõem o portfólio bibliográfico. Na segunda etapa, são realizadas as análises acerca do conteúdo, o que permitiu investigar as lacunas existentes nos artigos e as possibilidades de atuação inovadora.

Estudo de produção e autoria

Neste tópico, o propósito foi analisar o número de publicações por ano, classificar os artigos de acordo com os autores e as universidades que mais contribuíram acerca do tema de pesquisa e identificar os países que apresentaram o maior número de publicações. Também foi realizado o levantamento dos periódicos que aceitaram publicações na área de Logística

Humanitária e a relevância dessas publicações no meio científico, através da análise de citação dos mesmos.

Com o objetivo de avaliar a produção científica relacionada aos modelos de gestão estratégica da Logística Humanitária, construiu-se um gráfico para representar o número de publicações por ano contidos no portfólio, conforme pode ser observado na Fig. 3. Na coleta de dados, não foi utilizada nenhuma restrição de tempo, visto que as publicações alinhadas à pesquisa decorrem do ano de 2005 a 2018. Percebe-se que, nos últimos anos, buscaram-se aprofundar as pesquisas sobre o tema modelos de gestão estratégica da Logística Humanitária, sendo que os anos de 2015 a 2018 representam 65,21% do total de publicações do portfólio.

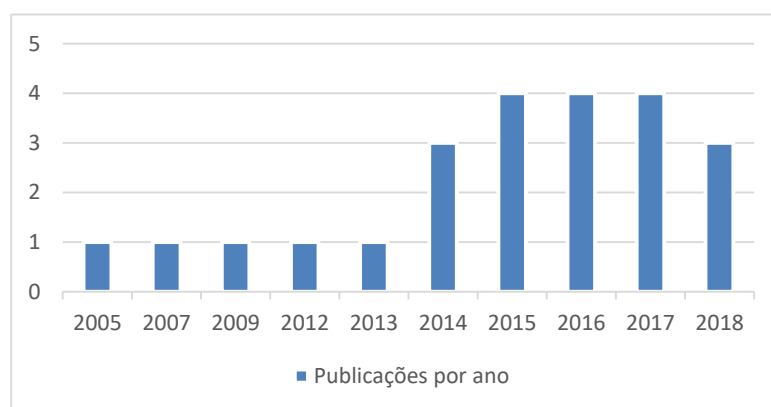


Figura 3 – Publicações por ano

Fonte: Elaborado pela autora.

No que tange aos autores de maior destaque, entre os 21 primeiros autores que compõem o portfólio bibliográfico, os autores *Erkan Celik* e *Gaurav Kabra* obtiveram mais de uma participação como primeiro autor, com um total de dois artigos cada. *Erkan Celik* atua em *Yildiz Technical University* e *Tunceli University*, localizadas na Turquia, e *Gaurav Kabra*, atua em *Indian Institute of Technology Roorkee*, localizado na Índia.

O autor *Erkan Celik* teve a participação de um coautor, *Alev Taskin Gumus*, na publicação intitulada *An outranking approach based on interval type-2 fuzzy sets to evaluate preparedness and response ability of non-governmental humanitarian relief organizations* e a participação de dois coautores, *Alev Taskin Gumus* e *Mehmet Alegoz*, na publicação intitulada *A trapezoidal type-2 fuzzy MCDM method to identify and evaluate critical success factors for humanitarian relief logistics management*.

O autor *Gaurav Kabra* teve a participação de um coautor, *Anbanandam Ramesh*, na publicação intitulada *Analyzing drivers and barriers of coordination in humanitarian supply chain management under fuzzy environment* e a participação de dois coautores, *Anbanandam Ramesh* e *Kaur Arshinder*, na publicação intitulada *Identification and prioritization of coordination barriers in humanitarian supply chain management*.

A descrição das participações como primeiro autor e segundo autor das publicações do portfólio estão apresentadas nas Tabelas 9 e 10.

Tabela 9 – Participação como primeiro autor das publicações do Portfólio

Autores	Participação
Celik, E.	2
Kabra, G.	2
Chakravarty, A. K.	1
Vitoriano, B.	1
Gralla, E.	1
Tovia, F.	1
Sgarbossa, F.	1
Regis-Hernández, F.	1
Ji, G.	1
Gavidia, J. V.	1
Ganguly, K. K.	1
Laguna-Salvadó, L.	1
John, L.	1
Cavalcanti, L.	1
Bastian, N.D.	1
Altay, N.	1
Oloruntoba, R.	1
Berariu, R.	1
S. J. Pettit	1
Kumar, S.	1
Qu, Y.	1

Fonte: Dados da pesquisa.

Tabela 10 – Participação como segundo autor das publicações do Portfólio

Autores	Participação
Gumus, A. T.	2
Ramesh, A.	2
Beresford, A. K. C.	1
Gurumurthy, A.	1

Mendes, A. B.	1
Zhu, C.	1
Fikar, C.	1
Tinguro Rodríguez, J.	1
Mora-Vargas, J.	1
Goentzel, J.	1
Lauras, M	1
Griffin, P. M.	1
Padhy, R.	1
Prasad, S.	1
Sridharan, R.	1
Havey, T.	1
Peretti, U.	1

Fonte: Dados da pesquisa.

Ainda com relação à autoria dos trabalhos, outra análise relevante é o número de autores por publicação. Na Tabela 11, é possível observar que 78,26% das publicações possuem até três autores.

Tabela 11 – Número de autores por artigo

Nº de autores	Nº de publicações
1	5
2	5
3	8
4	4
6	1

Fonte: Dados da pesquisa.

Na análise das universidades, obteve-se um número de 21 universidades e as que mais publicaram artigos alinhados ao tema de pesquisa foram a *Indian Institute of Management* e *Indian Institute of Technology Roorkee*, com duas publicações cada. As demais universidades apresentaram apenas uma publicação. A Tabela 12 apresenta a relação das principais universidades vinculadas à produção desses artigos.

Tabela 12 – Universidades

Universidades	Número de publicações
Indian Institute of Management	2
Indian Institute of Technology Roorkee	2
Cardiff University	1

College of Charleston	1
Complutense University of Madrid	1
DePaul University	1
Federal University of São Carlos	1
Jiangsu University	1
Northeastern University	1
Philadelphia University	1
The George Washington University	1
The Pennsylvania State University	1
Tunceli University	1
Université Laval	1
University of Natural Resources and Life Sciences	1
University of Newcastle	1
University of Padova	1
University of St. Thomas	1
University of Toulouse	1
Xiamen University	1
Yildiz Technical University	1

Fonte: Dados da pesquisa.

Na análise dos países, obteve-se um total de 12 países com publicações alinhadas à pesquisa e os que tiveram maior participação foram Estados Unidos, Índia, China e Turquia com, respectivamente, 07, 04, 02 e 02 publicações. Observa-se que 65,21% dos artigos do portfólio foram desenvolvidos por quatro países, conforme Tabela 13.

Tabela 13 – Países

País	Número de publicações
USA	7
Índia	4
China	2
Turquia	2
Austrália	1
Áustria	1
Brasil	1
Canadá	1
Espanha	1
França	1
Itália	1
Reino Unido	1

Fonte: Dados da pesquisa.

Outro aspecto analisado neste estudo está relacionado com os principais periódicos nos quais os artigos científicos foram publicados. A partir desta análise, puderam-se identificar quais revistas são mais voltadas para área de Logística Humanitária. Na Tabela 14, estão demonstrados os resultados obtidos.

Tabela 14 – Periódicos

Periódicos	Número de publicações
<i>International Journal of Production Economics</i>	2
<i>International Journal of Logistics Research and Applications</i>	2
<i>Annals of Operations Research</i>	2
<i>Systems Engineering Procedia</i>	1
<i>Production and Operations Management</i>	1
<i>Optimization Letters</i>	1
<i>Mathematical Problems in Engineering</i>	1
<i>Journal of Intelligent & Fuzzy Systems</i>	1
<i>Journal of Industrial Engineering and Management</i>	1
<i>Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management</i>	1
<i>International Journal of Services Sciences</i>	1
<i>International Journal of Services and Operations Management</i>	1
<i>International Journal of Emergency Management</i>	1
<i>International Journal of Disaster Risk Reduction</i>	1
<i>International Journal of Disaster Resilience in the Built Environment</i>	1
<i>Human and Ecological Risk Assessment</i>	1
<i>Disasters</i>	1
<i>Disaster Prevention and Management</i>	1
<i>Computers & Industrial Engineering</i>	1
<i>Benchmarking-an International Journal</i>	1

Fonte: Dados da pesquisa.

A Logística Humanitária é um tema de característica multidisciplinar em virtude da complexidade de suas atividades e do número de atores envolvidos nas operações de transferência ou alívio a desastre e, justamente por essa característica particular, percebe-se uma pluralidade nas áreas de conhecimento dos periódicos. É possível observar periódicos nas áreas de desastres, logística, pesquisa operacional, computação, engenharia, serviços, ecologia, gerenciamento de produção e operações, entre outros.

Outro fator importante de estudo é a relevância dos artigos presentes no portfólio bibliográfico. Essa análise foi realizada a partir de uma pesquisa no site Google Acadêmico no período de outubro de 2018, quando foi verificado o número de vezes que o artigo foi citado. O artigo mais citado foi *Emergency relief logistics: an evaluation of military, non-military and*

composite response models com 222 citações. Houve sete artigos com zero citação: *A multicriteria Master Planning DSS for a sustainable humanitarian supply chain*, *A multi-criteria vertical coordination framework for a reliable aid distribution*, *A proposed framework of key activities and processes in the preparedness and recovery phases of disaster management*, *A robust approach to the two-level humanitarian relief operation*, *Application of Multi-Attribute Value Theory to Improve Cargo Delivery Planning in Disaster Aftermath*, *Managing the humanitarian supply chain: a fuzzy logic approach*, *Modelling the inter-relationship between factors affecting coordination in a humanitarian supply chain: a case of Chennai flood relief*. Na Tabela 15, é possível observar o número de citações por artigo de forma detalhada.

Tabela 15 – Relevância das publicações

Artigo	Citação
<i>Emergency relief logistics: an evaluation of military, non-military and composite response models</i>	222
<i>Assessing Trade-offs among Multiple Objectives for Humanitarian Aid Delivery Using Expert Preferences</i>	65
<i>Before and after disaster strikes: A relief supply chain decision support framework</i>	56
<i>An emergency logistics response system for natural disasters</i>	44
<i>Humanitarian relief chain: Rapid response under uncertainty</i>	39
<i>A Study on Emergency Supply Chain and Risk Based on Urgent Relief Service in Disasters</i>	31
<i>Analyzing drivers and barriers of coordination in humanitarian supply chain management under fuzzy environment</i>	29
<i>A trapezoidal type-2 fuzzy MCDM method to identify and evaluate critical success factors for humanitarian relief logistics management</i>	26
<i>Strategic planning for disaster relief logistics: lessons from supply chain management</i>	26
<i>Identification and prioritization of coordination barriers in humanitarian supply chain management</i>	23
<i>Multi-criteria logistics modeling for military humanitarian assistance and disaster relief aerial delivery operations</i>	16
<i>An outranking approach based on interval type-2 fuzzy sets to evaluate preparedness and response ability of non-governmental humanitarian relief organizations</i>	12
<i>Intelligent Decision-Making Models for Disaster Management</i>	11
<i>Training decision-makers in flood response with system dynamics</i>	5
<i>A model for enterprise resource planning in emergency humanitarian logistics</i>	3
<i>Multi-criteria decision-making in the management of humanitarian operations</i>	3

Fonte: Dados da pesquisa.

Na segunda etapa são realizadas as análises acerca do conteúdo. São identificadas as palavras-chaves e as referências bibliográficas.

Na análise das palavras-chave, encontrou-se um total de 107 palavras, entre as quais 62 foram mencionadas uma única vez, sendo que *Humanitarian logistics*, *Supply chain* e *Analytic hierarchy process* foram as mais citadas, conforme a Figura 4.

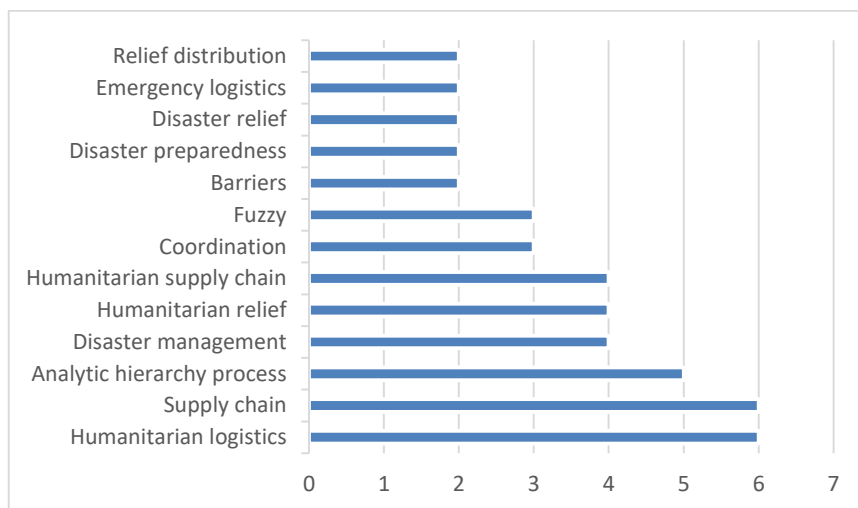


Figura 4 – Palavras-chave

Fonte: Elaborado pela autora.

Por fim, foi realizada a verificação dos trabalhos mais citados, considerando todas as referências dos artigos do Portfólio Bibliográfico. Todas as referências somaram 1.287 estudos citados, sendo que 833 foram citados uma única vez. É possível perceber que *Balcik, B. et al. (2010)* são os autores com maior número de citações dentre os trabalhos analisados, sendo 13 sobre o total da amostra. A seguir, com 10 citações, aparece o artigo de *Kovács, G. e Spens, K.M. (2007)*; a terceira obra mais citada é a de *Altay, N. e Green, W. G. (2005)* com 9 citações. Nas próximas três posições, destacam-se os trabalhos de *Özdamar, L., Ekinci, E. e Küçükyazici, B. (2004)*, *Balcik, B. e Beamon, B. M. (2008)*, *Beamon, B. e Balcik, B. (2008)* todos com 8 citações. Destacam-se os autores *Balcik, B. e Beamon, B. M* que tiveram três trabalhos entre as referências mais citadas. Na Tabela 16, serão apresentados os artigos que foram referenciados, no mínimo, 6 vezes.

Tabela 16 – Artigos mais citados no portfólio bibliográfico

Título	Autor/ano	Número de citações
Coordination in humanitarian relief chains: Practices challenges and opportunities	Balcik, B., et al. (2010)	13
Humanitarian logistics in disaster relief operations	Kovács, G. e Spens, K.M. (2007)	10
OR/MS research in disaster operations management	Altay, N. e Green, W. G. (2005)	9
Emergency logistics planning in natural disasters	Özdamar, L., Ekinci, E. e Küçükyazici, B. (2004)	8
Facility location in humanitarian relief	Balcik, B. e Beamon, B. M. (2008)	8
Performance measurement in humanitarian relief chains	Beamon, B. e Balcik, B. (2008)	8
Humanitarian aid logistics: Supply chain management in high gear	Van Wassenhove, L.N. (2006)	7
An interactive approach for hierarchical analysis of helicopter logistics in disaster relief operations	Barbarosolu, G., Özdamar, L. e Çevik, A. (2002)	6
From logistics to supply chain management: the path forward in the humanitarian sector	Thomas, A. e Kopczak, L. R. (2005)	6
From preparedness to partnerships: case study research on humanitarian logistics	Tomasini, R.M. e Van Wassenhove, L.N. (2009)	6
Humanitarian Logistics: A new field of research and action	Apte, A. (2009)	6
Key Performance Indicators in Humanitarian Logistics	Davidson, A. L. (2006)	6
The Analytic Hierarchy Process	Saaty, T. L. (1980)	6

Fonte: Dados da pesquisa.

4.2 Metassíntese

Neste tópico, apresentaremos uma visão geral quanto ao conteúdo das publicações pertencentes ao Portifólio Bibliográfico. Neste estudo, foi realizada a análise do conteúdo dos artigos de forma detalhada e estruturada com relação ao seu objetivo, ao método utilizado, aos atores entrevistados, ao local de aplicação, aos critérios estabelecidos e às lacunas apontadas pelos pesquisadores.

O artigo intitulado *Training decision-makers in flood response with system dynamics* (BERARIU et al., 2016) tem como objetivo apresentar um modelo para treinar os tomadores de decisão sobre a resposta a inundações, fornecendo-lhes a possibilidade de analisar e avaliar diferentes cenários. O método *System Dynamics* (SD) foi utilizado na geração do modelo apresentado nesse trabalho, uma vez que permite identificar as interdependências dentro do sistema. Tomadores de decisão de diferentes órgãos e instituições envolvidos na Inundação do

Alto Danúbio de 2013 (forças armadas, a brigada de incêndio voluntária, organização médica de emergência, conselho executivo da gestão de catástrofes, governo distrital, corpo executivo em nível provincial austríaco) foram entrevistados. Também foi entrevistado um especialista em construção hidráulica. Um modelo qualitativo do Diagrama de *Loop* Causal foi desenvolvido e ilustra relações cruciais de causa e efeito da resposta à inundação, tais quais: condução de medidas de proteção móvel (proteção e evacuação), condições ambientais (nível de água e precipitação) e fatores humanos (cooperação, mobilidade e tomada de decisões). Com base no diagrama, o modelo quantitativo de estoque e fluxo foi desenvolvido. O comportamento de acumulação do sistema é definido pelas formulações matemáticas realizadas pelas equações de estoque. Os pesquisadores sugerem, para trabalhos futuros, investigar se o fenômeno da diminuição da cooperação em grupos maiores ocorre apenas com envolvimento de diferentes organizações ou se também ocorre com apenas uma organização ativa.

O artigo intitulado *Strategic planning for disaster relief logistics: lessons from supply chain management* (ALTAY; PRASAD; SOUNDERPANDIAN, 2009) possui foco no estágio de planejamento estratégico e tem como objetivo construir um modelo logístico integrado, baseado em elementos da teoria da gestão da cadeia de suprimentos. O método utilizado foi uma revisão da literatura da gestão da cadeia de suprimentos e sua aplicação para o alívio internacional de desastres. Os pesquisadores consultaram um especialista sênior em infraestrutura de uma equipe de gerenciamento de risco do Grupo Banco Mundial para obter informações sobre logística de socorro em desastres. O modelo logístico integrado para alívio de desastres, proposto pelos autores, engloba a influência do desastre (tipo e a escala de um desastre), as características da população (geografia, nível de desenvolvimento, densidade, redes organizacionais, social/cultura, político/legal), condições de desastre (necessidades da comunidade, grau de incerteza, qualidade da informação e complexidade) e a rede logística de apoio (coordenação logística, integração logística e gestão logística). Os autores deixam, como sugestão de trabalhos futuros, explorar a frequência com que agências devem revisar os planos antes do advento de um desastre com base no tipo/forma de desastres e no nível de desenvolvimento (regiões desenvolvidas vs. regiões em desenvolvimento). Outra sugestão dos autores é desenvolver modelos matemáticos dinâmicos para otimizar a alocação de recursos e cronograma nos estágios de resposta pré-evento e pós-evento.

O artigo *Modelling the inter-relationship between factors affecting coordination in a humanitarian supply chain: a case of Chennai flood relief* (JOHN et al., 2018) tem como objetivo identificar a interdependência e desenvolver um diagrama de relacionamento de rede

mapeando a interdependência entre os fatores que afetam a coordenação efetiva entre os atores da cadeia de suprimentos humanitária. Foi utilizada uma metodologia híbrida FUZZY DEMATEL-ANP. Os pesquisadores entrevistaram múltiplos indivíduos representantes de várias partes interessadas envolvidas com as atividades de socorro realizadas durante as inundações de Chennai, na Índia. Os critérios que afetam a coordenação da cadeia de suprimentos humanitária são o compartilhamento de informações, a diversidade de agências humanitárias, os mandatos organizacionais e a convergência material. Para trabalhos futuros, os autores sugerem que a generalização do modelo de mapa de relacionamento de rede, apresentado no estudo, seria beneficiada sendo testado em outros cenários de desastre. Além disso, uma avaliação estatística formal da interrelacionamentos também pode ajudar na generalização dos resultados.

O artigo intitulado *Analyzing drivers and barriers of coordination in humanitarian supply chain management under fuzzy environment* (KABRA; RAMESH, 2015) tem como objetivo explorar as barreiras à coordenação humanitária da cadeia de suprimentos, propõe e prioriza as soluções para superar as barreiras particularmente no contexto indiano. Nesse estudo, foi utilizada, como metodologia, uma estrutura integrada de lógica FUZZY, AHP e TOPSIS. Os pesquisadores entrevistaram especialistas envolvidos nas operações de socorro à inundação que ocorreu em Uttarakhand (um estado do norte da Índia), em 14 de junho de 2013. Identificaram cinco critérios principais que são barreiras a coordenação humanitária: barreiras estratégicas, barreiras individuais, barreiras organizacionais, barreiras tecnológicas e barreiras culturais. Para pesquisas adicionais, esse estudo pode ser estendido a outros países e os resultados desse estudo podem ser comparados com outras técnicas do MCDM, como ANP, ELECTRE, VIKOR ou PROMETHEE em ambiente FUZZY.

O artigo intitulado *Identification and prioritization of coordination barriers in humanitarian supply chain management* (KABRA; RAMESH; ARSHINDER, 2015) tem como objetivo explorar e priorizar as barreiras de coordenação na gestão da cadeia de suprimentos humanitária (HSCM), no contexto indiano, para melhorar o desempenho das operações de socorro. A metodologia utilizada para priorizar as barreiras com base na sua severidade foi Fuzzy Analytic Hierarchy Process (F-AHP). As barreiras foram empiricamente verificadas através de análise de questionário dos gestores envolvidos nas operações de socorro de inundações que ocorreu em Uttarakhand (Índia). É apresentada a priorização final das barreiras de coordenação da cadeia de suprimentos humanitária que são os critérios principais.

São elas: barreiras de gestão, barreiras de pessoas, barreiras organizacionais, barreiras tecnológicas e barreiras culturais. Os autores sugerem, para pesquisas futuras, adicionar fatores ambientais e outros, como governo, política, globalização etc., que podem mudar os pontos de referência da avaliação. Sugerem ainda, comparar os resultados com outros casos de desastres para procurar potenciais generalizações que aumentariam ainda mais a capacidade de orientar políticas e práticas futuras de recuperação.

O artigo intitulado *A proposed framework of key activities and processes in the preparedness and recovery phases of disaster management* (OLORUNTOBA; SRIDHARAN; DAVISON, 2018) tem como objetivo propor uma estrutura empiricamente fundamentada para examinar as fases de preparação e recuperação, as atividades e processos de gestão de desastres referentes a desastres previsíveis dentro de um país desenvolvido. Como metodologia, foi adotada uma abordagem de estudo de caso para desenvolver a estrutura. A seleção de casos foi intencional, são eles: as Queimadas do Sábado Negro (que foram uma série de incêndios florestais na Austrália em 2009) e um forte ciclone tropical, Ciclone Larry (que arrasou a Austrália em 2006). Foram entrevistados informantes-chave das agências de desastres do setor público de dois estados da Austrália (Queensland e Victoria) e uma variedade de outras agências governamentais e ONGs que pertencem às redes de suporte. É apresentada a proposta de estrutura dos principais processos e atividades nas fases de preparação e de recuperação no gerenciamento de desastres. A fase de preparação é dividida em dois tipos: investimento em termos físicos e tangíveis em equipamentos, atividades e processos, e investimento em atividades de preparação intangíveis. Já a fase de recuperação é dividida em: investimentos tangíveis em resposta e recuperação em equipamentos, atividades e processos, e investimentos em atividades de recuperação intangível e processos. São sugeridas pesquisas futuras, utilizando a estrutura proposta como base para mapear e analisar casos reais de preparação e recuperação em desastres previsíveis em países ricos. Realizar pesquisas sobre a natureza das relações e parcerias entre os departamentos do governo local, estadual, federal e comunidade durante o gerenciamento de desastres. São sugeridos, também, estudos longitudinais sobre preparação e recuperação de desastres, bem como sobre as estratégias específicas implantadas em prontidão e recuperação, seus impactos e seus efeitos a médio e longo prazo sobre os membros da comunidade e a economia regional. A última sugestão é investigar o papel da mídia na mobilização do público na preparação para o desastre e no fornecimento de informações que promovam bem-estar e esperança nas comunidades impactadas para ajudar na recuperação de desastres.

O artigo *A model for enterprise resource planning in emergency humanitarian logistics* (GAVIDIA, 2017) destaca a necessidade e as vantagens da tecnologia e planejamento de recursos empresariais (ERP) em logística de emergência humanitária, além de propor um modelo para a configuração, manutenção, operação e melhoria de um sistema empresarial integrado para emergências humanitárias. A metodologia utilizada foi uma extensa revisão bibliográfica realizada nos campos de operações humanitárias, sistemas de informação logística e planejamento de recursos. O modelo proposto é um sistema corporativo integrado de logística de emergência humanitária, com uma estrutura semelhante a de um sistema comercial de planejamento de recursos (ERP) projetado para uma empresa multinacional. O modelo de processo proposto é dividido em dois ciclos: (1) configuração do sistema e prontidão (organização e planejamento de sistemas, infraestrutura e segurança de TI, inventário de recursos, configuração da cadeia de suprimentos, prontidão do sistema, teste e melhoria contínua, resposta de emergência) e (2) resposta de emergência (avaliação de necessidades de crise, alocação e otimização de recursos, execução logística, medição de desempenho, relatório externo e melhoria contínua pós-crise). As sugestões de pesquisas futuras concentram-se nos detalhes organizacionais e técnicos de um ERP humanitário. Uma linha adicional de pesquisas futuras é o potencial de integração interfuncional do ERP humanitário, além da logística de emergência.

O artigo *A multicriteria master planning DSS for a sustainable humanitarian supply chain* (LAGUNA-SALVADÓ et al, 2018) tem como objetivo propor um planejamento mestre multi-objetivo de apoio à decisão (DSS) para gerenciamento sustentável da cadeia de suprimentos humanitária. Para o problema multidimensional do desempenho sustentável, foi utilizado o método de ordenação lexicográfico (LOM) que permite ao tomador de decisão classificar as funções objetivo de acordo com algum grau subjetivo de prioridade. Foram realizadas entrevistas preliminares com o Departamento Regional de Coordenador de Desenvolvimento (RLDC) da Federação Internacional das Sociedades da Cruz Vermelha e do Crescente Vermelho (IFRC) da América e Caribe. Também foram entrevistados todos os membros da estrutura da Unidade Logística Regional da IFRC. O local da pesquisa de campo foi o Panamá. Foram definidas três dimensões da sustentabilidade (econômico, social e ambiental), o que permitiu determinar um conjunto de medidas de desempenho, bem como métricas associadas para a quantificação. Na dimensão econômica, a medida de desempenho e eficiência tem como métrica a taxa de atendimento das necessidades e a eficácia tem como métrica o custo da operação. Na dimensão social, a medida de desempenho é o empoderamento

local e a métrica é a taxa de fornecimento local; na dimensão ambiental a medida de desempenho é a redução de poluição e a métrica é a pegada de carbono. As sugestões de pesquisas futuras são aplicar o modelo proposto em operações humanitárias da vida real; avaliar a precisão dos resultados do método de ordenação lexicográfico interativo com respeito às práticas atuais; realizar uma análise de sensibilidade do modelo proposto; considerar maior variabilidade e incerteza no modelo; estender o planejamento-mestre para um modelo global de gestão da cadeia de suprimentos humanitária; investigar como pressões institucionais e a cultura tradicional podem afetar a implementação de um sistema de planejamento mestre por organizações.

O artigo *A robust approach to the two-level humanitarian relief operation* (QU, 2016) tem como objetivo propor uma metodologia de modelagem de dois níveis, na qual o modelo de nível superior concentra-se nas políticas estratégicas de distribuição de alívio entre os beneficiários, enquanto o modelo de nível inferior lida com rotas de transporte, implantação de veículos e problemas de carga no nível operacional com base na solução de nível superior. O método utilizado é uma abordagem robusta de otimização. O modelo de programação matemático apresentado visa a minimizar o custo total da operação de resgate incluindo áreas totalmente devastadas. As lacunas de pesquisa apontadas pelos autores são: um algoritmo dinâmico poderia ser inventado desde que mais demandas de informações sejam obtidas à medida que a operação de socorro prossegue; um procedimento de solução heurística poderia ser uma ferramenta poderosa na instância de grande escala; incorporar a metodologia proposta em um sistema de suporte à tomada de decisões, que possa integrar o comportamento humano e a abordagem de otimização para auxiliar o tomador de decisões.

O artigo *A study on emergency supply chain and risk based on urgent relief service in disasters* (JI; ZHU, 2012) tem como objetivo desenvolver um modelo de formulação matemática da distribuição de logística de emergência e apresentar um estudo de caso baseado em terremoto. A metodologia utilizada é um modelo de otimização de dois objetivos. Os critérios do modelo são a proporção do número de vítimas mortas, condições de danos às construções e a distância do epicentro do terremoto (10km). Para garantir que o processo de logística seja fácil de se controlar e a operação logística seja rápida, alguns mecanismos de suporte para satisfazer os pré-requisitos da operação de logística de emergência eficaz são requeridos: suporte à infraestrutura, comando unificado e coordenação de rede, garantia legal, plano de contingência e canal de transporte de emergência. Para trabalhos futuros, os autores

sugerem investigar como coordenar a rede de logística de emergência, por exemplo, como multi-membros coordenam a rede; e incluir no modelo as variáveis de mecanismo de suporte da operação de logística de emergência que não foram plenamente consideradas, por exemplo, o mecanismo de garantia legal que não se reflete nos modelos.

O artigo *An emergency logistics response system for natural disasters* (TOVIA, 2007) tem como objetivo apresentar um Modelo de Resposta a Emergências (ERM) para avaliar os recursos logísticos necessários para evacuar, abrigar e proteger a população em tempo hábil no caso de um furacão. Para desenvolver um modelo de resposta eficaz, as atuais políticas de planos operacionais de emergência (EOP) foram revistas, com especial atenção ao plano de emergência da cidade de Nova Orleans (EUA) visando analisar o que deu errado no furacão Katrina. Com base em dados históricos dos furacões que atingiram a Costa Atlântica dos Estados Unidos (EUA), entre os anos de 1851 e 2005, a distribuição de probabilidade requerida no ERM é aproximada, então um modelo de simulação de eventos discretos é construído e usado para avaliar a eficácia dos atuais sistemas de preparação para emergências, em comparação com o sistema proposto. As distribuições de probabilidade exigidas no modelo ERM para simular a temporada de furacões são definidas em função de quatro variáveis: características dos furacões, população ameaçada, capacidade de resposta do abrigo e tamanho da frota de transporte. O uso dos sistemas de ônibus escolar e abrigos residenciais como soluções alternativas para evacuar e abrigar a população no tempo são encorajadores e mostram uma melhoria importante em comparação com as políticas operacionais atuais. No entanto, eles não são conclusivos e pesquisas devem ser realizadas para avaliar plenamente as suas características econômicas e técnicas de viabilidade.

O artigo intitulado *A trapezoidal type-2 fuzzy MCDM method to identify and evaluate critical success factors for humanitarian relief logistics management* (CELIK; GUMUS; ALEGOZ, 2014) tem como objetivo identificar e avaliar os principais fatores críticos para o gerenciamento efetivo das operações logísticas de ajuda humanitária. O método proposto combina conjuntos fuzzy trapezoidal tipo 2 e o processo de análise hierárquica (AHP) para sustentar uma avaliação realista. Nesse estudo, os fatores críticos de sucesso são determinados e classificados por meio de revisão de literatura e entrevistas. Foram entrevistados três especialistas do primeiro-ministro turco do ministério de desastres e gestão de emergência da presidência e dois peritos de organizações não governamentais. Os entrevistados avaliaram os critérios usando uma pesquisa de comparação de critérios. Cinco principais critérios e vinte e

cinco subcritérios são identificados. Os critérios principais são: gestão e planejamento, organização, transporte e distribuição, armazenamento e sistema de informação. Para estudos futuros é proposto investigar a existência adicional de fatores críticos de sucesso que afetam o gerenciamento da Logística Humanitária e verificar se o método de análise hierárquica de processo sobre a rede pode ser aplicado como uma ferramenta eficaz nos casos em que as interações entre os elementos de um sistema formam uma estrutura de rede para determinar pesos de importância dos critérios.

O artigo *An outranking approach based on interval type-2 fuzzy sets to evaluate preparedness and response ability of non-governmental humanitarian relief organizations* (CELIK; GUMUS, 2016) tem como objetivo avaliar o desempenho da capacidade de resposta das ONGs. Para isso foi utilizada uma abordagem híbrida que consiste em conjuntos FUZZY tipo-2, AHP e PROMETHEE. O modelo é aplicado às ONGs na Turquia para avaliar seus desempenhos e é conduzido em três fases: (1) determinação de fatores críticos de sucesso (FCS) de gestão das operações de Logística Humanitária, (2) aplicação do método AHP intervalar fuzzy tipo 2 para obter os pesos de importância dos FCS e (3) aplicação do método PROMETHEE baseado em conjuntos fuzzy intervalares tipo 2 para avaliar a capacidade de preparação e resposta das ONG. Os fatores críticos de sucesso para a logística de ajuda humanitária são determinados e classificados através da revisão de literatura e entrevistas com especialistas que estão diretamente relacionados a ONGs na Turquia. A avaliação do desempenho das ONGs é realizada por 32 peritos. Cinco diferentes Fatores Críticos de Sucesso são determinados como: gestão e planejamento, organização, transporte e distribuição, armazenagem e sistemas de informação. Um caso empírico é apresentado para avaliar a prontidão e resposta capacidade de quatro ONGs proeminentes na Turquia. Os autores sugerem, para pesquisas futuras, a aplicação da abordagem híbrida proposta em diferentes números de ONGs e em ONGs de outros países. Também pode ser aplicado a todos os sistemas que enfrentam problemas que decisão hierárquica. ANP ou DEMATEL baseado em conjuntos FUZZY de tipo 2 pode ser aplicado para determinar os pesos de importância dos FCS. A propósito, outras extensões PROMETHEE com base em IT2FSs podem ser usadas e os resultados obtidos podem ser discutidos. Além disso, a análise envoltória de dados (DEA) pode ser aplicada para avaliar a capacidade de preparação e resposta a emergências quando o número de ONGs é aumentado.

O artigo *Emergency relief logistics: an evaluation of military, non-military and composite response models* (PETTIT; BERESFORD, 2005) examina os processos envolvidos na ajuda de emergência e destaca as relações entre os órgãos participantes. O modelo de resposta a desastres, proposto por Jennings et al. (2000), é reavaliado contra outros modelos militares e não militares com o objetivo de desenvolver um modelo composto. Informações e dados foram obtidos principalmente de um estudo Delphi estratificado, que abrange 45 entrevistados e uma pesquisa de campo realizada no período de 1995 a 2005. As operações de socorro de emergência no Afeganistão, África Oriental e Central, Moçambique, Kosovo e Iraque foram avaliadas em detalhes. Os especialistas foram selecionados entre governos, ONGs, órgãos da ONU, corporações privadas e militares do Reino Unido. O modelo composto representa uma primeira tentativa de reunir todos os principais componentes da resposta à logística de emergência e é apresentado como um fluxograma de processos incorporando organizações militares e não militares. O fluxograma compreende as fases de preparação, avaliação e recursos, mobilização de recursos, aquisição, transporte, armazenagem e avaliação de performance. Os autores sugerem que mais pesquisas são necessárias para testar o modelo contra uma série de casos de socorro de emergência.

No artigo *Intelligent decision-making models for disaster management* (VITORIANO et al., 2015), é analisado o processo de tomada de decisão sobre gerenciamento de desastres, desde a visão geral da tomada de decisão inteligente até as características específicas desse contexto. É apresentada uma perspectiva da gestão de desastres e Logística Humanitária do ponto de vista inteligente de tomada de decisão, focando em suas características específicas: a incerteza inerente e a existência de múltiplos critérios conflitantes. O processo de decisão na gestão de desastres é ilustrado para compreender os diferentes tipos de decisões (estratégicas, táticas e operacionais) que são tomadas ao longo do tempo para gerir este sistema complexo. O ciclo da gestão de desastres é entendido possuindo duas fases: fase pré-evento, em que se concentram as decisões estratégicas, e fase pós-evento, na qual são tomadas as decisões táticas e operacionais. A incerteza combinada à pressão do tempo torna o processo de decisão estratégica complexo, sendo aconselhado o uso de ferramentas de auxílio à decisão. Dois exemplos de modelos de auxílio à decisão são apresentados: um para avaliação de consequências na fase inicial após um desastre (focado no desconhecido, uma das principais características da gestão de desastres) — SEDD (Sistema de Diagnóstico e Avaliação de Desastres) — e outro para a distribuição de última milha da ajuda humanitária (focado na natureza multicritério da tomada de decisões sobre gestão de desastres) — HADS. O modelo

HADS tem como principais critérios envolvidos numa operação de resposta a desastres: eficácia, tempo de resposta, custo da operação, confiabilidade dos itinerários, segurança no transporte e equidade na distribuição da ajuda. Trabalhos futuros são sugeridos nas seguintes áreas: melhoria da qualidade dos bancos de dados, implementação de novas ferramentas de comunicação, inclusão de procedimentos de avaliação para aprendizagem, reunião de diferentes ferramentas de inteligência computacional e pesquisa operacional para desenvolver modelos poderosos para apoiar decisões.

O artigo *Managing the humanitarian supply chain: a fuzzy logic approach* (GANGULY; PADHY; RAI, 2017) tem como objetivo avaliar o desempenho do gerenciamento da cadeia de suprimentos humanitária considerando as consequências em termos de operação, recuperação e resposta com base nas estimativas FUZZY dos componentes apresentados. As relações entre o desempenho do gerenciamento da cadeia de suprimentos humanitária, sua rapidez e preparação exigida são representadas em um diagrama de causa e efeito. Os conceitos de associação FUZZY e composição FUZZY são aplicados para identificar relacionamentos. O estudo foi realizado na região afetada em Uttarakhand (Índia) onde foram entrevistados representantes das autoridades de gestão de desastres, forças armadas e organizações não-governamentais (ONG). Para a pesquisa apresentada, que considera apenas os desastres naturais, os autores sugerem desenvolver trabalhos que incluam os desastres provocados pelo homem. Também é sugerido desenvolver modelos considerando as condições em outros países e suas práticas para o gerenciamento de desastres.

No artigo *Multi-criteria decision-making in the management of humanitarian operations* (SGARBOSSA; PERETTI; PERSONA, 2015), os autores apresentam um processo geral de decisão multicritério para auxiliar a avaliação de soluções alternativas adequadas às questões de gestão de operações humanitárias. A metodologia utilizada é a análise hierárquica de processos (AHP). A estrutura das operações humanitárias é apresentada com os três níveis de critérios: (1) critérios primários: custo, tempo e nível de serviço, (2) critérios secundários: agilidade, coordenação, segurança, qualidade e controle, (3) critérios terciários: capital disponível, recursos, infraestrutura, beneficiários, fatores sociais, culturais e políticos e outros ativos. Futuras pesquisas utilizando essa abordagem devem ser claramente desenvolvidas para entender como essa metodologia pode variar ainda mais de acordo com os parâmetros do desastre em questão e as implicações para os especialistas em Logística Humanitária no uso desta estrutura. Além disso, é importante sublinhar como os resultados dos aplicativos podem

mudar apenas modificando os pesos dos critérios e, portanto, compreendendo quais são os mais apropriados.

O artigo *Multi-criteria logistics modeling for military humanitarian assistance and disaster relief aerial delivery operations* (BASTIAN et al, 2016) tem como objetivo apresentar uma estrutura multicritério de apoio à decisão (MCDA) para otimizar a rede de cadeia de suprimentos de entrega aérea militar de assistência humanitária e de alívio a desastres (HA/DR). O modelo usa programação de metas estocástica, com números inteiros mistos e ponderados para otimizar o projeto de rede da cadeia de suprimentos, os custos logísticos, as quantidades de aquisições e os níveis de estoque. O Centro de Pesquisa, Desenvolvimento e Engenharia do Exército dos EUA Natick Soldier (NSRDEC) iniciou o desenvolvimento da próxima geração de propulsores aéreos HA/DR que permite que os *airdrops* ocorram diretamente sobre a população afetada. A entrega direta de ajuda consumível (comida e água), através de lançamento aéreo, evita a necessidade de linhas de suprimento de terra, que são frequentemente danificadas. O modelo de otimização proposto fornece suporte às decisões estratégicas para o NSRDEC e outros decisores de HA/DR. Para trabalhos futuros, são sugeridas as seguintes abordagens: conduzir análises de sensibilidade adicionais ajustando os níveis dos fatores de planejamento experimental; avaliar os efeitos de variabilidade do custo de aquisição, já que a faixa estabelecida pelo tomador de decisão para este modelo foi artificialmente apertada; reconfigurar a formulação do modelo de otimização incorporando uma quarta meta de tomada de decisões que considera o critério conflituoso de ruptura/risco da cadeia de abastecimento, bem como alterar alguns dos modelos de restrições (como permitir que as instalações de armazenamento atendam a mais de uma área de desastre).

O artigo *A multi-criteria vertical coordination framework for a reliable aid distribution* (REGIS-HERNÁNDEZ; MORA-VARGAS; RUÍZ, 2017) tem como objetivo propor uma metodologia que traduza as múltiplas preferências das partes interessadas da cadeia de suprimentos humanitária, de valores qualitativos a quantitativos, permitindo que essas preferências sejam integradas em modelos de otimização para garantir sua implementação equilibrada e simultânea durante o processo de tomada de decisão. Em um cenário de distribuição de alívio geral durante o estágio de resposta, a coordenação vertical é usada para coordenar a intervenção dos governos e das organizações não-governamentais, dos doadores, do setor privado e das organizações militares para atender a população afetada. O método multicritério de tomada de decisões (MCDM) adotado foi de análise hierárquica de processos

(AHP). As funções-objetivo do modelo são classificadas em três dimensões (social, confiabilidade e econômica). Os critérios de desempenho das dimensões são custos, demanda reprimida, tempo de viagens, tempo de resposta, risco e equidade. As lacunas dessa pesquisa, apontadas pelos autores, são apresentadas a seguir: ilustrar a aplicabilidade da metodologia à distribuição de ajuda confiável, realizar uma análise de sensibilidade do desempenho dos indicadores sob diferentes cenários.

No artigo *Assessing trade-offs among multiple objectives for humanitarian aid delivery using expert preferences* (GRALLA; GOENTZEL; FINE, 2014), os autores desenvolvem um método para avaliar o desempenho de planos de ajuda baseados nas preferências de especialistas em cinco atributos principais: a quantidade de carga entregue, a priorização da ajuda por tipo de mercadoria, a priorização da ajuda por local de entrega, a velocidade de entrega e o custo operacional. O método de análise conjunta de medição de preferência foi utilizado. O cenário da pesquisa foi baseado em um cenário usado em um programa de treinamento em logística, focado em entregas de ajuda na primeira semana após um grande terremoto. As preferências de 18 experientes logísticos humanitários foram medidas. Trabalhos futuros poderiam desenhar amostras de outras partes da comunidade humanitária, tais como: especialistas em programas, líderes governamentais, humanitários coordenadores ou doadores. Os autores sugerem, também, desenvolver famílias de funções objetivas adequadas a diferentes agências ou cenários.

O artigo *Humanitarian relief chain: rapid response under uncertainty* (CHAKRAVARTY, 2014) visa a estudar o impacto da resposta rápida na melhora da sobrevivência humana. O autor está especificamente interessado na mistura ideal de pré-posicionamento de inventário e resposta rápida através de entrega em tempo real. Um modelo matemático de tomada de decisão em dois estágios é desenvolvido e desastres naturais, como furacões, são referência para orientar o modelo. Essa pesquisa estabelece como o inventário pré-posicionado, a quantidade de compras em tempo real e o tempo de resposta podem ser determinados de forma a maximizar o valor social acumulado de salvar vidas e, ao mesmo tempo, incorporar os custos de aquisição e logística. Embora haja apenas duas variáveis de decisão — tempo de resposta e quantidade de suprimentos entregues —, elas afetam um grande número de outras variáveis por meio de um efeito em cascata. O autor sugere explorar quatro linhas de pesquisas futuras. A primeira é como a realocação de inventário pré-posicionado em tempo real — de locais que sofreram danos baixos em locais com alto dano — pode melhorar

a eficácia da estratégia de ajuda. A segunda linha é o papel das medidas de proteção para atenuar o impacto de um desastre, tais como: taxas de construção e casas à prova de tempestade. A terceira lacuna apresentada é direcionar melhor o esforço de socorro ao incorporar atualizações de previsão no modelo; a quarta lacuna, por fim, consiste em pesquisar como a intensidade de um furacão pode aumentar à medida que se aproxima da terra, onde a água é mais quente.

No artigo *Before and after disaster strikes: a relief supply chain decision support framework* (KUMAR; HAVEY, 2013), os autores constroem uma estrutura de gerenciamento de decisão em três etapas para uma cadeia de suprimento de socorro a desastres, considerando complexidades envolvidas em desastres, como o tsunami japonês de março 2011 e suas consequências. A estrutura proposta para análise foi desenvolvida com base revisão de literatura, fluxograma de processo, mapa mental, ferramentas de decisão de projeto de segurança e confiabilidade (nomeadamente, árvores de falha e FMECA) e os dados obtidos de fontes secundárias. Na análise de risco e falhas, são desenvolvidas árvores de falhas para as quatro etapas (planejamento e preparação, resgate, recuperação, limpar e reconstruir) e subetapas que fazem parte do processo de gerenciamento de alívio de desastres. Essas árvores de falha serão combinadas para formar uma árvore de falhas composta. Além disso, a avaliação da probabilidade de pontos de falha foi analisada usando efeitos do modo de falha e análise crítica (FMECA). As oportunidades para pesquisas futuras incluem a extensão do modelo proposto para incorporar custos ao analisar os riscos potenciais em cada fase-chave da cadeia de suprimentos de alívio a desastres. Também são sugeridas pesquisas para encontrar as melhores maneiras de utilizar ferramentas de comunicação em desastres de grande escala. Além disso, os aspectos significativos desse tipo de sistema podem incluir um planejamento robusto e preparação como uma estratégia de longo prazo.

Application of multi-attribute value theory to improve cargo delivery planning in disaster aftermath (CAVALCANTI; MENDES; YOSHIZAKI, 2017) é um trabalho em que a metodologia de Teoria de Valores de Vários Atributos (MAVT) é aplicada com o *Value Focused Thinking* (VFT) para elucidar os objetivos de entregar carga para vítimas de desastres durante operações de resposta, criar alternativas de solução e avaliá-las. O tomador de decisão consultado é um ex-capitão brasileiro que trabalhou na Missão de Estabilização das Nações Unidas no Haiti (MINUSTAH), antes e depois dos terremotos de 2010. A entrevista com o tomador de decisão contribuiu para estruturação do problema, desenho do modelo matemático de MCDA, modelo de preferências e avaliação de alternativas. Esse artigo ilustra a

aplicabilidade de SMARTER, uma técnica da teoria do valor de vários atributos, para o campo humanitário. Os critérios do modelo são segurança, estabilidade, quantidade, urgência da carga e demandas prioritárias. O tomador de decisão recusou-se a adicionar restrições orçamentárias a lista de objetivos, argumentando que, durante a primeira fase da resposta a desastres, não haveria preocupação com o orçamento. Isso pode indicar uma discrepância entre os modelos de pesquisa operacional existentes e os valores do tomador de decisão, o que pode ser confirmado em estudos futuros, incluindo mais tomadores de decisão que representam outras partes interessadas.

O estudo detalhado do conteúdo dos artigos realizado é resumido e apresentado de forma mais objetiva no Quadro 2, em que são apontadas as palavras-chave, os objetivos, os métodos e as lacunas de cada artigo que compõe o portfólio final.

Quadro 2 – Resumo do conteúdo do Portfólio Bibliográfico

Autor (es)/Ano	Título	Palavras-chave	Objetivo	Método	Lacuna
GAVIDIA (2017)	A model for enterprise resource planning in emergency humanitarian logistics	Humanitarian logistics, enterprise resource planning, humanitarian disaster, humanitarian emergency, supply chain management, supply chain coordination	Destacar a necessidade e as vantagens da tecnologia de planejamento de recursos empresariais em logística de emergência humanitária e propor um modelo para a configuração, manutenção, operação e melhoria de um sistema empresarial integrado para emergências humanitárias.	Revisão da literatura	As sugestões de pesquisas futuras concentram-se nos detalhes organizacionais e técnicos de um ERP humanitário. Esses detalhes incluem a seleção e configuração do <i>software</i> , modelagem corporativa, gerenciamento de projetos, funcionalidade detalhada, aquisição, roteamento, agendamento, gerenciamento de estoque, distribuição, estrutura de dados, operação, controle e melhoria, bem como perspectivas sociais e políticas. Uma linha adicional de pesquisas futuras é o potencial de integração interfuncional do ERP humanitário, além da logística de emergência.
LAGUNA-SALVADÓ et al (2018)	A multicriteria Master Planning DSS for a sustainable humanitarian supply chain	Disaster relief operations, humanitarian supply chain, sustainable supplychain, sustainability, master planning, multi-objective decision support system	Propor um Planejamento Mestre multiobjetivo de apoio à decisão (DSS) para gerenciamento sustentável da cadeia de suprimentos humanitária.	Ordenação lexicográfica	As sugestões de pesquisas futuras são a aplicação do modelo proposto a operações humanitárias da vida real; avaliação da precisão dos resultados do método de ordenação lexicográfico interativo com respeito às práticas atuais; realização uma análise de sensibilidade do modelo proposto e sugestão dos conjuntos de parâmetros, dependendo do objetivo alvo; considerar maior variabilidade e incerteza no modelo; estender o Planejamento Mestre para um modelo global de gestão da cadeia de suprimentos humanitária; investigar como pressões institucionais e a cultura tradicional podem afetar a implementação de um sistema de Planejamento Mestre por organizações.

REGIS-HERNÁNDEZ; MORA-VARGAS; RUÍZ (2017)	A multi-criteria vertical coordination framework for a reliable aid distribution	Humanitarian logistics, relief distribution, stakeholders, response, methodology, vertical coordination, multi-criteria	Propor uma metodologia que traduza as múltiplas preferências das partes interessadas da cadeia de suprimentos humanitária, de valores qualitativos a quantitativos, permitindo que essas preferências sejam integradas em modelos de otimização para garantir sua implementação equilibrada e simultânea durante o processo de tomada de decisão.	AHP	As lacunas dessa pesquisa, apontadas pelos autores, são apresentadas a seguir: ilustrar a aplicabilidade da metodologia à distribuição de ajuda confiável, realizar uma análise de sensibilidade do desempenho dos indicadores sob diferentes cenários.
OLORUNTOBA; SRIDHARAN; DAVISON (2018)	A proposed framework of key activities and processes in the preparedness and recovery phases of disaster management	Disaster, disaster management, disaster preparedness, disaster recovery, humanitarian logistics	Propor uma estrutura empiricamente fundamentada para examinar as fases de preparação e recuperação às atividades e processos de gestão de desastres referentes a desastres previsíveis dentro de um país desenvolvido.	Estudo de caso	São sugeridas pesquisas futuras utilizando a estrutura proposta como base para mapear e analisar casos reais de preparação e recuperação em desastres previsíveis em países ricos. Realizar pesquisas sobre a natureza das relações e parcerias entre os departamentos do governo local, estadual, federal e comunidade durante o gerenciamento de desastres. São sugeridos, também, estudos longitudinais sobre preparação e recuperação de desastres, bem como sobre as estratégias específicas implantadas em prontidão e recuperação, seus impactos e seus efeitos a médio e longo prazo sobre os membros da comunidade e a economia regional. A última sugestão é investigar o papel da mídia na mobilização do público na preparação para o desastre e no fornecimento de informações que promovam bem-estar e esperança nas comunidades impactadas para ajudar na recuperação de desastres.

QU (2016)	A robust approach to the two-level humanitarian relief operation	Humanitarian relief operation, robust approach, two-level model, relief distribution, transportation plan	Propor uma metodologia de modelagem de dois níveis, em que o modelo de nível superior concentra-se nas políticas estratégicas de distribuição de alívio entre os beneficiários, enquanto o modelo de nível inferior lida com rotas de transporte, implantação de veículos e problemas de carga no nível operacional com base na solução de nível superior.	Abordagem robusta de otimização	As lacunas de pesquisa apontadas pelos autores são: um algoritmo dinâmico poderia ser inventado desde que mais demanda de informações sejam obtidas à medida que a operação de socorro prossegue; um procedimento de solução heurística poderia ser uma ferramenta poderosa na instância de grande escala; incorporar a metodologia proposta em um sistema de suporte à tomada de decisões, que possa integrar o comportamento humano e a abordagem de otimização para auxiliar o tomador de decisões.
Ji; ZHU (2012)	A Study on Emergency Supply Chain and Risk Based on Urgent Relief Service in Disasters	Emergency supply chain, emergency logistics distribution, salvable, extension technique, two-objective optimization	Desenvolver um modelo de formulação matemática da distribuição de logística de emergência e apresentar um estudo de caso baseado em terremoto.	Modelo de otimização de dois objetivos	Para trabalhos futuros, os autores sugerem investigar como coordenar a rede de logística de emergência, por exemplo, como multimembros coordenam a rede; e incluir no modelo as variáveis de mecanismo de suporte da operação de logística de emergência que não foram plenamente consideradas, por exemplo, o mecanismo de garantia legal não se reflete nos modelos.
CELIK; GUMUS; ALEGOZ (2014)	A trapezoidal type-2 fuzzy MCDM method to identify and evaluate critical success factors for humanitarian relief logistics management	Critical success factors, humanitarian relief logistics management, AHP, trapezoidal type-2 fuzzy sets	Identificar e avaliar os fatores de sucesso que são críticos para o gerenciamento efetivo operações logísticas de ajuda humanitária.	FUZZY - AHP	Para estudos futuros, investigar a existência de fatores críticos de sucesso adicionais que afetam o gerenciamento da Logística Humanitária; o analítico processo de rede pode ser aplicado como uma ferramenta eficaz nos casos em que as interações entre os elementos de um sistema formam uma estrutura de rede para determinar pesos de importância dos critérios.

TOVIA (2007)	An emergency logistics response system for natural disasters	Emergency logistics, emergency preparedness and response, simulation	Apresentar um Modelo de Resposta a Emergências (ERM) para avaliar os recursos logísticos necessários para evacuar, abrigar e proteger a população em tempo hábil no caso de um furacão.	Modelo de simulação de eventos discretos	O uso dos sistemas de ônibus escolar e abrigos residenciais como soluções alternativas para evacuar e abrigar a população no tempo são encorajadores e mostram uma melhoria importante como em comparação com as políticas operacionais atuais. No entanto, eles não são conclusivos e pesquisas devem ser realizadas para avaliar plenamente as suas características econômicas e técnicas de viabilidade.
CELIK; GUMUS (2016)	An outranking approach based on interval type-2 fuzzy sets to evaluate preparedness and response ability of non-governmental humanitarian relief organizations	Non-governmental humanitarian relief organizations, humanitarian relief logistics, type-2 fuzzy sets, AHP, PROMETHEE	Avaliar o desempenho da capacidade de resposta das ONGs.	FUZZY tipo-2, AHP e PROMETHEE	Os autores sugerem, para pesquisas futuras, a aplicação da abordagem híbrida proposta em diferentes números de ONGs e em ONGs de outros países. Também pode ser aplicado a todos os sistemas que enfrentam problemas que decisão hierárquica. ANP ou DEMATEL baseado em conjuntos FUZZY de tipo 2 pode ser aplicado para determinar os pesos de importância dos FCS. A propósito, outras extensões PROMETHEE com base em IT2FSs podem ser usadas e os resultados obtidos podem ser discutidos. Além disso, a análise envoltória de dados (DEA) pode ser aplicada para avaliar a capacidade de preparação e resposta a emergências quando o número de ONGs é aumentado.
KABRA; RAMESH (2015)	Analyzing drivers and barriers of coordination in humanitarian supply chain management under fuzzy environment	Analytical hierarchy process, barriers, coordination, drivers, fuzzy TOPSIS, supply chain management	Explorar as barreiras à coordenação humanitária da cadeia de suprimentos, propor e priorizar as soluções para superar as barreiras particularmente no contexto indiano.	FUZZY, AHP e TOPSIS	Para pesquisas adicionais, esse estudo pode ser estendido a outros países e os resultados desse estudo podem ser comparados com outras técnicas do MCDM como ANP, ELECTRE, VIKOR ou PROMETHEE em ambiente FUZZY.

CAVALCANTI; MENDES; YOSHIZAKI (2017)	Application of Multi-Attribute Value Theory to Improve Cargo Delivery Planning in Disaster Aftermath	Não possui	Elucidar os objetivos de entregar carga para vítimas de desastres durante operações de resposta, criar alternativas de solução e avaliá-las.	Teoria de Valores de Vários Atributos (MAVT), Value Focused Thinking (VFT)	Curiosamente, o tomador de decisão recusou-se a adicionar restrições orçamentárias à lista de objetivos, argumentando que, durante a primeira fase da resposta a desastres, não haveria preocupação com o orçamento. Isso pode indicar uma discrepância entre os modelos de pesquisa operacional existentes e os valores do tomador de decisão, o que pode ser confirmado em estudos futuros, incluindo mais tomadores de decisão que representam outras partes interessadas.
GRALLA; GOENTZEL; FINE (2014)	Assessing Trade-offs among Multiple Objectives for Humanitarian Aid Delivery Using Expert Preferences	Humanitarian logistics, aid delivery, expert preferences, objectives	Desenvolver um método para avaliar o desempenho de planos de ajuda baseados nas preferências de especialistas em cinco atributos principais: a quantidade de carga entregue, a priorização da ajuda por tipo de mercadoria, a priorização da ajuda por local de entrega, a velocidade de entrega e a custo operacional.	Análise conjunta de medição de preferência	Trabalhos futuros poderiam desenhar amostras de outras partes da comunidade humanitária, tais como especialistas em programas, líderes governamentais, humanitários coordenadores ou doadores. Os autores sugerem, também, desenvolver famílias de funções objetivas adequadas a diferentes agências ou cenários.
KUMAR; HAVEY (2013)	Before and after disaster strikes: A relief supply chain decision support framework	Disaster preparedness, communication, failure mode effects and critical analysis (FMECA), authority structure, relief supply chain, social media	Construir uma estrutura de gerenciamento de decisão em três etapas para uma cadeia de suprimento de socorro a desastres considerando complexidades envolvidas em desastres como o tsunami japonês de março 2011 e suas consequências.	Efeitos do modo de falha e análise crítica (FMECA)	As oportunidades para pesquisas futuras incluem a extensão do modelo proposto para incorporar custos ao analisar os riscos potenciais em cada fase-chave do alívio de desastres cadeia de mantimentos. Novas oportunidades de pesquisa para encontrar as melhores maneiras de utilizar essas ferramentas de comunicação de desastres em grande escala. Além disso, os aspectos significativos desse tipo de sistema para incluir planejamento robusto e preparação como uma estratégia de longo prazo.

PETTIT; BERESFORD (2005)	Emergency relief logistics: an evaluation of military, non-military and composite response models	Humanitarian aid, emergency relief, military, non-military, models	Examinar os processos envolvidos na ajuda de emergência e destacar as relações entre os órgãos participantes.	Revisão de literatura	Os autores sugerem que mais pesquisas são necessárias para testar o modelo contra uma série de casos de socorro de emergência.
CHAKRAVARTY (2014)	Humanitarian relief chain: Rapid response under uncertainty	Humanitarian relief, rapid response, two stage decision, supply chain	Estudar o impacto da resposta rápida na melhora da sobrevivência humana.	Modelo matemático de tomada de decisão em dois estágios	O autor sugere explorar quatro linhas de pesquisas futuras: a primeira é como a realocação de inventário pré-posicionado em tempo real — de locais que sofreram danos baixos em locais com alto dano — pode melhorar a eficácia da estratégia de ajuda. A segunda linha é o papel das medidas de proteção, tais como taxas de construção e casas à prova de tempestade, para atenuar o impacto de um desastre. A terceira lacuna apresentada é direcionar melhor o esforço de socorro ao incorporar atualizações de previsão no modelo. Por fim, pesquisar como a intensidade de um furacão pode aumentar à medida que se aproxima da terra, onde a água é mais quente.
KABRA; RAMESH; ARSHINDER (2015)	Identification and prioritization of coordination barriers in humanitarian supply chain management	Analytic hierarchy process, barriers, coordination, disaster management, humanitarian supply chain management	Explorar e priorizar as barreiras de coordenação na gestão da cadeia de suprimentos humanitária (HSCM), no contexto indiano, para melhorar o desempenho das operações de socorro.	FUZZY-AHP	Os autores sugerem, para pesquisas futuras, adicionar fatores ambientais e outros, como governo, política e globalização, etc., que podem mudar os pontos de referência da avaliação. Sugerem, ainda, comparar os resultados com outros casos de desastres para procurar potenciais generalizações que aumentariam ainda mais a capacidade de orientar políticas e práticas futuras de recuperação.

VITORIANO et al. (2015)	Intelligent Decision-Making Models for Disaster Management	Humanitarian logistics, natural disaster management, crisis response, decision aiding	Analisar o processo de tomada de decisão sobre gerenciamento de desastres, desde a visão geral da tomada de decisão inteligente até as características específicas desse contexto.	Revisão de literatura	Trabalhos futuros são sugeridos nas seguintes áreas: Melhorar a qualidade dos bancos de dados, implementação de novas ferramentas de comunicação, inclusão de procedimentos de avaliação para aprendizagem, reunião de diferentes ferramentas de Inteligência Computacional e Pesquisa Operacional para desenvolver modelos poderosos para apoiar decisões.
GANGULY; PADHY; RAI (2017)	Managing the humanitarian supply chain: a fuzzy logic approach	Humanitarian supply chain management, fuzzy logic, performance management, disaster management	Avaliar o desempenho do gerenciamento da cadeia de suprimentos humanitária considerando as consequências em termos de Operação, Recuperação e Responsividade com base nas estimativas FUZZY dos componentes apresentados.	FUZZY	A pesquisa apresentada considerou apenas os desastres naturais. Os autores sugerem desenvolver trabalhos que incluam os desastres provocados pelo homem. Também é sugerido desenvolver modelos considerando as condições em outros países e suas práticas para o gerenciamento de desastres.
JOHN et al. (2018)	Modelling the inter-relationship between factors affecting coordination in a humanitarian supply chain: a case of Chennai flood relief	Disaster management, humanitarian supply chain, fuzzy, DEMATEL, ANP, coordination, floods, chennai	Identificar a interdependência e desenvolver um diagrama de relacionamento de rede mapeando a interdependência entre os fatores que afetam a coordenação efetiva entre os atores da cadeia de suprimentos humanitária.	FUZZY DEMATEL-ANP	Para trabalhos futuros os autores sugerem que a generalização do modelo de mapa de relacionamento de rede, apresentado no estudo, seria beneficiada sendo testado em outros cenários de desastre. Além disso, uma avaliação estatística formal da interrelacionamentos também podem ajudar na generalização dos resultados.

SGARBOSSA; PERETTI; PERSONA (2015)	Multi-criteria decision-making in the management of humanitarian operations	Humanitarian operations, framework, decision making, analytical hierarchy process	Apresentar um processo geral de decisão multicritério para auxiliar a avaliação de soluções alternativas adequadas às questões de gestão de operações humanitárias.	AHP	Futuras pesquisas utilizando esta abordagem devem ser claramente desenvolvidas para entender como essa metodologia pode variar ainda mais de acordo com os parâmetros do desastre em questão e as implicações para os praticantes de Logística Humanitária do uso desta estrutura. Além disso, é importante sublinhar como os resultados dos aplicativos podem mudar apenas modificando os pesos dos critérios e, portanto, compreendendo quais são os mais apropriados.
BASTIAN et al. (2016)	Multi-criteria logistics modeling for military humanitarian assistance and disaster relief aerial delivery operations	Multiple criteria decision analysis, stochastic optimization, facility location, humanitarian logistics, supply chain engineering, aerial delivery operations	Apresentar uma estrutura multicritério de apoio à decisão (MCDA) para otimizar a rede de cadeia de suprimentos de entrega aérea militar de assistência humanitária e de alívio a desastres (HA/DR).	MCDA Programação estocástica	Para trabalhos futuros, são sugeridas as seguintes abordagens: conduzir análises de sensibilidade adicionais, ajustando os níveis dos fatores de planejamento experimental; avaliar os efeitos de variabilidade do custo de aquisição, já que a faixa estabelecida pelo tomador de decisão para esse modelo foi artificialmente apertada; reconfigurar a formulação do modelo de otimização incorporando uma quarta meta de tomada de decisões que considera o critério conflituoso de ruptura/risco da cadeia de abastecimento, bem como alterar alguns dos modelos de restrições (como permitir que as instalações de

					armazenamento atendam a mais de uma área de desastre).
--	--	--	--	--	--

ALTAY; PRASAD; SOUNDERPANDIAN (2009)	Strategic planning for disaster relief logistics: lessons from supply chain management	Strategic planning, disaster relief, logistics, supply chain management, services	Construir um modelo logístico integrado, baseado em elementos da teoria da gestão da cadeia de suprimentos.	Revisão da literatura	Como sugestão de trabalhos futuros, explorar a frequência com que agências devem revisar os planos antes do advento de um desastre com base no tipo/forma de desastres e no nível de desenvolvimento (regiões desenvolvidas vs. regiões em desenvolvimento). Outra sugestão dos autores é desenvolver modelos matemáticos dinâmicos para otimizar a alocação de recursos e cronograma nos estágios de resposta pré-evento e pós-evento.
BERARIU et al. (2016)	Training decision- makers in flood response with system dynamics	Não possui	Apresentar um modelo para treinar os tomadores de decisão sobre a resposta a inundações, fornecendo-lhes a possibilidade de analisar e avaliar diferentes cenários	System Dynamics (SD)	Os pesquisadores sugerem para trabalhos futuros investigar se o fenômeno da diminuição da cooperação em grupos maiores ocorre apenas com envolvimento de diferentes organizações ou se também ocorre com apenas uma organização ativa.

Fonte: Dados da pesquisa

4.2.1 Lacunas

A metassíntese permitiu identificar as oportunidades de pesquisas futuras apresentadas pelos autores dos artigos que compõem o portfólio final e as lacunas de pesquisa sobre a gestão estratégica da Logística Humanitária. A partir desse extenso e profundo levantamento da produção científica, foi possível observar as questões ainda não estudadas ou completamente resolvidas no arcabouço de conhecimentos científicos já estruturados, a fim de garantir o caráter inédito da tese no tema de interesse.

Foram definidas como foco desta tese as seguintes lacunas a serem respondidas por essa pesquisa:

Aplicação do modelo a operações humanitárias da vida real e estender o planejamento mestre para um modelo global de gestão da cadeia de suprimentos humanitária (LAGUNA-SALVADO et al, 2018).

Realizar pesquisas sobre a natureza das relações e parcerias entre os departamentos do governo local, estadual, federal e comunidade durante o gerenciamento de desastres (OLORUNTOBA; SRIDHARAN; DAVISON, 2018).

Para estudos futuros, a existência de CSFs adicionais que afetam o HRLM pode ser investigada (CELIK; GUMUS; ALEGOZ, 2014).

Desenvolver modelos considerando as condições em outros países e suas práticas para o gerenciamento de desastres e desenvolver trabalhos que incluam os desastres provocados pelo homem (GANGULY; PADHY; RAI, 2017).

5. PROPOSIÇÃO DE UM MODELO MULTICRITÉRIO NA ÁREA DE LOGÍSTICA HUMANITÁRIA USANDO MCDA

A presente pesquisa caracteriza-se por um estudo de caso e o instrumento de intervenção utilizado será o Método Multicritério de Apoio à Decisão (MCDA) no intuito de identificar os critérios do gerenciamento estratégico das operações de Logística Humanitária, centrando-se na gestão de risco.

5.1 Estudo de Caso

O estudo de caso relaciona-se ao órgão de Proteção e Defesa Civil Estadual do Espírito Santo denominado Coordenadoria Estadual de Proteção e Defesa Civil — CEPDEC/ES, que atua coordenando as ações de prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação de desastres, subordinado diretamente ao Comando Geral do Corpo de Bombeiros Militar do Espírito Santo — CBMES, que, por sua vez, está subordinado à Secretaria de Estado da Segurança Pública e Defesa Social.

Compete à Defesa Civil estadual, de acordo com a Lei 12.608, de 10 abril de 2012, que institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil:

- executar a PNPDEC em seu âmbito territorial;
- coordenar as ações do SINPDEC em articulação com a União e os Municípios;
- instituir o Plano Estadual de Proteção e Defesa Civil;
- identificar e mapear as áreas de risco e realizar estudos de identificação de ameaças, suscetibilidades e vulnerabilidades, em articulação com a União e os Municípios;
- realizar o monitoramento meteorológico, hidrológico e geológico das áreas de risco em articulação com a União e os Municípios;
- apoiar a União, quando solicitado, no reconhecimento de situação de emergência e estado de calamidade pública;
- declarar, quando for o caso, estado de calamidade pública ou situação de emergência; e

- apoiar, sempre que necessário, os Municípios no levantamento das áreas de risco, na elaboração dos Planos de Contingência de Proteção e Defesa Civil e na divulgação de protocolos de prevenção e alerta e de ações emergenciais.

O Sistema Estadual de Proteção e Defesa Civil é composto pela Coordenadoria Estadual de Proteção e Defesa Civil, localizada em Vitória, oito Regionais Estaduais (REPDEC's) e 78 Coordenadorias Municipais de Proteção e Defesa Civil.

As regionais estão localizadas nos municípios de Linhares, Cachoeiro de Itapemirim, Marechal Floriano, Guarapari, Cariacica, São Mateus, Aracruz e Colatina, sendo responsáveis pelo auxílio nas ações de Defesa Civil na sua sede, bem como nos municípios pertencentes a sua área de atuação.

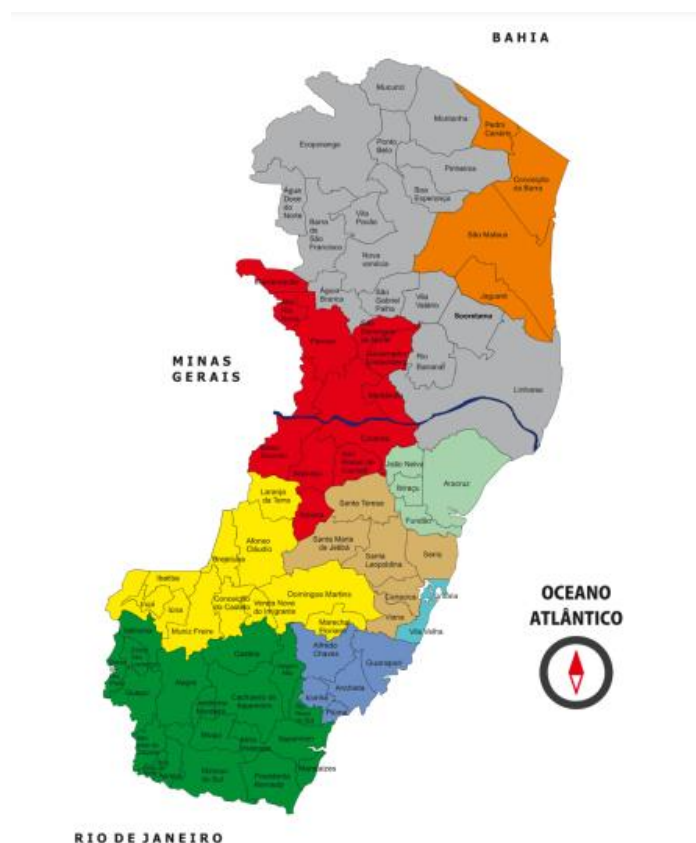


Figura 5 – Regionais do Sistema Estadual de Proteção e Defesa Civil

Fonte: Defesa Civil ES (2021)

No estudo de caso, será construído um modelo de apoio à decisão para gestão de risco a desastres pela Defesa Civil no estado do Espírito Santo, baseado em métodos multicritérios discretos. O modelo servirá como uma ferramenta a ser utilizada pelo responsável pelas operações logísticas, visando à melhoria das operações e repercutindo significativamente e positivamente na sociedade.

5.2 Método Multicritério de Apoio à Decisão (MCDA)

Os métodos multicritério têm sido utilizados para auxiliar e conduzir os decisores na escolha, ordenação ou classificação das alternativas-solução, integrando múltiplos aspectos nesse processo. Na literatura sobre o tema, observa-se uma diversidade de nomenclatura, como AMD (Análise Multicritério de Decisão/Apoio Multicritério a Decisão), termo originado pela língua portuguesa; MCDA (MultiCriteria Decision Analysis/ MultiCriteria DecisionAid) e MCDM (MultiCriteria Decision Making), termos adotados na língua inglesa, que, apesar de serem utilizados como sinônimos, podem se distinguir devido a metodologias de escolas, a francesa ou a inglesa. Autores também os distinguem, utilizando o termo MCDA para técnicas multicritério de apoio à decisão baseadas no conceito de relação de prevalência, e o termo MCDM para técnicas que se baseiam nos conceitos de utilidade e de valor (GOMES; GOMES, 2014; CARRIÇO, 2016; LONGARAY et al., 2016b).

O instrumento de intervenção da MCDA é operacionalizado de forma sistêmica e sistemática, que se abstém das informações sobre o problema e foca nas várias alternativas ou ações, sob diversos critérios. Essa metodologia é formada por um conjunto de técnicas e métodos que buscam auxiliar pessoas físicas e jurídicas na tomada de decisões, esclarecendo o problema a ser analisado e fornecendo respostas no processo decisório, segundo modelos claros e definidos. A MCDA é composta por três fases que estão demonstradas na Figura 6 (LONGARAY; BUCCO, 2014; LONGARAY; ENSSLIN, 2014; GOMES; GOMES, 2014).

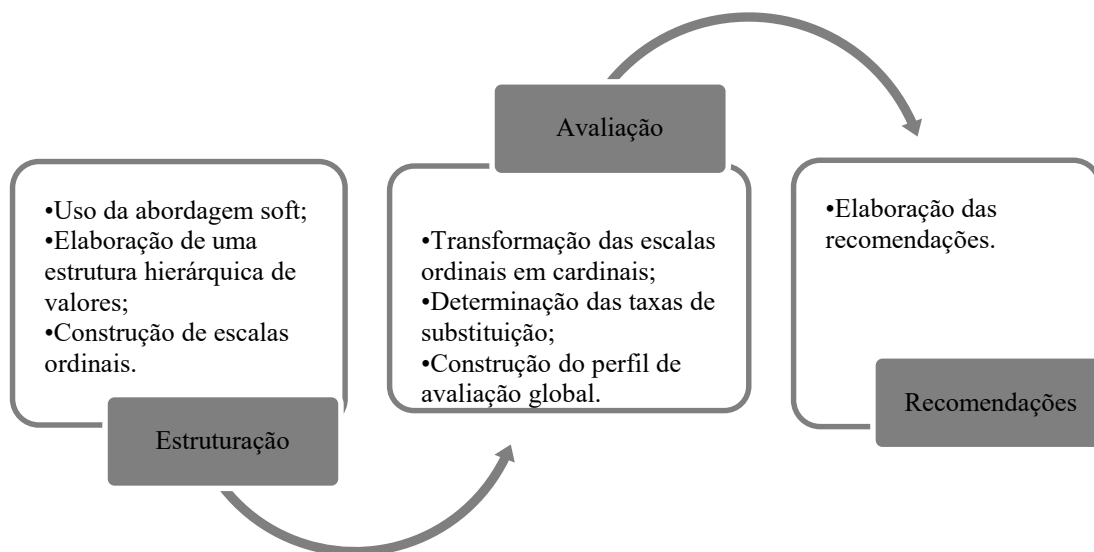


Figura 6 – Fases da MCDA

Fonte: Adaptado de Longaray e Ensslin (2014).

5.2.1 Estruturação do modelo

A estruturação aborda a compreensão do problema, buscando-se identificar, caracterizar e ordenar as informações importantes ao processo de auxiliar a decisão (BANA E COSTA et al., 1999; LONGARAY; ENSSLIN, 2014). Nessa fase, são realizadas três etapas: possibilidade de utilização da abordagem *soft* para impulsionar o envolvimento e conhecimento por parte dos decisores (ROSENHEAD, 1989; CORREA, 1996); construção de uma estrutura hierárquica que irá retratar os julgamentos de valor do decisor (KEENEY, 1992); e construção de escalas ordinais para a mensuração dos critérios do modelo.

A fase de estruturação de um problema de decisão permite estabelecer uma linguagem de debate e aprendizagem no processo de decisão, descrevendo os impactos plausíveis segundo diversos pontos de vista que explicam os sistemas de valores de atores intervenientes no processo. Segundo Longaray e Ensslin (2014), a construção de uma estrutura hierárquica arborescente é resultado de um delineamento de um quadro do processo decisório no qual constam os objetivos estratégicos dos decisores projetados em pontos de vista fundamentais (PVs) e o conjunto de todas as ações possíveis para atingir esses objetivos (ações potenciais). Uma família F de n pontos de vista fundamentais, $F = \{PV_1, \dots, PV_j, \dots, PV_n\}$, cuja construção é o ponto culminante da fase de estruturação num estudo de apoio à decisão, pode, também,

servir como base para elaboração de juízos de valor, absoluto ou relativo, sobre ações potenciais (BANA E COSTA; VANSNICK, 1995).

Na estrutura hierárquica de valores, apresentada na Figura 7, no nível mais alto, encontra-se o rótulo do problema; no segundo nível; descrevem-se as áreas de preocupação (*clusters*); e o nível seguinte expõe os pontos de vista fundamentais do modelo.

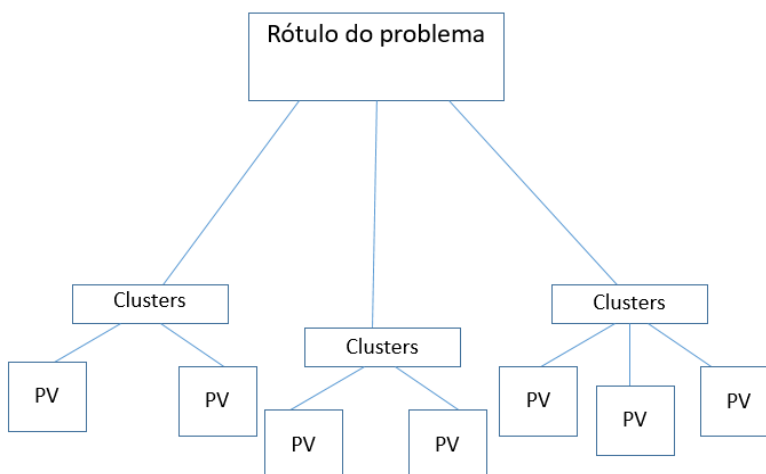


Figura 7 – Estrutura hierárquica de valor

Fonte: elaborada pela autora.

Na MCDA, o modelo multicritério deve ter condições de operacionalizar uma forma pela qual cada ponto de vista fundamental possa servir de base para a mensuração do impacto das ações e para a comparação das consequências relativas e absolutas dessas ações (LONGARAY; ENSSLIN, 2014). Propõe-se a construção de escalas ordinais que permitam mensurar o desempenho de cada alternativa avaliada em cada ponto de vista. Essa escala é denominada descritor. Os descritores devem ser construídos em um processo iterativo, com a participação do decisor (ROCHA, 2014).

De acordo com Longaray e Ensslin (2014), um descritor é uma escala ordinal que mede atributos que se distinguem em grau ou intensidade, de forma que, além das relações de igualdade/desigualdade, podem se reconhecer relações de ordem ($<$, $>$). Possui sentido de direção definido, mas as unidades de mensuração são desconsideradas. Os descritores são escalas ordinais e, portanto, escalas qualitativas. Mesmo quando se valendo de símbolos numéricos, eles serão apenas símbolos alfanuméricos.

Na construção dos descritores, solicita-se ao decisor que julgue para um determinado descritor uma escala que represente, segundo seu julgamento de valor, a intensidade e o ordenamento dos atributos de cada PV. Em seguida, o decisor realiza a fixação dos níveis de referência BOM e NEUTRO, assim pode-se determinar quando um descritor passa seu desempenho de comprometedor para satisfatório e mínimo aceitável (ROCHA, 2014; LONGARAY; ENSSLIN, 2014).

Nesse momento, entende-se que todo o conhecimento qualitativo foi construído. Para expandir mais o entendimento, torna-se necessário incorporar informações sobre a diferença de atratividade entre os níveis das escalas, para transformar os descritores em critérios e, posteriormente, integrá-los via taxas de compensação. Essas atividades são realizadas na fase seguinte da MCDA, a Avaliação (ROCHA, 2014).

5.2.2 Avaliação – construção do modelo multicritério

Na fase de avaliação, procura-se elucidar a escolha, aplicando métodos matemáticos que auxiliarão o modelo das preferências do decisor (BANA E COSTA, 1993). Nessa fase, também são executadas três etapas: a elaboração das funções de valor, a determinação das taxas de substituição dos critérios e o desenvolvimento da avaliação global e do perfil de impacto da situação atual (LONGARAY; ENSSLIN, 2014).

O método da determinação das funções de valor transforma as escalas ordinais em escalas cardinais, ou seja, transforma o modelo qualitativo em quantitativo. As funções de valor são originadas através da determinação das diferenças de atratividade entre os diferentes níveis de desempenho entre os descritores de cada PV. Dessa maneira, utilizam-se métodos para diferenciar os níveis de atratividade a partir da percepção dos decisores (ROCHA, 2014).

Abordagem MACBETH para construção de um critério cardinal

O método utilizado será MACBETH — Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique (BANA E COSTA; VANSNICK, 1995). Segundo os autores, para

facilitar o diálogo analista/avaliador, é introduzida uma escala semântica formada por algumas categorias de diferença de atratividade. Ao envolver apenas duas ações de cada, colocando ao avaliador perguntas mais simples que exigem apenas a elaboração de juízos absolutos sobre a diferença de atratividade entre duas ações, o questionamento é realizado da seguinte forma:

Dados os impactos de $i_j(a)$ e $i_j(b)$ de duas ações potenciais a e b de A , de um conjunto A de ações, segundo um ponto de vista fundamental PV_j (e, eventualmente os indicadores de dispersão $\delta_j(a)$ e $\delta_j(b)$), sendo a julgada mais atrativa que b , a diferença de atratividade entre a e b é “ muito fraca”; “fraca”; “moderada”; forte”; “muito forte” e “extrema”

Assim, $\forall a, b \in A$ com a ação a mais atrativa que a ação b denotada por $(a P b)$, o avaliador é convidado a um juízo qualitativo absoluto sobre a diferença de atratividade de a e b afetando o par (a, b) a uma e só uma das categorias semânticas propostas.

Segundo Longaray e Ensslin (2014), as respostas obtidas do decisor permitem elaborar as matrizes de julgamento, que servem de subsídio para calcular as funções de valor. A próxima etapa é a normalização das funções de valor calculadas. Depois de estimadas as escalas de intervalo, deve-se fixar para cada descritor o valor da escala referente ao nível Neutro em 0 (zero) e o valor da escala relativa ao nível Bom em 100 (cem) (BANA E COSTA; VANSNICK, 1995). Essa transformação permite ancorar a faixa de variação das funções de valor, fazendo com que o nível Bom tenha atratividade equivalente em todos os descritores, o mesmo ocorrendo com o nível Neutro (ENSSLIN; MONTIBELLER; NORONHA, 2001).

A escala MACBETH consiste num intervalo da reta real que é associado a cada uma das categorias, sendo esse intervalo não fixado *a priori*. A regra de codificação numérica que se propõe consiste em associar a cada ação a de um dado conjunto A , um número real $v(a)$ tal que as diferenças $v(a) - v(b)$, com $a P b$ sejam o mais possível compatíveis com os juízos absolutos de diferença de atratividade formuladas pelo avaliador, no sentido em que, para todos os pares (a, b) alocados a uma mesma categoria, as diferenças $v(a) - v(b)$ pertençam ao mesmo intervalo, sem que os intervalos correspondentes a categorias diferentes se sobreponham. De forma mais precisa, à partição em categorias do conjunto dos pares ordenados (a, b) de $A \times A$ tais que $a P b$, propõe-se associar uma partição da semi-reta dos reais positivos em intervalos, dois intervalos contíguos correspondendo a duas categorias consecutivas. No plano prático, para determinar esses intervalos, basta definir os seus limites, os quais podem ser vistos como limiares de diferença de valor que fazem a transição entre categorias consecutivas.

Dessa forma, MACBETH liga-se ao problema teórico da representação numérica de semi-ordens múltiplas, problema estudado e resolvido por Doignon (1987) *apud* Bana e Costa e Vansnick (1995, p. 21) no caso geral. Seja $(P^{(1)}, \dots, P^{(k)}, \dots, P^{(m)})$ uma estrutura de m relações binárias, em que $P^{(k)}$ representa uma relação de preferência, quanto maior o valor de k tanto maior é a preferência, em termos de um dado ponto de vista fundamental, PV_j . As semiordens múltiplas introduzem-se de maneira natural desde que se queiram representar as preferências através de uma função v limitada por uma função s_k tais que, por exemplo:

$$a P^k b \Leftrightarrow s_k < v(a) - v(b) < s_{k+1}.$$

Nesse caso, os limites s_k são constantes reais positivas, que limitam os intervalos correspondentes às categorias semânticas C_k ($k = 1, \dots, m$). Recorda-se que uma escala de diferenças de atratividade é uma escala limitada à esquerda, pelo seu zero, mas não limitada à direita (sendo $a P^m b$, é sempre teoricamente possível encontrar um nível de impacto, definindo uma ação real ou fictícia c , tal que c é preferível a a e b mais do que a é preferível a b).

Então, a última categoria C_m não é limitada à direita. Entre a origem $s_1 = 0$ e s_m , existe uma infinidade de limiares e, por conseguinte, de categorias, podem ser definidos.

No entanto, segundo Blumenthal (1977, p.88) *apud* Bana e Costa e Vansnick (1995, p. 21), o número de nuances que uma pessoa é capaz de introduzir quando da expressão de um juízo absoluto é muito limitado: “These limits vary within a narrow range now commonly known as the magical number 7 plus-or-minus 2 following Miller’s (1956) description”.

O processo de interação utilizado na abordagem MACBETH leva em conta esses conhecimentos. Concretamente, MACBETH propõe ao avaliador que exprima os seus juízos absolutos de diferença de atratividade por uma de seis categorias ($m = 6$), de dimensão não necessariamente igual:

C1 → diferença de atratividade muito fraca;

C2 → diferença de atratividade fraca;

C3 → diferença de atratividade moderada;

C4 → diferença de atratividade forte;

C5 → diferença de atratividade muito forte;

C6 → diferença de atratividade extrema.

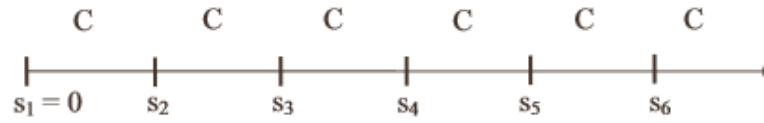


Figura 8 – Categorias de Diferença de Atratividade

Fonte: BANA E COSTA; VANSNICK (1995)

Se o avaliador formou a convicção de que duas ações (ou mais) são igualmente atrativas, basta representar essas ações indiferentes por uma e uma só dentre elas no processo de avaliação absoluta por pares. Assim, para poder concentrar-se na componente cardinal do problema, assume-se, neste trabalho, que o conjunto A é formado de ações de atratividade de ordenação decrescente, nessa ordenação não contém *ex-aequo* (em situação de igualdade). Neste sentido admite-se verificar a hipótese H , enunciada a seguir:

Hipótese H : Existe uma relação binária P definida por A , assimétrica, negativa, transitiva e conexa, que expressa os juízos de atratividade de natureza ordinal do avaliador relativamente às ações de A .

Na prática, sendo $A = \{a_n, a_{n-1}, \dots, a_1\}$ o conjunto de n ações a avaliar, em que essas se apresentam já ordenadas por ordem decrescente de atratividade $a_n P a_{n-1} P \dots P a_1$ sem *ex-aequo* (tendo em conta a hipótese H), a primeira parte do processo de avaliação corresponde a preencher a sub-matriz triangular superior da matriz $n \times n$ das respostas categorizadas:

$$\begin{array}{ccccccc}
 & a_n & a_{n-1} & a_{n-2} & . & . & a_3 & a_2 & a_1 \\
 a_n & & X_{n,n-1} & X_{n,n-2} & . & . & X_{n,3} & X_{n,2} & X_{n,1} \\
 a_{n-1} & & & X_{n-1,n-2} & . & . & X_{n-1,3} & X_{n-1,2} & X_{n-1,1} \\
 . & . & . & . & & & . & . & . \\
 . & . & . & . & & & . & . & . \\
 . & . & . & . & & & . & . & . \\
 . & & & & . & . & & X_{3,2} & X_{3,1} \\
 a_3 & & & & . & . & & & X_{2,1} \\
 a_2 & & & & . & . & & & \\
 a_1 & & & & & & & &
 \end{array}$$

em que, $\forall i > j \in \{1, 2, \dots, n\}$, x_{ij} toma o valor $k \in \{1, 2, 3, 4, 5, 6\}$ se o avaliador afetar o par (a_i, a_j) à categoria C_k .

Análise da consistência dos juízos absolutos formulados

A abordagem MACBETH propõe ao avaliador certas hipóteses lógicas de trabalho na elaboração dos seus juízos de diferença de atratividade entre ações, que se traduzem na verificação de aspectos relacionados com a consistência dos juízos expressos.

Começa-se por notar que, se o avaliador afetou o par de ações (a, b) , com $a P b$, à categoria C_k , e o par (b, c) à categoria $C_{k'}$, tais que $k > k'$, isso deve significar, indiretamente, que para o avaliador a ação a é mais atrativa que a ação b mais do que b é mais atrativa que c , isto é, em termos de diferenças de valor, $v(a) - v(b) > v(b) - v(c)$. Nessa linha de raciocínio, é então lógico propor, como hipótese de trabalho (chave) para a construção das preferências cardinais, a diferença de valor entre a e b e entre b e c . Um teste de consistência semântica entre ternos de ações pode agora ser enunciado:

$$(a, b) \in C_k \text{ e } (b, c) \in C_{k'} \Rightarrow (a, c) \in C_{k''}, \text{ com } k'' \geq \max \{k, k'\}.$$

A verificação dessa condição para todo o terno de ações tais que $aPbPc$ garante que, se não existirem ciclos de inconsistência semântica entre quatro ou mais ações, não existirá seguramente nenhum ciclo de inconsistência semântica entre quatro ou mais ações. É claro que, o avaliador é semanticamente consistente nas suas respostas se, e só se, na matriz triangular superior dos julgamentos verbais, os valores x_{ij} correspondentes não decrescerem em linha nem crescerem em coluna. Esse tipo de teste insere-se perfeitamente na perspectiva interativa de aprendizagem que se defende para o apoio à decisão e a que qualquer ferramenta técnica deve subordinar-se (BANA E COSTA, 1993).

Essa experiência empírica de utilização desse teste em casos reais tem mostrado que os avaliadores, ao ser-lhes assinalada uma inconsistência semântica, rapidamente reveem os juízos nela envolvidos e que, à medida que se vão familiarizando e aprendendo com o processo de avaliação por categorias, as situações de inconsistência reduzem-se significativamente.

Uma vez afetados todos os pares (a, b) , de ações de A , tais que $a P b$, a uma das 6 categorias semânticas C_1 a C_6 de diferença de atratividade, MACBETH procurará determinar simultaneamente, por programação linear:

- 6 números reais s_1 a s_6 que servirão de limites aos intervalos que representarão numericamente as 6 categorias semânticas,
- uma aplicação $v(\cdot): A \rightarrow \mathfrak{R}$ fazendo corresponder a cada ação $a \in A$ um número real $v(a)$, de tal forma que, $\forall a, b \in A$ com $a P b$, as condições seguintes sejam satisfeitas:

$$0 = s_1 < s_2 < \dots < s_6 \quad (1)$$

$$\begin{cases} s_k < v(a) - v(b) < s_{k+1} & \text{sse } (a, b) \in C_k, k \neq 6, \\ s_6 < v(a) - v(b) & \text{sse } (a, b) \in C_6 \end{cases} \quad (2)$$

Mesmo quando a matriz de juízos absolutos é semanticamente consistente, para ela ser compatível com o tipo de representação numérica desejada — o mesmo é dizer, para que existam 6 números reais s_1 a s_6 e uma aplicação $v(\cdot): A \rightarrow \mathfrak{R}: a \rightarrow v(a)$ satisfazendo as condições (1) e (2) —, é necessário que os juízos do avaliador satisfaçam outros requisitos de consistência cardinal. De fato, é bem conhecido da teoria que a representação numérica de semiordens múltiplas por limiares constantes nem sempre é possível (DOIGNON, 1987; COZZENS; ROBERTS, 1982; ROY; VINCKE, 1987 APUD BANA E COSTA, 1995). Observe um exemplo simples. Seja $A = \{a_5, a_4, a_3, a_2, a_1\}$ com as seguintes respostas do avaliador:

$$\begin{array}{ccccc} & a_5 & a_4 & a_3 & a_2 & a_1 \\ \begin{array}{c} a_5 \\ a_4 \\ a_3 \\ a_2 \\ a_1 \end{array} & \left[\begin{array}{ccccc} & 2 & 2 & 5 & 6 \\ & & 1 & 3 & 4 \\ & & & 2 & 4 \\ & & & & 3 \end{array} \right] \end{array}$$

Deduz-se de $(a_5, a_3) \in C_2, (a_3, a_2) \in C_2$ e $(a_5, a_2) \in C_5$ que se deveria ter $s_4 < 2.s_2$ e de $(a_4, a_2) \in C_3, (a_2, a_1) \in C_3$ e $(a_4, a_1) \in C_4$, que se deveria ter $2.s_2 < s_4$, o que é evidentemente impossível.

Formulação matemática do MACBETH: um método iterativo

MACBETH foi concebido para ser utilizado como um método iterativo de apoio à construção de uma escala cardinal sobre um conjunto A de ações, através da resolução, tecnicamente encadeada, de quatro programas lineares, Mc_1 a Mc_4 , inicialmente formulados em Bana e Costa e Vansnick (1994). O programa Mc_1 , o primeiro a ser utilizado, analisa a consistência cardinal do conjunto dos juízos de diferença de atratividade dados pelo avaliador, isto é, se existem limiares constantes $s_1 = 0, s_2, s_3, s_4, s_5, s_6$ e uma aplicação $v(.): A \rightarrow \mathbb{R}: a \rightarrow v(a)$ verificando as condições (1) e (2). Matematicamente, o problema pode ser assim formulado:

Problema 1:

Restrições:

$r0)$ todas as variáveis ≥ 0 ;

$r1) s_1 = 0$;

$r2) v(a_1) = 0$ em que $\forall a \in A, aPa_1$,

(o valor atribuído à ação menos atrativa a_1 é fixado igual a 0, o que não é restritivo);

$r3) \forall k \in \{2, 3, 4, 5, 6\} : s_k - s_{k-1} \geq 1000$;

$r4) \forall k \in \{1, 2, 3, 4, 5, 6\}, \forall (a, b) \in C_k : v(a) - v(b) \geq s_k + 1 - c$

$r5) \forall k \in \{1, 2, 3, 4, 5\}, \forall (a, b) \in C_k : v(a) - v(b) \leq s_{k+1} - 1 + c$

Função-Objetivo: Minimizar c

NOTA: A diferença de atratividade entre duas ações deve estar, se possível, no intervalo correspondente à categoria respectiva; c é uma variável auxiliar (figura 9).

Se a solução do problema 1 for $c_{min} = 0$, o conjunto dos juízos dados pelo avaliador é consistente e, portanto, existe uma função-critério cardinal compatível com esses juízos, sendo uma solução dada pelo programa Mc_2 . Caso contrário, se $c_{min} > 0$, há inconsistência nos juízos dados, isto é, para se encontrar uma representação numérica do tipo desejado é necessário modificar algum ou alguns dos juízos iniciais, para o que se poderá seguir sugestões dadas pelos programas Mc_3 e Mc_4 . O resultado do programa Mc_1 é, assim, o valor de um indicador de

inconsistência c_{min} , que (contrariamente ao índice de inconsistência proposto por Saaty no seu método) tem uma significação substantiva simples e direta (figura 10).

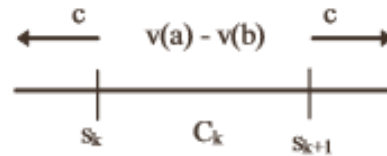


Figura 9 – Função da variável c

Fonte: BANA E COSTA; VANSNICK (1995)

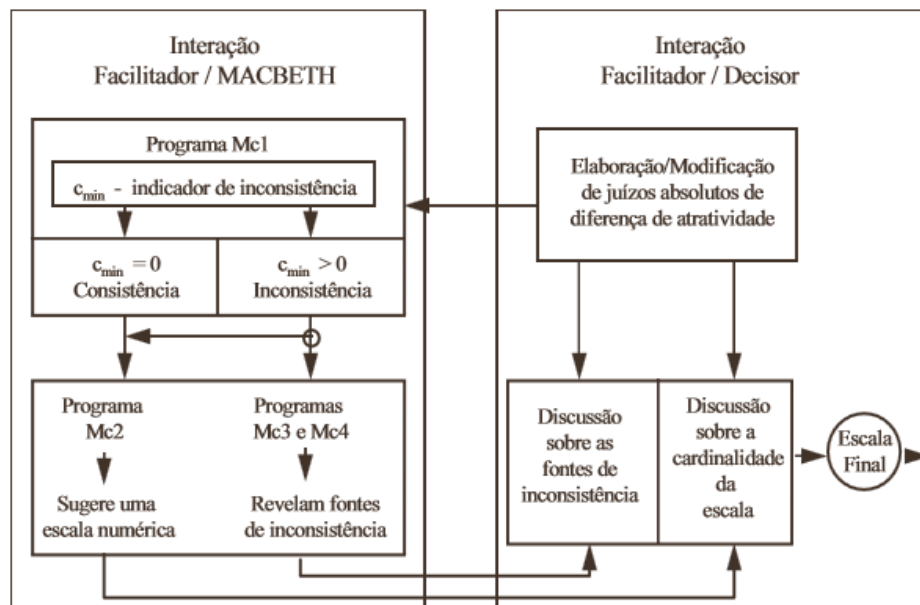


Figura 10 – Esquema interativo MACBETH

Fonte: BANA E COSTA; VANSNICK (1995)

O programa Mc2 determina números reais $s_1 = 0, s_2, s_3, s_4, s_5, s_6$ e $v(a)$ ($a \in A$) que satisfazem as restrições r1 a r5 depois de substituir em r4 e r5 a variável c pelo valor c_{min} determinado pelo programa Mc1 . A formulação do problema resolvido por Mc2 é:

Problema 2:

Restrições:

r_0, r_1, r_2, r_3 do problema 1 ;

$$r4') \forall k \in \{1, 2, 3, 4, 5, 6\}, \forall (a, b) \in C_k : v(a) - v(b) \geq s_k + 1 - c_{min}$$

$$r5') \forall k \in \{1, 2, 3, 4, 5\}, \forall (a, b) \in C_k : v(a) - v(b) \leq s_{k+1} - 1 + c_{min}$$

$$r6) \forall k \in \{1, 2, 3, 4, 5\}, \forall (a, b) \in C_k : v(a) - v(b) = (s_k + s_{k+1})/2 + \varepsilon(a, b) - \eta(a, b)$$

$$r7) \forall (a, b) \in C_6 : v(a) - v(b) = s_6 + 1 - \alpha(a, b) + \delta(a, b).$$

$$\text{Função-objetivo: Min} \left\{ \sum_{\substack{(a, b) \in C_k \\ K \in \{1, 2, 3, 4, 5\}}} [\varepsilon(a, b) + \eta(a, b)] + \sum_{(a, b) \in C_6} \alpha(a, b) \right\}$$

NOTA: A diferença de valor entre duas ações da categoria C_k ($k \neq 6$) deve ser o mais próxima possível da diferença de valor entre outro par de C_k e, ao mesmo tempo, o mais afastada possível da diferença de valor entre ações de outra categoria, o que é traduzido pela tentativa de centrar $v(a) - v(b)$ o mais possível no intervalo associado a respectiva categoria (figura 11). Note-se que, em qualquer solução básica do problema de programa linear correspondente, tem-se sempre $\varepsilon(a, b) \cdot \eta(a, b) = 0$.

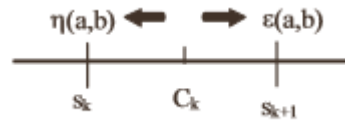


Figura 11 – Função das variáveis $\eta(a, b)$ e $\varepsilon(a, b)$ para C_k ($k \neq 6$)

Fonte: BANA E COSTA; VANSNICK (1995)

Quando $c_{min} = 0$, isto é, quando o conjunto dos juízos dados pelo avaliador é consistente, o processo de interação pode entrar diretamente numa fase de discussão centro sobre a validação da condição I (conforme nota abaixo) pela escala dos valores $v(a)$, $a \in A$, dada pelo programa Mc2.

NOTA: Condição I: $\forall a, b, c, d \in A$ com a mais atrativa que b e c mais atrativa que d , para o avaliador, o quociente $(v(a) - v(b)) / (v(c) - v(d))$ reflete, em termos relativos, a diferença de atratividade que o avaliador sente (de forma mais ou menos precisa) entre a e b tomando como referência a diferença de atratividade entre c e d .

Uma forma de apresentar ao avaliador os valores $v(a)$ consiste numa representação gráfica em que cada ação a de A é colocada sobre um eixo vertical do modo seguinte:

1) $\forall a, b \in A$, a é colocada mais acima que b se e só se aPb .

2) $\forall a, b, c, d \in A$ com aPb e cPd , o quociente (distância entre os pontos a e b)/(distância entre os pontos c e d) é igual ao quociente $(v(a) - v(b)) / (v(c) - v(d))$.

Por outro lado, se $c_{min} > 0$, isto é, quando há inconsistência nos juízos de diferença de atratividade dados pelo avaliador, os valores $v(a), a \in A$, dados pelo programa Mc2, “conciliam” os juízos inconsistentes. Esses valores podem ser apresentados ao avaliador, passando-se diretamente à fase de validação da escala. Um procedimento alternativo, mais prudente e adequado a uma perspectiva interativa de aprendizagem no apoio à decisão, consiste em reanalisar os juízos iniciais, discutindo com o avaliador as possíveis modificações que ele estará disposto a fazer para tentar ultrapassar os problemas de inconsistência. É com o objetivo de facilitar essa fase de discussão que foram concebidos os programas Mc3 e Mc4 que evidenciaram possíveis causas de inconsistência.

Tecnicamente, os programas Mc3 e Mc4 resolvem, respectivamente, os problemas 3 e 4, com a mesma função-objetivo e que apenas diferem no fato de as restrições $r4'$ e $r5'$ fazerem apenas parte do problema 3:

Problema 3:

Restrições:

$r0, r1, r2, r3, r4', r5'$ do problema 2;

$r8) \forall k \in \{1, 2, 3, 4, 5, 6\}, \forall (a, b) \in C_k: v(a) - v(b) = s_k + 1 - \alpha(a, b) + \delta(a, b)$

$r9) \forall k \in \{1, 2, 3, 4, 5\}, \forall (a, b) \in C_k: I(a) - v(b) = s_{k+1} - 1 + \beta(a, b) - \gamma(a, b).$

Restrições do problema 4: $r0, r1, r2, r3, r8$ e $r9$.

Função-objetivo comum aos problemas 3 e 4:

$$\text{Min} \left\{ \begin{array}{cc} \sum_{(a,b) \in C_k} \beta(a,b) & \sum_{(a,b) \in C_k} \alpha(a,b) \\ K \in \{1,2,3,4,5\} & K \in \{1,2,3,4,5\} \end{array} \right\}$$

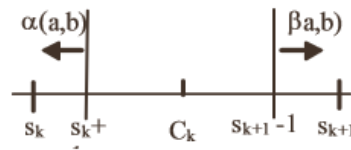


Figura 12 – Função das variáveis $\alpha(a, b)$ e $\beta(a, b)$ para C_k ($k \neq 6$)

Fonte: BANA E COSTA; VANSNICK (1995)

Ao minimizar a soma das variáveis $\alpha(a, b)$ e $\beta(a, b)$, os programas Mc3 e Mc4 fazem ressaltar pares de ações cuja afetação às categorias respectivas especificadas pelo avaliador introduz problemas de inconsistência. Esses pares são aqueles para os quais resultam valores de $\alpha(a, b)$ ou de $\beta(a, b)$ diferentes de zero na solução ótima dos problemas 3 e 4, respectivamente (ver figura 12). É evidente que, em qualquer solução dos programas lineares correspondentes, sempre se terá $\alpha(a, b) \cdot \beta(a, b) = 0$ e que, em caso de consistência ($c_{min} = 0$), todas essas variáveis auxiliares são nulas. A diferença entre as soluções ótimas desses dois problemas tem a ver com o fato de se restringirem (problema 3) ou não (problema 4) as soluções possíveis a valores das variáveis $\alpha(a, b)$ e $\beta(a, b)$ não superiores ao valor de c_{min} , pela introdução ou não das restrições $r4'$ e $r5'$. Finalmente, é importante ter presente que, numa via construtiva de apoio à decisão, as sugestões de modificação de juízos têm um caráter estritamente indicativo (não normativo).

A abordagem MACBETH consiste em um procedimento iterativo que segue o paradigma da aprendizagem no apoio à decisão, permitindo, dessa maneira, que o decisor sintasse livre para a revisão de seus julgamentos e, se desejar, no retorno a qualquer um dos passos anteriores em qualquer momento que achar necessário. Bana e Costa e Vasnick (1995) ressaltam que, durante a execução de um processo de apoio à decisão, é de fundamental importância que o facilitador nunca considere o processo como encerrado antes de discutir com o decisor se as escalas resultantes da aplicação da metodologia, realmente representam os seus sentimentos em relação ao problema.

5.2.3 Recomendações

A fase de recomendações da MCDA tem por objetivo auxiliar o decisor a impulsionar o desempenho do que se está sendo medido. Essa fase está dividida em quatro etapas: análise do desempenho das escalas cardinais para identificar os critérios que o decisor pretende melhorar; utilização de diferentes estratégias no intuito de identificar o impacto na avaliação das ações; análise do custo e do benefício para a implementação dessas estratégias; identificação de prioridades nas estratégias e ações que se objetiva implementar (LONGARAY; ENSSLIN, 2014).

Nessa fase, objetiva-se estabelecer possíveis ações que venham a ajudar o decisor a melhorar o desempenho do objeto que está sendo avaliado. Essas ações são específicas e particulares em cada caso. Da mesma forma que as duas fases anteriores, a fase de elaboração das recomendações não tem caráter prescritivo. Isso significa que, tanto as recomendações finais quanto as surgidas no decorrer do processo, originam-se do aprendizado que emerge da compreensão do contexto decisório (LONGARAY; ENSSLIN, 2014).

Diante do exposto, o uso de uma perspectiva construtivista que privilegia a participação e interação entre facilitador e decisor, na busca pela melhoria do entendimento sobre aquela situação vista pelo decisor como problemática (LONGARAY, 2004), apresenta-se como um caminho para construção do conhecimento do sujeito e do objeto.

5.3 Uso de uma perspectiva construtivista

Como a metodologia MCDA usa o paradigma do construtivismo para a construção de seus modelos, será feito um breve estudo para um entendimento melhor dessa tendência epistemológica com relação à importância dada ao sujeito e ao objeto na atividade do conhecimento (QUIRINO, 2002)

A resolução de um problema está intimamente ligada à produção do conhecimento e, somente a partir de uma investigação de um estado anterior de conhecimento, é possível conhecer a origem do problema e, apenas produzindo conhecimento, é que ele pode ser solucionado (LAUNDRY, 1995).

Na perspectiva construtivista, tanto o objeto quanto os sujeitos estão ativamente engajados na atividade de conhecimento. O sujeito é visto como em constante interação e

necessidade de adaptação com a realidade externa. A produção de conhecimento é o meio privilegiado utilizado pelo sujeito para enfrentar a tarefa de adaptação.

A gênese de um problema aparece quando um sujeito reconhece que falhou em um ato de adaptação e reconhece o interesse de inquirir quanto às razões dessa falta, a fim de remediar a situação (LAUNDRY, 1995).

A formulação do problema implica na construção pelo sujeito de uma representação do objeto concreto que está na origem da busca de adaptação. A representação de qualquer ator é, de alguma forma, baseada na realidade. Como consequência, uma tarefa importante para o consultor será verificar a extensão dos vínculos com a realidade e incorporar uma perspectiva privilegiada do ator, ditada por sua estrutura cognitiva e seus interesses pessoais ou de seu papel dentro da organização, e ter o potencial de sugerir ações proporcionais a essa estrutura e esses interesses (LAUNDRY, 1995).

A tarefa de estruturação do problema é uma construção progressiva de uma representação de uma realidade por atores em busca de adaptação que exige interatividade, negociação e argumentação (LAUNDRY, 1995).

Na Tabela 17, é apresentado um resumo da perspectiva construtivista com relação às tendências básicas na produção de conhecimento, junto com a visão conceitual de “problema” e suas implicações para a ação do consultor.

Tabela 17 – Caracterizando conhecimento, problema e comportamento do consultor pela perspectiva construtivista

Perspectiva Construtivista	
Caracterizando a atividade de conhecimento e sua saída	
O que o conhecimento reflete?	Espelha os resultados dos encontros dialéticos dos sujeitos com os objetos resultando em representações.
Como o espelhamento é alcançado?	Construindo representações de objetos.
Como testar a validade da saída da atividade de conhecimento?	Melhorando a capacidade de adaptação.
Qual o papel do sujeito conhecedor?	Ativo (construção da realidade por acomodação de assimilação).
Como desencadear a atividade de conhecimento?	Pelo reconhecimento de falha de uma atividade de adaptação.
Visão correspondente do problema	
Locus de problemas	Ambos (objeto e sujeito) dependentes.
Status de problemas	Uma necessidade reconhecida de adaptação.
Gênese do problema	É levantada.
Um problema muito estruturado é ...	Construir uma representação de um objeto para planejar uma intervenção.

Caracterizando o comportamento do consultor	
Paradigma preferido (Eden an Sims 1979)	Negociação.
Atividades típicas	Participante da atividade de adaptação da organização.
Atitude em relação aos proprietários do problema	Ajuda os clientes a encontrar o mais adequado para suas necessidades.
Foco de sua atividade	Atores e fatos.
Critérios para uma solução	Utilidade para adaptação.

Fonte: Adaptado de Laundry (1995).

6. DESENVOLVENDO UM MODELO DE APOIO À DECISÃO PARA GESTÃO DE RISCO PELA DEFESA CIVIL DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO BASEADO EM MÉTODOS MULTICRITÉRIOS DISCRETOS

Este capítulo contempla a proposta metodológica para desenvolver um modelo de apoio à decisão para gestão de risco a desastres pela Defesa Civil do estado do Espírito Santo baseado em métodos multicritérios discretos. Serão apresentadas as informações necessárias para o entendimento da metodologia e, em conjunto, será apresentado o estudo de caso no contexto dessa metodologia.

Conforme exposto anteriormente, um modelo de apoio ao processo decisório é formado por três grandes fases: a fase de Estruturação, a fase de Avaliação e a fase de Recomendações.

6.1 Fase de Estruturação do Modelo

O modelo foi estruturado para subsidiar as escolhas gerenciais com base na Pesquisa Operacional. Esse modelo aplica-se à Logística Humanitária e passa a ser utilizado como elemento significativo na geração de resultados que apoiem os decisores da área.

6.1.1 Contexto Decisório

O passivo histórico materializado pela construção de cidades inteiras às margens de importantes rios ou nas íngremes encostas das montanhas faz do Espírito Santo um estado com muitas áreas de risco. E a situação de risco tem se comprovado em diversas oportunidades ao longo da história capixaba, principalmente em eventos relacionados a deslizamentos de terra e a inundações provocados por chuvas. Um exemplo foi a tragédia do Morro do Macaco, que aconteceu na madrugada de 14 de janeiro de 1985, em Vitória. Além de mais de 40 mortes, o desabamento de toneladas de terra deixou aproximadamente 600 famílias sem ter onde morar. Dezenas de barracos simplesmente desapareceram com o deslizamento. Diante do cenário,

muitas famílias tiveram de se mudar, inclusive de município: mais de 200 foram transferidas para o bairro de Feu Rosa, na Serra. O crescimento da população, ocupando áreas de risco, obrigou o Estado do Espírito Santo a organizar a Defesa Civil, seguindo a formatação advinda da legislação federal. A Constituição Estadual de 1989 estabelece, em seu artigo 130, que cabe ao Corpo de Bombeiros Militar a execução das ações de Defesa Civil. Em 1998, a Lei 5.766 organizou o Sistema Estadual de Defesa Civil (SIDECE) e, em 2004, a Lei Complementar 299 reorganizou o SIDECE, criando o Conselho Estadual de Defesa Civil, com representantes dos diversos órgãos de Governo e segmentos da sociedade (DEFESA CIVIL-ES, 2021).

Atendendo ao que preceitua a Constituição Estadual, o órgão de Proteção e Defesa Civil Estadual está inserido na estrutura do Corpo de Bombeiros Militar do Espírito Santo — CBMES, responsável pelas ações de Proteção e Defesa Civil, através de uma coordenação (Coordenadoria Estadual de Proteção e Defesa Civil — CEPDEC/ES) subordinada diretamente ao Comando Geral do CBMES, que, por sua vez, está subordinado à Secretaria de Estado da Segurança Pública e Defesa Social (DEFESA CIVIL-ES, 2021).

A CEPDEC é responsável pela coordenação de todas as atividades de Defesa Civil dentro do território estadual, auxiliando os municípios em todas as ações de prevenção, preparo, resposta e reconstrução (DEFESA CIVIL-ES, 2021). O coordenador estadual é responsável pelo gerenciamento da Logística Humanitária no Espírito Santo, ocupando o nível hierárquico mais alto no organograma da CEPDEC/ES concentrando o poder para a tomada de decisão sobre toda a operação.

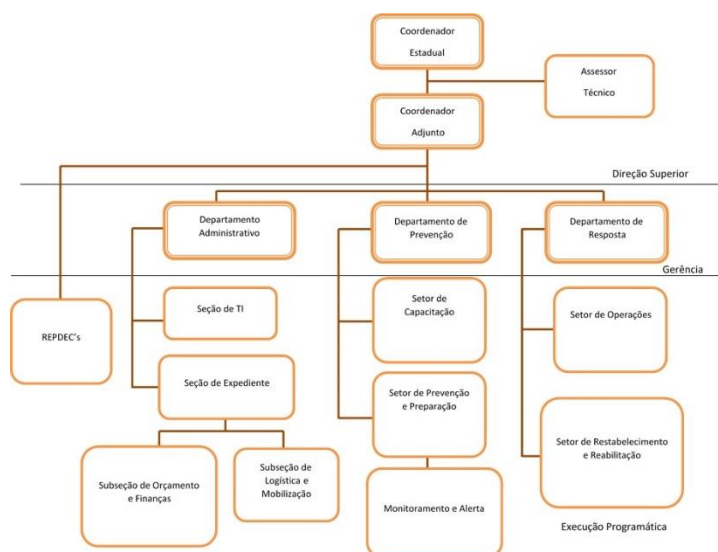


Figura 13 – Organograma CEPDEC/ES

Fonte: Defesa Civil-ES (2021)

O trabalho prático tem como objetivo principal apresentar um Modelo de Múlticritérios para Apoiar a Decisão da CEPDEC no que engloba a gestão de risco a desastres no Espírito Santo. Esse modelo servirá de suporte para subsidiar o coordenador estadual na avaliação das operações logísticas.

Foram realizadas um total de dez entrevistas com o decisor, no período de setembro de 2020 a dezembro de 2020, quando este atuou ativamente do processo, garantindo que suas percepções e experiências contribuíssem de forma enriquecedora para a estruturação do modelo.

6.1.2 Atores e Rótulo para o modelo

Os atores são indivíduos, entidades, empresas ou comunidade, direta ou indiretamente, envolvidos no processo de apoio à decisão. Os atores podem ser divididos em duas categorias: intervenientes e agidos. Intervenientes são aqueles atores que participam diretamente do processo decisório e agidos são aqueles que serão afetados pela decisão tomada, mas que podem, de alguma forma, influenciá-la (LONGARAY, 2004).

Os intervenientes podem ser classificados em decisor, facilitador e representantes. Decisor é aquele ator que detém formalmente o poder de decidir; facilitador é aquele ator que assume o papel de intermediação, para apoiar o decisor na tomada de decisão; representantes são aqueles atores nomeados pelo decisor com o objetivo de o representar.

Os agidos são atores com participação passiva no processo decisório, mas sofrem as consequências boas ou ruins da decisão tomada.

Os atores que fazem parte da construção do modelo e constituem o sub-sistema de atores desta pesquisa são apresentados a seguir:

- Decisor – Coordenador da Coordenadoria Estadual de Proteção e Defesa Civil – CEPDEC/ES;
- Agidos – A sociedade capixaba;
- Facilitadora – Autora da tese.

Após a identificação do decisor, Coordenador da Defesa Civil estadual, foi realizada entrevista de natureza semi-estruturada na qual o decisor apresentou os conhecimentos sobre o contexto objeto do modelo a ser desenvolvido.

Nessa etapa, também foi consultada a legislação vigente acerca da Proteção e Defesa Civil e o Plano Estadual de Proteção e Defesa Civil (DECRETO Nº 3.140-R, DE 30 DE OUTUBRO DE 2012, que Institui o Plano Estadual de Proteção e Defesa Civil – PEPDEC; LEI COMPLEMENTAR Nº 694/2013, que Reorganiza o Sistema Estadual de Proteção e Defesa Civil – SIEPDEC-ES; DECRETO Nº 3.430-R, DE 06 DE NOVEMBRO DE 2013, que Regulamenta o Sistema Estadual de Proteção e Defesa Civil – SIEPDEC-ES; DECRETO Nº 3.681-R, DE 22 DE OUTUBRO DE 2014, que Regulamenta o Fundo Estadual de Proteção e Defesa Civil – FUNPDEC/ES).

A partir dessa investigação, foi possível identificar a necessidade de maior atenção ao planejamento estratégico da fase anterior ao desastre, denominada pelo decisor como gestão de risco. Destaca-se a importância dessa identificação ser feita em conjunto com o decisor, pois não deve ser esquecido que o problema pertence a este.

Sendo assim, o rótulo do problema nesta pesquisa ficou estabelecido desta forma:

Modelo de apoio à decisão para a gestão de risco pela Defesa Civil do Espírito Santo.

6.1.3 Elementos Primários de Avaliação

Na identificação das preocupações que direta ou indiretamente influenciam no desempenho da gestão de risco, o facilitador questionou o decisor sobre sua realidade, encorajando-o a gerar ideias a partir de reflexões sobre o rótulo. Os aspectos considerados mais relevantes, dentro do processo decisório, são chamados de elementos primários de avaliação (EPA).

Além do subsídio de informações das entrevistas com o decisor, também foi consultada a legislação vigente acerca da Proteção e Defesa Civil e o Plano Estadual de Proteção e Defesa Civil, tendo em vista que as atribuições da Defesa Civil estadual são definidas por lei e o modelo deve atender às competências estabelecidas na legislação.

Conforme mostra a Tabela 18, na versão final, 18 elementos primários de avaliação (EPA) foram identificados pelo decisor, segundo seu ponto de vista.

Tabela 18 – Identificação pelo decisor dos elementos primários de avaliação (EPA)

Elementos Primários de Avaliação (EPA)	
Desenvolver consciência acerca dos riscos de desastre	Articular-se com as demais Secretarias de Estado para promoção das ações de proteção e defesa civil na região atingida
Orientar os municípios a adotar comportamentos adequados de prevenção e de resposta em situação de desastre e promover a autoproteção	Propor e implementar melhorias nas formas de acionamento e integração
Mobilizar recursos para prevenção, preparação, mitigação, resposta e recuperação dos desastres	Identificar e mapear as áreas de risco e realizar estudos de identificação de ameaças, suscetibilidades e vulnerabilidades, em articulação com a União e os municípios
Promover a capacitação de pessoas para as ações de proteção civil, em articulação com órgãos do SIEPDEC-ES	Promover a identificação e avaliação das ameaças, suscetibilidades e vulnerabilidades a desastres, de modo a evitar ou reduzir sua ocorrência
Providenciar e gerenciar a distribuição e o abastecimento de suprimentos necessários nas ações de proteção e defesa civil	Monitorar os eventos meteorológicos, hidrológicos, geológicos, biológicos, nucleares, químicos e outros potencialmente causadores de desastres
Recursos lógicos (<i>software</i>) utilizados pela CEPDEC — Sistema de Monitoramento e Alerta de Desastres	Elaborar e implementar diretrizes, planos, programas e projetos para prevenção, preparação, mitigação, recuperação e respostas a desastres causados por ação da natureza e/ou do homem no âmbito do Estado
Materiais e equipamentos	Apoiar, sempre que necessário, os municípios no levantamento das áreas de risco, na elaboração dos Planos de Contingência de Proteção e Defesa Civil e na divulgação de protocolos de prevenção e alerta de ações emergenciais
Integrar informações em sistema capaz de subsidiar os órgãos do SINPDEC na previsão e no controle dos efeitos negativos de eventos adversos sobre a população, os bens e serviços e o meio ambiente	Produzir alertas antecipados sobre a possibilidade de ocorrência de desastres naturais

Prestar informações à Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (SEPDEC) ou órgão correspondente sobre as ocorrências de desastres e atividades de proteção e defesa civil no Estado	Vistoriar edificações, construções e áreas em situação considerada, por profissional competente, como sendo de risco para a vida humana
---	---

6.1.4 Identificação das áreas de interesses

As discussões levaram à construção dos elementos primários de avaliação que, em seguida, foram validados pelos decisores a partir da identificação da relação destes com a gestão de risco.

De acordo com Rodrigues (2014), considerando o paradigma construtivista, deve-se valorizar as contribuições do decisor por ele ter interpretações e percepções significativas em relação ao problema em questão, logo todas as observações acerca das discussões ocorridas nas reuniões contribuíram para relacionar todos os elementos primários de avaliação para servirem de base num processo de definição das áreas de interesses (*clusters*) formadas a partir dos conceitos com preocupações semelhantes.

Essa etapa exigiu a participação e a interação com o decisor para validação das áreas de interesse e das preocupações nelas agrupadas, avaliação de preocupações conflitantes e agregação de ideias adicionais. Os aspectos relevantes de cada área específica do contexto passavam a ser conhecidos pelo decisor, permitindo que ele adicionasse novos argumentos no seu juízo de valor sobre o contexto.

Sendo assim, novas alterações foram propostas pelo decisor as quais resultaram na versão final da construção das áreas de interesse e agregação dos EPAs. As quatro áreas de interesse foram denominadas recursos; mapeamento, estudos e pesquisas; gestão territorial e planejamento das políticas setoriais; e interlocução.

Tabela 19 – Identificação da relação direta de cada elemento primário com as Áreas de Interesses

Áreas de Interesses e agregação dos EPAs			
Recursos	Mapeamento, estudos e pesquisas	Gestão territorial e planejamento das políticas setoriais	Interlocução
Mobilizar recursos para prevenção, preparação, mitigação, resposta e recuperação dos desastres	Identificar e mapear as áreas de risco e realizar estudos de identificação de ameaças, susceptibilidades e vulnerabilidades, em articulação com a União e os municípios	Combater a ocupação de áreas ambientalmente vulneráveis e de risco e promover a realocação da população residente nessas áreas	Integrar informações em sistema capaz de subsidiar os órgãos do SINPDEC na previsão e no controle dos efeitos negativos de eventos adversos sobre a população, os bens e serviços e o meio ambiente

Promover a capacitação de pessoas para as ações de proteção civil, em articulação com órgãos do SIEPDEC-ES	Promover a identificação e avaliação das ameaças, suscetibilidades e vulnerabilidades a desastres, de modo a evitar ou reduzir sua ocorrência		Prestar informações à Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (SEPDEC) ou órgão correspondente sobre as ocorrências de desastres e atividades de proteção e defesa civil no Estado
Providenciar e gerenciar a distribuição e o abastecimento de suprimentos necessários nas ações de proteção e defesa civil	Monitorar os eventos meteorológicos, hidrológicos, geológicos, biológicos, nucleares, químicos e outros potencialmente causadores de desastres		Articular-se com as demais Secretarias de Estado para promoção das ações de proteção e defesa civil na região atingida
Recursos lógicos (<i>software</i>) utilizados pela CEPDEC — Sistema de Monitoramento e Alerta de Desastres	Elaborar e implementar diretrizes, planos, programas e projetos para prevenção, preparação, mitigação, recuperação e respostas a desastres, causados por ação da natureza e/ou do homem no âmbito do Estado	Vistoriar edificações, construções e áreas em situação considerada, por profissional competente, como sendo de risco para a vida humana	Propor e implementar melhorias nas formas de acionamento e integração
Materiais e equipamentos	Apoiar, sempre que necessário, os municípios no levantamento das áreas de risco, na elaboração dos Planos de Contingência de Proteção e Defesa Civil e na divulgação de protocolos de prevenção e alerta e de ações emergenciais		Desenvolver consciência acerca dos riscos de desastre Orientar os municípios a adotarem comportamentos adequados de prevenção e de resposta em situação de desastre e promover a autoproteção

Justifica-se a criação das áreas de interesses para facilitar a visualização dos meios necessários para alcançar os fins ou os objetivos estratégicos.

6.1.5 Identificação dos pontos de vista fundamentais

Para a identificação dos objetivos estratégicos e ações potenciais, o facilitador deve explorar o sistema de objetivos do decisor mais profundamente e, a partir dos objetivos, procurar baixar os níveis, aumentando o detalhamento de forma que possam ser geradas opções para alcançar aqueles objetivos. De outra forma, o trabalho pode ser iniciado através de opções de ações detalhadas e, então, procurar subir hierarquicamente os níveis visando alcançar os objetivos mais fundamentais do decisor (SALDAÑA, 1999).

As identificações de aderência e relações com cada conceito dos elementos primários de avaliação são feitas em cada área de interesse nas quais se encontram os conjuntos de conceitos que expressam ou transmitem ideias semelhantes pelas ligações de influência. Dessa forma, foi possível chegar a uma estrutura hierárquica baseada em conceitos significativos e importantes para a gestão de risco a partir do olhar decisor.

Através desse trabalho de desdobramento dos objetivos estratégicos em objetivos táticos e operacionais, foi possível identificar onze Pontos de Vista Fundamentais (PVFs).

PVF 1 — Humanos. Avalia a capacitação, qualificação e disponibilidade de recursos humanos para atuar nas ações de Defesa Civil em momento de desastres.

PVF 2 — Suprimentos. Verifica a estrutura atual da Defesa Civil para compra e gerenciamento dos estoques de suprimentos necessários nas ações da Defesa Civil. Entendem-se por suprimentos: colchões, cobertores, jogos de lençol, travesseiros, cestas de alimentos, telhas e kits para desinfecção de residência, higiene pessoal, lona.

PVF 3 — Sistema de monitoramento e alerta de desastres. Avalia a capacidade de consolidação das informações, monitoramento de parâmetros e emissão de avisos de eventos adversos.

PVF 4 — Equipamentos de resposta. Verifica o nível de equipagem das regionais por tipo de risco e cadastro dos equipamentos e máquinas para uso da Defesa Civil dos órgãos de apoio e setoriais por regional.

PVF 5 — Ameaças, suscetibilidades e vulnerabilidades a desastres. Verifica a periodicidade de atualização das pranchas setoriais dos municípios contendo mapeamentos dos riscos e sugestões de intervenção.

PVF 6 — Cadastro dos Planos Municipais. Analisa quantos municípios possuem planos para prevenção, preparação, recuperação e respostas a desastres cadastrados na Defesa Civil estadual.

PVF 7 — Vistoriar edificações, construções e áreas em situação de risco para a vida humana. Verifica a capacidade de atendimento da Defesa Civil para as solicitações de vistoria a edificações, construções e áreas em situação de risco.

PVF 8 — Obras estruturantes. Avalia o impacto das obras estruturantes realizadas com recurso financeiro sobre o número de pessoas em risco no estado do ES.

PVF 9 — Federal. Avalia a prestação de informações à Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (SEPDEC) ou órgão correspondente em nível federal sobre as ocorrências de desastres e atividades de proteção e Defesa Civil no Estado.

PVF 10 — Comitê Estadual. Analisa a articulação da Defesa Civil com as demais Secretarias de Estado para promoção das ações de proteção e Defesa Civil na região atingida.

PVF 11 — Municipal. Avalia a atuação da Defesa Civil estadual no apoio, sempre que necessário, aos municípios na estruturação e atuação da Defesa Civil local.

De acordo com Rodrigues (2014), o próximo passo é verificar se cada ponto de vista fundamental atende às seguintes especificações:

- Essencial e controlável — É um elemento essencial para atender os objetivos e apresenta mecanismos para controle das ações nele representadas.
- Completo e mensurável — Tem contexto representativo de ações completas para o que se pretende atingir e permite especificar de maneira clara e com menor imprecisão possível as performances das ações potenciais.
- Operacional e isolável — Agrega informações relevantes viáveis dentro do tempo necessário para geração de resultados e se apresenta de forma autônoma perante os demais elementos do mesmo nível.
- Sucinto e conciso — Apresenta característica resumida sem repetição de aspecto e o menor número de aspectos necessários para representar as posições dos decisores.
- Compreensivo e representativo — Declara o significado de forma clara e deve significar um conjunto de ações definidas pelos decisores.

Todas as especificações acima foram atendidas.

6.1.6 Construção da arborescência de pontos de vista

A construção da arborescência de pontos de vista inicia-se pelo objetivo estratégico, ou seja, pelo Modelo de apoio à decisão para a gestão de risco pela Defesa Civil do ES.

Posteriormente, os PVFs foram agrupados em quatro grandes áreas de interesse representando os aspectos considerados relevantes pelos decisores sobre o contexto decisório:

Área “Recursos”: ficou constituída pelos PVF 1 — ‘Humanos’, PVF 2 — “Suprimentos”, PVF3 — “Sistema de monitoramento e alerta desastres”, e PVF 4 — “Equipamentos de resposta”;

Área “Mapeamento, estudos e pesquisas”: formada pelo PVF 5 — “Ameaças, suscetibilidades e vulnerabilidades a desastres” e PVF 6 — “Cadastro dos Planos Municipais”;

Área “Gestão territorial e planejamento das políticas setoriais”: encontram-se o PVF 7 — “Vistoriar edificações, construções e áreas em situação de risco para a vida humana” e o PVF 8 — “Obras estruturantes”;

Área “Interlocução”: encontram-se o PVF 9 — “Federal”, o PVF 10 — “Comitê estadual” e o PVF 11 — “Municipal”.

A Figura 14 apresenta um modelo da árvore de valor do Modelo de apoio à decisão para a gestão de risco pela Defesa Civil do ES, segundo o juízo de valor do decisor.

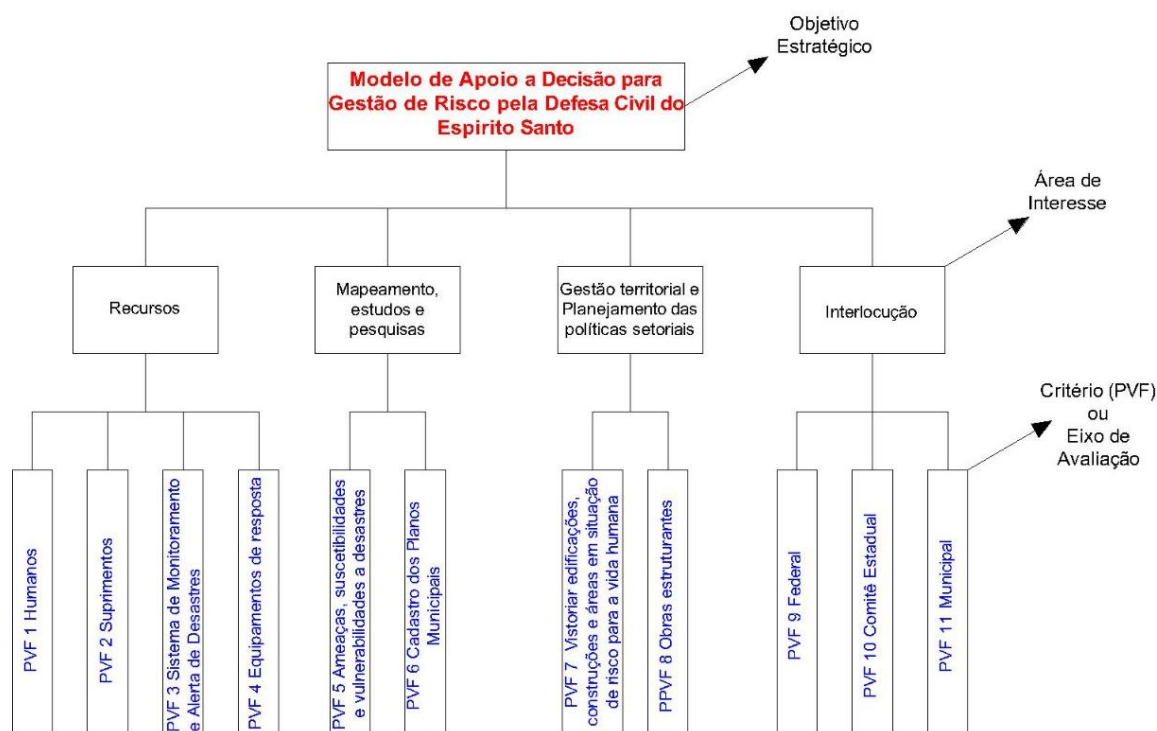


Figura 14 – Árvore de valor e os eixos de avaliação dos PVFs

Fonte: Elaborado pela autora.

6.1.7 Pontos de Vista Elementares

Dependendo da complexidade do eixo de avaliação dos PVFs, é necessário decompor-los em pontos de vista elementares (PVEs). Os PVEs permitem uma melhor avaliação das ações potenciais dentro do ponto de vista fundamental analisado.

A etapa seguinte do processo de estruturação consistiu na decomposição em níveis mais operacionais a ponto de chegar no nível de intervenção mais próximo da realidade para o decisor.

A seguir, serão apresentados os pontos de vista fundamentais com seus pontos de vista elementares:

- **Humanos:** esse ponto de vista agrega os diferentes tipos recursos humanos que atuam na gestão de risco, com os pontos de vista elementares: agentes municipais, equipe CEPDEC e voluntários. O PVE voluntários foi decomposto em subpontos de vista elementares atingindo o nível mais operacional necessário na perspectiva do decisor. Sendo assim, os voluntários de especialidades e voluntários da sociedade civil, conforme é possível observar na Figura 15.

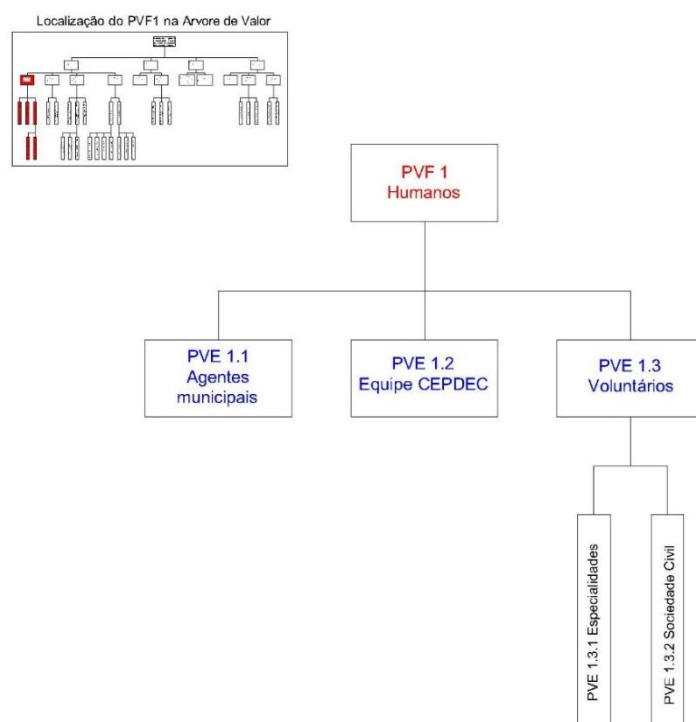


Figura 15 – Decomposição do PVF Humanos

Fonte: Elaborado pela autora.

- **Suprimentos:** o ponto de vista Suprimentos agrega os pontos de vista elementares “compra” e “gerenciamento dos estoques dos itens básicos para atendimento da população atingida por desastres”, conforme Figura 16.

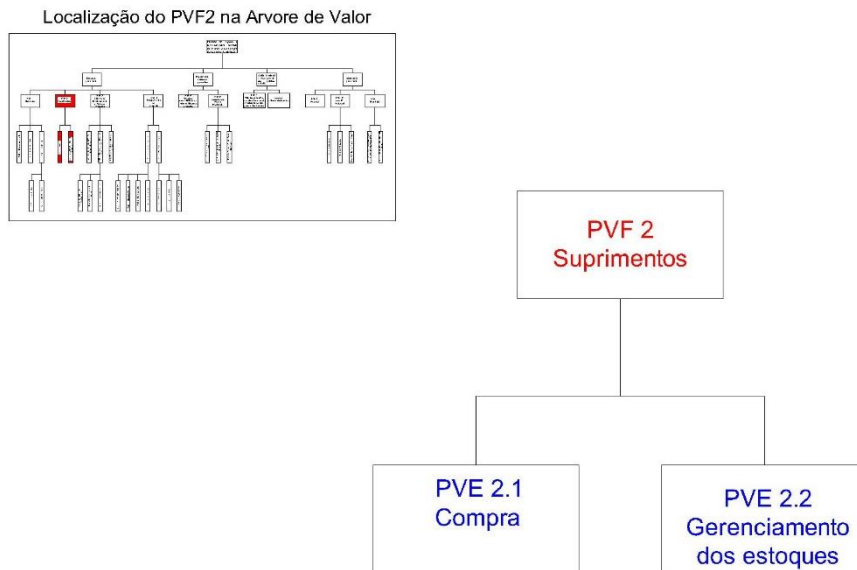


Figura 16 – Decomposição do PVF Suprimentos

Fonte: Elaborado pela autora.

• **Sistema de monitoramento e alerta desastres:** esse ponto de vista diz respeito a um sistema de monitoramento contínuo com o intuito de prever e de se preparar para eventos adversos. Está decomposto em três pontos de vista elementares: consolidar as informações de risco e desastres, monitorar os parâmetros de eventos adversos e emitir avisos de risco de desastre aos municípios. O PVE “monitorar os parâmetros de eventos adversos” foi decomposto em SUBPVEs a fim de atingir o nível de ações potenciais necessários para a mensuração, de acordo com a visão do decisor.

Na Figura 17 é possível observar este detalhamento do PVF Sistema de monitoramento e alerta desastres.

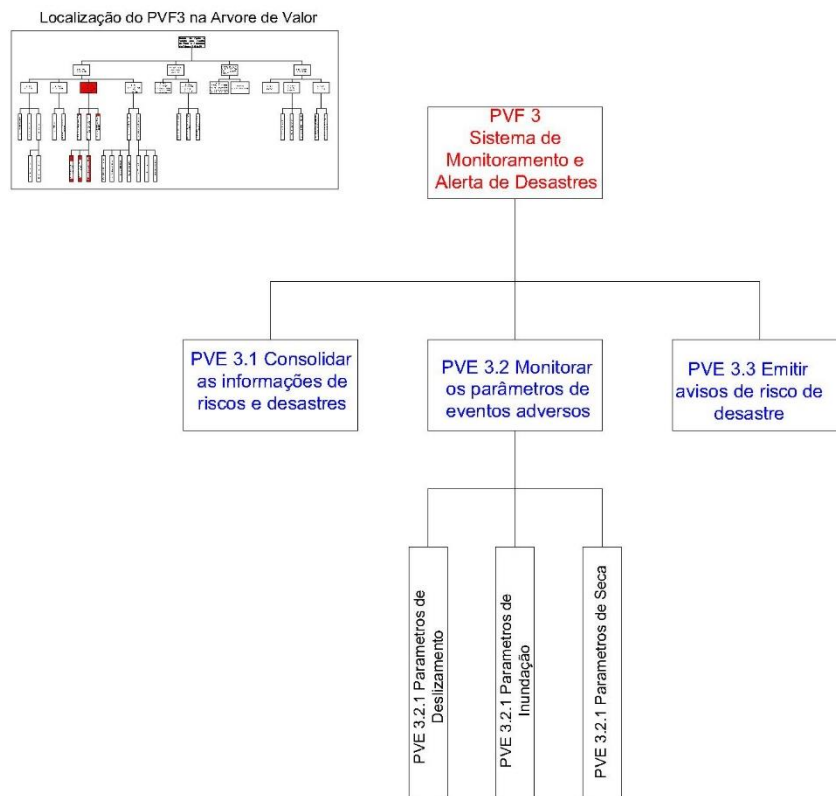


Figura 17 – Decomposição do PVF Sistema de monitoramento e alerta desastres

Fonte: Elaborado pela autora.

• **Equipamentos de resposta:** esse ponto de vista está decomposto em dois pontos de vista elementares: equipagem por risco e mapeamento de apoio. O PVE “equipagem por risco” leva em consideração que o estado do Espírito Santo está sujeito a diferentes tipos de risco e que cada regional tem características particulares e necessidades de equipamentos específicos. O PVE “mapeamento de apoio” avalia se as regionais possuem o levantamento dos equipamentos e máquinas dos órgãos de apoio e setoriais que podem ser solicitados e utilizados pela Defesa Civil em cenário de calamidade. Cada PVE foi decomposto em SUBPVEs a fim de atingir o nível de ações potenciais, conforme apresentado na Figura 18.

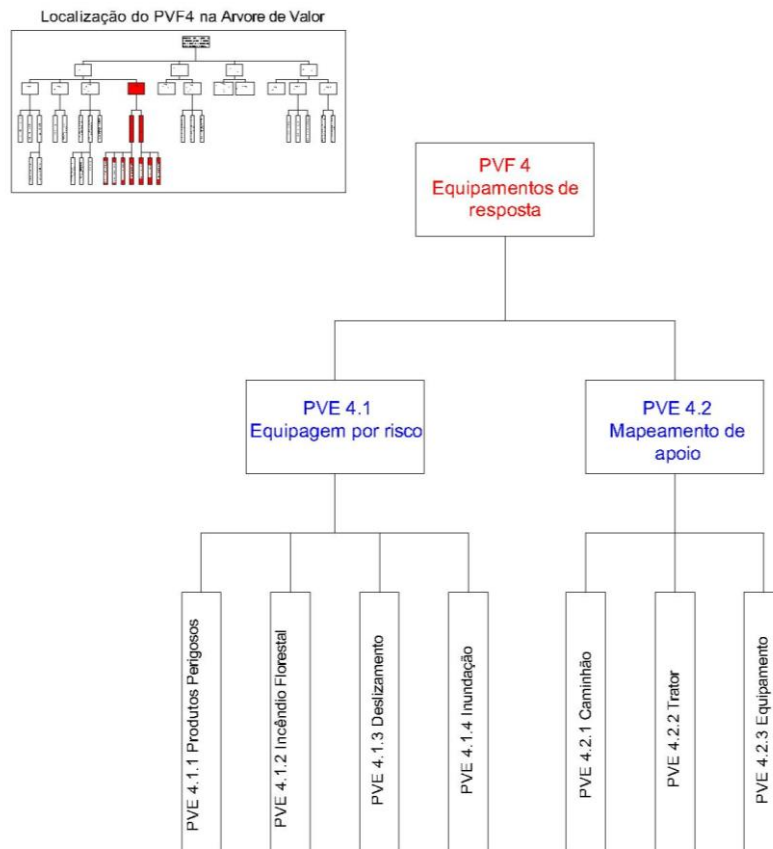


Figura 18 – Decomposição do PVF Equipamentos de resposta

Fonte: Elaborado pela autora.

- **Cadastro dos Planos Municipais:** esse ponto de vista traduz a importância dos planos de prevenção e preparação que devem ser elaborados pelos municípios e apresentados ao órgão de Defesa Civil estadual. Os pontos de vista elementares que compõem esse PVF são: plano de uso e ocupação do solo, plano municipal de redução de risco e plano de contingência municipal. Na Figura 19, é possível observar esse detalhamento do PVF Cadastro dos Planos Municipais.

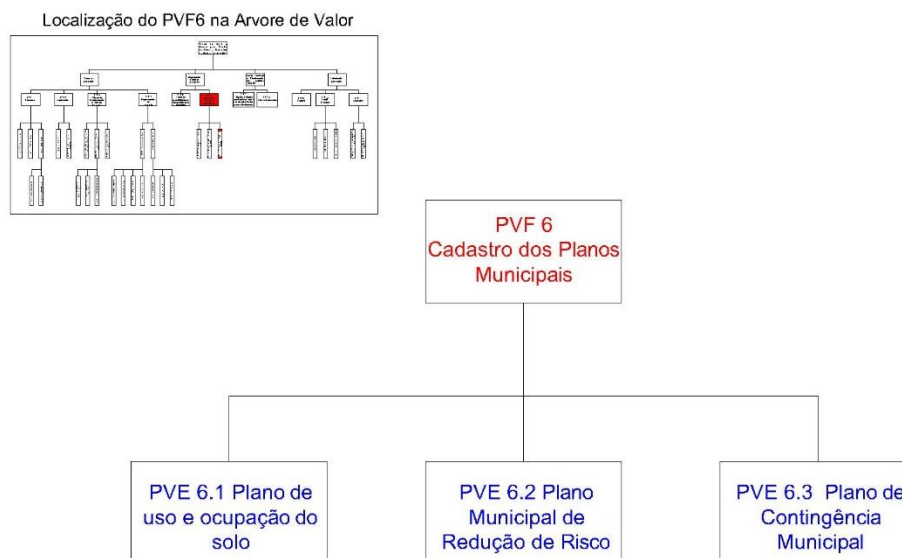


Figura 19 – Decomposição do PVF Cadastro dos Planos Municipais

Fonte: Elaborado pela autora.

- **Comitê Estadual:** esse ponto de vista versa sobre a interlocução da coordenadoria estadual com um grupo executivo, formado por representantes de instituições do estado que compõem o Comitê Estadual de Articulação Institucional Proteção e Defesa Civil. Conforme pode ser observado na Figura 20, o PVF Comitê Estadual agrega os pontos de vista elementares articulação, atribuições, acionamento e integração.

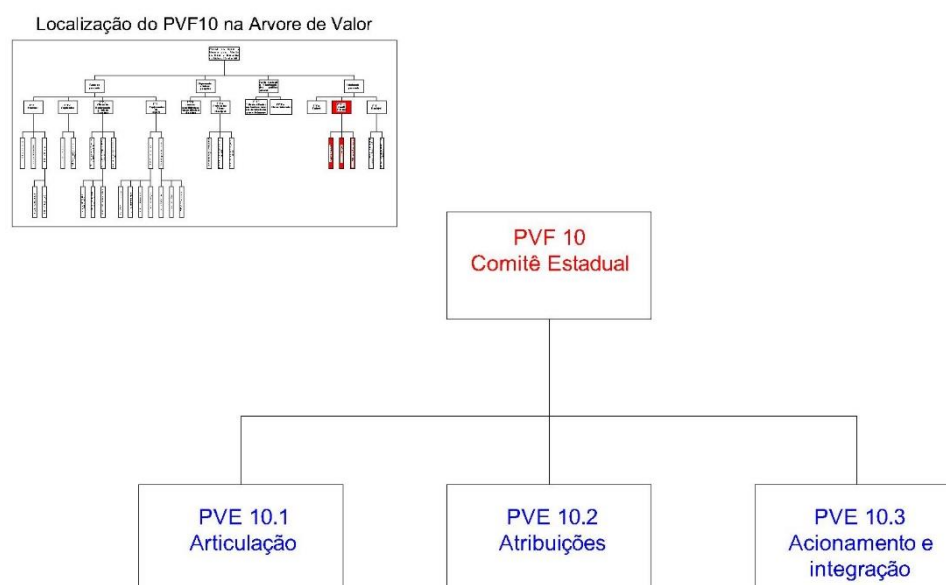


Figura 20 – Decomposição do PVF Comitê Estadual

Fonte: Elaborado pela autora.

- **Municipal:** esse ponto de vista explana sobre a interlocução da coordenadoria estadual com os municípios do estado do Espírito Santo e está decomposto em dois pontos de vista elementares, conforme apresentado na Figura 21.

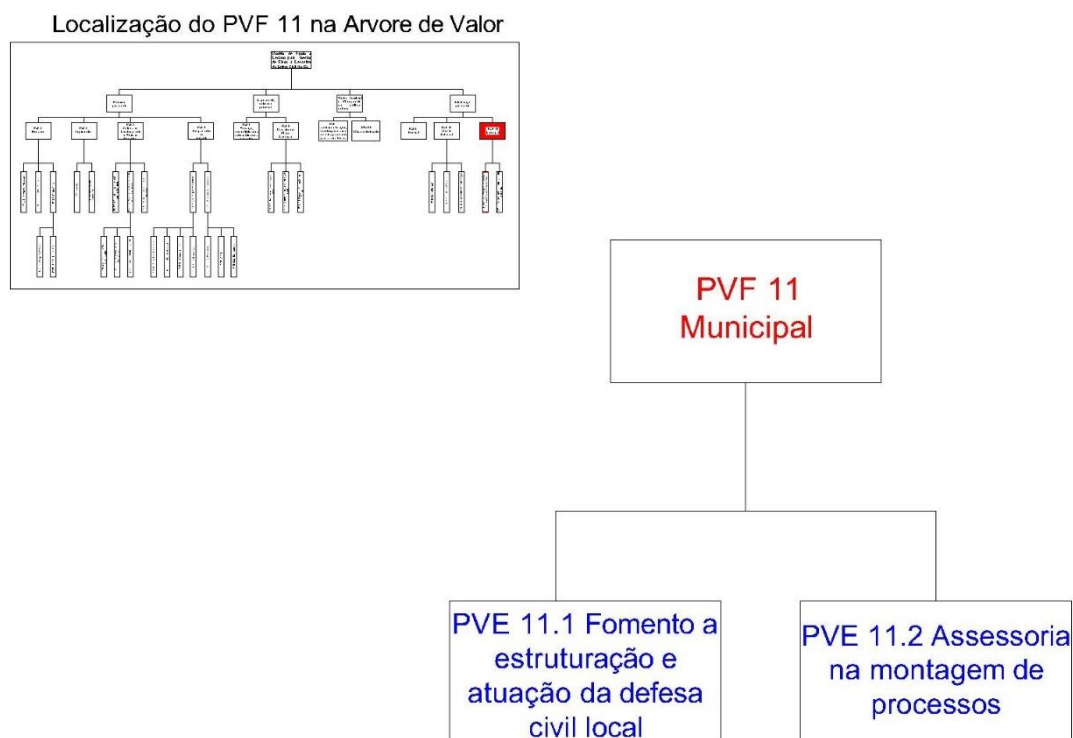


Figura 21 – Decomposição do PVF Municipal

Fonte: Elaborado pela autora.

Os pontos de vista fundamentais não apresentados neste tópico não necessitaram de desdobramentos em PVEs, pois o decisor entende que, a partir do PVF, é possível mensurar a ação pontencial.

6.1.8 Descritores

Após o decisor definir os pontos de vista fundamentais e elementares, referentes às ações avaliativas, passa a ser fundamental a escolha do descritor que represente melhor o desempenho e a formalização do critério a ser analisado (RODRIGUES, 2014).

Um descritor pode ser definido como um conjunto de níveis de impacto. Cada nível de impacto pode ser encarado como a representação do desempenho de uma ação potencial nesse objetivo. O conjunto de níveis que forma um descritor deverá ter um significado claro para o

decisor, estando definido de uma forma que não permita múltiplas interpretações. Os níveis de impacto devem estar ordenados conforme a preferência do decisor (ENSSLIN; MONTIBELLER; NORONHA, 2001).

Para garantir que um descritor não seja ambíguo e que o conjunto de seus níveis de impacto tenha um significado claro e distinto dos demais descritores, é necessário analisar as propriedades desejáveis para que um descritor seja considerado adequado (LONGARAY, 2004). Sendo assim, a classificação e propriedades dos descritores serão apresentadas.

Tipos de Descritores

Os descritores podem ser classificados em diretos, indiretos ou construídos, conforme explicação abaixo:

- Diretos: são aqueles que possuem uma forma de medida numérica intrínseca e que é claramente entendida pelo decisor. Tais descritores podem ser quantitativos contínuos ou discretos (ENSSLIN; MONTIBELLER; NORONHA, 2001). Segundo Rodrigues (2014), descritores diretos quantitativos contínuos são representados diretamente por numerais ou conjunto dos números reais, enquanto os descritores diretos quantitativos discretos apresentam valores estanques ou isolados em opções pré-definidas.
- Construídos: quando um único descritor não avalia, adequadamente, aquele aspecto considerado com um ponto de vista fundamental, é necessário decompor o eixo de avaliação do problema, isto é, decompor os PVFs em vários PVEs (ENSSLIN; MONTIBELLER; NORONHA, 2001).
- Indiretos: são usados quando um descritor direto ou construído não for encontrado. Esse tipo de descritor mede indiretamente a performance das ações em um ponto de vista fundamental. São exemplos de descritores indiretos: medir a distância entre dois pontos pelo tempo de deslocamento ou avaliar o grau de poluição através da concentração de poluentes (ENSSLIN; MONTIBELLER; NORONHA, 2001).

Propriedades dos Descritores

Além dos tipos de descritores apresentados acima, é fundamental que, na construção dos descritores, sejam observadas as propriedades de operacionalidade, compreendibilidade e mensurabilidade (KEENEY, 1992).

- Operacionalidade: permite mensurar um critério de forma independente de qualquer outro critério; o desempenho de uma ação potencial em um determinado PVF é claramente associável a um único nível de impacto.
- Compreendibilidade: cada descritor deve permitir a descrição e a interpretação da performance da ação de forma não ambígua.
- Mensurabilidade: quando permite quantificar a performance de uma ação de forma clara.

Teste de independência preferencial mútua

Uma das propriedades que deve ser obedecida pelos Pontos de Vista Fundamentais é a isolabilidade. Para um ponto de vista ser considerado isolável, as ações potenciais devem poder ser avaliadas independentemente da performance dessas ações nos demais PVFs que compõem a família (ENSSLIN; MONTIBELLER; NORONHA, 2001).

Existem dois tipos de independência preferencial que devem ser examinados:

- Independência preferencial ordinal
- Independência preferencial cardinal

Um ponto de vista fundamental é preferencialmente independente dos demais pontos de vista se a ordem e a intensidade de preferência entre um par de ações potenciais, nesse PVF, não dependem da performance dessas mesmas ações nos demais. Se essa condição for verificada entre os pares de PVFs de uma família, pode-se dizer que eles são preferencialmente independentes.

Construção dos descritores

Identificada a Árvore de Pontos de Vista Fundamentais, procedeu-se à construção dos descritores do modelo. Para mensurar o desempenho das ações potenciais, o decisor definiu as escalas ordinais, denominadas descritores, e os níveis de impacto de cada escala construída. Foram eleitos quatro níveis de referências para a especificação da performance: nível de

excelência (nível ideal); nível de mercado (nível bom); no nível de sobrevivência (neutro); e abaixo do nível, de não aceitável (abaixo de neutro).

Cada descritor é representado por um conjunto de níveis de impactos N_j , em que “j” corresponde à ordem decrescente de preferências do decisor, segundo seu juízo de valor (QUIRINO, 2002).

N_j — corresponde ao nível de impacto com maior atratividade (limite superior);

N_{j-1} — corresponde ao nível de impacto de atratividade imediatamente inferior;

.....

N_1 — corresponde ao nível de impacto com menor atratividade (limite inferior).

Nesta pesquisa, foram identificados os tipos de descritores “diretos” e “construídos” como mais apropriados. Quando do tipo “construídos”, os descritores foram decompostos a partir da identificação de um eixo de avaliação com base no rótulo da pesquisa “um modelo de apoio à decisão para gestão de risco a desastres pela Defesa Civil do estado do Espírito Santo”.

Com as definições do decisor, foram identificados os níveis de atratividade, em que o nível de maior atratividade é “N4” (que determina o nível ideal de uma ação potencial) e o nível de menor atratividade está representado por “N1” (que determina o nível não aceitável de uma ação potencial).

É necessário destacar que o modelo contruído permite uma avaliação anual da gestão de risco para a Defesa Civil, sendo assim os descritores avaliam o desempenho das ações potenciais ao final de um ciclo do ano. Porém, é facultado ao decisor, ao longo do ano, fazer simulações do cenário atual para identificar os pontos que necessitam de maior atenção permitindo um acompanhamento e intervenções durante o período.

Esta seção apresenta todos os descritores construídos para cada Ponto de Vista Fundamental da árvore de valor.

1. Humanos: procura avaliar a capacitação, qualificação e disponibilidade de recursos humanos para atuar nas ações de Defesa Civil em momento de desastres. O PVF 1 foi desdobrado em três PVEs de segundo nível e dois de terceiro nível, conforme Figura 22.

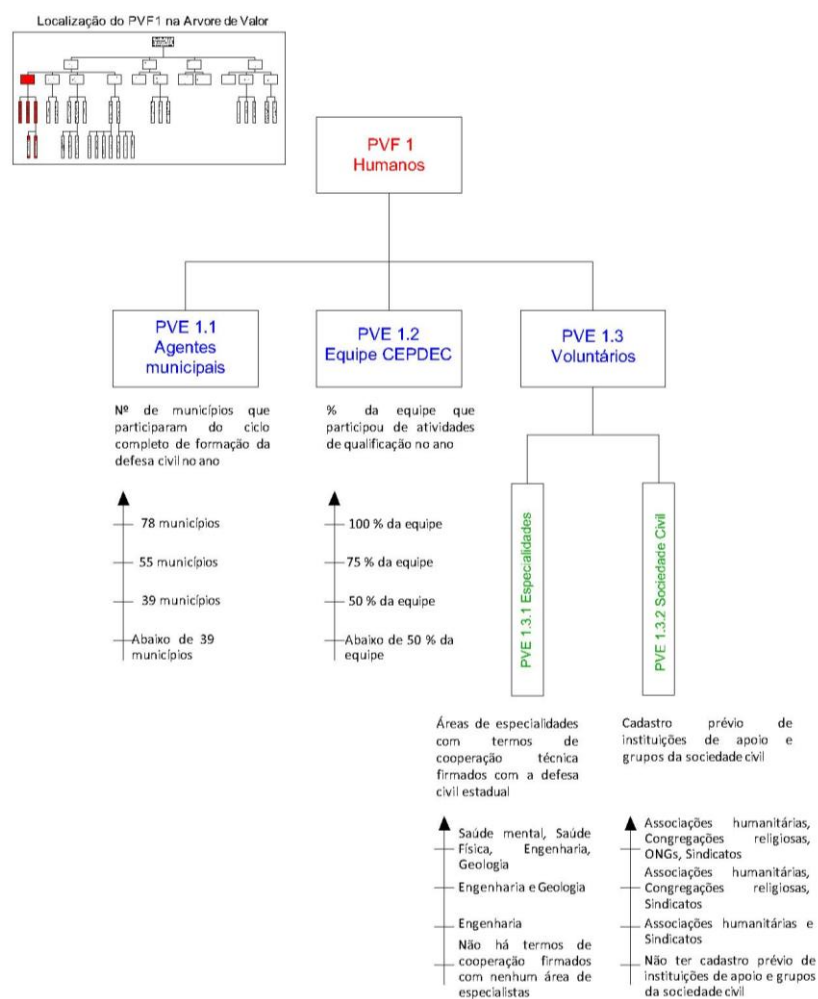


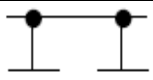
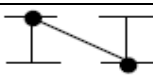
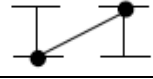
Figura 22 – Estados possíveis dos pontos de vista elementares derivados do PVF1.

Fonte: Elaborado pela autora.

1.1 Agentes municipais: esse PVE avalia a participação dos municípios no ciclo completo de formação da defesa civil no ano. Atualmente, são oferecidos dez cursos, seminários ou encontros no calendário anual da Defesa Civil e todas as atividades são certificadas pela Escola de Serviço Público (ESESP).

A Tabela 20 apresenta a definição do nível de impacto, nível de referência, descrição e simbologia para o PVE 1.1 Agentes Municipais.

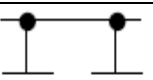
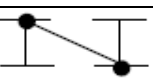
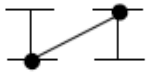
Tabela 20 – Descritor do PVE 1.1 - Agentes municipais

Descritor do PVE 1.1 - Agentes municipais			
Nº de municípios que participaram do ciclo completo de formação da defesa civil no ano			
NÍVEIS DE IMPACTO	NÍVEIS DE REFERÊNCIA	DESCRIÇÃO	SIMBOLOGIA
N4		78 municípios	
N3	BOM	55 municípios	
N2	NEUTRO	39 municípios	
N1		Abaixo de 39 municípios	

1.2 Equipe CEPDEC: esse PVE avalia a participação da equipe técnica da Coordenadoria Estadual de Proteção e Defesa Civil (CEPDEC/ES) em atividades de qualificação no ano. As atividades de qualificação compreendem artigos publicados em revistas científicas ou meios de comunicação (jornais, sites, revistas eletrônicas); participação em congressos, seminários ou cursos relacionados com a atividade-fim da defesa civil; cursos técnicos, de graduação ou pós-graduação em área afim com a sua atuação na defesa civil.

A Tabela 21 apresenta a definição do nível de impacto, nível de referência, descrição e simbologia para o PVE 1.2 Equipe CEPDEC.

Tabela 21 – Descritor do PVE 1.2 Equipe CEPDEC

Descritor do PVE 1.2 Equipe CEPDEC			
% da equipe que participou de atividades de qualificação no ano			
NÍVEIS DE IMPACTO	NÍVEIS DE REFERÊNCIA	DESCRIÇÃO	SIMBOLOGIA
N4		100 % da equipe	
N3	BOM	75 % da equipe	
N2	NEUTRO	50 % da equipe	
N1		Abaixo de 50 % da equipe	

1.3 Voluntários: esse PVE avalia a articulação da CEPDEC com profissionais, empresas e entidades que atuam como voluntários em cenários de desastres. O decisor sentiu a

necessidade de decompor em subpontos de vista elementares para melhor mensurar as ações potenciais.

Sendo assim, o PVE1.3.1 “Especialidades” considerada as grandes áreas de especialidades necessárias para atuação em conjunto com a Defesa Civil estadual e a formalização dessa atuação voluntária por meio de termo de cooperação técnica. O PVE1.3.2 “Sociedade Civil” considera as instituições e grupos da sociedade civil de que a Defesa Civil estadual deseja o apoio e considera importante sua atuação para a gestão de risco.

As Tabelas 22 e 23 apresentam a definição do nível de impacto, nível de referência, descrição e simbologia para o PVE1.3.1 Especialidades e o PVE1.3.2 Sociedade Civil, respectivamente.

Tabela 22 – Descritor do PVE 1.3.1 Especialidades

Descritor do PVE 1.3.1 Especialidades			
Áreas de especialidades com termos de cooperação técnica firmados com a defesa civil estadual no ano			
NÍVEIS DE IMPACTO	NÍVEIS DE REFERÊNCIA	DESCRIÇÃO	SIMBOLOGIA
N4		Saúde mental, Saúde Física, Engenharia, Geologia	
N3	BOM	Engenharia e Geologia	
N2	NEUTRO	Engenharia	
N1		Não há termos de cooperação firmados com nenhuma área de especialistas	

Tabela 23 – Descritor do PVE 1.3.2 Sociedade Civil

Descritor do PVE 1.3.2 Sociedade Civil			
Cadastro prévio de instituições de apoio e grupos da sociedade civil no ano			
NÍVEIS DE IMPACTO	NÍVEIS DE REFERÊNCIA	DESCRIÇÃO	SIMBOLOGIA
N4		Associações humanitárias, Congregações religiosas, ONGs, Sindicatos	
N3	BOM	Associações humanitárias, Congregações religiosas, Sindicatos	
N2	NEUTRO	Associações humanitárias e Sindicatos	
N1		Não ter cadastro prévio de instituições de apoio e grupos da sociedade civil	

2. Suprimentos: procura avaliar a estrutura atual para compra e gerenciamento dos estoques de suprimentos necessários nas ações da Defesa Civil. Entendem-se por suprimentos os itens de ajuda humanitária que são disponibilizados à população atingida por desastres. O decisor elencou os seguintes itens necessários: colchões, cobertores, jogos de lençol, travesseiros, cestas de alimentos, telhas e kits para desinfecção de residência, higiene pessoal e lona. O PVF 2 foi desdobrado em dois PVEs de segundo nível, conforme Figura 23.

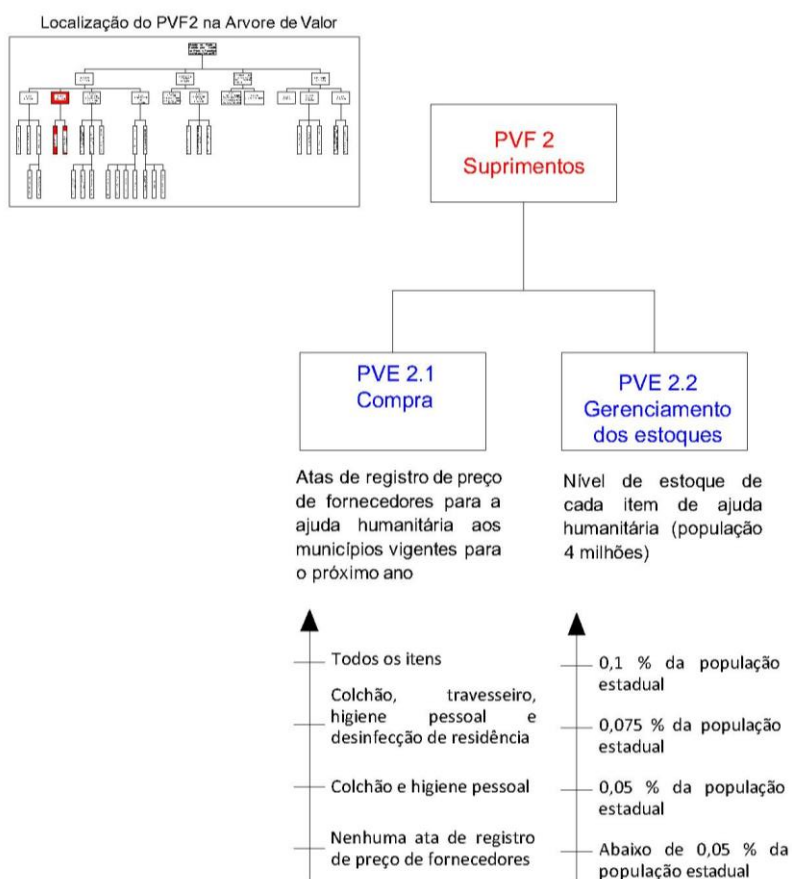


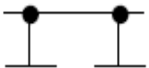
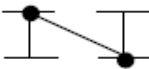
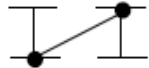
Figura 23 – Estados possíveis dos pontos de vista elementares derivados do PVF2

Fonte: Elaborado pela autora.

2.1 Compra – Com relação à compra de itens de ajuda humanitária, a Defesa Civil utiliza a modalidade de ata de registro de preços para contratação de fornecedores. Esse é um recurso usado na contratação de bens e serviços, por meio de licitação na modalidade de concorrência ou pregão, em que as empresas assumem o compromisso de fornecimento a preços e prazos registrados previamente. Dessa forma, no momento de um desastre, a Defesa Civil pode acionar o fornecedor de forma rápida para entrega dos itens necessários no prazo e valores já acordados diminuindo o volume de estoques e dispêndio de valores de forma antecipada.

A Tabela 24 apresenta a definição do nível de impacto, nível de referência, descrição e simbologia para o PVE 2.1 Compra.

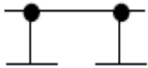
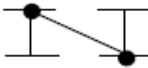
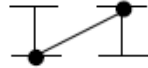
Tabela 24 – Descritor do PVE 2.1 Compra

Descritor do PVE 2.1 Compra			
Atas de registro de preço de fornecedores para a ajuda humanitária aos municípios vigentes para o próximo ano			
NÍVEIS DE IMPACTO	NÍVEIS DE REFERÊNCIA	DESCRIÇÃO	SIMBOLOGIA
N4		Todos os itens	
N3	BOM	Colchão, travesseiro, higiene pessoal e desinfecção de residência	
N2	NEUTRO	Colchão e higiene pessoal	
N1		Nenhuma ata de registro de preço de fornecedores	

2.2 Gerenciamento dos estoques: atualmente a Defesa Civil estadual conta com três pontos de estoque localizados geograficamente nas regiões Sul, Norte e Grande Vitória, onde são armazenados os itens de ajuda humanitária. Esse PVE avalia o nível de estoque total dos itens de ajuda humanitária e tem como referência a população do estado de aproximadamente quatro milhões de habitantes.

A Tabela 25 apresenta a definição do nível de impacto, nível de referência, descrição e simbologia para o PVE 2.2 Gerenciamento dos estoques.

Tabela 25 – Descritor do PVE 2.2 Gerenciamento dos estoques

Descritor do PVE 2.2 Gerenciamento dos estoques			
Nível de estoque de cada item de ajuda humanitária (população 4 milhões)			
NÍVEIS DE IMPACTO	NÍVEIS DE REFERÊNCIA	DESCRIÇÃO	SIMBOLOGIA
N4		0,1 % da população estadual	
N3	BOM	0,075 % da população estadual	
N2	NEUTRO	0,05 % da população estadual	
N1		Abaixo de 0,05 % da população estadual	

3. Sistema de monitoramento e alerta desastres: apresenta a preocupação do decisor com o monitoramento contínuo das informações de risco e desastres com o intuito de prever e se preparar para eventos adversos. O PVF 3 foi desdobrado em três PVEs de segundo nível e três de terceiro nível, conforme Figura 24.

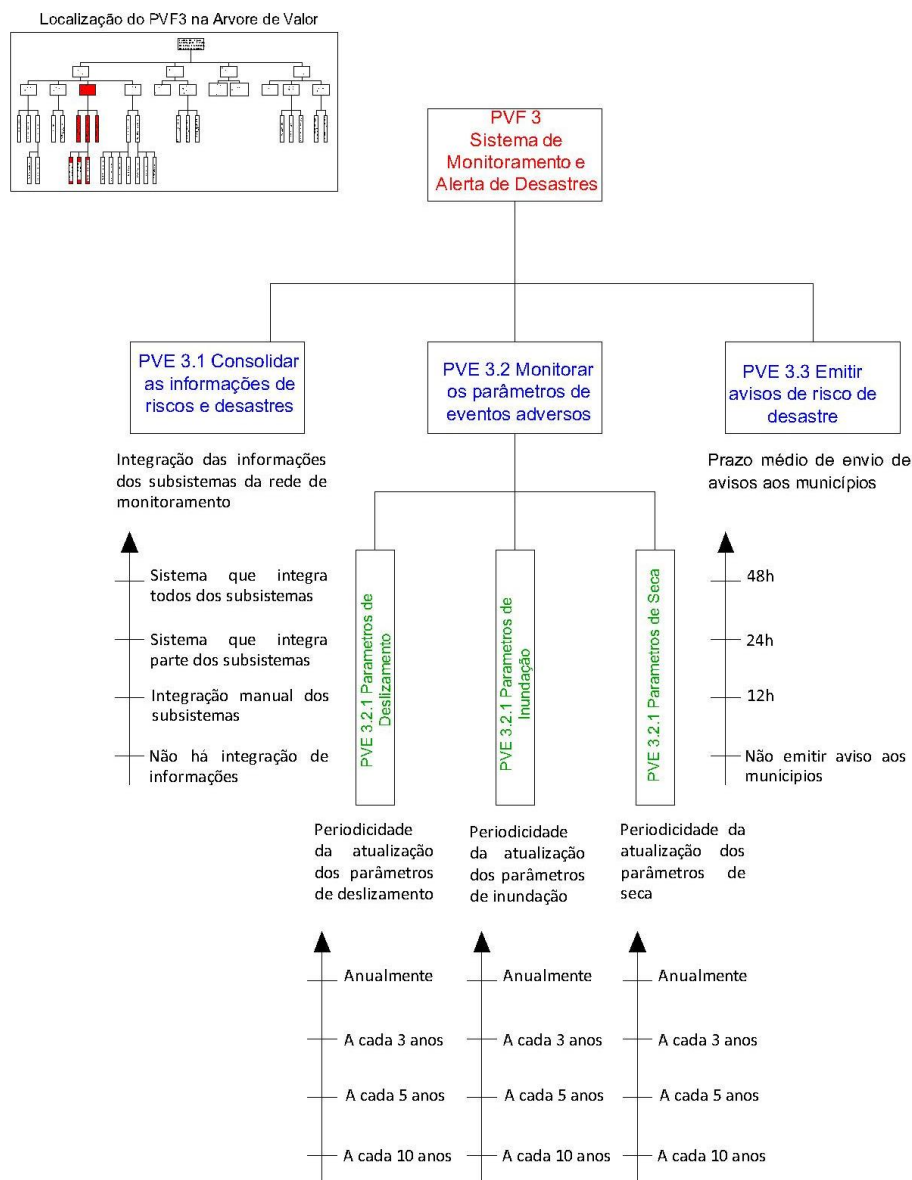


Figura 24 – Estados possíveis dos pontos de vista elementares derivados do PVF3

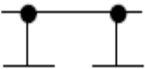
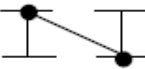
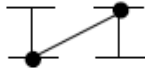
Fonte: Elaborado pela autora.

3.1 Consolidar as informações de riscos e desastres: versa sobre a forma de integração das informações fornecidas pelos diversos subsistemas da rede de monitoramento. A Defesa Civil estadual conta atualmente com duas fontes de informações meteorológicas: o Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER) e o Centro Nacional

de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEM). Além desses órgãos, o Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres (CENAD), pertencente à Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (SEDEC), repassa informações de monitoramento oriunda de outros órgãos nacionais.

A Tabela 26 apresenta a definição do nível de impacto, nível de referência, descrição e simbologia para o PVE 3.1 Consolidar as informações de riscos e desastres.

Tabela 26 – Descritor do PVE 3.1 Consolidar as informações de riscos e desastres

Descritor do PVE 3.1 Consolidar as informações de riscos e desastres			
Integração das informações dos subsistemas da rede de monitoramento			
NÍVEIS DE IMPACTO	NÍVEIS DE REFERÊNCIA	DESCRIÇÃO	SIMBOLOGIA
N4		Sistema que integra todos dos subsistemas	
N3	BOM	Sistema que integra parte dos subsistemas	
N2	NEUTRO	Integração manual dos subsistemas	
N1		Não há integração de informações	

3.2 Monitorar parâmetros de eventos adversos: esse PVE avalia a periodicidade de atualização dos parâmetros de monitoramento dos desastres naturais mais prováveis no estado em virtude de suas características demográficas, geográficas e climáticas. O decisor sentiu a necessidade de decompor em subpontos de vista elementares para melhor mensurar as ações potenciais para cada tipo de desastre.

As Tabelas 27, 28 e 29 apresentam a definição do nível de impacto, nível de referência, descrição e simbologia, para os PVE3.2.1 Parâmetros de deslizamento, PVE3.2.2 Parâmetros de inundação e PVE3.2.3 Parâmetros de seca, respectivamente.

Tabela 27 – Descritor do PVE3.2.1 Parâmetros de deslizamento

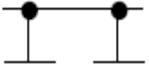
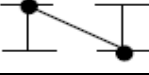
Descritor do PVE 3.2.1 Parâmetros de deslizamento			
Periodicidade da atualização dos parâmetros de deslizamento			
NÍVEIS DE IMPACTO	NÍVEIS DE REFERÊNCIA	DESCRIÇÃO	SIMBOLOGIA
N4		Anualmente	
N3	BOM	A cada 3 anos	
N2	NEUTRO	A cada 5 anos	
N1		A cada 10 anos	

Tabela 28 – Descritor do PVE3.2.2 Parâmetros de inundação

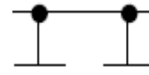
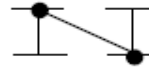
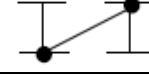
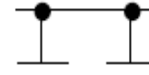
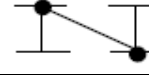
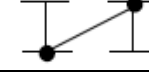
Descritor do PVE 3.2.2 Parâmetros de inundação			
Periodicidade da atualização dos parâmetros de inundação			
NÍVEIS DE IMPACTO	NÍVEIS DE REFERÊNCIA	DESCRIÇÃO	SIMBOLOGIA
N4		Anualmente	
N3	BOM	A cada 3 anos	
N2	NEUTRO	A cada 5 anos	
N1		A cada 10 anos	

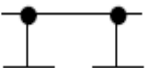
Tabela 29 – Descritor do PVE3.2.3 Parâmetros de seca

Descritor do PVE 3.2.3 Parâmetros de seca			
Periodicidade da atualização dos parâmetros de seca			
NÍVEIS DE IMPACTO	NÍVEIS DE REFERÊNCIA	DESCRIÇÃO	SIMBOLOGIA
N4		Anualmente	
N3	BOM	A cada 3 anos	
N2	NEUTRO	A cada 5 anos	
N1		A cada 10 anos	

3.3 Emitir avisos de risco de desastre: traduz a preocupação do decisor em relação a comunicação ágil e em tempo hábil aos municípios sobre os riscos de acontecimento de eventos adversos.

A Tabela 30 apresenta a definição do nível de impacto, nível de referência, descrição e simbologia para o PVE 3.3 Emitir avisos de risco de desastre.

Tabela 30 – Descritor do PVE 3.3 Emitir avisos de risco de desastre

Descritor do PVE 3.3 Emitir avisos de risco de desastre			
Prazo médio de envio de avisos aos municípios			
NÍVEIS DE IMPACTO	NÍVEIS DE REFERÊNCIA	DESCRIÇÃO	SIMBOLOGIA
N4		48 h	
N3	BOM	24 h	
N2	NEUTRO	12 h	
N1		Não emitir aviso aos municípios	

4. Equipamentos de resposta: esse PVF avalia o nível de equipagem das regionais por tipo de risco ao qual está mais suscetível e verifica o cadastro dos equipamentos e máquinas para uso da Defesa Civil dos órgãos de apoio e setoriais por regional. O PVF 4 foi decomposto em dois PVEs de segundo nível e sete PVEs de terceiro nível, no intuito de trazer o detalhamento necessário na visão do decisor, conforme apresentado na Figura 25.

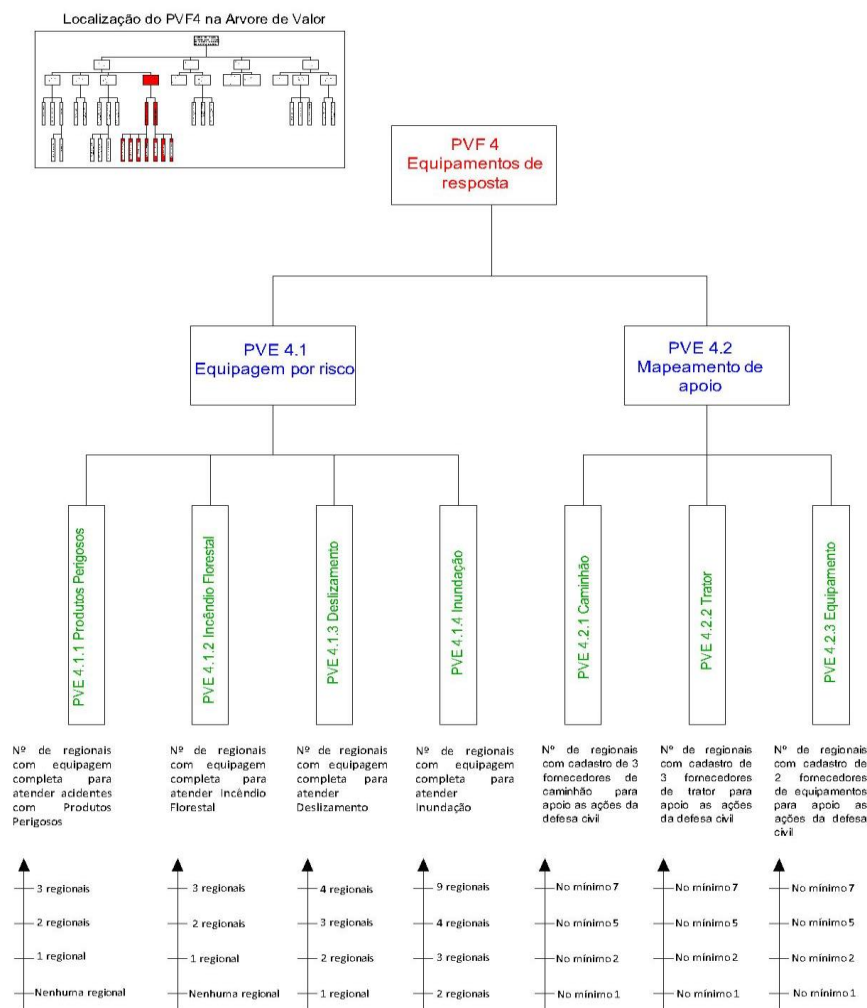


Figura 25 – Estados possíveis dos pontos de vista elementares derivados do PVF4

Fonte: Elaborado pela autora.

4.1 Equipagem por risco: o estado do Espírito Santo está dividido em nove regionais, cada uma com características particulares. Nesse sentido, o decisor explicou que algumas estão mais suscetíveis a determinados desastres do que outras e, dessa forma, é necessário equipar de forma estratégica os seis batalhões e as três companhias independentes do Corpo de Bombeiros sede das Regionais do Sistema Estadual de Proteção e Defesa Civil.

O decisor elencou riscos a desastres com produtos perigosos, incêndio florestal, deslizamento e inundação como principais preocupações com relação a equipamentos para combate e atuação.

As Tabelas 31, 32, 33 e 34 apresentam a definição do nível de impacto, nível de referência, descrição e simbologia para os PVE4.1.1 produtos perigosos, PVE4.1.2 incêndio florestal, PVE4.1.3 deslizamento e PVE4.1.4 inundação, respectivamente.

Tabela 31 – Descritor do PVE4.1.1 produtos perigosos

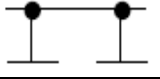
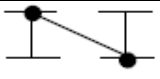
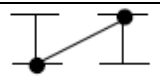
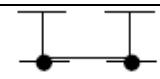
Descritor do PVE 4.1.1 Produtos Perigosos			
Nº de regionais com equipagem completa para atender acidentes com Produtos Perigosos			
NÍVEIS DE IMPACTO	NÍVEIS DE REFERÊNCIA	DESCRIÇÃO	SIMBOLOGIA
N4		3 regionais	
N3	BOM	2 regionais	
N2	NEUTRO	1 regional	
N1		Nenhuma regional	

Tabela 32 – Descritor do PVE4.1.2 Incêndio Florestal

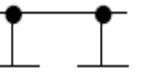
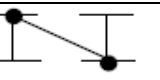
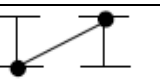
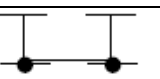
Descritor do PVE 4.1.2 Incêndio Florestal			
Nº de regionais com equipagem completa para atender Incêndio Florestal			
NÍVEIS DE IMPACTO	NÍVEIS DE REFERÊNCIA	DESCRIÇÃO	SIMBOLOGIA
N4		3 regionais	
N3	BOM	2 regionais	
N2	NEUTRO	1 regional	
N1		Nenhuma regional	

Tabela 33 – Descritor do PVE4.1.3 Deslizamento

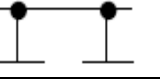
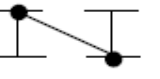
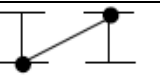
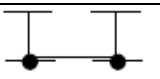
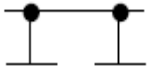
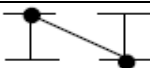
Descritor do PVE 4.1.3 Deslizamento			
Nº de regionais com equipagem completa para atender Deslizamento			
NÍVEIS DE IMPACTO	NÍVEIS DE REFERÊNCIA	DESCRIÇÃO	SIMBOLOGIA
N4		4 regionais	
N3	BOM	3 regionais	
N2	NEUTRO	2 regionais	
N1		1 regional	

Tabela 34 – Descritor do PVE4.1.4 Inundação

Descritor do PVE 4.1.4 Inundação			
Nº de regionais com equipagem completa para atender Inundação			
NÍVEIS DE IMPACTO	NÍVEIS DE REFERÊNCIA	DESCRIÇÃO	SIMBOLOGIA
N4		9 regionais	
N3	BOM	4 regionais	
N2	NEUTRO	3 regionais	
N1		2 regionais	

4.2 Mapeamento de apoio: esse PVE tem o intuito de verificar o cadastro de máquinas e equipamentos dos órgãos de apoio (Exército, Marinha) e dos órgãos de setoriais (Secretarias, Departamentos e Autarquias públicas) por regional para uso pela Defesa Civil em momentos de calamidade. Dessa forma, o coordenador consegue mapear e avaliar o nível o apoio com relação a máquinas e equipamentos que a Defesa Civil pode solicitar no território estadual.

As Tabelas 35, 36 e 37 apresentam a definição do nível de impacto, nível de referência, descrição e simbologia para os PVE4.2.1 Caminhões, PVE4.2.2 Trator e PVE4.2.3 Equipamentos, respectivamente.

Tabela 35 – Descritor do PVE4.2.1 Caminhões

Descritor do PVE 4.2.1 Caminhão			
Nº de regionais com cadastro de 3 fornecedores de caminhão para apoio as ações da defesa civil			
NÍVEIS DE IMPACTO	NÍVEIS DE REFERÊNCIA	DESCRIÇÃO	SIMBOLOGIA
N4		No mínimo 7	
N3	BOM	No mínimo 5	
N2	NEUTRO	No mínimo 2	
N1		No mínimo 1	

Tabela 36 – Descritor do PVE4.2.2 Trator

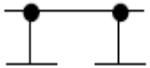
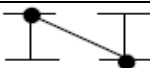
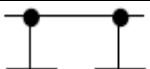
Descritor do PVE 4.2.2 Trator			
Nº de regionais com cadastro de 3 fornecedores de trator para apoio as ações da Defesa Civil			
NÍVEIS DE IMPACTO	NÍVEIS DE REFERÊNCIA	DESCRIÇÃO	SIMBOLOGIA
N4		No mínimo 7	
N3	BOM	No mínimo 5	
N2	NEUTRO	No mínimo 2	
N1		No mínimo 1	

Tabela 37 – Descritor do PVE4.2.3 Equipamentos

Descritor do PVE 4.2.3 Equipamento			
Nº de regionais com cadastro de 2 fornecedores de equipamentos para apoio as ações da Defesa Civil			
NÍVEIS DE IMPACTO	NÍVEIS DE REFERÊNCIA	DESCRIÇÃO	SIMBOLOGIA
N4		No mínimo 7	
N3	BOM	No mínimo 5	
N2	NEUTRO	No mínimo 2	
N1		No mínimo 1	

5. Ameaças, suscetibilidades e vulnerabilidades a desastres: esse PVF consiste na avaliação da periodicidade de atualização das pranchas setoriais dos municípios contendo mapeamentos dos riscos e sugestões de intervenção. O Governo Federal firmou um convênio de cooperação mútua para executar, em todo o país, o diagnóstico e o mapeamento das áreas com potencial de risco alto e muito alto. O programa foi executado pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM) e, no estado do Espírito Santo, todos os 78 municípios foram mapeados.

Não foram necessários desdobramentos em PVEs, pois o decisor entende que a partir do PVF 5 é possível mensurar a ação pontencial.

A Tabela 38 apresenta a definição do nível de impacto, nível de referência, descrição e simbologia para o PVF5 Ameaças, suscetibilidades e vulnerabilidades a desastres.

Tabela 38 – Descritor do PVF5 Ameaças, suscetibilidades e vulnerabilidades a desastres

Descritor do PVF 5 Ameaças, suscetibilidades e vulnerabilidades a desastres			
Atualização pranchas setoriais do estado			
NÍVEIS DE IMPACTO	NÍVEIS DE REFERÊNCIA	DESCRIÇÃO	SIMBOLOGIA
N4		A cada 5 anos	
N3	BOM	A cada 8 anos	
N2	NEUTRO	A cada 10 anos	
N1		Superior a 10 anos	

6. Cadastro dos Planos Municipais: esse PVF consiste em avaliar quantos municípios possuem planos para prevenção, preparação, recuperação e respostas a desastres cadastrados na Defesa Civil estadual. As coordenadorias municipais de Proteção e Defesa Civil, conforme legislação vigente, possuem as atribuições de elaborar e implementar os planos municipais de redução de riscos, de uso e ocupação do solo e de contingência. O PVF 6 foi decomposto em três PVEs de segundo nível, conforme apresentado na Figura 26.

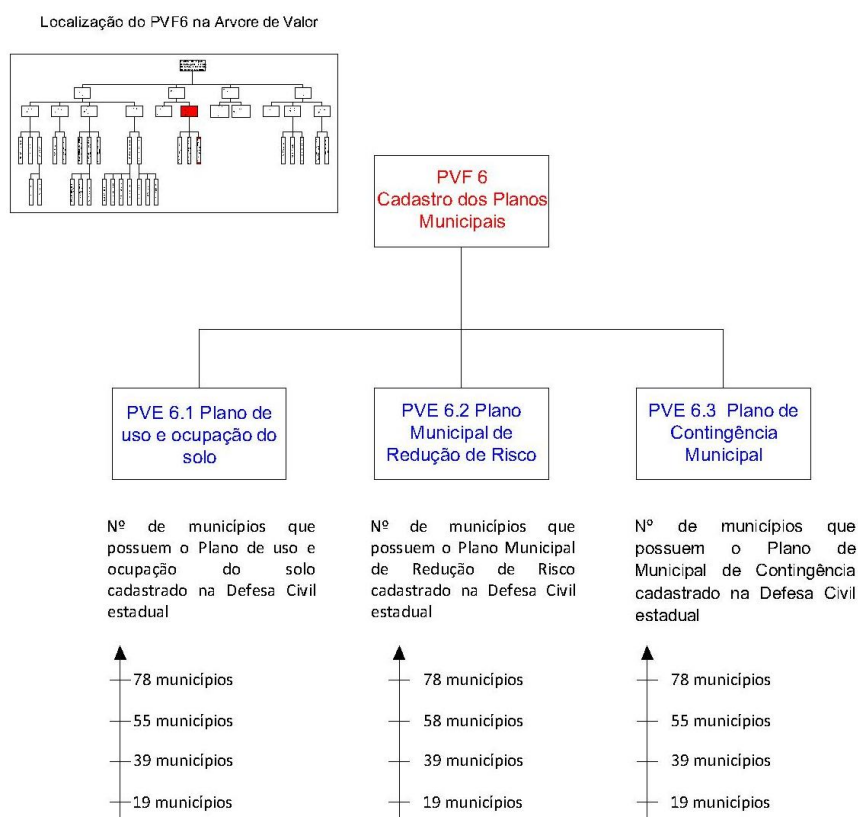


Figura 26 – Estados possíveis dos pontos de vista elementares derivados do PVF6

Fonte: Elaborado pela autora.

As Tabelas 39, 40 e 41 apresentam a definição do nível de impacto, nível de referência, descrição e simbologia para o PVE6.1.1 Plano de uso e ocupação do solo, PVE6.1.2 Plano municipal de redução de riscos e PVE6.1.3 Plano municipal de contingência, respectivamente.

Tabela 39 – Descritor do PVE6.1.1 Plano de uso e ocupação do solo

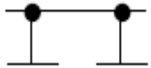
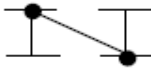
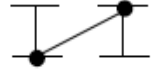
Descritor do PVE 6.1 Plano de uso e ocupação do solo			
Nº de municípios que possuem o Plano de uso e ocupação do solo cadastrado na Defesa Civil estadual			
NÍVEIS DE IMPACTO	NÍVEIS DE REFERÊNCIA	DESCRIÇÃO	SIMBOLOGIA
N4		78 municípios	
N3	BOM	55 municípios	
N2	NEUTRO	39 municípios	
N1		19 municípios	

Tabela 40 – Descritor do PVE6.1.2 Plano municipal de redução de riscos

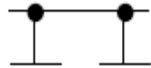
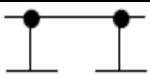
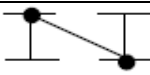
Descritor do PVE 6.2 Plano Municipal de Redução de Risco			
Nº de municípios que possuem o Plano Municipal de Redução de Risco cadastrado na Defesa Civil estadual			
NÍVEIS DE IMPACTO	NÍVEIS DE REFERÊNCIA	DESCRIÇÃO	SIMBOLOGIA
N4		78 municípios	
N3	BOM	55 municípios	
N2	NEUTRO	39 municípios	
N1		19 municípios	

Tabela 41 – Descritor do PVE6.1.3 Plano municipal de contingência

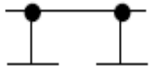
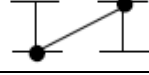
Descritor do PVE 6.3 Plano de Municipal de Contingência			
Nº de municípios que possuem o Plano de Municipal de Contingência cadastrado na Defesa Civil estadual			
NÍVEIS DE IMPACTO	NÍVEIS DE REFERÊNCIA	DESCRIÇÃO	SIMBOLOGIA
N4		78 municípios	
N3	BOM	55 municípios	
N2	NEUTRO	39 municípios	
N1		19 municípios	

7. Vistoriar edificações, construções e áreas em situação de risco para a vida humana: esse PVF consiste em avaliar a capacidade de atendimento da Defesa Civil para as solicitações de vistoria a edificações, construções e áreas em situação de risco. Essas ações são importantes para analisar as intervenções necessárias de acordo com a situação ou ameaça evidenciada.

Não foram necessários desdobramentos em PVEs, pois o decisor entende que a partir do PVF 7 é possível mensurar a ação pontencial.

A Tabela 42 apresenta a definição do nível de impacto, nível de referência, descrição e simbologia para o PVF7 Vistoriar edificações, construções e áreas em situação de risco para a vida humana.

Tabela 42 – Descritor do PVF7 Vistoriar edificações, construções e áreas em situação de risco para a vida humana

Descritor do PVF 7 Vistoriar dificações, construções e áreas em situação de risco para a vida humana			
% de solicitações de vistorias não atendidas pela Defesa Civil Estadual			
NÍVEIS DE IMPACTO	NÍVEIS DE REFERÊNCIA	DESCRIÇÃO	SIMBOLOGIA
N4		Zero	
N3	BOM	0,1	
N2	NEUTRO	0,2	
N1		Superior a 20%	

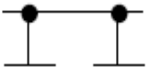
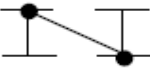
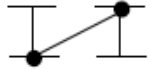
8. Obras estruturantes: é atribuição da CEPDEC criar mecanismos de incentivo econômico destinado a viabilizar a implementação de ações de planejamento e medidas

institucionais, entre estas obras em áreas de risco. Esse PVF visa a avaliar o impacto das obras estruturantes, realizadas com recurso financeiro do fundo estadual de Proteção e Defesa Civil, sobre o número de pessoas saídas do risco no ano proveniente de obras estruturantes no estado do ES. Para tal, a base de cálculo é o estudo realizado pelo CPRM.

Não foram necessários desdobramentos em PVEs, pois o decisor entende que a partir do PVF 8 é possível mensurar a ação pontecial.

A Tabela 43 apresenta a definição do nível de impacto, nível de referência, descrição e simbologia para o PVF8 Obras estruturantes.

Tabela 43 - Descritor do PVF8 Obras estruturantes

Descritor do PVF 8 Obras estruturantes			
Quantidade de pessoas saídas do risco no Estado no ano proveniente de obras estruturantes			
NÍVEIS DE REFERÊNCIA	NÍVEIS DE IMPACTO	DESCRIÇÃO	SIMBOLOGIA
	N4	0,05	
BOM	N3	0,03	
NEUTRO	N2	0,01	
	N1	Zero	

9. Federal: esse PVF procura avaliar a prestação de informações à Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (SEPDEC) ou órgão correspondente em nível federal sobre as ocorrências de desastres e atividades de proteção e Defesa Civil no estado. A interlocução da Defesa Civil estadual com os órgãos federais é de extrema importância para a solicitação de reconhecimento de situação anormal, de recurso, de apoio técnico operacional.

Não foram necessários desdobramentos em PVEs, pois o decisor entende que a partir do PVF 9 é possível mensurar a ação pontecial.

A Tabela 44 apresenta a definição do nível de impacto, nível de referência, descrição e simbologia para o PVF9 Federal.

Tabela 44 – Descritor do PVF9 Federal

Descritor do PVF 9 Federal			
Tempo médio de conclusão de envio de processo para órgão federais no ano			
NÍVEIS DE IMPACTO	NÍVEIS DE REFERÊNCIA	DESCRIÇÃO	SIMBOLOGIA
N4		7 dias	
N3	BOM	15 dias	
N2	NEUTRO	30 dias	
N1		Não concluído	

10. Comitê Estadual: procura avaliar a articulação da Defesa Civil com as demais Secretarias de Estado para promoção das ações de Proteção e Defesa Civil no estado. O PVF 10 foi desdobrado em três PVEs de segundo nível, conforme Figura 27.

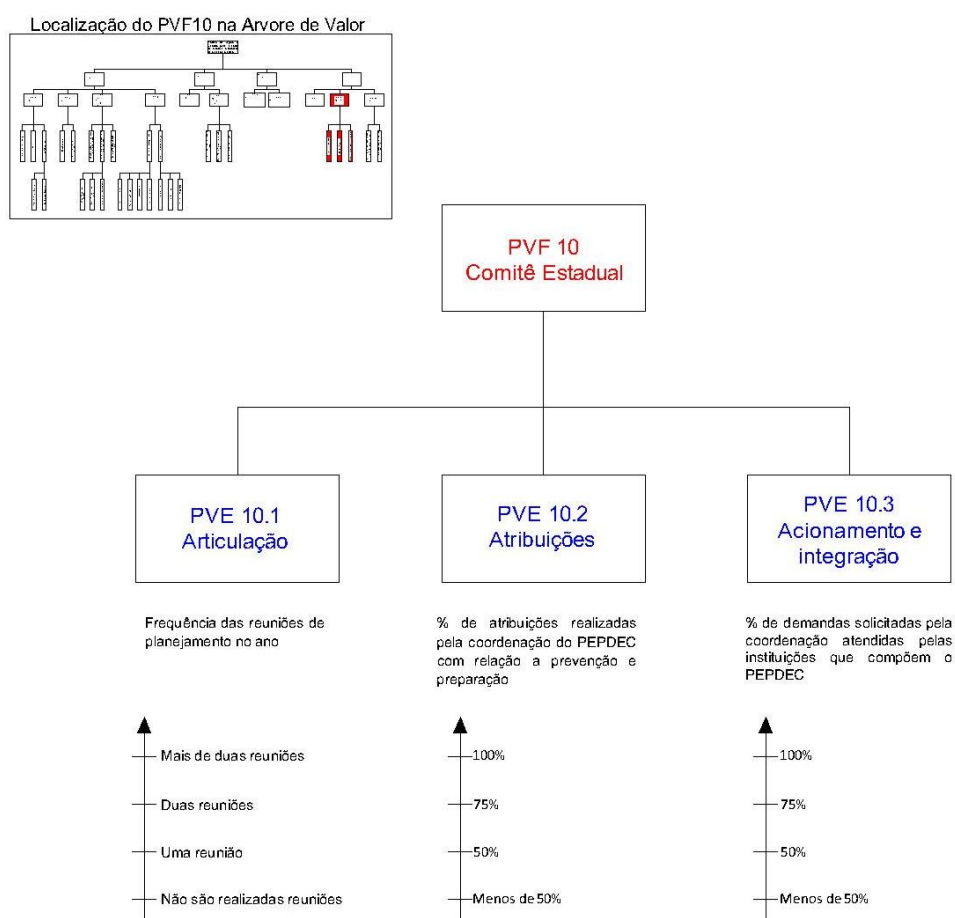


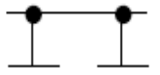
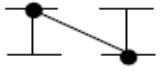
Figura 27 – Estados possíveis dos pontos de vista elementares derivados do PVF10

Fonte: Elaborado pela autora.

10.1 Articulação: é de responsabilidade da CEPDEC coordenar as ações desempenhadas pelo comitê e ativar os fluxos de informações e comunicações visando a integração operacional.

A Tabela 45 apresenta a definição do nível de impacto, nível de referência, descrição e simbologia para o PVE 10.1 Articulação.

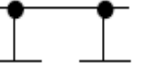
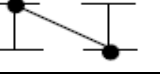
Tabela 45 – Descritor do PVE10.1 Articulação

Descritor do PVE 10.1 Articulação			
Frequência das reuniões de planejamento no ano			
NÍVEIS DE IMPACTO	NÍVEIS DE REFERÊNCIA	DESCRIÇÃO	SIMBOLOGIA
N4		Mais de duas reuniões	
N3	BOM	Duas reuniões	
N2	NEUTRO	Uma reunião	
N1		Não são realizadas reuniões	

10.2 Atribuições: O PEPDEC apresenta as atribuições de cada uma das instituições representadas no comitê divididas em três fases distintas: prevenção, preparação e resposta. Esse PVE visa a mensurar se as atribuições, em específico, da Coordenadoria Estadual de Proteção e Defesa Civil (CEPDEC) nas fases de prevenção e preparação estão sendo realizadas.

A Tabela 46 apresenta a definição do nível de impacto, nível de referência, descrição e simbologia para o PVE 10.2 Atribuições.

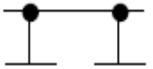
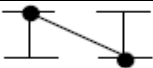
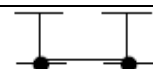
Tabela 46 – Descritor do PVE10.2 Atribuições

Descritor do PVE 10.2 Atribuições			
% de atribuições realizadas pela coordenação do PEPDEC com relação a prevenção e preparação			
NÍVEIS DE IMPACTO	NÍVEIS DE REFERÊNCIA	DESCRIÇÃO	SIMBOLOGIA
N4		100%	
N3	BOM	75%	
N2	NEUTRO	50%	
N1		Menos de 50%	

10.3 Acionamento e integração: é de responsabilidade da CEPDEC coordenar as ações desempenhadas pelo comitê, sendo assim esse PVE consiste em avaliar se as demandas solicitadas pela coordenadoria foram atendidas pelas instituições que compõem o comitê.

A Tabela 47 apresenta a definição do nível de impacto, nível de referência, descrição e simbologia para o PVE 10.3 Acionamento e integração.

Tabela 47 – Descritor do PVE10.3 Acionamento e integração

Descritor do PVE 10.3 Acionamento e integração			
% de demandas solicitadas pela coordenação atendidas pelas instituições que compõem o PEPDEC			
NÍVEIS DE IMPACTO	NÍVEIS DE REFERÊNCIA	DESCRIÇÃO	SIMBOLOGIA
N4		100%	
N3	BOM	75%	
N2	NEUTRO	50%	
N1		Menos de 50%	

11. Municipal: consiste em avaliar a atuação da Defesa Civil estadual no apoio, sempre que necessário, aos municípios na estruturação e atuação da Defesa Civil local. O PVF 11 foi desdobrado em dois PVEs de segundo nível, conforme Figura 28.

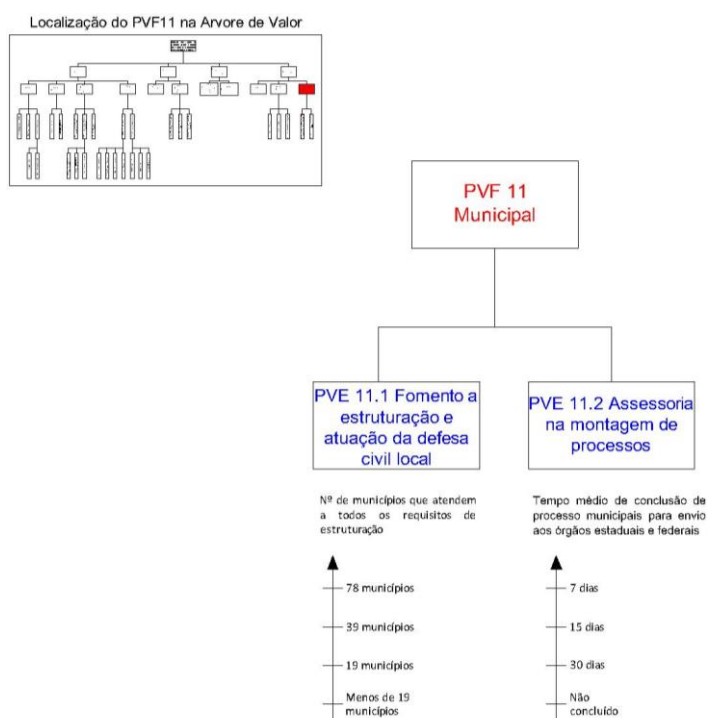


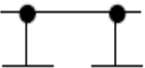
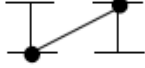
Figura 28 – Estados possíveis dos pontos de vista elementares derivados do PVF11

Fonte: Elaborado pela autora.

11.1 Fomento a estruturação e atuação da defesa civil local: esse PVE tem por objetivo avaliar a estruturação da defesa civil local. Na perspectiva do decisor, os municípios devem possuir coordenador exclusivo, plano de contingência elaborado e implementado, fundo de defesa civil para recebimento de recursos estaduais e federais e mapeamento de riscos.

A Tabela 48 apresenta a definição do nível de impacto, nível de referência, descrição e simbologia, para o PVE 11.1 Fomento a estruturação e atuação da defesa civil local.

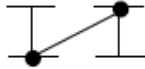
Tabela 48 – Descritor do PVE11.1 Fomento a estruturação e atuação da defesa civil local

Descritor do PVE 11.1 Fomento a estruturação e atuação da defesa civil local			
Nº de municípios que atendem a todos os requisitos de estruturação da defesa civil local			
NÍVEIS DE IMPACTO	NÍVEIS DE REFERÊNCIA	DESCRIÇÃO	SIMBOLOGIA
N4		78 municípios	
N3	BOM	39 municípios	
N2	NEUTRO	19 municípios	
N1		Menos de 19 municípios	

11.2 Assessoria na montagem de processos: consiste em avaliar o tempo de envio de processo sem pendências pelos municípios à Defesa Civil Estadual e Federal para solicitação de apoio.

A Tabela 49 apresenta a definição do nível de impacto, nível de referência, descrição e simbologia para o PVE 11.2 Assessoria na montagem de processos.

Tabela 49 – Descritor do PVE11.2 Assessoria na montagem de processos

Descritor do PVE 11.2 Assessoria na montagem de processos			
Tempo médio de conclusão de processo municipais para envio aos órgãos estaduais e federais			
NÍVEIS DE IMPACTO	NÍVEIS DE REFERÊNCIA	DESCRIÇÃO	SIMBOLOGIA
N4		7 dias	
N3	BOM	15 dias	
N2	NEUTRO	30 dias	
N1		Não concluído	

Com a construção dos descritores, finaliza-se a fase da estruturação do modelo multicritério proposto. A fase seguinte, de avaliação do modelo será apresentada no próximo tópico.

6.2 Fase de Avaliação

Conforme apresentado no capítulo 5, na fase de Avaliação, são executadas três etapas: a elaboração das funções de valor, a determinação das taxas de substituição dos critérios e o desenvolvimento da avaliação global e do perfil de impacto da situação atual. Essas etapas são apresentadas a seguir.

6.2.1 Funções de valor

As funções de valor são um instrumento para auxiliar o decisor a expressar, de forma numérica, suas preferências. Ela é usada para ordenar a intensidade de preferência (diferença de atratividade) entre os pares de níveis de impacto de um decisor de um ponto de vista fundamental de acordo com o sistema de valor do decisor (ENSSLIN; MONTIBELLER; NORONHA, 2001).

Neste trabalho, o método a ser utilizado para construir as funções de valor é o julgamento semântico, método no qual as funções de valor são construídas a partir de comparações par-a-par da diferença de atratividade entre os níveis de impacto. O decisor exprime os seus juízos absolutos de diferença de atratividade de um nível de desempenho para outro por meio de uma escala ordinal semântica com seis categorias (mais informações na seção 5.2.2). A partir das respostas obtidas do decisor, são elaboradas as matrizes de julgamento de cada descritor, que servem de subsídio para calcular as funções de valor.

O método de julgamento de valor utilizado é o sistema M-MACBETH, conforme definido no Capítulo 5, item 5.2.2, seção “Abordagem MACBETH para construção de um critério cardinal”, que trata do método desenvolvido por Bana e Costa e Vanisck (1995) e

implementado em *software*, sendo este método considerado pelo autor como o mais apropriado para este trabalho.

Para obter as funções de valor de cada um dos descritores, foi solicitado ao decisor que preenchesse, para cada descritor, a sua correspondente matriz semântica e, então, as informações foram submetidas ao *software* MACBETH.

Para facilitar o processo de preenchimento da matriz semântica pelo decisor, o facilitador preparou uma planilha no Excel, contendo as categorias semânticas e a matriz com os 30 descritores do modelo. Cada aba da planilha corresponde ao conjunto de descritores de um ponto de vista fundamental (PVF). A título de demonstração do passo a passo para construção da função de valor, utilizaremos o descritor PVE 1.1 Agentes municipais. Os demais descritores encontram-se no Apêndice 1 – Ordenação de Opções ou Níveis de Performance de Cada Critério. A Figura 29, a seguir, ilustra a planilha de apoio criada pelo facilitador.

funcao de valor - Excel

Arquivo

Página Inicial

Inserir

Layout da Página

Fórmulas

Dados

Revisão

Exibição

Times New Roma - 12 - A - A -

N

I

S

B

U

L

A

Fonte

Alinhamento

Número

Quebrar Texto Automaticamente

Mesclar e Centralizar

Formato Condicional

Formatar como Tabela

Estilos de Célula

Inserir

Excluir Form

Células

Área de Transf...

C12

✕

✓

fó

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Descritor do PVE 1.1 Agentes municipais							
2	Nº de municípios que participaram do ciclo completo de formação da defesa civil no ano							
3	NÍVEIS DE REFERÊNCIA	NÍVEIS DE IMPACTO	DESCRIÇÃO					
4		N4	78 municípios					
5	BOM	N3	39 municípios					
6	NEUTRO	N2	19 municípios					
7		N1	Abaixo de 19 municípios					
8								
9								
10	DIFERENÇA DE ATRATIVIDADE AO PASSAR DE UM NÍVEL PARA OUTRO							
11		N4	N3	N2	N1			
12	N4	NULA						
13	N3		EXTREMA MUITO FORTE MODERADA MUITO FRACA INDIFERENTE					
14	N2			NULA				
15	N1				NULA			
16								
17								
18								
19								
20								

Categorias Semânticas

C6EXTREMA

C5MUITO FORTE

C4FORTE

C3MODERADA

C2FRACA

C1MUITO FRACA

C0INDIFERENTE

PVF 1 Humanos

PVF 2 Suprimentos

PVF 3 Sistema de Monitoramento

PVF 4 Equipamentos de ...

Figura 29 – Planilha de apoio para matriz de julgamento do descritor do PVE 1.1 Agentes municipais

O facilitador acompanhou o processo de preenchimento da matriz pelo decisor, que não apresentou dificuldades para expressar seus julgamentos. Com as matrizes preenchidas, o próximo passo foi alimentar o *software* com as informações obtidas. Durante esse processo, foram detectados dois casos de inconsistência nos julgamentos do decisor, assim foi solicitado ao decisor que preenchesse novamente a matriz de julgamento, o que não apresentou mais inconsistências na nova versão.

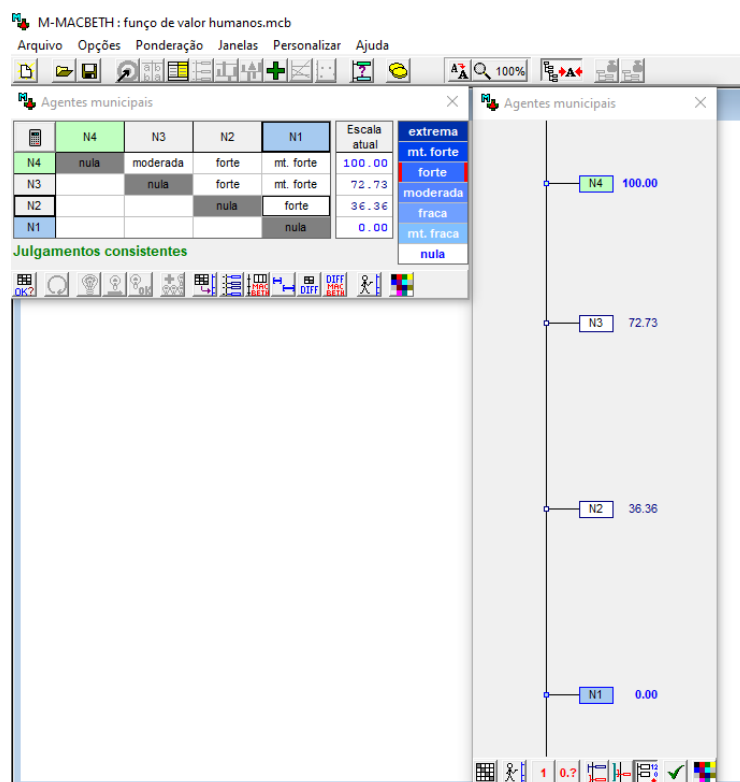


Figura 30 – Determinação da escala das funções de valor do descritor PVE 1.1 – Agentes municipais

Fonte: M-MACBETH, 2021

Depois de estimadas as escalas de intervalo, deve-se fixar para cada descritor o valor da escala referente ao nível Neutro, em 0 (zero), e o valor da escala relativa ao nível Bom, em 100 (cem) (BANA E COSTA; VANSNICK, 1995). Essa transformação permite ancorar a faixa de variação das funções de valor, fazendo com que o nível Bom tenha atratividade equivalente em todos os descritores, o mesmo ocorrendo com o nível Neutro (ENSSLIN; MONTIBELLER; NORONHA, 2001). A Figura 31 apresenta a mesma matriz anterior, já com a nova escala.

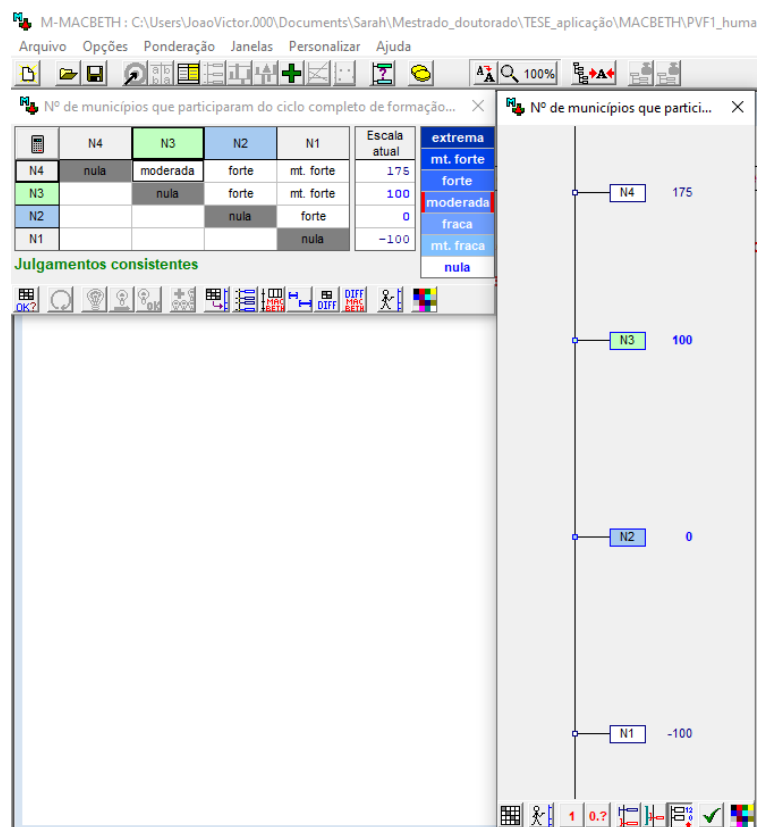


Figura 31 – Determinação da escala das funções de ancoragem pelo método MACBETH do descritor PVE 1.1 – Agentes municipais

Fonte: M-MACBETH, 2021

6.2.2 Taxa de substituição

As taxas de substituição são parâmetros que os decisores julgaram adequados para agregar, de forma compensatória, desempenhos locais (nos critérios) em uma performance global (ENSSLIN; MONTIBELLER; NORONHA, 2001).

As taxas de substituição são necessárias porque, quando se analisam ações potenciais utilizando modelo multicritério, raramente ocorre de uma ação potencial ser melhor que as outras em todos os critérios do modelo (ação potencial com um grande benefício geralmente tem custo alto e vice-versa). É necessário, então, definir uma forma de agregar as diversas dimensões de avaliação (ENSSLIN; MONTIBELLER; NORONHA, 2001).

Neste trabalho, adotaremos uma abordagem construtivista, que não considera a existência de taxas de substituição “verdadeiras”. Esse posicionamento é escolhido por considerar que o problema é construído e único, pertencendo aos decisores. Dessa forma, não

faz sentido usar taxas de substituição que foram definidas para um modelo em outro. Outro motivo para a escolha desse posicionamento é que as pessoas não têm taxas de substituição definidas em sua mente. São parâmetros construídos para o modelo multicritério, e não pré-existentes na mente dos decisores (ENSSLIN; MONTIBELLER; NORONHA, 2001).

Dentre os vários métodos utilizados para determinar taxas de substituição, neste trabalho, foi escolhido o método Swing Weights, para as taxas de substituição dos critérios (PVFs), e o método comparação par-a-par, para as taxas de substituição dos subcritérios (PVEs). A escolha dos métodos foi uma opção acordada entre decisor e facilitador após analisar algumas opções.

Determinação das taxas de substituição dos critérios

- Método Swing Weights

Primeiramente, foi preenchida a matriz de ordenação, em que os decisores responderam ao seguinte questionamento: Estando os pontos de vista fundamentais PVF 1 – Humanos e PVF 2 – Suprimentos, ambos no nível “neutro”, seria mais atrativo passar para o nível “bom” no PVF 1 ou no PVF 2, mantidos todos os demais PVFs no nível “neutro”?

Esse questionamento foi feito comparando, um a um, todos os PVFs do modelo. A Tabela 50, a seguir, apresenta a matriz já preenchida, em que aparece também o somatório e a ordem definida, segundo as preferências do decisor.

Tabela 50 – Apresentação da ordenação dos critérios pela Matriz de Ordenação – Roberts

Matriz de Roberts – PVF													
	PVF1	PVF2	PVF3	PVF4	PVF5	PVF6	PVF7	PVF8	PVF9	PVF10	PVF11	Soma	Ordem
PVF1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	1º
PVF2	0		0	0	1	1	0	0	1	0	0	3	8º
PVF3	0	1		1	1	1	0	0	1	1	0	6	5º
PVF4	0	1	0		1	1	0	0	1	0	0	4	7º
PVF5	0	0	0	0		1	0	0	1	0	1	3	9º
PVF6	0	0	0	0	0		0	0	1	0	0	1	10º
PVF7	0	1	1	1	1	1		0	1	0	0	6	6º
PVF8	0	1	1	1	1	1	1		1	0	1	8	3º
PVF9	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	11º
PVF10	0	1	0	1	1	1	1	1	1		1	8	2º
PVF11	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0		6	4º

Após definida a ordem dos critérios, o método inicia-se com o critério que, segundo o decisor, é o mais atrativo entre os demais e se faz uma impactação desse critério no nível Bom 100 pontos e no nível Neutro 0. Em seguida, faz-se a comparação dos demais critérios com relação a esse critério mais atrativo (QUIRINO, 2002).

O critério mais atrativo, segundo o decisor, foi o PVF 1 – Humanos, o qual tem uma pontuação de 100 pontos no nível Bom. Então, o facilitador questiona o decisor com relação ao segundo PVF mais atrativo, nesse caso, o PVF 10 – Comitê Estadual, “Qual seria a pontuação máxima que esse PVF tem com relação ao PVF 1, o mais atrativo de todos?” O decisor respondeu 90 pontos. O mesmo questionamento foi realizado para os demais PVFs com relação ao PVF 1 e se obtiveram os seguintes resultados:

1. PVF 1 – 100 pontos
2. PVF 10 – 90 pontos
3. PVF 8 – 85 pontos
4. PVF 11 – 80 pontos
5. PVF 3 – 75 pontos
6. PVF 7 – 70 pontos
7. PVF 4 – 68 pontos
8. PVF 2 – 65 pontos
9. PVF5 – 60 pontos
10. PVF 6 – 55 pontos

11. PVF 9 – 50 pontos

Assim, é necessário normalizar esses valores de tal forma que a soma deles seja igual a 1. Isso é feito dividindo-se os pontos de cada um dos PVFs pelo somatório de todos os pontos (ENSSLIN; MONTIBELLER; NORONHA, 2001).

Somatório de todos os pontos: 798

- PVF 1 — Humanos $100/798 = 0,1253$ ou 13%
- PVF 10 — Comitê estadual $90/798 = 0,1127$ ou 11%
- PVF 8 — Obras estruturantes $85/798 = 0,1065$ ou 11%
- PVF 11 — Municipal $80/798 = 0,1002$ ou 10%
- PVF 3 — Sistema de monitoramento e alerta de desastres $75/798 = 0,0939$ ou 9%
- PVF 7 — Vistoriar edificações, construções e áreas em situação de risco para a vida humana $70/798 = 0,0877$ ou 9%
- PVF 4 — Equipamentos de resposta $68/798 = 0,852$ ou 9%
- PVF 2 — Suprimentos $65/798 = 0,0814$ ou 8%
- PVF5 — Ameaças, suscetibilidades e vulnerabilidades a desastres $60/798 = 0,0751$ ou 7%
- PVF 6 — Cadastro dos planos municipais $55/798 = 0,0689$ ou 7%
- PVF 9 — Federal $50/798 = 0,0626$ ou 6%

Na Figura 32, são apresentados os PVFs na forma de árvore de valor com as respectivas taxas de substituição de cada um.

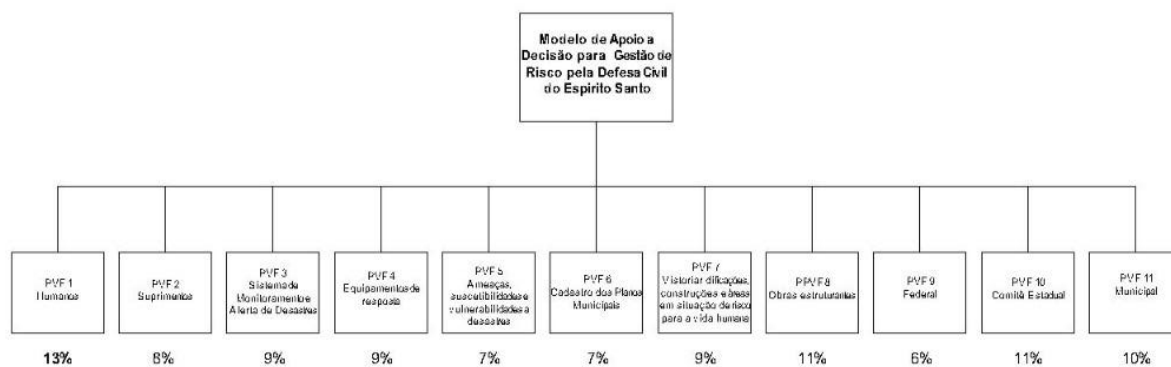


Figura 32 – Árvore de PVFs com as Taxas de Compensação

Fonte: Elaborado pela autora.

Determinação das taxas de substituição dos subcritérios

- Método comparação par-a-par

Para cada PVF, em cada nível hierárquico de PVEs, o procedimento utilizado consistiu em ordenar os PVEs, preencher as matrizes de juízo de valor e submeter os dados obtidos ao MACBETH.

Para exemplificar o procedimento adotado, será ilustrado o processo de obtenção das taxas de substituição de acordo com as preferências do decisor dos PVEs de segundo nível: PVE 1.1 – agentes municipais; PVE 1.2 – Equipe CEPDEC e PVE 1.3 –Voluntários, conforme mostra a Figura 33.

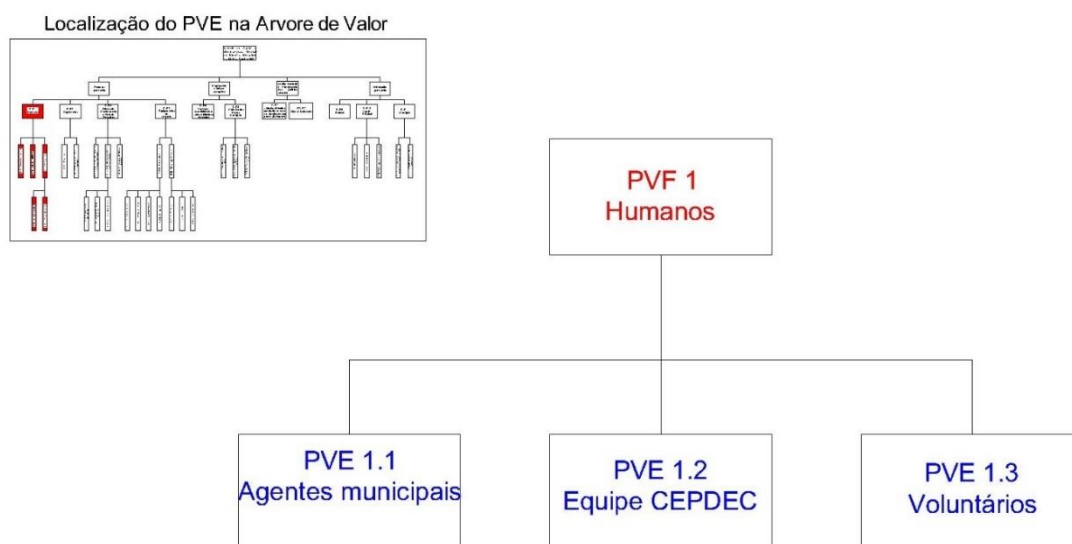


Figura 33 – Localização dos PVE na árvore de valor para determinação das taxas de substituição

Fonte: Elaborado pela autora.

Para ordenar preferencialmente os subcritérios, o facilitador perguntou ao decisor: “Estando os pontos de vista mais elementares PVE 1.1 – Agentes municipais e PVE 1.2 – Equipe CEPDEC ambos no nível “Neutro”, seria mais atrativo passar para o nível ‘Bom’ no PVE 1.1 ou no PVE 1.2?”. O decisor respondeu que o PVE 1.2 é preferível. Então, o facilitador colocou 0 na linha do PVE 1.1, intersecção com a coluna do PVE 1.2, e 1 na linha do PVE 1.2, intersecção com a coluna do PVE 1.1.

O facilitador continuou os questionamentos:

“Estando os pontos de vista mais elementares PVE 1.1 – Agentes municipais e PVE 1.3 – Voluntários ambos no nível ‘Neutro’, seria mais atrativo passar para o nível ‘Bom’ no PVE 1.1 ou no PVE 1.3?”. O decisor respondeu que o PVE 1.1 é preferível. Então, o facilitador colocou 1 na linha do PVE 1.1, intersecção com a coluna do PVE 1.3, e 0 na linha do PVE 1.3, intersecção com a coluna do PVE 1.1.

“Estando os pontos de vista mais elementares PVE 1.2 – Equipe CEPDEC e PVE 1.3 – Voluntários ambos no nível ‘Neutro’, seria mais atrativo passar para o nível ‘Bom’ no PVE 1.2 ou no PVE 1.3?”. O decisor respondeu que o PVE 1.2 é preferível. Então, o facilitador colocou 1 na linha do PVE 1.2, intersecção com a coluna do PVE 1.3, e 0 na linha do PVE 1.3, intersecção com a coluna do PVE 1.2.

As respostas foram colocadas na matriz de ordenação – Roberts para se ter uma ordem dos subcritérios, conforme Tabela 51.

Tabela 51 – Ordenação dos PVEs que constituem o PVF1 – Humanos pelo método da Matriz de Ordenação – Roberts

Matriz de Roberts - PVE 1.1, 1.2, 1.3					
	PVE1.1	PVE1.2	PVE1.3	Soma	Ordem
PVE1.1		0	1	1	2º
PVE1.2	1		1	2	1º
PVE1.3	0	0		0	3º

Com a ordem definida, foi preenchido o cabeçalho da matriz de juízo de valor respeitando essa ordem, o decisor fez o julgamento semântico e obteve o resultado como mostra a saída do software M-MACBETH, mostrada na Figura 34.

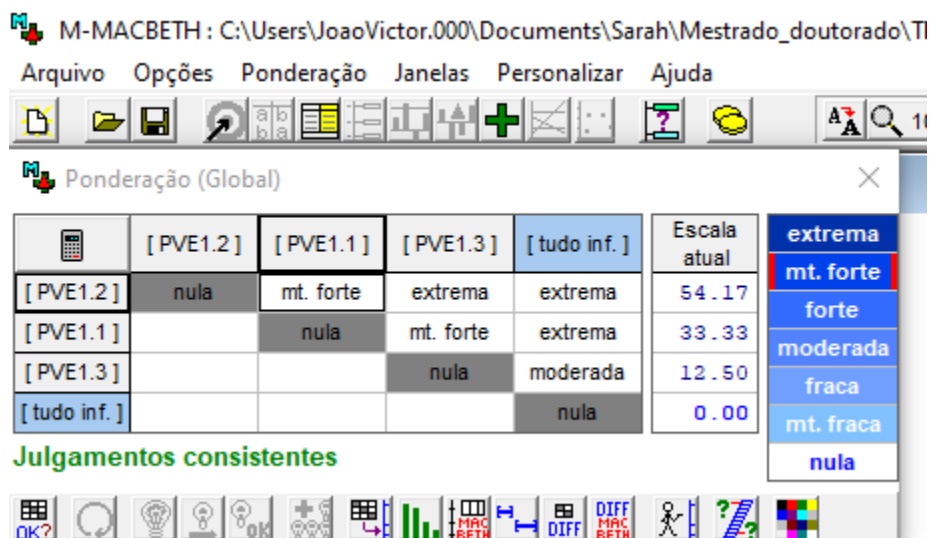


Figura 34 – Determinação das taxas de substituição dos PVE 1.1; PVE 1.2 e PVE 1.3 pelo método de julgamento semântico – MACBETH

Fonte: Software M-MACBETH, 2021.

O método MACBETH considera que o PVE menos preferível tem a taxa de substituição zero. Para que o PVE menos preferível tenha taxa de substituição diferente de zero, é necessário considerar um PVE (tudo inf.) que é uma ação fictícia menos preferível de todos os PVEs (QUIRINO, 2002).

Foi utilizado esse mesmo procedimento para todos os PVF's e seus respectivos PVE's. Todos os resultados foram mostrados ao decisor para sua validação. Os resultados encontram-se no Apêndice 2.

A Figura 35 mostra a árvore de valor do PVF 1 – Humanos com as suas taxas de substituição.

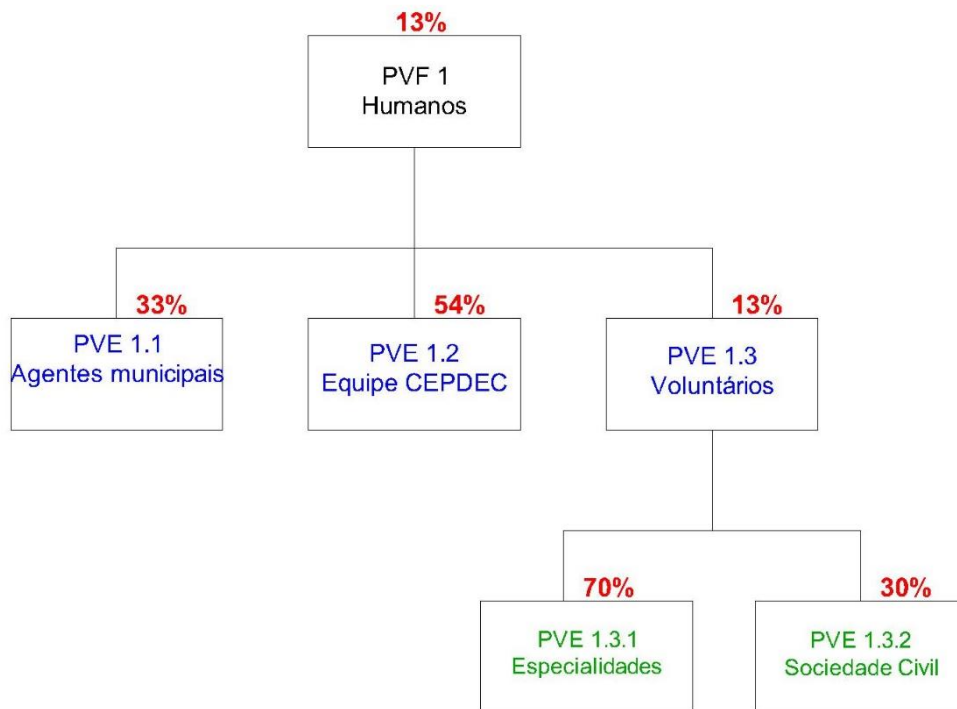


Figura 35 – Árvore de valor do PVF 1 – Humanos com as suas taxas de substituição

Fonte: Elaborado pela autora.

6.2.3 Avaliação Global

Para efetuar a avaliação global de uma ação potencial, em um modelo multicritério de agregação aditiva, são necessárias duas informações: a performance local da ação potencial, obtida a partir dos descritores e suas respectivas funções de valor, e as taxas de substituição do modelo. A partir delas, pode-se usar a fórmula de agregação aditiva para determinar a atratividade global da alternativa (ENSSLIN; MONTIBELLER; NORONHA, 2001).

O valor global de uma ação é uma combinação linear entre os valores globais de uma ação potencial e suas respectivas taxas de substituição, denominada fórmula de agregação aditiva, dada pela equação abaixo (QUIRINO, 2002):

$$V_G(a) = w_1v_1(a) + w_2v_2(a) + w_3v_3(a) + \dots + w_nv_n(a) \quad (1)$$

ou

$$V_G(a) = \sum_i^n w_i v_i(a) \quad (2)$$

em que:

$V_G(a)$ – **Valor Global do Desempenho** da ação potencial ‘a’;

W_i – **Taxa de Substituição** correspondente ao critério i (PVF i), $i = 1, 2, \dots, n$;

$V_i(a)$ – **Valor Parcial** de uma ação potencial ‘a’ no critério i, $i = 1, 2, \dots, n$.

As equações 1 e 2 estão submetidas às seguintes restrições:

- 1) $\sum_i^n w_i = 1 \rightarrow$ A somatória das taxas de substituição (pesos) é **igual a 1**;
- 2) $0 < w_i < 1, \forall i \rightarrow$ A taxa de substituição (peso) é um valor **positivo maior que 0 e menor que 1**;
- 3) $V_i(a) = 100, \forall i \rightarrow$ O valor parcial da ação ‘a’ no **nível Bom** para todos os critérios;
- 4) $V_i(a) = 0, \forall i \rightarrow$ O valor parcial da ação ‘a’ no **nível Neutro** para todos os critérios;
- 5) $V_G(a) = \sum_i^n w_i v_i(a) = 100 \rightarrow$ A pontuação global é igual a 1 quando o desempenho da ação ‘a’ é **impactado** em todos os critérios no **nível Bom**;
- 6) $V_G(a) = \sum_i^n w_i v_i(a) = 0 \rightarrow$ A pontuação global é igual a 0 quando o desempenho da ação ‘a’ é **impactado** em todos os critérios no **nível Neutro**.

O que essa formula de agregação pretende é transformar unidades de atratividade local (medida nos critérios) em unidades de atratividade global. Com isso, o que se quer é agregar a performance de uma ação nos múltiplos critérios em uma performance única à avaliação global da ação (ENSSLIN; MONTIBELLER; NORONHA, 2001).

A fórmula de Avaliação Global do modelo proposto é dada por:

$$\begin{aligned}
V_G = & \mathbf{W_1}\{W_{1.1}V_{1.1}(a) + W_{1.2}V_{1.2}(a) + W_{1.3}(W_{1.3.1}V_{1.3.1}(a) + W_{1.3.2}V_{1.3.2}(a))\} + \\
& \mathbf{W_2}\{W_{2.1}V_{2.1}(a) + W_{2.2}V_{2.2}(a)\} + \mathbf{W_3}\{W_{3.1}V_{3.1}(a) + W_{3.2}(W_{3.2.1}V_{3.2.1}(a) + \\
& W_{3.2.2}V_{3.2.2}(a)) + W_{3.2.3}V_{3.2.3}(a)) + W_{3.3}V_{3.3}(a)\} + \mathbf{W_4}\{W_{4.1}(W_{4.1.1}V_{4.1.1}(a) + \\
& W_{4.1.2}V_{4.1.2}(a) + W_{4.1.3}V_{4.1.3}(a) + W_{4.1.4}V_{4.1.4}(a)) + W_{4.2}(W_{4.2.1}V_{4.2.1}(a) + W_{4.2.2}V_{4.2.2}(a) + \\
& W_{4.2.3}V_{4.2.3}(a))\} + \mathbf{W_5}V_5(a) + \mathbf{W_6}\{W_{6.1}V_{6.1}(a) + W_{6.2}V_{6.2}(a) + W_{6.3}V_{6.3}(a)\} + \\
& \mathbf{W_7}V_7(a) + \mathbf{W_8}V_8(a) + \mathbf{W_9}V_9(a) + \mathbf{W_{10}}\{W_{10.1}V_{10.1}(a) + W_{10.2}V_{10.2}(a) + \\
& W_{10.3}V_{10.3}(a)\} + \mathbf{W_{11}}\{W_{11.1}V_{11.1}(a) + W_{11.2}V_{11.2}(a)\}
\end{aligned}
\tag{3}$$

em que:

$V_G(a)$ – **Valor Global do Desempenho** da gestão de risco no ano ‘a’;

W_i – **Taxa de Substituição** correspondente ao critério i (PVF i), (em destaque na cor azul);

$V_i(a)$ – **Valor Impactado** de uma ação potencial ‘a’ no critério i (PVF i) na escala corrigida (Função de Ancoragem).

Os subíndices $ijkw$ correspondem aos níveis associados à hierarquia do PVF, isto é:

W_{ijkw} – **Taxa de Substituição** correspondente ao subcritério $ijkw$ (PVE $ijkw$);

$V_{ijkw}(a)$ – **Valor Impactado** de uma ação potencial ‘a’ no critério $ijkw$ (PVE $ijkw$) na escala corrigida (Função de Ancoragem).

Substituindo-se as taxas de substituição dos critérios e subcritérios na Equação (3), obtém-se o seguinte resultado:

$$\begin{aligned}
V_G = & \mathbf{0,13}\{0,33V_{1.1}(a) + 0,54V_{1.2}(a) + 0,13(0,7V_{1.3.1}(a) + 0,3V_{1.3.2}(a))\} + \\
& \mathbf{0,08}\{0,4V_{2.1}(a) + 0,6V_{2.2}(a)\} + \mathbf{0,09}\{0,34V_{3.1}(a) + 0,23(0,52V_{3.2.1}(a) + \\
& 0,32V_{3.2.2}(a) + 0,16V_{3.2.3}(a)) + 0,43V_{3.3}(a)\} + \mathbf{0,09}\{0,62(0,15V_{4.1.1}(a) + 0,21V_{4.1.2}(a) + \\
& 0,34V_{4.1.3}(a) + 0,30V_{4.1.4}(a)) + 0,38(0,50V_{4.2.1}(a) + 0,35V_{4.2.2}(a) + 0,15V_{4.2.3}(a))\} + \\
& \mathbf{0,07}V_5(a) + \mathbf{0,07}\{0,14V_{6.1}(a) + 0,27V_{6.2}(a) + 0,59V_{6.3}(a)\} + \mathbf{0,09}V_7(a) + \\
& \mathbf{0,11}V_8(a) + \mathbf{0,06}V_9(a) + \mathbf{0,11}\{0,17V_{10.1}(a) + 0,48V_{10.2}(a) + 0,35V_{10.3}(a)\} + \\
& \mathbf{0,1}\{0,67V_{11.1}(a) + 0,33V_{11.2}(a)\}
\end{aligned}$$

Os valores destacados em azul correspondem às taxas de substituição dos 11 critérios e os valores internos (dentro das chaves) correspondem às taxas de substituição dos subcritérios.

A Equação 4 mostra as taxas de substituição dos critérios e dos subcritérios com as escalas de MACBETH dos descritores correspondentes.

$$\begin{aligned}
 V_G = & \mathbf{0,13} \left\{ 0,33 \begin{pmatrix} 175 \\ 100 \\ 0 \\ -100 \end{pmatrix} + 0,54 \begin{pmatrix} 133,33 \\ 100 \\ 0 \\ -100 \end{pmatrix} + 0,13 \left(0,7 \begin{pmatrix} 200 \\ 100 \\ 0 \\ -125 \end{pmatrix} + \right. \\
 & \left. 0,3 \begin{pmatrix} 175 \\ 100 \\ 0 \\ -200 \end{pmatrix} \right) \right\} + \mathbf{0,08} \left\{ 0,4 \begin{pmatrix} 200 \\ 100 \\ 0 \\ -225 \end{pmatrix} + 0,6 \begin{pmatrix} 175 \\ 100 \\ 0 \\ -225 \end{pmatrix} \right\} + \mathbf{0,09} \left\{ 0,34 \begin{pmatrix} 175 \\ 100 \\ 0 \\ -200 \end{pmatrix} + \right. \\
 & 0,23 \left(0,52 \begin{pmatrix} 300 \\ 100 \\ 0 \\ -300 \end{pmatrix} + 0,32 \begin{pmatrix} 300 \\ 100 \\ 0 \\ -300 \end{pmatrix} + 0,16 \begin{pmatrix} 300 \\ 100 \\ 0 \\ -300 \end{pmatrix} \right) + 0,43 \begin{pmatrix} 200 \\ 100 \\ 0 \\ -100 \end{pmatrix} \Bigg\} + \\
 & \mathbf{0,09} \left\{ 0,62 \left(0,15 \begin{pmatrix} 180 \\ 100 \\ 0 \\ -200 \end{pmatrix} + 0,21 \begin{pmatrix} 180 \\ 100 \\ 0 \\ -200 \end{pmatrix} + 0,34 \begin{pmatrix} 175 \\ 100 \\ 0 \\ -200 \end{pmatrix} + 0,30 \begin{pmatrix} 200 \\ 100 \\ 0 \\ -100 \end{pmatrix} \right) + \right. \\
 & \left. 0,38 \left(0,50 \begin{pmatrix} 180 \\ 100 \\ 0 \\ -100 \end{pmatrix} + 0,35 \begin{pmatrix} 180 \\ 100 \\ 0 \\ -100 \end{pmatrix} + 0,15 \begin{pmatrix} 180 \\ 100 \\ 0 \\ -100 \end{pmatrix} \right) \right\} + \mathbf{0,07} \begin{pmatrix} 250 \\ 100 \\ 0 \\ -100 \end{pmatrix} + \\
 & \mathbf{0,07} \left\{ 0,14 \begin{pmatrix} 200 \\ 100 \\ 0 \\ -133,33 \end{pmatrix} + 0,27 \begin{pmatrix} 200 \\ 100 \\ 0 \\ -133,33 \end{pmatrix} + 0,59 \begin{pmatrix} 200 \\ 100 \\ 0 \\ -133,33 \end{pmatrix} \right\} + \mathbf{0,09} \begin{pmatrix} 200 \\ 100 \\ 0 \\ -125 \end{pmatrix} + \\
 & \mathbf{0,11} \begin{pmatrix} 180 \\ 100 \\ 0 \\ -200 \end{pmatrix} + \mathbf{0,06} \begin{pmatrix} 180 \\ 100 \\ 0 \\ -200 \end{pmatrix} + \mathbf{0,11} \left\{ 0,17 \begin{pmatrix} 175 \\ 100 \\ 0 \\ -225 \end{pmatrix} + 0,48 \begin{pmatrix} 200 \\ 100 \\ 0 \\ -133,33 \end{pmatrix} + \right. \\
 & \left. 0,35 \begin{pmatrix} 200 \\ 100 \\ 0 \\ -100 \end{pmatrix} \right\} + \mathbf{0,1} \left\{ 0,67 \begin{pmatrix} 180 \\ 100 \\ 0 \\ -80 \end{pmatrix} + 0,33 \begin{pmatrix} 200 \\ 100 \\ 0 \\ -120 \end{pmatrix} \right\}
 \end{aligned}$$

(4)

A Fórmula de Agregação Aditiva Global do modelo em forma de palavras pode ser expressa da seguinte forma:

$V_G = \text{Humanos} + \text{Suprimentos} + \text{Sistema de monitoramento e alerta de desastre} + \text{Equipamentos de resposta} + \text{Ameaças, suscetibilidades e vulnerabilidades a desastres} + \text{Cadastro de planos municipais} + \text{Vistoriar edificações, construções e áreas em situação de risco a vida humana} + \text{Obras estruturantes} + \text{Federal} + \text{Comitê estadual} + \text{Municipal}$

6.2.4 Perfil de impacto da situação atual

Após a obtenção das taxas de substituição e definição da fórmula de Avaliação Global do modelo proposto, a próxima tarefa foi identificar o perfil de impacto da situação atual da gestão de risco pela Defesa Civil.

Essa etapa foi dividida em duas fases: teste do modelo piloto de avaliação e implementação da versão final do modelo.

Teste do modelo piloto de avaliação multicritério de apoio à decisão para a gestão de risco pela Defesa Civil para o estado do ES

O teste do modelo piloto consiste em fazer uma primeira rodada de avaliação das ações potenciais para verificar se o decisor sente-se confortável com as escalas de mensuração definidas. Essa primeira versão do perfil de impacto permite ao decisor verificar se são necessários ajustes no modelo para que todas as propriedades dos descritores estejam garantidas (ver detalhes na seção 6.1.8)

Para tal, o facilitador solicitou ao decisor que identificasse, em cada um dos 30 descritores, o nível de impacto que melhor descrevia a realidade da gestão de risco no ano de 2020.

A Tabela 52 apresenta cada um dos critérios ou subcritérios com os seus respectivos níveis BOM e NEUTRO e com o impacto na gestão de risco.

Tabela 52 – Pontuação dos níveis BOM e NEUTRO e impacto na Gestão de Risco

Avaliação Local da Gestão de Risco						
Critérios	Nível	Bom	Nível	Neutro	Nível	Impacto
PVE 1.1 – Agentes municipais	N3	100	N2	0	N2	0
PVE 1.2 – Equipe CEPDEC	N3	100	N2	0	N3	100
PVE 1.3.1 – Especialidades	N3	100	N2	0	N3	100
PVE 1.3.2 – Sociedade Civil	N3	100	N2	0	N1	-200
PVE 2.1 – Compra	N3	100	N2	0	N4	200
PVE 2.2 – Gerenciamento dos estoques	N3	100	N2	0	N1	-225
PVE 3.1 – Consolidar as informações de riscos e desastres	N3	100	N2	0	N2	0
PVE 3.2.1 – Parâmetros de deslizamento	N3	100	N2	0	N1	-300
PVE 3.2.2 – Parâmetros de inundação	N3	100	N2	0	N1	-300
PVE 3.2.3 – Parâmetros de seca	N3	100	N2	0	N1	-300
PVE 3.3 – Emitir avisos de risco de desastre	N3	100	N2	0	N2	0
PVE 4.1.1 – Produtos Perigosos	N3	100	N2	0	N4	180
PVE 4.1.2 – Incêndio Florestal	N3	100	N2	0	N4	180
PVE 4.1.3 – Deslizamento	N3	100	N2	0	N4	175
PVE 4.1.4 – Inundação	N3	100	N2	0	N4	200
PVE 4.2.1 – Caminhão	N3	100	N2	0	N1	-100
PVE 4.2.2 – Trator	N3	100	N2	0	N1	-100
PVE 4.2.3 – Equipamento	N3	100	N2	0	N1	-100
PVF 5 – Ameaças, suscetibilidades e vulnerabilidades a desastres	N3	100	N2	0	N3	100
PVE 6.1 – Plano de uso e ocupação do solo	N3	100	N2	0	N1	-133,33
PVE 6.2 – Plano Municipal de Redução de Risco	N3	100	N2	0	N1	-133,33
PVE 6.3 – Plano de Municipal de Contingência	N3	100	N2	0	N1	-133,33
PVF 7 – Vistoriar dificações, construções e áreas em situação de risco para a vida humana	N3	100	N2	0	N3	100
PVF 8 – Obras estruturantes	N3	100	N2	0	N2	0
PVF 9 – Federal	N3	100	N2	0	N3	100
PVE 10.1 – Articulação	N3	100	N2	0	N3	100
PVE 10.2 – Atribuições	N3	100	N2	0	N3	100
PVE 10.3 – Acionamento e integração	N3	100	N2	0	N3	100
PVE 11.1 – Fomenta a estruturação e atuação da Defesa Civil local	N3	100	N2	0	N2	0
PVE11.2 – Assessoria na montagem de processos	N3	100	N2	0	N3	100

Para uma melhor visualização, a Figura 36 apresenta o perfil de impacto da Gestão de Risco pela Defesa Civil do ES no modelo em forma de gráfico.

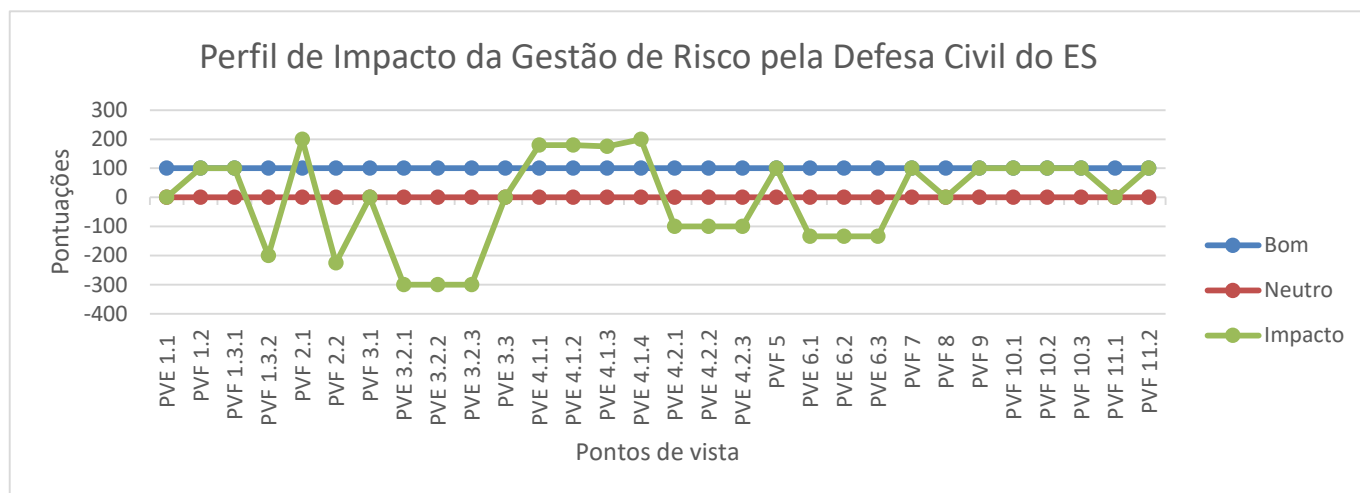


Figura 36 - Perfil de Impacto da Gestão de Risco pela Defesa Civil do ES

Avaliação do Perfil de Impacto das Ações Potenciais

De posse dos níveis de impacto em cada um dos pontos de vista, pode-se utilizar essas informações para determinar a avaliação local do modelo e os pontos fracos e fortes da gestão de risco.

Para facilitar o processo de entendimento da fórmula de agregação aditiva global, construída para esse modelo, com objetivo de ter uma avaliação final das ações potenciais (gestão de risco) que levem em conta todos os critérios do modelo, é necessário construir a fórmula por parte — fórmula de agregação aditiva parcial — com a escala de MACBETH. Essa fórmula permite converter uma avaliação local em uma avaliação parcial (QUIRINO, 2002).

A partir da Equação (3), apresentada na seção 6.2.3, pode-se determinar as equações parciais com a escala de MACBETH de cada critério do modelo.

PVF1 – Humanos – o decisor impactou 01 subcritério abaixo do Neutro (nível não aceitável), impactou 02 subcritérios no nível Bom (nível de mercado) e 01 subcritério no nível Neutro (nível de sobrevivência).

A seguir, é apresentada a equação parcial do PVF1.

PVE 1.1 – Agentes municipais

$$V1.1 (2020) = (0,33 (0)) = 0$$

PVE 1.2 – Equipe CEPDEC

$$V1.2 (2020) = (0,54(100)) = 54$$

PVE 1.3 – Voluntários

$$V1.3 (2020) = 0,13(0,7(100) + 0,3(-200)) = 1,3$$

PVF 1 – Humanos

$$V1(2020) = 0,13\{ 0,33 (0) + 0,54(100) + 0,13(0,7(100) + 0,3(-200))\} = 7,19$$

Com relação aos recursos humanos, observa-se que a baixa adesão dos municípios ao ciclo de formação compromete o resultado desse ponto de vista, assim como a ausência de uma articulação formalizada com os voluntários da sociedade civil. Os níveis de impacto, nessas ações potenciais, influenciaram negativamente no desempenho da Defesa Civil no critério Humanos.

PVF2 – Suprimentos – o decisor impactou 01 subcritério abaixo do Neutro (nível não aceitável) e 01 subcritério no nível Excelência (nível ideal).

A seguir, é apresentada a equação parcial do PVF2.

PVE 2.1 – Compra

$$V2.1 (200) = (0,4 (200)) = 80$$

PVE 2.2 – Gerenciamento dos estoques

$$V2.2 (2020) = (0,6(-225)) = -135$$

PVF 2 – Suprimentos

$$V2 (2020) = 0,08\{ 0,4 (200) + 0,6(-225)\} = -4,40$$

Observa-se que o gerenciamento dos estoques possui um peso maior na tomada de decisão com relação aos suprimentos, porém esse subcritério está abaixo do nível de sobrevivência, contribuindo para um resultado negativo nesse critério.

PVF3 – Sistema de Monitoramento e Alerta de Desastres – o decisor impactou 03 subcritérios abaixo do Neutro (nível não aceitável) e 02 subcritérios no nível Neutro (nível sobrevivência).

A seguir, é apresentada a equação parcial do PVF3.

PVF 3.1 – Consolidar as informações de riscos e desastres

$$V3.1 (2020) = (0,34(0)) = 0$$

PVE 3.2 – Monitorar os parâmetros de eventos adversos

$$V3.2 (2020) = 0,23 (0,52(-300) + 0,32(-300) + 0,16(-300)) = -69$$

PVE 3.3 – Emitir avisos de risco de desastre

$$V3.3 (2020) = (0,43(0)) = 0$$

PVF 3 – Sistema de Monitoramento e Alerta de Desastres

$$V3 (2020) = 0,09\{ 0,34(0) + 0,23 (0,52(-300) + 0,32(-300) + 0,16(-300)) + 0,43(0)\} = -6,21$$

A falta de uma ferramenta computacional que permita integrar e gerenciar as informações dos subsistemas da rede de monitoramento, além dos longos períodos sem atualização dos parâmetros de eventos adversos, compromete o desempenho da Defesa Civil neste critério.

PVF4 – Equipamentos de resposta – o decisor impactou 04 subcritérios no nível de Ideal (nível excelência) e 03 subcritérios no nível Neutro (nível sobrevivência).

A seguir, é apresentada a equação parcial do PVF4.

PVE 4.1 – Equipagem por risco

$$V4.1 (2020) = 0,62 (0,15(180) + 0,21(180) + 0,34(175) + 0,30(200)) = 114,27$$

PVE 4.2 – Mapeamento de apoio

$$V4.2 (2020) = 0,38(0,50(-100) + 0,35(-100) + 0,15(-100)) = -38$$

PVF 4 – Equipamentos de resposta

$$V4 (2020) = 0,09\{0,62 (0,15(180) + 0,21(180) + 0,34(175) + 0,30(200)) + 0,38(0,50(-100) + 0,35(-100) + 0,15(-100))\} = 6,86$$

Observa-se um resultado excepcional com relação à equipagem por risco. Com relação ao mapeamento de apoio, essa é uma ação que ainda está sendo implementada nas regionais e por este motivo obteve resultados abaixo do nível de sobrevivência.

PVF 5 - Ameaças, suscetibilidades e vulnerabilidades a desastres – o decisor impactou este critério no nível Bom (nível de mercado).

A seguir, é apresentada a equação parcial do PVF5.

PVF 5 – Ameaças, suscetibilidades e vulnerabilidades a desastres

$$V5 (2020) = (0,07(100)) = 7$$

Este critério obteve um resultado satisfatório com relação à periodicidade de atualização das pranchas setoriais a cada oito anos.

PVF 6 – Cadastro dos planos municipais – o decisor impactou 03 subcritérios no nível abaixo do Neutro (nível não aceitável).

A seguir, é apresentada a equação parcial do PVF6.

PVE 6.1 – Plano de uso e ocupação do solo

$$V6.1 (2020) = (0,14(-133,33)) = -18,62$$

PVE 6.2 – Plano Municipal de Redução de Risco

$$V6.2 (2020) = (0,27(-133,33)) = -35,91$$

PVE 6.3 – Plano de Municipal de Contingência

$$V6.1 (2020) = (0,59(-133,33)) = -78,66$$

PVF 6 – Cadastro dos planos municipais

$$V6 (2020) = 0,07\{0,14(-133,33) + 0,27(-133,33) + 0,59(-133,33)\} = -9,33$$

Esse critério obteve resultado abaixo do nível de sobrevivência, pois são ações que estão em fase de implementação pela Defesa Civil e que, implementadas, possibilitarão um maior apoio da Defesa Civil estadual à Defesa Civil local. Nos próximos ciclos de avaliação, esperam-se resultados entre o nível Neutro e Bom em virtude de mais municípios aderirem a essa ação.

PVF 7 – Vistoriar edificações, construções e áreas em situação de risco para a vida humana – o decisor impactou este critério no nível Bom (nível de mercado).

A seguir, é apresentada a equação parcial do PVF7.

PVF 7 – Vistoriar edificações, construções e áreas em situação de risco para a vida humana

$$V7(2020) = (0,09(100)) = 9$$

Esse critério obteve um resultado satisfatório com relação ao atendimento pela Defesa Civil estadual das solicitações de vistorias.

PVF 8 – Obras estruturantes – o decisor impactou esse critério no nível Neutro (nível de sobrevivência).

A seguir, é apresentada a equação parcial do PVF8.

PVF 8 – Obras estruturantes

$$V8(2020) = (0,11(0)) = 0$$

Na percepção do decisor, esse critério obteve um resultado mínimo aceitável com relação ao número de pessoas saídas do risco em virtude de obras estruturantes realizadas com o apoio financeiro da Defesa Civil estadual.

PVF 9 – Federal – o decisor impactou este critério no nível Bom (nível de mercado).

A seguir, é apresentada a equação parcial do PVF9.

PVF 9 – Federal

$$V9(2020) = (0,06(100)) = 6$$

Esse critério obteve um resultado satisfatório com relação ao tempo de conclusão dos processos de responsabilidade da Defesa Civil estadual para envio aos órgãos competentes.

PVF 10 – Comitê estadual – o decisor impactou 03 subcritérios no nível Bom (nível de mercado).

A seguir, é apresentada a equação parcial do PVF10.

PVF 10.1 – Articulação

$$V_{10.1} (2020) = (0,17(100)) = 17$$

PVF 10.2 – Atribuições

$$V_{10.2} (2020) = (0,48(100)) = 48$$

PVF 10.3 – Acionamento e integração

$$V_{10.3} (2020) = (0,35(100)) = 35$$

PVF 10 – Comitê estadual

$$V_{10} (2020) = 0,11\{ 0,17(100) + 0,48(100) + 0,35(100)\} = 11$$

Esse critério obteve resultados satisfatórios em todos os subcritérios contribuindo para um resultado final positivo. Acredita-se que tal resultado reflete um amadurecimento do comitê em virtude da constante articulação e atribuições bem definidas, conforme descritas no Plano Estadual de Proteção e Defesa Civil.

PVF 11 – Municipal – o decisor impactou 01 subcritérios no nível Neutro (nível de sobrevivência) e 01 subcritério no nível Bom (nível de mercado).

A seguir, é apresentada a equação parcial do PVF11.

PVF 11.1 – Fomenta a estruturação e atuação da defesa civil local

$$V_{11.1} (2020) = (0,67(0)) = 0$$

PVF 11.2 – Assessoria na montagem de processos

$$V_{11.2} = (0,33(100)) = 33$$

PVF 11 – Municipal

$$V_{11} (2020) = 0,1\{ 0,67(0) + 0,33(100)\} = 3,30$$

A incipiente estruturação da Defesa Civil municipal é um ponto que afeta negativamente a interlocução da Defesa Civil estadual com os órgãos locais. Os requisitos mínimos de organização que os municípios deveriam atender são: coordenador exclusivo, plano de contingência, fundo municipal e mapeamento de risco. Fica evidente que há necessidade de maior incentivo por parte da Defesa Civil estadual aos municípios para que esses requisitos sejam atendidos. Lembrando que a Defesa Civil estadual só pode atuar no fomento e não na exigência de tais adequações, pois a atuação das esferas é independente.

A Tabela 53 apresenta os resultados das avaliações parciais da gestão de risco pela Defesa Civil do ES no ano de 2020.

Tabela 53 – Avaliação Parcial da Gestão de Risco pela Defesa Civil do ES

Avaliação Parcial da Gestão de Risco pela Defesa Civil do ES no ano de 2020	
Critérios	Pontuações
PVF1 – Humanos	7,19
PVF2 – Suprimentos	-4,40
PVF3 – Sistema de monitoramento e alerta desastres	-6,21
PVF4 – Equipamentos de resposta	6,86
PVF5 – Ameaças, suscetibilidades e vulnerabilidades a desastres	7,00
PVF6 – Cadastro dos Planos Municipais	-9,33
PVF 7 – Vistoriar dificações, construções e áreas em situação de risco para a vida humana	9,00
PVF 8 – Obras estruturantes	0,00
PVF 9 – Federal	6,00
PVF 10 – Comitê estadual	11,00
PVF 11 – Municipal	3,30

Avaliação Global das ações potenciais

O próximo passo é aplicar a fórmula de agregação aditiva global do modelo para obter a situação atual da gestão de risco pela Defesa Civil do ES no ano de 2020.

A seguir, é apresentado o Valor Global do Desempenho da gestão de risco pela Defesa Civil do ES no ano de 2020.

$$V_{G(2020)} = 7,19 - 4,40 - 6,21 + 6,86 + 7,00 - 9,33 + 9,00 + 0,00 + 6,00 + 11,00 + 3,30 = 30,41$$

O critério que obteve o melhor desempenho foi PVF 10 – Comitê estadual com pontuação 11. De acordo com as preferências do decisor, esse critério posiciona-se em **segundo lugar** em relação aos demais critérios possuindo uma taxa de substituição 11%. Os três subcritérios que compõem esse ponto de vista (articulação, atribuições, acionamento e integração) obtiveram resultados no nível bom.

O pior desempenho foi do PVF 6 – Cadastro dos planos municipais que obteve pontuação -9,33. De acordo com as preferências do decisor, esse critério posiciona-se em **décimo lugar** em relação aos demais critérios possuindo uma taxa de substituição 7%. Os três subcritérios que compõem este ponto de vista obtiveram resultados abaixo do nível neutro.

O resultado final de 30,41 representa 16% do resultado máximo que o modelo pode atingir quando todas as avaliações parciais atingem o nível ideal definido pelo decisor.

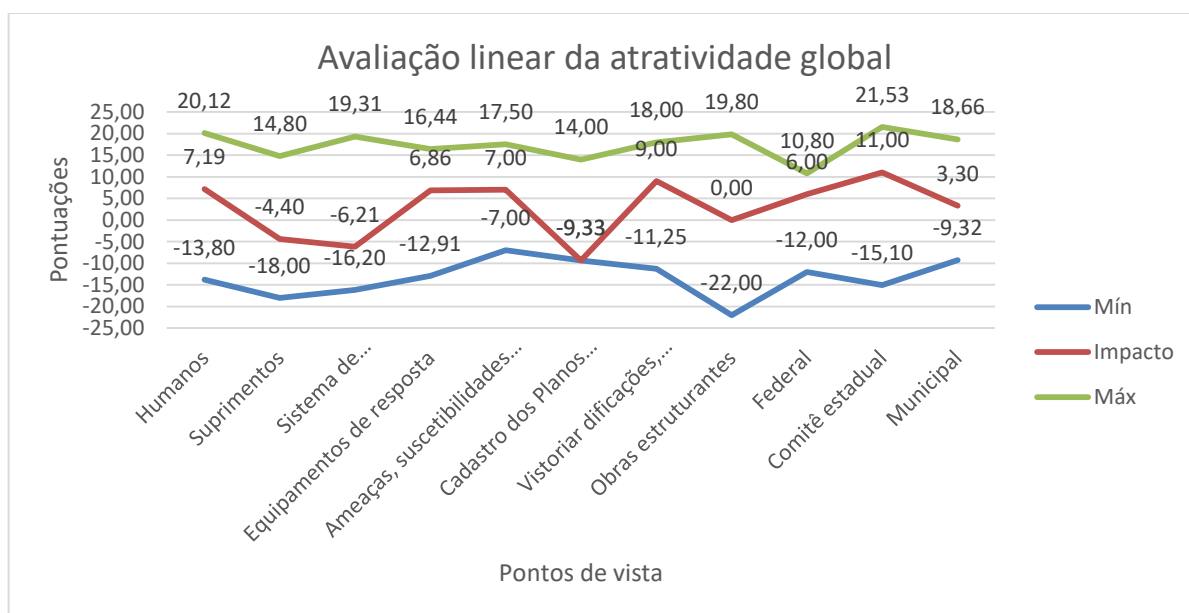


Figura 37 – Avaliação linear da atratividade global

A Figura 37 apresenta de forma linear os desempenhos dos grandes critérios em comparação com o melhor desempenho possível (Máx) e com o pior desempenho possível (Mín). Observa-se mais aproximação entre as linhas do impacto atual da gestão de risco e

desempenho máximo no PVF “Federal” e um maior distanciamento nos PVFs “Cadastro dos planos municipais e sistema de monitoramento e alerta desastres”

O escore total dos desempenhos da atual gestão de risco pela Defesa Civil do ES é de 30,41, considerando que a escala atribui o escore -146,91, para o desempenho mínimo, e 190,96, para o desempenho máximo.

Aperfeiçoamento do modelo

Com a aplicação do modelo piloto o decisor identificou a necessidade de alguns ajustes para se sentir confortável com as escalas de mensuração do modelo.

O primeiro ajuste refere-se ao PVF 1 – Humanos, mais especificamente o subcritério PVE 1.3 – Voluntários. O decisor solicitou que o PVE 1.3.1 - Especialidades e o PVE 1.3.2 – Sociedade Civil fossem decompostos em PVEs de quarto nível. Dessa forma, estão garantidas as propriedades de compreendibilidade e mensurabilidade dos descritores.

A Figura 38 apresenta os estados possíveis dos pontos de vista elementares derivados do PVF1, após alteração solicitada pelo decisor.

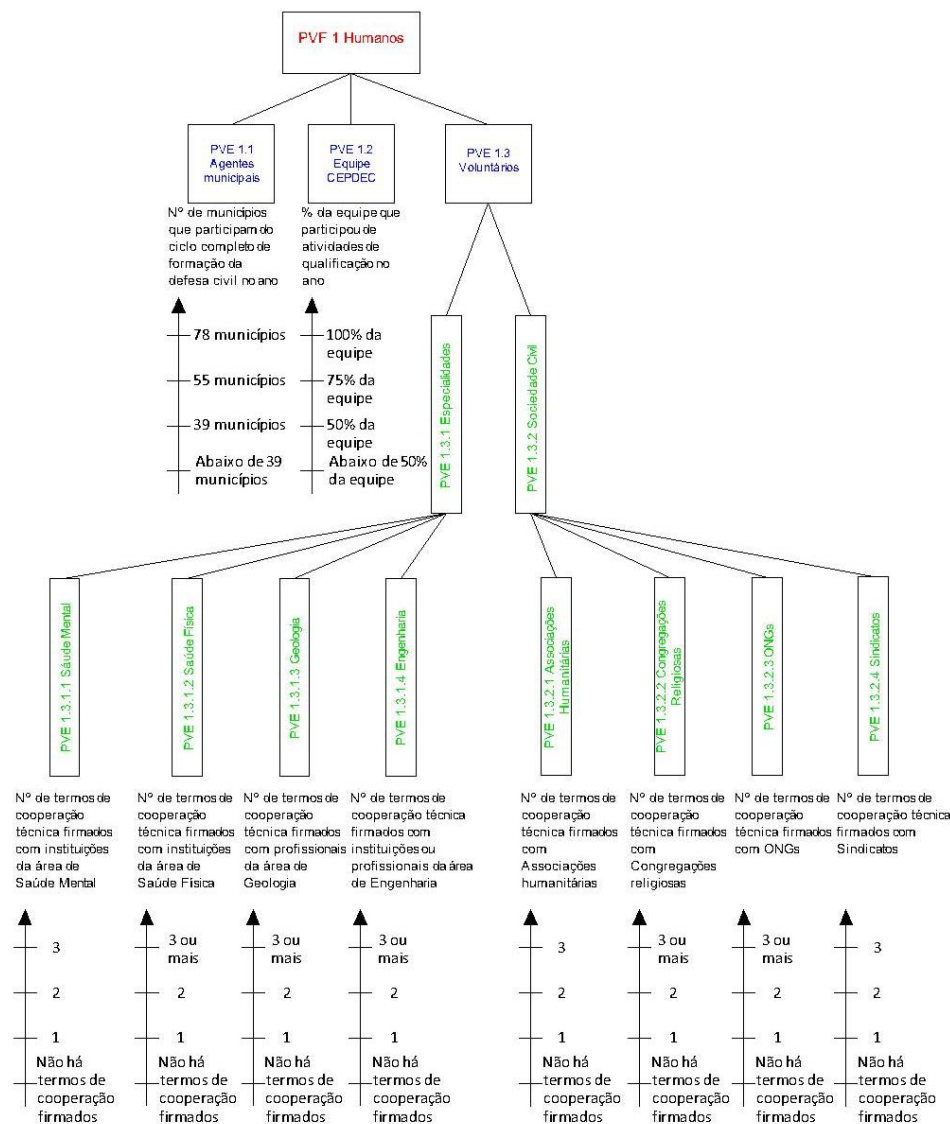


Figura 38 - Nova ramificação do PVF1 – Humanos

Fonte: Elaborado pela autora.

O PVE 1.3.1 – Especialidades foi decomposto em quarto SUBPVE's. As Tabelas 54, 55, 56 e 57 apresentam a definição do nível de impacto, nível de referência, descrição e simbologia para os PVE 1.3.1.1 – Saúde Mental, PVE 1.3.1.2 – Saúde Física, PVE 1.3.1.3 – Geologia e PVE 1.3.1.4 – Engenharia.

Tabela 54 - Descritor do PVE 1.3.1.1

Descritor do PVE 1.3.1.1 Saúde Mental			
Nº de termos de cooperação técnica firmados com instituições da área de Saúde Mental			
NÍVEIS DE IMPACTO	NÍVEIS DE REFERÊNCIA	DESCRIÇÃO	SIMBOLOGIA
N4		3	

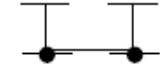
N3	BOM	2	
N2	NEUTRO	1	
N1		Não há termos de cooperação firmados	

Tabela 55 - Descritor do PVE 1.3.1.2

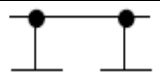
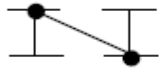
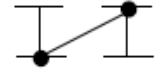
Descritor do PVE 1.3.1.2 Saúde Física			
Nº de termos de cooperação técnica firmados com instituições da área de Saúde Física			
NÍVEIS DE IMPACTO	NÍVEIS DE REFERÊNCIA	DESCRIÇÃO	SIMBOLOGIA
N4		3 ou mais	
N3	BOM	2	
N2	NEUTRO	1	
N1		Não há termos de cooperação firmados	

Tabela 56 - Descritor do PVE 1.3.1.3

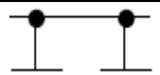
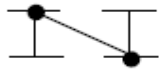
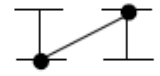
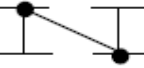
Descritor do PVE 1.3.1.3 Geologia			
Nº de termos de cooperação técnica firmados com profissionais da área de Geologia			
NÍVEIS DE IMPACTO	NÍVEIS DE REFERÊNCIA	DESCRIÇÃO	SIMBOLOGIA
N4		3 ou mais	
N3	BOM	2	
N2	NEUTRO	1	
N1		Não há termos de cooperação firmados	

Tabela 57 - Descritor do PVE 1.3.1.4

Descritor do PVE 1.3.1.4 Engenharia			
Nº de termos de cooperação técnica firmados com instituições ou profissionais da área de Engenharia			
NÍVEIS DE IMPACTO	NÍVEIS DE REFERÊNCIA	DESCRIÇÃO	SIMBOLOGIA
N4		3 ou mais	
N3	BOM	2	
N2	NEUTRO	1	
N1		Não há termos de cooperação firmados	

Para os novos subcritérios foram determinadas a escala das funções de valor e a escala das funções de ancoragem pelo método MACBETH dos descritores para os PVE 1.3.1.1 – Saúde Mental, PVE 1.3.1.2 – Saúde Física, PVE 1.3.1.3 – Geologia e PVE 1.3.1.4 – Engenharia, conforme apresentado nas Figuras 39, 40, 41 e 42.

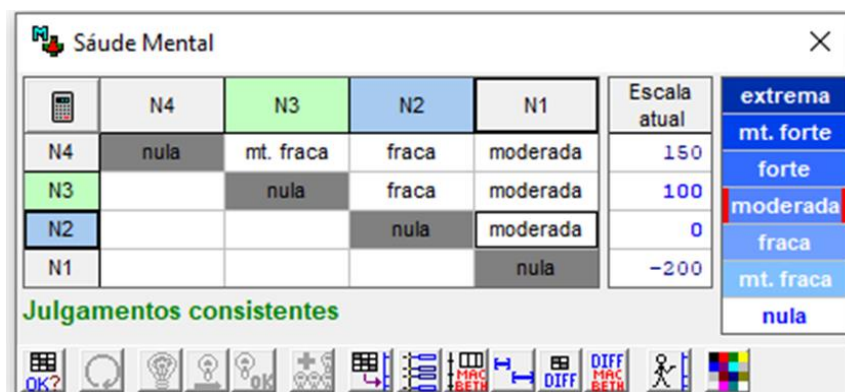


Figura 39 - Determinação da escala das funções de ancoragem pelo método MACBETH do descritor PVE 1.3.1.1 – Saúde Mental

Fonte: Software M-MACBETH, 2021.

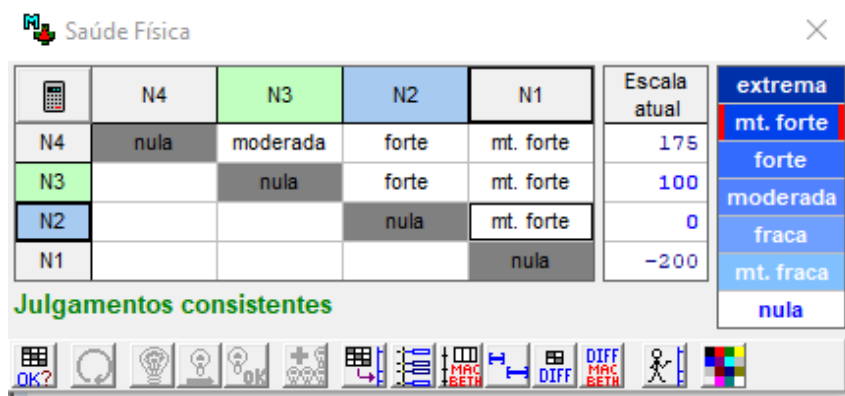


Figura 40 - Determinação da escala das funções de ancoragem pelo método MACBETH do descritor PVE 1.3.1.2 – Saúde Física

Fonte: Software M-MACBETH, 2021.

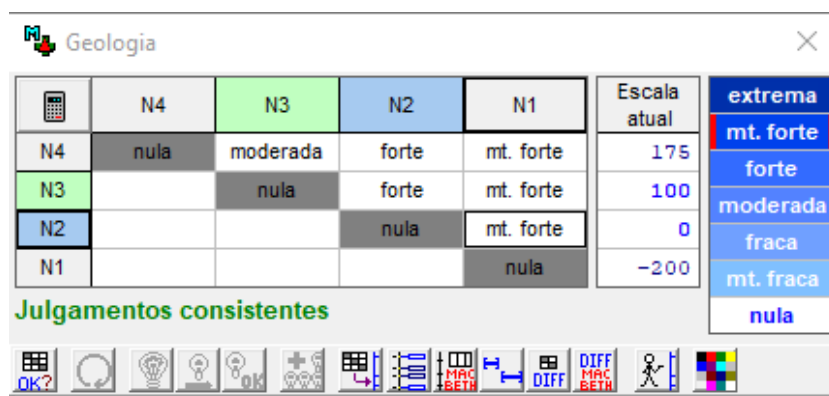


Figura 41 - Determinação da escala das funções de ancoragem pelo método MACBETH do descritor PVE 1.3.1.3 – Geologia

Fonte: Software M-MACBETH, 2021.

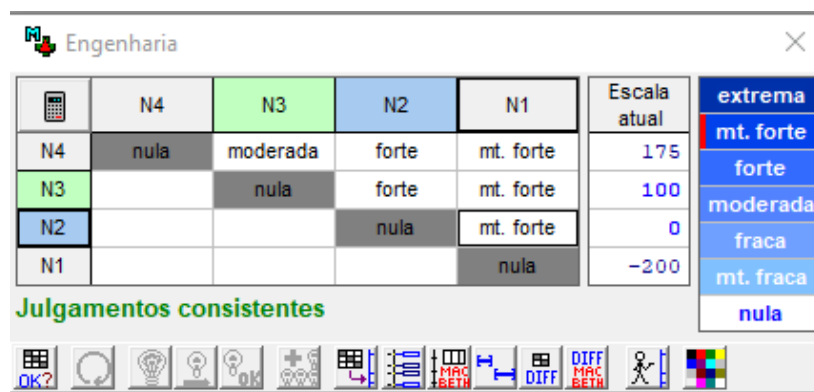


Figura 42 - Determinação da escala das funções de ancoragem pelo método MACBETH do descritor PVE 1.3.1.4 – Engenharia

Fonte: Software M-MACBETH, 2021.

O PVE 1.3.2 – Sociedade Civil foi decomposto em quatro SUBPVE's. As Tabelas 58, 59, 60 e 61 apresentam a definição do nível de impacto, nível de referência, descrição e simbologia para os PVE 1.3.2.1 – Associações Humanitárias, PVE 1.3.2.2 – Congregações Religiosas, PVE 1.3.2.3 – ONGs e PVE 1.3.2.4 – Sindicatos.

Tabela 58 - Descritor do PVE 1.3.2.1

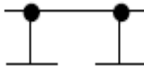
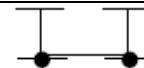
Descritor do PVE 1.3.2.1 Associações Humanitárias			
Nº de termos de cooperação técnica firmados com Associações humanitárias			
NÍVEIS DE IMPACTO	NÍVEIS DE REFERÊNCIA	DESCRIÇÃO	SIMBOLOGIA
N4		3	
N3	BOM	2	
N2	NEUTRO	1	
N1		Não há termos de cooperação firmados	

Tabela 59 - Descritor do PVE 1.3.2.2

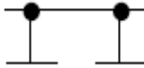
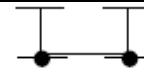
Descritor do PVE 1.3.2.2 Congregações Religiosas			
Nº de termos de cooperação técnica firmados com Congregações religiosas			
NÍVEIS DE IMPACTO	NÍVEIS DE REFERÊNCIA	DESCRIÇÃO	SIMBOLOGIA
N4		3 ou mais	
N3	BOM	2	
N2	NEUTRO	1	
N1		Não há termos de cooperação firmados	

Tabela 60 - Descritor do PVE 1.3.2.3

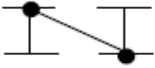
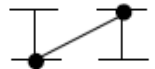
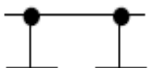
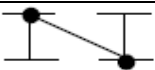
Descritor do PVE 1.3.2.3 ONGs			
Nº de termos de cooperação técnica firmados com ONGs			
NÍVEIS DE IMPACTO	NÍVEIS DE REFERÊNCIA	DESCRIÇÃO	SIMBOLOGIA
N4		3 ou mais	
N3	BOM	2	
N2	NEUTRO	1	
N1		Não há termos de cooperação firmados	

Tabela 61 - Descritor do PVE 1.3.2.4

Descritor do PVE 1.3.2.4 Sindicatos			
Nº de termos de cooperação técnica firmados com Sindicatos			
NÍVEIS DE IMPACTO	NÍVEIS DE REFERÊNCIA	DESCRIÇÃO	SIMBOLOGIA
N4		3	
N3	BOM	2	
N2	NEUTRO	1	
N1		Não há termos de cooperação firmados	

Para os novos subcritérios foram determinadas a escala das funções de valor e a escala das funções de ancoragem pelo método MACBETH dos descritores para os PVE 1.3.2.1 – Associações Humanitárias, PVE 1.3.2.2 – Congregações Religiosas, PVE 1.3.2.3 – ONGs e PVE 1.3.2.4 – Sindicatos, conforme apresentado nas Figuras 43, 44, 45 e 46.



Figura 43 - Determinação da escala das funções de ancoragem pelo método MACBETH do descritor PVE 1.3.2.1 – Associações Humanitárias

Fonte: Software M-MACBETH, 2021.

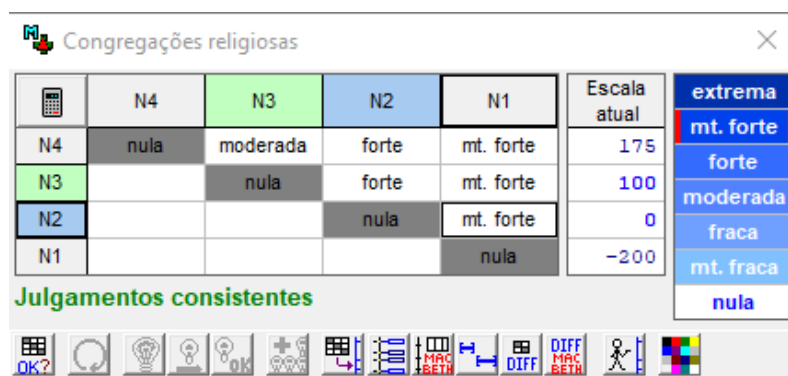


Figura 44 - Determinação da escala das funções de ancoragem pelo método MACBETH do descritor PVE 1.3.2.2 – Congregações Religiosas

Fonte: Software M-MACBETH, 2021.

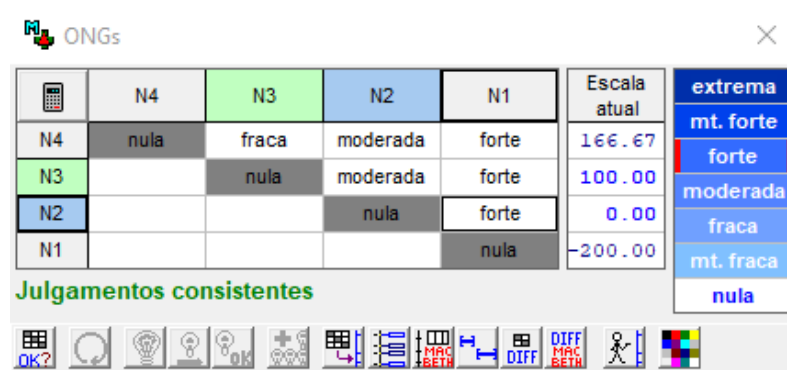


Figura 45 - Determinação da escala das funções de ancoragem pelo método MACBETH do descritor PVE 1.3.2.3 – ONGs

Fonte: Software M-MACBETH, 2021.

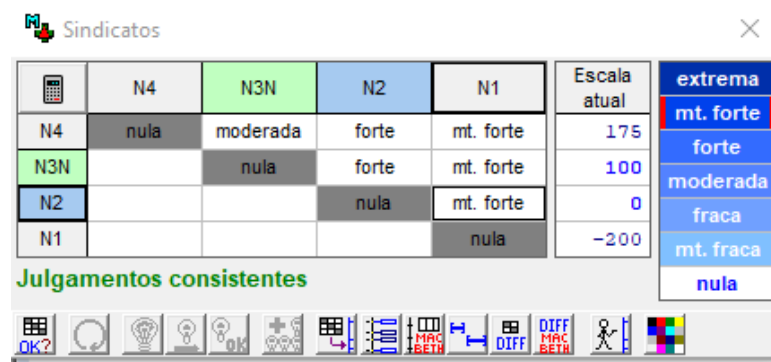


Figura 46 - Determinação da escala das funções de ancoragem pelo método MACBETH do descritor PVE 1.3.2.4 – Sindicatos

Fonte: Software M-MACBETH, 2021.

Para determinar as taxas de substituição dos subcritérios, o procedimento utilizado consistiu em ordenar os PVEs, preencher as matrizes de juízo de valor e submeter os dados obtidos ao MACBETH. As Figuras 47 e 48 mostram os resultados pelo *software* M-MACBETH.

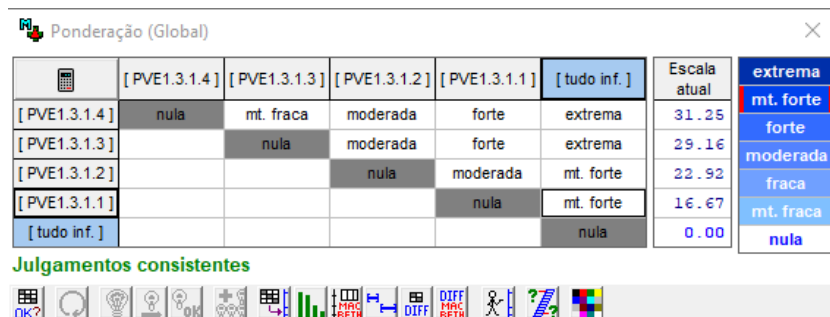


Figura 47 – Determinação das taxas de substituição dos PVE 1.3.1.1, PVE 1.3.1.2, PVE 1.3.1.3 e PVE 1.3.1.4 pelo método de julgamento semântico – MACBETH

Fonte: Software M-MACBETH, 2021.

	[PVE 1.3.2.1]	[PVE 1.3.2.2]	[PVE 1.3.2.4]	[PVE 1.3.2.3]	[tudo inf.]	Escala atual	
[PVE 1.3.2.1]	nula	moderada	moderada	forte	forte	34 . 48	extrema
[PVE 1.3.2.2]		nula	moderada	forte	forte	29 . 31	mt. forte
[PVE 1.3.2.4]			nula	forte	forte	24 . 14	moderada
[PVE 1.3.2.3]				nula	forte	12 . 07	fraca
[tudo inf.]					nula	0 . 00	mt. fraca
							nula

Julgamentos consistentes

Figura 48 – Determinação das taxas de substituição dos PVE 1.3.2.1, PVE 1.3.2.2, PVE 1.3.2.3 e PVE 1.3.2.4 pelo método de julgamento semântico – MACBETH

Fonte: Software M-MACBETH, 2021.

A Figura 49 mostra a árvore de valor do PVF 1 – Humanos com as suas taxas de substituição.

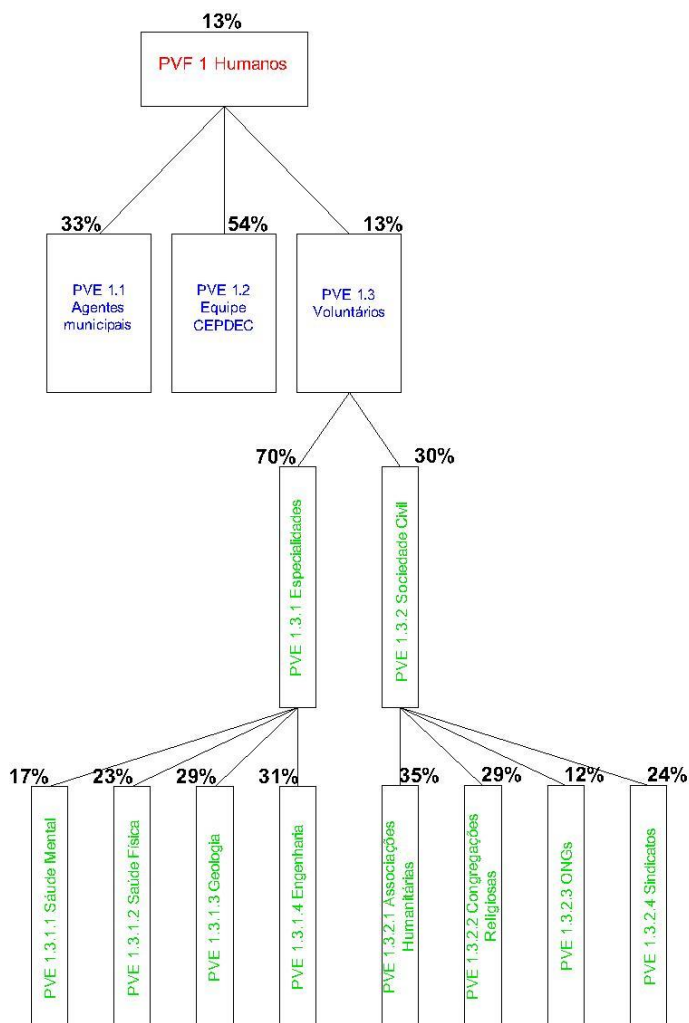


Figura 49 – Árvore de valor do PVF 1 – Humanos com as suas taxas de substituição

Fonte: Elaborado pela autora.

O segundo ajuste refere-se ao PVF 2 – Suprimentos, mais especificamente o subcritério PVE 2.2 – Gerenciamento dos estoques. O decisor solicitou que esse PVE fosse decomposto em três PVEs de terceiro nível (colchão, higiene e limpeza). Dessa forma, estão garantidas as propriedades de compreendibilidade e mensurabilidade dos descritores.

A Figura 50 apresenta os estados possíveis dos pontos de vista elementares derivados do PVF2, após alteração solicitada pelo decisor.

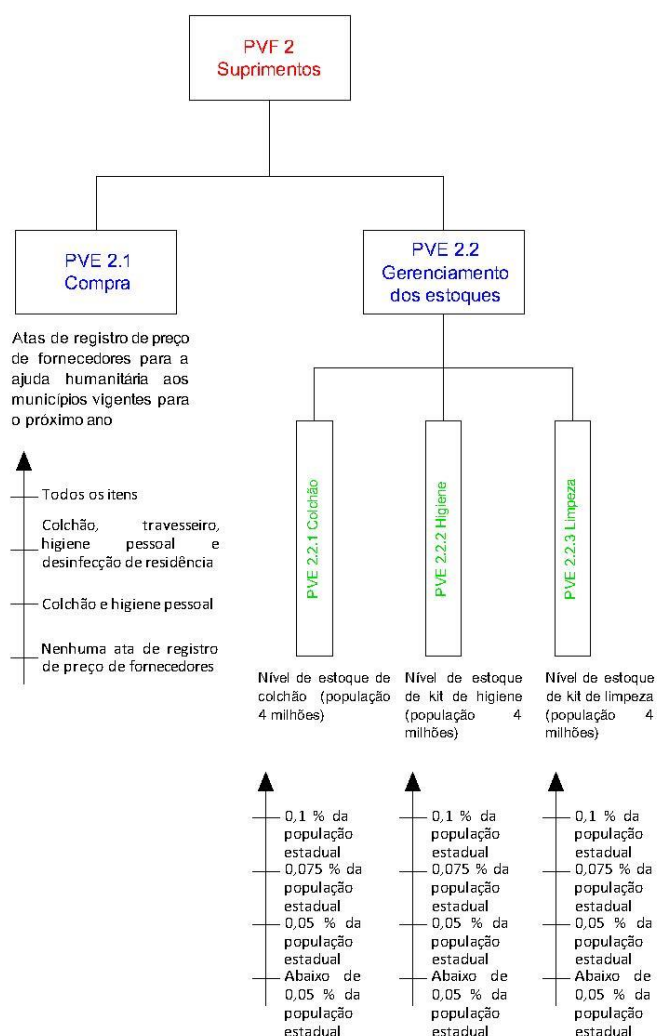


Figura 50 – Nova ramificação do PVF2 – Suprimentos

Fonte: Elaborado pela autora.

As Tabelas 62, 63 e 64 apresentam a definição do nível de impacto, nível de referência, descrição e simbologia para os PVE 2.2.1 – Colchão, PVE 2.2.2 – Higiene e PVE 2.2.3 – Limpeza.

Tabela 62 – Descritor do PVE 2.2.1 Colchão

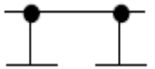
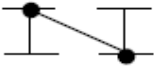
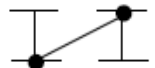
Descritor do PVE 2.2.1 Colchão			
Nível de estoque de colchão (população 4 milhões)			
NÍVEIS DE IMPACTO	NÍVEIS DE REFERÊNCIA	DESCRIÇÃO	SIMBOLOGIA
N4		0,1 % da população estadual	
N3	BOM	0,075 % da população estadual	
N2	NEUTRO	0,05 % da população estadual	
N1		Abaixo de 0,05 % da população estadual	

Tabela 63 – Descritor do PVE 2.2.2 Higiene

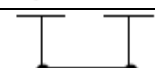
Descritor do PVE 2.2.2 Higiene			
Nível de estoque de kit de higiene (população 4 milhões)			
NÍVEIS DE IMPACTO	NÍVEIS DE REFERÊNCIA	DESCRIÇÃO	SIMBOLOGIA
N4		0,1 % da população estadual	
N3	BOM	0,075 % da população estadual	
N2	NEUTRO	0,05 % da população estadual	
N1		Abaixo de 0,05 % da população estadual	

Tabela 64 – Descritor do PVE 2.2.3 Limpeza

Descritor do PVE 2.2.3 Limpeza			
Nível de estoque de kit de limpeza (população 4 milhões)			
NÍVEIS DE IMPACTO	NÍVEIS DE REFERÊNCIA	DESCRIÇÃO	SIMBOLOGIA
N4		0,1 % da população estadual	
N3	BOM	0,075 % da população estadual	
N2	NEUTRO	0,05 % da população estadual	
N1		Abaixo de 0,05 % da população estadual	

Para os novos subcritérios foram determinadas a escala das funções de valor e a escala das funções de ancoragem pelo método MACBETH dos descritores dos PVE 2.2.1 – Colchão, PVE 2.2.2 – Higiene e PVE 2.2.3 – Limpeza, conforme apresentado nas Figuras 51, 52 e 53.



Figura 51 – Determinação da escala das funções de ancoragem pelo método MACBETH do descritor PVE 2.2.1 – Colchão

Fonte: Software M-MACBETH, 2021.

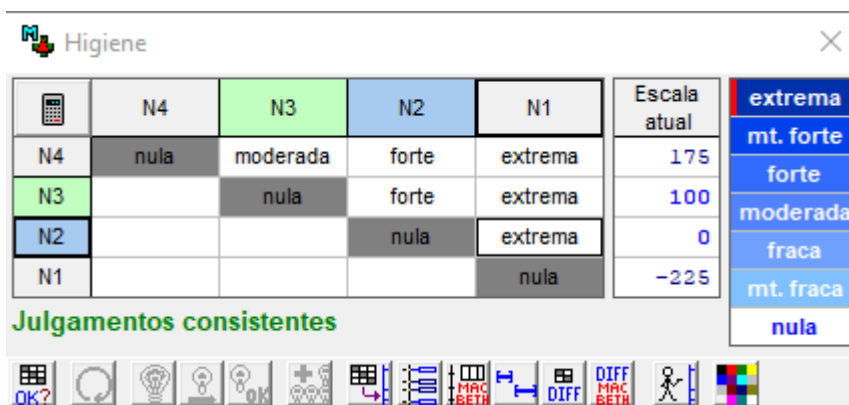


Figura 52 – Determinação da escala das funções de ancoragem pelo método MACBETH do descritor PVE 2.2.2 – Higiene

Fonte: Software M-MACBETH, 2021.



Figura 53 – Determinação da escala das funções de ancoragem pelo método MACBETH do descritor PVE 2.2.3 Limpeza

Fonte: Software M-MACBETH, 2021.

Para determinar as taxas de substituição dos subcritérios (PVE 2.2.1 – Colchão, PVE 2.2.2 – Higiene e PVE 2.2.3 – Limpeza), o procedimento utilizado consistiu em ordenar os PVEs, preencher as matrizes de juízo de valor e submeter os dados obtidos ao MACBETH. A Figura 54 mostra o resultado pelo *software* M-MACBETH.

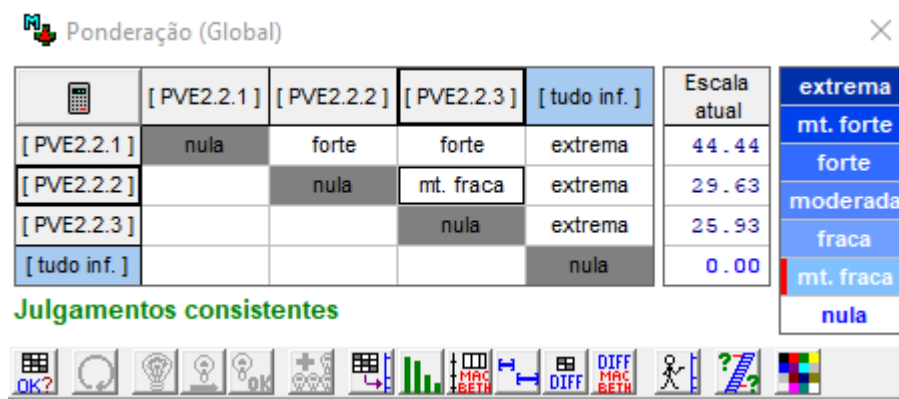


Figura 54 – Determinação das taxas de substituição dos PVE 2.2.1; PVE 2.2.2 e PVE 2.2.3 pelo método de julgamento semântico – MACBETH

Fonte: Software M-MACBETH, 2021.

A Figura 55 mostra a árvore de valor do PVF 2 – Suprimentos com as suas taxas de substituição.

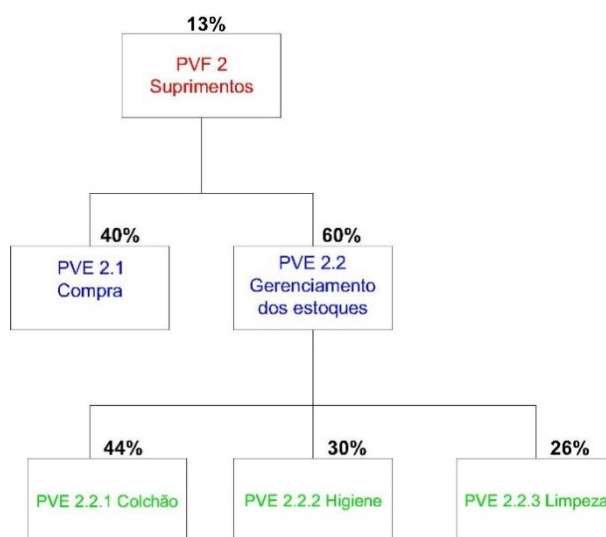


Figura 55 – Árvore de valor do PVF 2 – Suprimentos com as suas taxas de substituição

Fonte: Elaborado pela autora.

O terceiro ajuste refere-se ao PVF 4 – Equipamentos de resposta, mais especificamente os subcritérios, PVEs 4.2.2 – Caminhão, 4.2.3 – Trator e 4.2.3 – Equipamentos. O decisor solicitou que seja incluída, na escala de mensuração, mais um nível de impacto, com a opção “nenhuma”. Também foi solicitado alterar o nome do PVE 4.2.3 de “Equipamentos” para “Equipamentos de menor porte”.

A Figura 56 apresenta os estados possíveis dos pontos de vista elementares derivados do PVF4, após alteração solicitada pelo decisor.

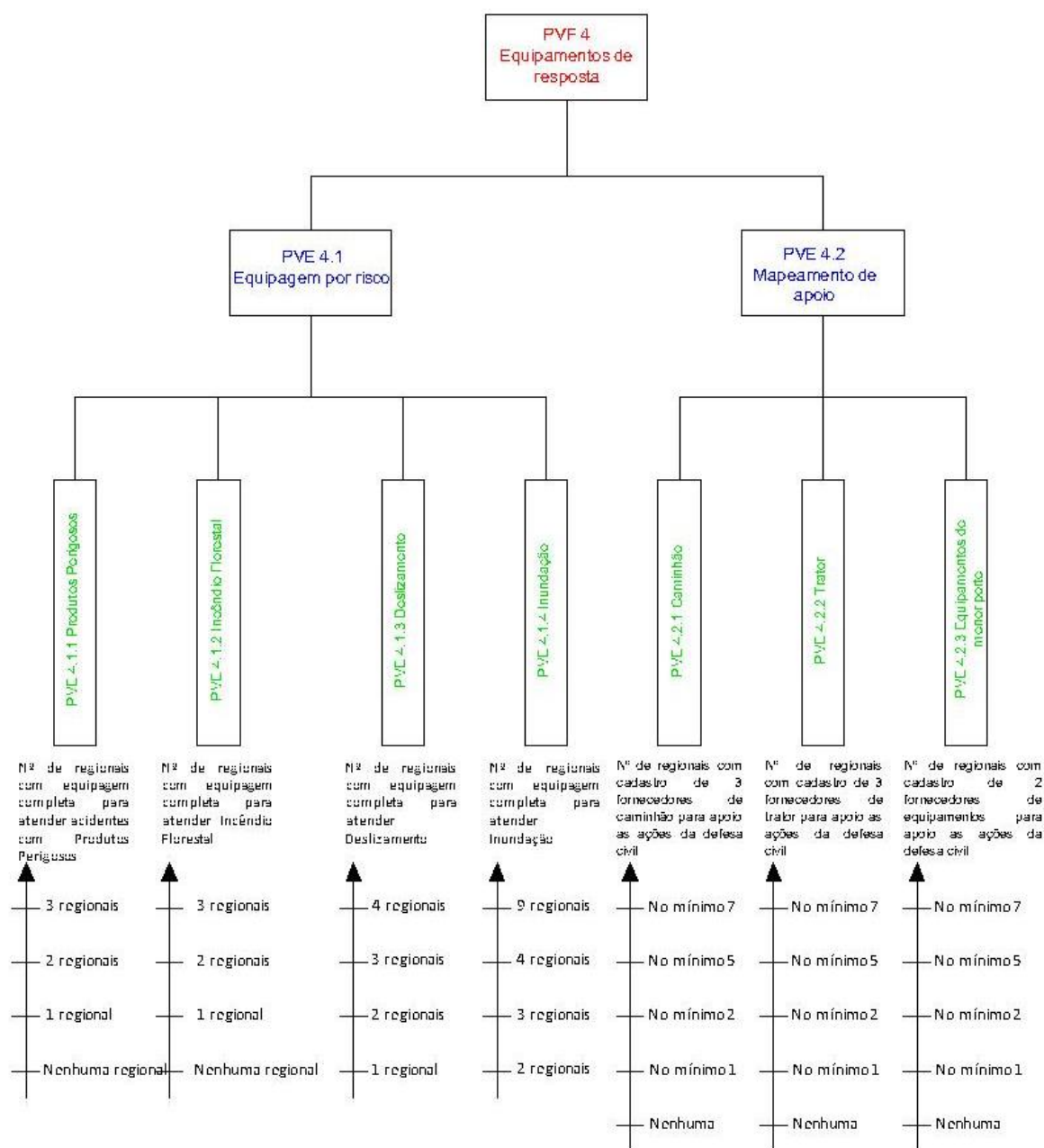


Figura 56 – PVF4 – Equipamentos de resposta

Fonte: Elaborado pela autora.

As Tabelas 65, 66 e 67 apresentam a definição do nível de impacto, nível de referência, descrição e simbologia para os PVE 4.2.1 – Caminhões, PVE 4.2.2 – Trator e PVE 4.2.3 – Equipamentos de menor porte, respectivamente.

Tabela 65 – Novo descritor do PVE 4.2.1 – Caminhões

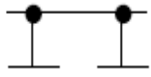
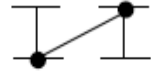
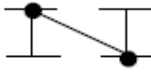
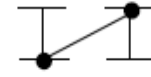
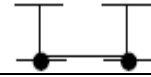
Descritor do PVE 4.2.1 Caminhão			
Nº de regionais com cadastro de 3 fornecedores de caminhão para apoio as ações da defesa civil			
NÍVEIS DE IMPACTO	NÍVEIS DE REFERÊNCIA	DESCRIÇÃO	SIMBOLOGIA
N5		No mínimo 7	
N4	BOM	No mínimo 5	
N3	NEUTRO	No mínimo 2	
N2		No mínimo 1	
N1		Nenhuma	

Tabela 66 – Novo descritor do PVE 4.2.2 – Trator

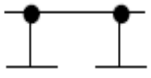
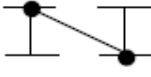
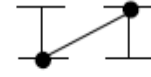
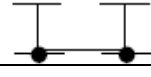
Descritor do PVE 4.2.2 Trator			
Nº de regionais com cadastro de 3 fornecedores de trator para apoio as ações da defesa civil			
NÍVEIS DE IMPACTO	NÍVEIS DE REFERÊNCIA	DESCRIÇÃO	SIMBOLOGIA
N5		No mínimo 7	
N4	BOM	No mínimo 5	
N3	NEUTRO	No mínimo 2	
N2		No mínimo 1	
N1		Nenhuma	

Tabela 67 – Novo descritor do PVE 4.2.3 – Equipamentos de menor porte

Descritor do PVE 4.2.3 Equipamentos de menor porte			
Nº de regionais com cadastro de 2 fornecedores de equipamentos de menor porte para apoio as ações da defesa civil			
NÍVEIS DE IMPACTO	NÍVEIS DE REFERÊNCIA	DESCRIÇÃO	SIMBOLOGIA
N5		No mínimo 7	
N4	BOM	No mínimo 5	
N3	NEUTRO	No mínimo 2	
N2		No mínimo 1	
N1		Nenhuma	

Em função da alteração na escala de mensuração, foi necessário determinar novamente a escala das funções de ancoragem pelo método MACBETH dos descritores dos PVE 4.2.1 – Caminhão, PVE 4.2.2 – Trator e PVE 4.2.3 – Equipamentos de menor porte, conforme apresentado nas Figuras 57, 58 e 59.



Figura 57 -Escala das funções de ancoragem pelo método MACBETH do descritor do PVE 4.2.1 – Caminhão

Fonte: Software M-MACBETH, 2021.

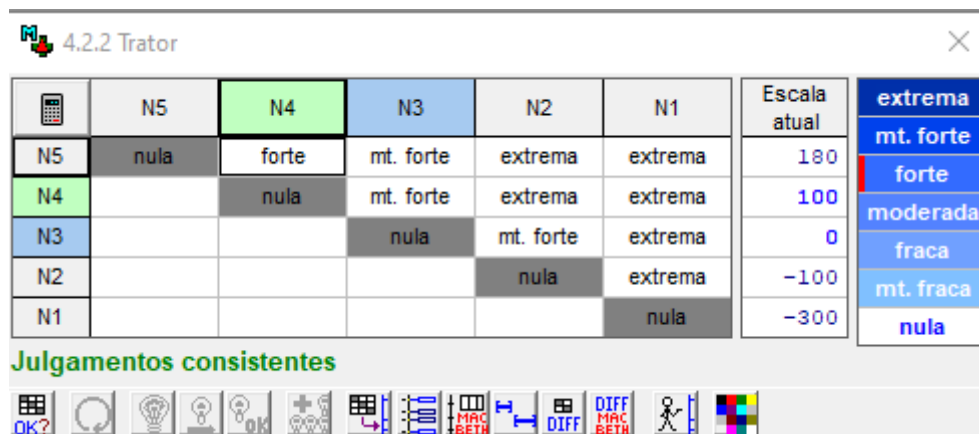


Figura 58 -Escala das funções de ancoragem pelo método MACBETH do descritor do PVE 4.2.2 – Trator

Fonte: Software M-MACBETH, 2021.

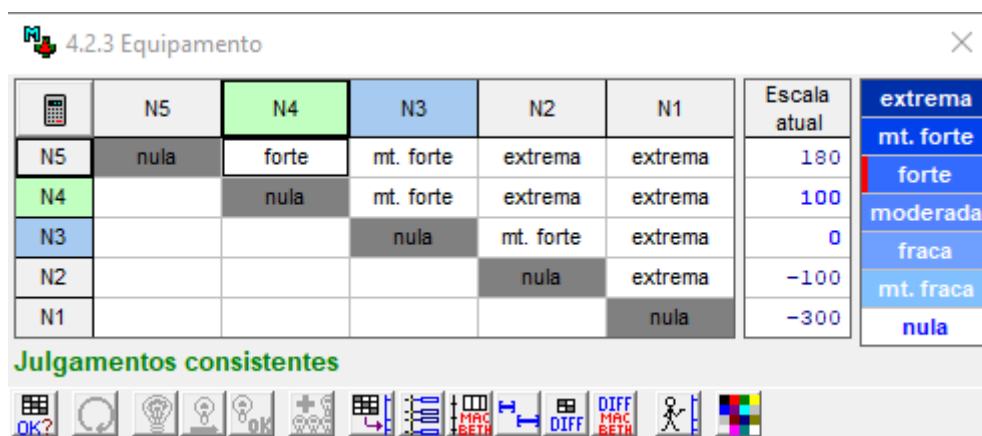


Figura 59 - Escala das funções de ancoragem pelo método MACBETH do descritor do PVE 4.2.3 – Equipamentos de menor porte

Fonte: Software M-MACBETH, 2021.

As alterações realizadas impactam diretamente na Fórmula de Agregação Aditiva Global do modelo, sendo assim foram realizadas as adequações necessárias na fórmula.

A Avaliação Global do modelo proposto é dada por:

$$\begin{aligned}
 V_G = & \mathbf{W}_1 \{ W_{1.1}V_{1.1}(a) + W_{1.2}V_{1.2}(a) + W_{1.3}(W_{1.3.1}(W_{1.3.1.1}V_{1.3.1.1}(a) + \\
 & W_{1.3.1.2}V_{1.3.1.2}(a) + W_{1.3.1.3}V_{1.3.1.3}(a) + W_{1.3.1.4}V_{1.3.1.4}(a)) + W_{1.3.2}(W_{1.3.2.1}V_{1.3.2.1}(a) + \\
 & W_{1.3.2.2}V_{1.3.2.2}(a) + W_{1.3.2.3}V_{1.3.2.3}(a) + W_{1.3.2.4}V_{1.3.2.4}(a)) \} + \mathbf{W}_2 \{ W_{2.1}V_{2.1}(a) + \\
 & W_{2.2}(W_{2.2.1}V_{2.2.1}(a) + W_{2.2.2}V_{2.2.2}(a) + W_{2.2.3}V_{2.2.3}(a)) \} + \mathbf{W}_3 \{ W_{3.1}V_{3.1}(a) + \\
 & W_{3.2}(W_{3.2.1}V_{3.2.1}(a) + W_{3.2.2}V_{3.2.2}(a) + W_{3.2.3}V_{3.2.3}(a)) + W_{3.3}V_{3.3}(a) \} +
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& \mathbf{W}_4 \{W_{4.1} (W_{4.1.1}V_{4.1.1}(a) + W_{4.1.2}V_{4.1.2}(a) + W_{4.1.3}V_{4.1.3}(a) + W_{4.1.4}V_{4.1.4}(a)) + \\
& W_{4.2}(W_{4.2.1}V_{4.2.1}(a) + W_{4.2.2}V_{4.2.2}(a) + W_{4.2.3}V_{4.2.3}(a))\} + \mathbf{W}_5V_5(a) + \mathbf{W}_6\{W_{6.1}V_{6.1}(a) + \\
& W_{6.2}V_{6.2}(a) + W_{6.3}V_{6.3}(a)\} + \mathbf{W}_7V_7(a) + \mathbf{W}_8V_8(a) + \mathbf{W}_9V_9(a) + \\
& \mathbf{W}_{10}\{W_{10.1}V_{10.1}(a) + W_{10.2}V_{10.2}(a) + W_{10.3}V_{10.3}(a)\} + \mathbf{W}_{11}\{W_{11.1}V_{11.1}(a) + \\
& W_{11.2}V_{11.2}(a)\}
\end{aligned} \tag{5}$$

A Equação 6 mostra as taxas de substituição dos critérios e dos subcritérios com as escalas de MACBETH dos descritores correspondentes, após alterações propostas pelo decisor.

$$\begin{aligned}
V_G = \mathbf{0,13} & \left\{ 0,33 \begin{pmatrix} 175 \\ 100 \\ 0 \\ -100 \end{pmatrix} + 0,54 \begin{pmatrix} 133,33 \\ 100 \\ 0 \\ -100 \end{pmatrix} + 0,13 \left(0,7 \begin{pmatrix} 150 \\ 100 \\ 0 \\ -200 \end{pmatrix} + \right. \right. \\
& 0,23 \begin{pmatrix} 175 \\ 100 \\ 0 \\ -200 \end{pmatrix} + 0,29 \begin{pmatrix} 175 \\ 100 \\ 0 \\ -200 \end{pmatrix} + 0,31 \begin{pmatrix} 175 \\ 100 \\ 0 \\ -200 \end{pmatrix} \left. \right) + 0,3 \left(0,35 \begin{pmatrix} 175 \\ 100 \\ 0 \\ -200 \end{pmatrix} + \right. \\
& 0,29 \begin{pmatrix} 175 \\ 100 \\ 0 \\ -200 \end{pmatrix} + 0,12 \begin{pmatrix} 166,67 \\ 100 \\ 0 \\ -200 \end{pmatrix} + 0,24 \begin{pmatrix} 175 \\ 100 \\ 0 \\ -200 \end{pmatrix} \left. \right) \left. \right) \left. \right) \left. \right) \left. \right) + \mathbf{0,08} \left\{ 0,4 \begin{pmatrix} 200 \\ 100 \\ 0 \\ -225 \end{pmatrix} + \right. \\
& 0,6 \left(0,44 \begin{pmatrix} 175 \\ 100 \\ 0 \\ -225 \end{pmatrix} + 0,30 \begin{pmatrix} 175 \\ 100 \\ 0 \\ -225 \end{pmatrix} + 0,26 \begin{pmatrix} 175 \\ 100 \\ 0 \\ -225 \end{pmatrix} \right) \left. \right) \left. \right) + \mathbf{0,09} \left\{ 0,34 \begin{pmatrix} 175 \\ 100 \\ 0 \\ -200 \end{pmatrix} + \right. \\
& 0,23 \left(0,52 \begin{pmatrix} 300 \\ 100 \\ 0 \\ -300 \end{pmatrix} + 0,32 \begin{pmatrix} 300 \\ 100 \\ 0 \\ -300 \end{pmatrix} + 0,16 \begin{pmatrix} 300 \\ 100 \\ 0 \\ -300 \end{pmatrix} \right) + 0,43 \begin{pmatrix} 200 \\ 100 \\ 0 \\ -100 \end{pmatrix} \left. \right\} + \\
& \mathbf{0,09} \left\{ 0,62 \left(0,15 \begin{pmatrix} 180 \\ 100 \\ 0 \\ -200 \end{pmatrix} + 0,21 \begin{pmatrix} 180 \\ 100 \\ 0 \\ -200 \end{pmatrix} + 0,34 \begin{pmatrix} 175 \\ 100 \\ 0 \\ -200 \end{pmatrix} + 0,30 \begin{pmatrix} 200 \\ 100 \\ 0 \\ -100 \end{pmatrix} \right) + \right.
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& 0,38 \left(0,50 \begin{pmatrix} 180 \\ 100 \\ 0 \\ -100 \\ -300 \end{pmatrix} + 0,35 \begin{pmatrix} 180 \\ 100 \\ 0 \\ -100 \\ -300 \end{pmatrix} + 0,15 \begin{pmatrix} 180 \\ 100 \\ 0 \\ -100 \\ -300 \end{pmatrix} \right) + 0,07 \begin{pmatrix} 250 \\ 100 \\ 0 \\ -100 \end{pmatrix} + \\
& 0,07 \left\{ 0,14 \begin{pmatrix} 200 \\ 100 \\ 0 \\ -133,33 \end{pmatrix} + 0,27 \begin{pmatrix} 200 \\ 100 \\ 0 \\ -133,33 \end{pmatrix} + 0,59 \begin{pmatrix} 200 \\ 100 \\ 0 \\ -133,33 \end{pmatrix} \right\} + 0,09 \begin{pmatrix} 200 \\ 100 \\ 0 \\ -125 \end{pmatrix} + \\
& 0,11 \begin{pmatrix} 180 \\ 100 \\ 0 \\ -200 \end{pmatrix} + 0,06 \begin{pmatrix} 180 \\ 100 \\ 0 \\ -200 \end{pmatrix} + 0,11 \left\{ 0,17 \begin{pmatrix} 175 \\ 100 \\ 0 \\ -225 \end{pmatrix} + 0,48 \begin{pmatrix} 200 \\ 100 \\ 0 \\ -133,33 \end{pmatrix} + \right. \\
& 0,35 \begin{pmatrix} 200 \\ 100 \\ 0 \\ -100 \end{pmatrix} \left. \right\} + 0,1 \left\{ 0,67 \begin{pmatrix} 180 \\ 100 \\ 0 \\ -80 \end{pmatrix} + \right. \\
& 0,33 \begin{pmatrix} 200 \\ 100 \\ 0 \\ -120 \end{pmatrix} \left. \right\} \tag{6}
\end{aligned}$$

Implementação do modelo de avaliação multicritério de apoio à decisão para a gestão de risco pela Defesa Civil para o estado do ES

De posse da versão final do modelo de avaliação, que contempla as alterações propostas pelo decisor no modelo piloto, foi implementado o modelo de avaliação multicritério de apoio à decisão para a gestão de risco pela Defesa Civil para o estado do Espírito Santo. A implementação consistiu em identificar o perfil de impacto da gestão de risco pela Defesa Civil do ES no ano de 2020 e aplicar a fórmula de agregação aditiva global. Ou seja, aplica-se a fórmula para obter a pontuação global da situação atual da gestão de risco pela Defesa Civil do ES no ano de 2020.

A Tabela 68, a seguir, apresenta cada um dos PVE's com os seus respectivos níveis BOM e NEUTRO e com o impacto da gestão de risco pela Defesa Civil em cada um deles.

Tabela 68 – Impacto da Gestão de Risco pela Defesa Civil no ano de 2020

Avaliação Local da Gestão de Risco pela Defesa Civil do ES						
Crítérios	Nível	Bom	Nível	Neutro	Nível	Impacto
PVE 1.1 – Agentes municipais	N3	100	N2	0	N2	0
PVE 1.2 – Equipe CEPDEC	N3	100	N2	0	N3	100
PVE 1.3.1.1 Saúde Mental	N3	100	N2	0	N2	0
PVE 1.3.1.2 Saúde Física	N3	100	N2	0	N1	-200
PVE 1.3.1.3 Geologia	N3	100	N2	0	N2	0
PVE 1.3.1.4 Engenharia	N3	100	N2	0	N2	0
PVE 1.3.2.1 Associações humanitárias	N3	100	N2	0	N3	100
PVE 1.3.2.2 Congregações Religiosas	N3	100	N2	0	N2	0
PVE 1.3.2.3 ONGs	N3	100	N2	0	N2	0
PVE 1.3.2.4 Sindicatos	N3	100	N2	0	N1	-200
PVE 2.1 – Compra	N3	100	N2	0	N4	200
PVE 2.2.1 – Colchão	N3	100	N2	0	N1	-225
PVE 2.2.2 – Higiene	N3	100	N2	0	N1	-225
PVE 2.2.3 – Limpeza	N3	100	N2	0	N1	-225
PVE 3.1 – Consolidar as informações de riscos e desastres	N3	100	N2	0	N2	0
PVE 3.2.1 – Parâmetros de deslizamento	N3	100	N2	0	N1	-300
PVE 3.2.2 – Parâmetros de inundação	N3	100	N2	0	N1	-300
PVE 3.2.3 – Parâmetros de seca	N3	100	N2	0	N1	-300
PVE 3.3 – Emitir avisos de risco de desastre	N3	100	N2	0	N2	0
PVE 4.1.1 – Produtos Perigosos	N3	100	N2	0	N4	180
PVE 4.1.2 – Incêndio Florestal	N3	100	N2	0	N4	180
PVE 4.1.3 – Deslizamento	N3	100	N2	0	N4	175
PVE 4.1.4 – Inundação	N3	100	N2	0	N4	200
PVE 4.2.1 – Caminhão	N4	100	N3	0	N2	-100
PVE 4.2.2 – Trator	N4	100	N3	0	N2	-100
PVE 4.2.3 – Equipamento	N4	100	N3	0	N2	-100
PVF 5 – Ameaças, suscetibilidades e vulnerabilidades a desastres	N3	100	N2	0	N3	100
PVE 6.1 – Plano de uso e ocupação do solo	N3	100	N2	0	N1	-133,33
PVE 6.2 – Plano Municipal de Redução de Risco	N3	100	N2	0	N1	-133,33
PVE 6.3 – Plano de Municipal de Contingência	N3	100	N2	0	N1	-133,33
PVF 7 – Vistoriar dificações, construções e áreas em situação de risco para a vida humana	N3	100	N2	0	N3	100
PVF 8 – Obras estruturantes	N3	100	N2	0	N2	0
PVF 9 – Federal	N3	100	N2	0	N3	100
PVE 10.1 – Articulação	N3	100	N2	0	N3	100
PVE 10.2 – Atribuições	N3	100	N2	0	N3	100
PVE 10.3 – Acionamento e integração	N3	100	N2	0	N3	100
PVE 11.1 – Fomenta a estruturação e atuação da defesa civil local	N3	100	N2	0	N2	0
PVE 11.2 – Assessoria na montagem de processos	N3	100	N2	0	N3	100

A Figura 60 apresenta, em forma de gráfico, o perfil de impacto da gestão de risco pela Defesa Civil do ES no ano de 2020 na versão final do modelo.

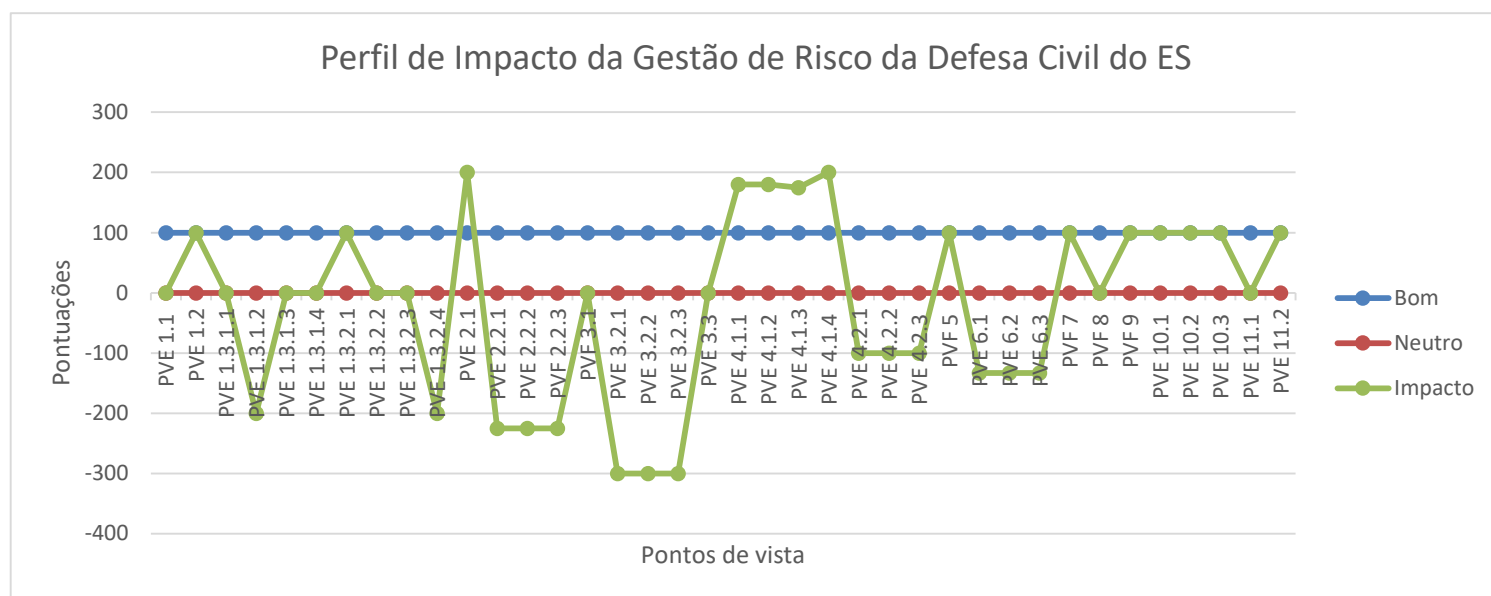


Figura 60 – Perfil de impacto da Gestão de Risco pela Defesa Civil do ES no ano de 2020 na versão final do modelo

A seguir, é apresentado o Valor Global do Desempenho da gestão de risco pela Defesa Civil do ES no ano de 2020, após as alterações realizadas no modelo para atender a necessidade do decisor com relação à mensuração de alguns descritores.

$$V_{G(2020)} = 6,41 - 4,40 - 6,21 + 6,86 + 7,00 - 9,33 + 9,00 + 0,00 + 6,00 + 11,00 + 3,30 = 29,63$$

O escore total dos desempenhos da atual gestão de risco pela Defesa Civil do ES é de 29,63 considerando que a escala atribui o escore -154,64, para o desempenho mínimo, e 190,61, para o desempenho máximo.

6.3 Fase de elaboração de recomendações

Finalizadas as fases de estruturação e avaliação do modelo, iniciou-se a elaboração das recomendações.

Um dos grandes ganhos da construção desse modelo de avaliação foi apresentar ao decisor uma visão global da gestão de risco e como esse entendimento do todo pode contribuir para o planejamento estratégico da Defesa Civil do ES. A gestão estratégica da Logística Humanitária é uma situação complexa, principalmente, quando tratamos na dimensão de gerenciamento estadual.

A fase de recomendações para esse trabalho é composta de duas partes: Geração de Ações e Implementação que serão apresentadas nas seções seguintes.

6.3.1 Geração de Ações

Nessa etapa, o procedimento realizado pelo facilitador, em acordo com o decisor, foi elencar os pontos de vista fundamentais que juntos dominassem ao menos 60% do modelo. O objetivo é que o processo de recomendações seja focado nos pontos de vista fundamentais de maior taxa global de compensação. A Tabela 61, a seguir, apresenta os PVF's definidos.

Tabela 69 – PVF's em que foram geradas as ações de aperfeiçoamento

Pontos de vista fundamentais	Taxa global de compensação
PVF 1	13%
PVF 10	11%
PVF 8	11%
PVF 11	10%
PVF 3	9%
PVF 4	9%

Para definir em qual PVE atuar foi feita uma análise das taxas locais de cada PVE em cada um dos níveis dos PVF's. Também foi observado o perfil de impacto da gestão de risco pela Defesa Civil do ES. Se o PVE com maior taxa local de compensação em um determinado

descriptor de um PVF teve um impacto ao menos no nível considerado pelo decisor como Bom em um determinado descriptor de um PVF, analisou-se o próximo PVE de maior taxa local e assim por diante. Caso todos os PVE's de um PVF apresentassem impacto no nível Bom no descriptor, analisou-se o PVE com maior taxa local de compensação do PVF.

Dessa forma, foram geradas seis grandes ações uma para cada um dos PVF's. A definição dos níveis dos descritores que se pretendem atingir com cada uma das ações e os desdobramentos para obtenção dos resultados foram determinados pelo decisor.

As próximas seções apresentam as ações geradas e seus detalhes.

Ação 1 – Aumento do número de municípios participantes do ciclo completo de formação da Defesa Civil

- Ponto de Vista Fundamental: PVF 1 – Humanos
Taxa global de compensação: 13%
- Ponto de Vista Elementar: PVE 1.1 – Agentes municipais
Taxa local de compensação: 33%
- Nível atual: N2 (neutro) – 39 municípios participaram do ciclo completo de formação da Defesa Civil no ano é o mínimo aceitável.
- Nível pretendido: N3 (bom) – 55 municípios participaram do ciclo completo de formação da defesa civil no ano é satisfatório.
- Desdobramentos:
Fortalecer a divulgação sobre os cursos, disponibilizar curso na modalidade EAD, descentralizar a realização dos cursos nas regionais.
- Benefícios: A execução dessa ação elevará a pontuação global da gestão de risco pela Defesa Civil do ES de 29,63 pontos para 33,92 pontos.

A nova fórmula de agregação ficaria assim:

$$V_G (ação1) = 10,70 - 4,40 - 6,21 + 6,86 + 7,00 - 9,33 + 9,00 + 0,00 + 6,00 + 11,00 + 3,30 = 33,92$$

Ação 2 – Aumento do percentual de atribuições realizadas pela coordenação do PEPDEC com relação a prevenção e preparação

- Ponto de Vista Fundamental: PVF 10 – Comitê Estadual
Taxa global de compensação: 11%
- Ponto de Vista Elementar: PVE 10.2 – Atribuições
Taxa local de compensação: 48%
- Nível atual: N3 (bom) – 75% das atribuições realizadas com relação à prevenção e preparação pela coordenação do PEPDEC é satisfatório.
- Nível pretendido: N4 (ideal) – 100% das atribuições realizadas com relação à prevenção e à preparação pela coordenação do PEPDEC é excelente.
- Desdobramentos:
Aumentar o número de reuniões extraordinárias, melhorar a interação por meio de ferramentas que agilizem a comunicação.
- Benefícios: A execução desta ação elevará a pontuação global da gestão de risco pela Defesa Civil do ES de 29,63 pontos para 34,91 pontos.

A nova fórmula de agregação ficaria assim:

$$V_G (ação2) = 6,41 - 4,40 - 6,21 + 6,86 + 7,00 - 9,33 + 9,00 + 0,00 + 6,00 + 16,28 + 3,30 = 34,91$$

Ação 3 – Aumento do número de pessoas saídas do risco no ES como consequência da realização de obras estruturantes

- Ponto de Vista Fundamental: PVF 8 – Obras estruturantes
Taxa global de compensação: 11%
- Nível atual: N2 (neutro) – 1% de pessoas saídas do risco no ES no ano de 2020 é o mínimo aceitável (a base de cálculo é o estudo realizado pelo CPRM que identifica o total de pessoas em risco no ES).
- Nível pretendido: N3 (bom) – 3% de pessoas saídas do risco no ES no ano é satisfatório.

- Desdobramentos:
Utilizar o percentual dos royalties do petróleo, inserir percentuais de multas ambientais e emendas parlamentares.
- Benefícios: A execução dessa ação elevará a pontuação global da gestão de risco pela Defesa Civil do ES de 29,63 pontos para 40,63 pontos.

A nova fórmula de agregação ficaria assim:

$$V_{G(ação3)} = 6,41 - 4,40 - 6,21 + 6,86 + 7,00 - 9,33 + 9,00 + 11,00 + 6,00 + 11,00 + 3,30 = \mathbf{40,63}$$

Ação 4 – Aumento do número de municípios que atendem a todos os requisitos de estruturação da Defesa Civil local

- Ponto de Vista Fundamental: PVF 11 – Municipal
Taxa global de compensação: 10%
- Ponto de Vista Elementar: PVE 11.1 – Fomento à estruturação e atuação da Defesa Civil local
Taxa local de compensação: 67%
- Nível atual: N2 (neutro) – 19 municípios que atendem a todos os requisitos de estruturação da Defesa Civil local é o mínimo aceitável.
- Nível pretendido: N3 (bom) – 39 municípios que atendem a todos os requisitos de estruturação da Defesa Civil local é satisfatório.
- Desdobramentos:
Aproximação com a Associação dos Municípios do Espírito Santo (AMUNES), aumentar a periodicidade de visitas às prefeituras, aderir a ações semelhantes do CBMES.
- Benefícios: A execução dessa ação elevará a pontuação global da gestão de risco pela Defesa Civil do ES de 29,63 pontos para 36,33 pontos.

A nova fórmula de agregação ficaria assim:

$$V_{G(ação4)} = 6,41 - 4,40 - 6,21 + 6,86 + 7,00 - 9,33 + 9,00 + 0,00 + 6,00 + 11,00 + 10,00 = 36,33$$

Ação 5 – Aumentar o prazo de antecedência de emissão de avisos de risco de desastres

- Ponto de Vista Fundamental: PVF 3 – Sistemas de monitoramento e alerta de desastres
Taxa global de compensação: 9%
- Ponto de Vista Elementar: PVE 3.3 – Emitir avisos de risco de desastres
Taxa local de compensação: 43%
- Nível atual: N2 (neutro) – 12h de antecedência do aviso aos municípios é o mínimo aceitável.
- Nível pretendido: N3 (bom) – 24h de antecedência do aviso aos municípios é satisfatório.
- Desdobramentos:
Aumentar a integração com órgãos federais, aperfeiçoar protocolo interno e efetivar a integração do sistema.
- Benefícios: A execução dessa ação elevará a pontuação global da gestão de risco pela Defesa Civil do ES de 29,63 pontos para 33,50 pontos.

A nova fórmula de agregação ficaria assim:

$$V_{G(ação5)} = 6,41 - 4,40 - 2,34 + 6,86 + 7,00 - 9,33 + 9,00 + 0,00 + 6,00 + 11,00 + 3,30 = 33,50$$

Ação 6 – Aumentar o número de regionais com cadastro de três fornecedores de caminhão para apoio as ações da Defesa Civil

- Ponto de Vista Fundamental: PVF 4 – Equipamentos de resposta
Taxa global de compensação: 9%
- Ponto de Vista Elementar: PVE 4.2 – Mapeamento de apoio
Taxa local de compensação: 38%
- Ponto de Vista Elementar: PVE 4.2.1 – Caminhão

Taxa local de compensação: 50%

- Nível atual: N2 (abaixo do aceitável) – no mínimo um regional com cadastro de três fornecedores de caminhão para apoio as ações da defesa civil não é aceitável.
- Nível pretendido: N4 (neutro) – no mínimo dois regionais com cadastro de três fornecedores de caminhão para apoio as ações da defesa civil é o mínimo aceitável.
- Desdobramentos:
Orientar as regionais quanto ao levantamento de órgãos de apoio e setoriais, mapear os caminhões baús que esses órgãos têm à disposição, aumentar a cobrança às regionais para realizar o cadastro prévio.
- Benefícios: A execução dessa ação elevará a pontuação global da gestão de risco pela Defesa Civil do ES de 29,63 pontos para 31,34 pontos.

A nova fórmula de agregação ficaria assim:

$$V_{G(ação1)} = 6,41 - 4,40 - 6,21 + 8,57 + 7,00 - 9,33 + 9,00 + 0,00 + 6,00 + 11,00 + 3,30 = 31,34$$

As ações de propostas, se implementadas, elevarão a pontuação da gestão de risco pela Defesa Civil do ES de 29,63 pontos para 62,48 pontos, possibilitando que a CEPDEC tenha melhores condições de atingir seus objetivos.

Após todas as seis ações implementadas, a nova fórmula de agregação ficaria assim:

$$V_{G(ações)} = 10,70 - 4,40 - 2,34 + 8,57 + 7,00 - 9,33 + 9,00 + 11,00 + 6,00 + 16,28 + 10,00 = 62,48$$

6.3.2 Implementação

O coordenador estadual da Defesa Civil solicitou ao facilitador que o modelo fosse apresentado para a equipe em uma reunião com os funcionários do CEPDEC.

O facilitador fez a apresentação do modelo e das propostas de ações para a equipe do CEPDEC e recomendou a cada área responsável traçar estratégias para a implementação das

ações com um detalhamento maior de cada uma das etapas, definindo cronograma e responsável pela ação. Também recomendou que sejam geradas ações para os demais PVF's do modelo.

Uma última recomendação é a implementação do modelo multicritério em um aplicativo computacional que permita ao decisor monitorar o desempenho da gestão de risco e simular cenários para apoiar a tomada de decisão.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

7.1 Conclusões e Recomendações – aspectos teóricos

Para a determinar o foco de investigação deste trabalho, foi realizado um estudo acerca da produção científica do tema gestão estratégica da Logística Humanitária. A metassíntese apresentada, no capítulo 4, expõe uma análise do conteúdo dos 23 artigos que compõem o portfólio e permitiu agrupá-los com base no enfoque dado à pesquisa.

Foram identificados 12 artigos desenvolvidos com foco na fase de resposta da Logística Humanitária, concentrando suas proposições na distribuição de suprimentos, entrega de assistência humanitária e alívio às populações, além de estratégias de evacuação de áreas de risco eminente e abrigo à população. Esses trabalhos utilizam diferentes metodologias para estudar o impacto da resposta rápida na melhora da sobrevivência humana. A seguir, será apresentada uma breve descrição dos artigos com foco na fase resposta.

O artigo *Application of multi-attribute value theory to improve cargo delivery planning in disaster aftermath* (CAVALCANTI; MENDES; YOSHIKAWA, 2017) apresenta a metodologia de Teoria de Valores de Vários Atributos (MAVT), aplicada com o *Value Focused Thinking* (VFT), para elucidar os objetivos de entregar carga para vítimas de desastres durante operações de resposta, criar alternativas de solução e as avaliar.

O artigo *Humanitarian relief chain: rapid response under uncertainty* (CHAKRAVARTY, 2014) visa a estudar o impacto da resposta rápida na melhora da sobrevivência humana. O autor está especificamente interessado na combinação ideal de pré-posicionamento de inventário e resposta rápida através de entrega em tempo real.

No artigo intitulado *Assessing trade-offs among multiple objectives for humanitarian aid delivery using expert preferences* (GRALLA; GOENTZEL; FINE, 2014), os autores desenvolvem um método para avaliar o desempenho de planos de ajuda, baseado nas preferências de especialistas em cinco atributos principais: a quantidade de carga entregue, a priorização da ajuda por tipo de mercadoria, a priorização da ajuda por local de entrega, a velocidade de entrega e o custo operacional.

A *multi-criteria vertical coordination framework for a reliable aid distribution* (REGIS-HERNÁNDEZ; MORA-VARGAS; RUÍZ, 2017) é um artigo que mostra que, em um cenário de distribuição de alívio durante o estágio de resposta, a coordenação vertical é usada para

coordenar a intervenção dos governos e organizações não-governamentais, doadores, setor privado e organizações militares para atender a população afetada. O método multicritério de tomada de decisões (MCDM) adotado foi de análise hierárquica de processos (AHP). Os critérios de desempenho das dimensões são custos, demanda reprimida, tempo de viagens e tempo de resposta, risco e equidade.

O artigo *Multi-criteria logistics modeling for military humanitarian assistance and disaster relief aerial delivery operations* (BASTIAN et al, 2016) pesquisa a rede da cadeia de suprimentos para a entrega de assistência humanitária e de alívio a desastres em aérea militar. O modelo usa programação de metas estocástica, com números inteiros mistos e ponderados para otimizar projeto de rede da cadeia de suprimentos, custos logísticos, quantidades de aquisições e níveis de estoque.

O artigo *Intelligent decision-making models for disaster management* (VITORIANO et al., 2015) apresenta dois exemplos de modelos de auxílio à decisão: um para avaliação de consequências na fase inicial após um desastre e outro para a distribuição de última milha da ajuda humanitária (focado na natureza multicritério da tomada de decisões sobre gestão de desastres).

O artigo *An emergency logistics response system for natural disasters* (TOVIA, 2007) tem como objetivo apresentar um Modelo de Resposta a Emergências (ERM) para avaliar os recursos logísticos necessários para evacuar, abrigar e proteger a população em tempo hábil no caso de um furacão.

O artigo *A Study on emergency supply chain and risk based on urgent relief service in disasters* (JI; ZHU, 2012) tem como objetivo estudar a distribuição de logística de emergência e apresentar um estudo de caso baseado em terremoto.

A robust approach to the two-level humanitarian relief operation (QU, 2016) é um trabalho que apresenta um modelo de nível superior concentrado nas políticas estratégicas de distribuição de alívio entre os beneficiários, enquanto o modelo de nível inferior lida com rotas de transporte, implantação de veículos e problemas de carga no nível operacional com base na solução de nível superior.

O artigo intitulado *Training decision-makers in flood response with system dynamics* (BERARIU et al., 2016) tem como objetivo apresentar um modelo para treinar os tomadores de decisão sobre a resposta a inundações. Um modelo quantitativo de estoque e fluxo foi desenvolvido com foco na entrega de kits de ajuda humanitária, instalação de proteção móvel contra enchentes e evacuação.

An outranking approach based on interval type-2 fuzzy sets to evaluate preparedness and response ability of non-governmental humanitarian relief organizations (CELIK; GUMUS, 2016) tem como objetivo avaliar o desempenho da capacidade de resposta das ONGs.

Emergency relief logistics: an evaluation of military, non-military and composite response models (PETTIT; BERESFORD, 2005) traz o modelo composto que representa uma primeira tentativa de reunir todos os principais componentes da resposta à logística de emergência e é apresentado como um fluxograma de processos, incorporando organizações militares e não militares. O fluxograma compreende as fases de preparação, avaliação e recursos, mobilização de recursos, aquisição, transporte, armazenagem e avaliação de performance.

Outros enfoques de pesquisa foram identificados com um número menor de artigos relacionados. O portfólio possui três artigos com foco na coordenação dos atores da rede logística, um artigo com foco no desenvolvimento de um ERP — sistema de gestão integrado — e dois artigos com foco em análise de falhas. A seguir, será apresentada uma breve descrição dos trabalhos.

O artigo *Modelling the inter-relationship between factors affecting coordination in a humanitarian supply chain: a case of Chennai flood relief* (JOHN et al., 2018) tem como foco mapear a rede de relacionamentos dos diferentes atores que coordenam a cadeia de suprimentos e quais fatores que afetam esse relacionamento. Também é estudada a forma como esse relacionamento afeta operações padronizadas, interoperabilidade de atividades e construção de confiança através de associações de longo prazo.

Os artigos *Analyzing drivers and barriers of coordination in humanitarian supply chain management under fuzzy environment* (KABRA; RAMESH, 2015) e *Identification and prioritization of coordination barriers in humanitarian supply chain management* (KABRA; RAMESH; ARSHINDER, 2015) visam a explorar as barreiras da coordenação da cadeia de suprimentos humanitária, no contexto indiano, propondo soluções para melhorar a coordenação entre os atores envolvidos e o desempenho das operações de socorro.

A model for enterprise resource planning in emergency humanitarian logistics (GAVIDIA, 2017) propõe um modelo para a configuração, manutenção, operação e melhoria de um sistema empresarial integrado (ERP) para emergências humanitárias.

No trabalho intitulado *Managing the humanitarian supply chain: a fuzzy logic approach* (GANGULY; PADHY; RAI, 2017), as relações entre o desempenho do gerenciamento da

cadeia de suprimentos humanitária, sua rapidez e preparação exigida são representadas em um diagrama de causa e efeito.

O artigo *Before and after disaster strikes: a relief supply chain decision support framework* (KUMAR; HAVEY, 2013) apresenta uma análise de risco e falhas para as quatro etapas (planejamento e preparação, resgate, recuperação, limpar e reconstruir) e subetapas que fazem parte do processo de gerenciamento de alívio de desastres. Além disso, a avaliação da probabilidade de pontos de falha foi analisada usando efeitos do modo de falha e análise crítica (FMECA).

O prisma do planejamento estratégico das operações de Logística Humanitária é observado em cinco artigos que compõem o portfólio. Esse enfoque é o que mais se aproxima do objetivo desta pesquisa e, por este motivo, será apresentada uma descrição mais detalhada dos trabalhos para que, posteriormente, sejam discutidas as contribuições e o ineditismo desta tese neste campo de atuação.

Strategic planning for disaster relief logistics: lessons from supply chain management (ALTAY; PRASAD; SOUNDERPANDIAN, 2009): essa pesquisa, primeiramente, identifica quatro estágios de gestão de desastres em relação à função logística, às tarefas a serem concluídas em cada estágio e às técnicas analíticas que podem ser aplicadas. São examinados os conceitos relevantes na literatura sobre gestão de desastres para cada estágio. Como resultado, é mostrado como os conceitos de gestão da cadeia de suprimentos são aplicáveis na fase de planejamento estratégico e elaborados em seus detalhes. A metodologia utilizada é a revisão de literatura sobre o que já foi produzido sobre as respostas a desastres e a aplicação de conceitos de cadeia de suprimentos na gestão de desastres.

A multicriteria master planning DSS for a sustainable humanitarian supply chain (LAGUNA-SALVADÓ et al, 2018): esse artigo estabelece as bases para um Sistema de Apoio à Decisão para ajudar decisores no planejamento de operações humanitárias de forma a alcançar níveis aceitáveis de desempenho em todas as três dimensões da sustentabilidade (econômica, social e ambiental), além da eficácia. Para tal, são definidos um conjunto de medidas de desempenho e métricas associadas à sustentabilidade, um modelo matemático para decisões de planejamento tático da cadeia de suprimentos humanitários é desenvolvido utilizando o Método Multi-Objetivo de Otimização. A metodologia utilizada foi um estudo de caso e uma pesquisa de campo no escritório e depósito do site da IFRC no Panamá. Para o problema multidimensional de desempenho de sustentabilidade, foi utilizado o método de ordenação lexicográfico (LOM).

A trapezoidal type-2 fuzzy MCDM method to identify and evaluate critical success factors for humanitarian relief logistics management (CELIK; GUMUS; ALEGOZ, 2014): esse trabalho tem como objetivo identificar e avaliar os principais fatores críticos para o gerenciamento efetivo das operações logísticas de ajuda humanitária. Nesse estudo, os fatores críticos de sucesso para gestão da Logística Humanitária são determinados e classificados por meio de revisão de literatura e entrevistas com especialistas. Os grupos de critérios identificados são: gestão e planejamento, organização, transporte e distribuição, armazenamento e sistemas de informação. Os pesos de avaliação dos critérios são determinados utilizando o método trapezoidal tipo 2 fuzzy AHP.

A proposed framework of key activities and processes in the preparedness and recovery phases of disaster management (OLORUNTOBA; SRIDHARAN; DAVISON, 2018): identifica, a partir da literatura e entrevistas com informantes-chaves, as principais atividades e processos de preparação e resposta do gerenciamento de desastres de países riscos e aplica em dois casos reais, em um incêndio florestal, ocorrido em 2009, e em um ciclone, ocorrido em 2006, ambos na Austrália.

Multi-criteria decision-making in the management of humanitarian operations (SGARBOSSA; PERETTI; PERSONA, 2015): essa pesquisa fornece um conjunto de diretrizes que auxiliarão os gestores a compreender os critérios e seu impacto, principalmente na tomada de decisões no contexto da Logística Humanitária e como diferentes critérios ou avaliações alternativas impactam no resultado final. A metodologia utilizada é a análise hierárquica de processos (AHP).

Conforme evidenciado na introdução, o objetivo deste trabalho foi a construção de um modelo de apoio à decisão capaz de orientar a gestão pública da Defesa Civil do Espírito Santo no gerenciamento estratégico das operações de Logística Humanitária com foco na gestão de risco a desastres. Para tal, foi utilizada uma metodologia multicritério de apoio à decisão (MCDA) com uma abordagem construtivista para investigar a realidade das operações logísticas, visando à melhoria de novas intervenções que tragam ganhos significativos e positivos para a sociedade.

Ao analisar a descrição dos artigos que compõem o portfólio, é possível observar que a literatura atual não contempla uma pesquisa que tem por objetivo construir um modelo de apoio à decisão centrado na fase anterior ao desastre, a fim de fornecer ao decisor uma visão global da gestão de risco aplicada a uma situação real e no cenário brasileiro. Também fica evidente que a aplicação da metodologia multicritério de apoio à decisão (MCDA), sob uma perspectiva

construtivista, não foi contemplada em estudos anteriores no contexto da gestão estratégica da Logística Humanitária. Ao contemplar esses pontos, esta tese apresenta uma contribuição teórica dentro da metodologia MCDA-C e da temática de Logística Humanitária, garantindo a abrangência inédita desta tese para estudos de Logística Humanitária no Brasil.

Outro ponto importante são as lacunas apontadas na seção 4.2.1, que foram respondidas com a elaboração desta tese.

Atendendo a lacuna de pesquisa apontada pelos autores Laguna-Salvadó et al. (2018), o modelo proposto é aplicado às operações humanitárias da Defesa Civil do Espírito Santo e contempla uma visão global da gestão da Logística Humanitária a partir da percepção do decisor que ocupa o nível hierárquico mais alto no organograma.

Atendendo a sugestão de pesquisa dos autores Ganguly, Padhy e Rai (2017), esta pesquisa é desenvolvida no Brasil, especificamente, no estado do Espírito Santo e contempla, em sua estruturação, acidentes provocados pelo homem, como é o caso de eventos em decorrência de produtos perigosos.

A terceira oportunidade de pesquisa sugerida pelos autores Oloruntoba, Sridharan e Davison (2018) é atendida pelo modelo desenvolvido, o qual contempla a interlocução da Defesa Civil nas esferas municipal, estadual e federal. Além disso, um critério que avalia os recursos humanos com desdobramento de um subcritério de voluntários que compreende as relações da Defesa Civil com a sociedade civil.

Atendendo a proposta de estudos futuros apresentada pelos autores Celik, Gumus e Alegoz (2014), o modelo contempla 11 critérios que afetam o gerenciamento da Logística Humanitária, mais especificamente na gestão de risco, número superior ao apresentado pelos autores no trabalho citado.

No capítulo 4 deste trabalho, foi possível constatar o baixo número de produções científicas brasileiras sobre esse tema e o consequente distanciamento da academia com órgãos públicos que gerenciam essas situações complexas no cenário brasileiro.

Desta forma, são inúmeras as contribuições deste trabalho como estímulo à aproximação entre a academia e o governo brasileiro no desenvolvimento de pesquisas de caráter estratégico que possam ser replicadas nacionalmente e adaptadas à realidade de outros estados. Não obstante, este estudo pode subsidiar pesquisas em outros países e contemplar as operações militares de Logística Humanitária.

7.2 Conclusões e Recomendações – aspectos práticos

O modelo construído baseou-se no juízo de valores do decisor que ocupa o mais alto nível hierárquico no organograma da Defesa Civil no estado do Espírito Santo e que é responsável pelo planejamento estratégico estadual na prevenção, preparação, resposta e recuperação a desastres. É importante destacar que o modelo contempla, também, a legislação vigente nas esferas federal e estadual, que estabelece as competências dos órgãos de defesa civil.

A metodologia aplicada na construção do modelo exigiu um enorme esforço por parte do decisor que participou ativamente do processo e se reuniu 14 vezes com o facilitador, nos meses de setembro a fevereiro, contabilizando mais de 36 horas de dedicação para o desenvolvimento das etapas de estruturação, avaliação e recomendações.

Após as fases de estruturação e avaliação dos pontos de vista fundamentais, definidos pelo decisor para aperfeiçoar as atividades desempenhadas pela Defesa Civil, foram elaboradas seis grandes ações de recomendação para melhoria do desempenho da gestão de risco: aumento do número de municípios participantes do ciclo completo de formação da defesa civil; aumento do percentual de atribuições realizadas pela coordenação do CEPDEC com relação à prevenção e à preparação; aumento do número de pessoas saídas do risco no ES como consequência da realização de obras estruturantes; aumento do número de municípios que atendem a todos os requisitos de estruturação da Defesa Civil local; aumento do prazo de antecedência de emissão de avisos de risco de desastres; e aumento do número de regionais com cadastro de três fornecedores de caminhão para apoio as ações da Defesa Civil. Outras ações poderão ser definidas pelo decisor e pela equipe para os demais pontos de vista fundamentais do modelo.

As ações geradas, se implementadas, elevarão a pontuação da gestão de risco pela Defesa Civil do Espírito Santo de 29,63 pontos para 62,48 pontos, possibilitando que a CEPDEC tenha melhores condições de atingir seus objetivos com relação à gestão de risco.

O modelo foi apresentado pelo facilitador a equipe CEPDEC que interagiu e tirou dúvidas sobre o modelo. É externamente importante que a equipe aproprie-se do modelo, pois algumas das ações estabelecidas no planejamento estratégico da coordenação serão elaboradas com base nos resultados da avaliação de desempenho da gestão de risco pela Defesa Civil do Espírito Santo no ano.

O coordenador da CEPDEC/ES destacou que, mesmo que haja a alteração do coordenador, a visão global apresentada pelo modelo permite uma transição com um maior nível de informação e detalhamento da situação atual da Defesa Civil quanto à gestão de risco

a desastre. Complementou, ainda, que, a partir do modelo de avaliação, é possível traçar indicadores e metas a curto, médio e longo prazo para a Defesa Civil e acompanhar a evolução no desempenho a partir da avaliação anual.

Diante do exposto, fica evidente que o modelo contribui para a gestão de risco a desastre pela Defesa Civil do estado do Espírito Santo e orienta a gestão pública no gerenciamento estratégico das operações logísticas.

7.3 Objetivos atingidos

O objetivo geral, proposto pelo presente trabalho, foi atingido ao construir um modelo de apoio à decisão para gestão de risco a desastres pela Defesa Civil do estado do Espírito Santo, baseado em métodos multicritérios discretos, conforme o capítulo 6, que apresentou de forma detalhada o processo de construção.

Todos os objetivos específicos foram alcançados da seguinte forma:

Capítulo 4 — nesse capítulo, os objetivos específicos (a) e (b) foram alcançados ao apresentar a análise bibliométrica e metassíntese sobre a produção científica do tema gestão estratégica da Logística Humanitária.

Capítulo 5 — neste capítulo, foi explanado o contexto de atuação da Defesa Civil no ES, suas competências e sua estrutura de organização no estado. Também foi apresentada a teoria sobre a metodologia multicritério de apoio à decisão (MCDA) para construção do modelo multicritério para avaliação da gestão de risco pela Defesa Civil do ES. Esse capítulo foi essencial para mostrar que a metodologia MCDA é extremamente adequada para o problema em questão e os conceitos estudados serviram de base para o alcance dos objetivos específicos respondidos no capítulo 6.

Capítulo 6 — nesse capítulo, foi construído um modelo que contempla todas as etapas descritas nos objetivos específicos (c), (d), (e), (f), (g), (h) e (i). O modelo foi desenvolvido da seguinte forma:

A seção 6.1 apresenta a fase de estruturação do modelo, atendendo os objetivos específicos (c), (d), (e), pelos quais se definiram os elementos primários de avaliação, hierarquização dos critérios e subcritérios, síntese de prioridades da hierarquia a partir de matrizes de comparações paritárias e lapidação dos indicadores de desempenho.

A seção 6.2 apresenta a fase de avaliação do modelo, atendendo os objetivos específicos (f), (g), (h), em que se propõe um modelo multicritério de decisão com critérios hierarquizados e priorizados. Um modelo matemático multicritério de apoio à decisão é elaborado e um teste do modelo piloto de avaliação é rodado para que o decisor avalie escalas de mensuração definidas.

A seção 6.3 culmina na implementação do modelo de avaliação multicritério de apoio à decisão para a gestão de risco pela Defesa Civil para o estado do ES, atendendo o objetivo específico (i), que contempla as alterações propostas pelo decisor na fase de teste e as recomendações para melhoria do desempenho das operações.

7.4 Contribuições em Modelagem Computacional

A modelagem computacional busca criar modelos para sistemas complexos associados a diferentes domínios e aplicações. O desenvolvimento de modelos é um dos produtos da própria pesquisa a partir de dados e informações do objeto e sujeitos da pesquisa. A necessidade de interação entre áreas do conhecimento exige uma estratégia articulada e dialogada, multidisciplinar e interdisciplinar, para promover uma visão holística do problema. O uso e o desenvolvimento de metodologias numéricas e analíticas relacionadas à modelagem computacional possibilitam direcionar a solução de problemas complexos, envolvendo grande número de variáveis e incertezas.

Nesse sentido, esta tese na área de concentração de modelagem computacional teve como objeto de pesquisa o sistema complexo das operações de Logística Humanitária, mais especificamente as operações de gestão de risco. A proposição de um modelo que possibilitou uma visão holística sobre o problema em questão exigiu um diálogo entre diferentes áreas de conhecimento como Matemática, Logística, Pesquisa Operacional e Gestão. O uso da metodologia MCDA como ferramenta de avaliação, possibilitou ir além do campo teórico e incorporar, no modelo, a perspectiva do sujeito que está diretamente envolvido na naquela realidade.

A presente pesquisa contribui para o fortalecimento da área de concentração da Modelagem Computacional ao avaliar problemas reais, nesse caso a gestão de risco a desastres, com uma perspectiva multidisciplinar, aplicando conceitos teóricos das áreas de Matemática,

Logística, Pesquisa Operacional e Gestão, que vão da descrição matemática do problema até o desenvolvimento, teste do modelo e implementação da solução encontrada.

7.5 Sugestões para pesquisas futuras

Com a finalização desta tese, foi possível observar espaços não preenchidos pelo trabalho e que são relevantes no campo científico da área de Logística Humanitária. Logo, torna-se elemento significativo a recomendação das seguintes pesquisas para o futuro:

Como desdobramento da etapa de recomendações do modelo, sugere-se implementar o modelo multicritério em uma ferramenta computacional que permita simular cenários e avaliar a gestão de risco em tempo real.

Para a construção de modelos de apoio à decisão que foquem nas operações de Logística Humanitária a nível tático e operacional, sugere-se contemplar decisores representantes de todos os níveis hierárquicos da organização no processo.

Como oportunidade de continuação deste trabalho, sugere-se o desenvolvimento de um modelo de apoio à decisão para a gestão de desastres pela Defesa Civil do Espírito Santo que contemple as operações de Logística Humanitária nas fases pós-evento, denominadas resposta e recuperação.

Por fim, considerando a subjetividade das informações analisadas por esse método (MCDA), sugere-se a possibilidade de utilização da lógica FUZZY em algumas de suas etapas, pois, diferentemente da lógica clássica, ela admite várias graduações entre o puramente verdadeiro e o puramente falso, o que parece representar melhor o pensamento humano. De acordo com o princípio da incompatibilidade, alta complexidade é incompatível com alta precisão (Zadeh, 1975), razão pela qual essa métrica seria mais adequada para mensuração de variáveis subjetivas, complexas ou mal definidas.

REFERÊNCIAS

- ABIDI, H.; LEEUW, S.; KLUMPP, M. The value of fourth-party logistics services in the humanitarian supply chain. **Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management**, v. 5, n. 1, p. 35-60, 2015. DOI: 10.1108/JHLSCM-02-2014-0010.
- ALENCAR, E. de S.; ALMOULOU, S. A. A metodologia de pesquisa: metassíntese qualitativa. **Revista Reflexão e Ação**, Santa Cruz do Sul, v. 25, n. 3, p. 204-220, Set./Dez. 2017. DOI: 10.17058/rea.v25i3.9731. Disponível em: <http://online.unisc.br/seer/index.php/reflex/index/>. Acesso em: 24 fev. 2019.
- ALTAY, N.; PRASAD, S.; SOUNDERPANDIAN J. Strategic planning for disaster relief logistics: lessons from supply chain management. **International Journal of Services Sciences**. v. 2, n. 2, p. 142 – 161, 2009. DOI: 10.1504/IJSSCI.2009.024937.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14724: informação e documentação – trabalhos acadêmicos – apresentação. 3. ed. Rio de Janeiro, 2011.
- BANA E COSTA, C. A. *et al.* Decision support systems in action: integrated application in multicriteria decision aid process. **European Journal of Operational Research**, v. 113, p. 315-335, 1999. Disponível em: [http://dx.doi.org/10.1016/S0377-2217\(98\)00219-7/](http://dx.doi.org/10.1016/S0377-2217(98)00219-7/). Acesso em 20 mar. 2018.
- BANA E COSTA, C. A. Três convicções fundamentais na prática do apoio à decisão. **Revista Pesquisa Operacional**, v. 13, p. 1-12, 1993. Disponível em: <http://web.ist.utl.pt/carlosbana/Pesquisa%20operacional.pdf/>. Acesso em 05 fev. 2018.
- BANA e COSTA, C.A.; VANSNICK, J.C. Uma Nova Abordagem ao Problema de Construção de uma Função de Valor Cardinal: MACBETH. **Investigação Operacional**, v. 15. p. 15-35, 1995.
- BARBETTA, P. A. **Estatística aplicada às ciências sociais**. 9. ed. Florianópolis: UFSC, 2014.

BASTIAN, N. D. *et al.* Multi-criteria logistics modeling for military humanitarian assistance and disaster relief aerial delivery operations. **Optimization Letters**, p. 1-33, 2016. DOI: DOI 10.1007/s11590-015-0888-1.

BERARIU, R. *et al.* Training decision-makers in flood response with system dynamics. **Disaster Prevention and Management**, v. 25, n. 2, p.118-136, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1108/DPM-06-2015-0140>.

BRASIL. **Lei nº 12.608**, de 10 abril 2012. Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC; dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil - SINPDEC e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil - CONPDEC; autoriza a criação de sistema de informações e monitoramento de desastres. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112608.htm. Acesso em 19 dez. 2020.

CARRIÇO, N. J. G. **Metodologia multicritério de apoio à decisão na gestão patrimonial de infraestruturas urbanas de água**. 2016. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade de Lisboa, Lisboa, 2014. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Nelson_Carrico/publication/302098485_Metodologia_multicriterio_de_apoio_a_decisao_na_gestao_patrimonial_de_infraestruturas_urbanas_de_agua/links/572e36f608aeb1c73d1294e8.pdf. Acesso em 20 mar. 2018.

CAVALCANTI, L. B.; MENDES, A. B.; YOSHIKAZI, H. T. Y. Application of Multi-Attribute Value Theory to Improve Cargo Delivery Planning in Disaster Aftermath. **Mathematical Problems in Engineering**, p. 1-12, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1155/2017/2720470>.

CELIK, E.; GUMUS, A. T. An outranking approach based on interval type-2 fuzzy sets to evaluate preparedness and response ability of non-governmental humanitarian relief organizations. **Computers & Industrial Engineering**, p. 1-31, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cie.2016.08.020>.

CELIK, E.; GUMUS, A. T.; ALEGOZ, M. A trapezoidal type-2 fuzzy MCDM method to identify and evaluate critical success factors for humanitarian relief logistics management. **Journal of Intelligent & Fuzzy Systems**, v. 27, p. 2847–2855, 2014. DOI: 10.3233/IFS-141246.

CEPED. **Relatório de danos materiais e prejuízos decorrentes de desastres naturais no Brasil: 1995 - 2014**. Florianópolis: CEPED UFSC, 2016.

CEPED. **Atlas Brasileiro de Desastres Naturais: 1991 a 2012**. 2. ed. Florianópolis: CEPED UFSC, 2013.

CHAKRAVARTY, A. K. Humanitarian relief chain: Rapid response under uncertainty. **International Journal of Production Economics**. p. 146–157, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe.2013.10.007>.

CORREA, E. C. **Construção de um modelo multicritério de apoio ao processo decisório**. 1996. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1996. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/112083/104397.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em 02 mar. 2018.

DEFESA CIVIL-ES - Coordenadoria Estadual de Proteção e Defesa Civil – CEPDEC/ES (2021). *Home page* da CEPDEC/ES. Disponível em: <https://defesacivil.es.gov.br/>. Acesso em: 01 fev. 2021.

ENSSLIN, L. *et al.* Performance Assessment Model for Bank Clients Services and Business Development Process: A Constructivist Proposal. **International Journal of Applied Decision Sciences**. v. 11, p. 100-126, 2018. DOI: 10.1504/IJADS.2018.10008502.

ENSSLIN, L.; MONTIBELLER, G.N.; NORONHA, S.M. Apoio à Decisão: Metodologias para Estruturação de Problemas e Avaliação Multicritério de Alternativas. **Insular**. Florianópolis, 2001.

ESPÍRITO SANTO (Estado). **Decreto** nº 3.140-R, de 30 de outubro de 2012. Institui o Plano Estadual de Proteção e Defesa Civil – PEPDEC. Disponível em: <https://defesacivil.es.gov.br/Containers/Item/Display/297>. Acesso em 19 dez. 2020.

ESPÍRITO SANTO (Estado). **Decreto** nº 3.430-R, de 06 de novembro de 2013, que Regulamenta o Sistema Estadual de Proteção e Defesa Civil – SIEPDEC-ES. Disponível em: <https://defesacivil.es.gov.br/Containers/Item/Display/297>. Acesso em 19 dez. 2020.

ESPÍRITO SANTO (Estado). **Decreto** nº 3.681-R, de 22 de outubro de 2014. Regulamenta o Fundo Estadual de Proteção e Defesa Civil – FUNPDEC/ES. Disponível em: <https://defesacivil.es.gov.br/Containers/Item/Display/297>. Acesso em 19 dez. 2020.

ESPÍRITO SANTO (Estado). **Lei** complementar nº 694/2013. Reorganiza o Sistema Estadual de Proteção e Defesa Civil – SIEPDEC-ES e dá outras providências. Disponível em: <https://defesacivil.es.gov.br/Containers/Item/Display/297>. Acesso em 19 dez. 2020.

FLORES, F. F. et al. Panorama atual da produção científica sobre a temática da logística humanitária: um estudo bibliométrico. In: **EnANPAD 2017 - Encontro Nacional dos**

Programas de Pós-Graduação em Administração, 2017, São Paulo. Anais do XLI Encontro da Anpad - EnANPAD 2017. Rio de Janeiro - RJ: ANPAD, 2017. Vol. 1. p. 1-17.

GANGULY, K. K., PADHY, R.K.; RAI, S. S. Managing the humanitarian supply chain: a fuzzy logic approach. **International Journal of Disaster Resilience in the Built Environment**. p. 1-23, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJDRBE-07-2015-0038>

GAVIDIA, J. V. A model for enterprise resource planning in emergency humanitarian logistics. **Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management**. p. 1-19, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1108/JHLSCM-02-2017-0004>.

GOMES, L. F. A. M.; GOMES, C. F. S. **Tomada de Decisão Gerencial: enfoque multicritério**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2014.

GRALLA, E.; GOENTZEL, J.; FINE, C. Assessing Trade-offs among Multiple Objectives for Humanitarian Aid Delivery Using Expert Preferences. **Production and Operations Management**. v. 23, n. 6, p. 978–989, 2014. DOI: 10.1111/poms.12110.

IFRC. **¿Qué es un desastre?**. 2019. Disponível em: <https://www.ifrc.org/es/introduccion/disaster-management/sobre-desastres/que-es-un-desastre/>. Acesso em 24 fev. 2019.

IFRC. **World Disasters Report**. Resilience: saving lives today, investing for tomorrow. 2016. Disponível em: <https://www.ifrc.org/en/publications-and-reports/>. Acesso em 10 fev. 2019.

JI, G.; ZHU, C. A Study on Emergency Supply Chain and Risk Based on Urgent Relief Service in Disasters. **Systems Engineering Procedia**. v. 5, p. 313-325, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sepro.2012.04.049>.

JOHN, L. *et al.* Modelling the inter-relationship between factors affecting coordination in a humanitarian supply chain: a case of Chennai flood relief. **Annals of Operations Research**. p. 1 – 32, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10479-018-2963-3>.

KABRA, G., RAMESH, A.; ARSHINDER, K. Identification and prioritization of coordination barriers in humanitarian supply chain management. **International Journal of Disaster Risk Reductio**. v. 13, p. 128-138, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2015.01.011>.

KABRA, G.; RAMESH, A. Analyzing drivers and barriers of coordination in humanitarian supply chain management under fuzzy environment. **Benchmarking-an International Journal**. v. 22, n. 4, p. 559 – 587, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1108/BIJ-05-2014-0041>.

KEENEY, Ralph. L. Value-focused thinking: **a path to creative decision making**. London: Harvard University Press, 1992.

KUMAR, S.; HAVEY, T. Before and after disaster strikes: A relief supply chain decision support framework. **International Journal of Production Economics**. p. 613–629, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe.2013.05.016>.

LAGUNA-SALVADÓ, L. *et al.* A multicriteria Master Planning DSS for a sustainable humanitarian supply chain. **Annals of Operations Research**. p. 1 – 41, 2018. DOI: 10.1007/s10479-018-2882-3.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Metodologia do trabalho científico**. 4.ed. São Paulo: Atlas, 1992.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. de A. **Fundamentos de metodologia científica**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2003.

LANDRY, M. **A note on the concept of problem**. **Organization Studies**, 16, p. 315-343, 1995.

LONGARAY, A. A. *et al.* Using MCDA to evaluate the performance of the logistics process in public hospitals: the case of a Brazilian teaching hospital. **International Transactions in Operational Research**. v. 25, p. 133-156, 2018. DOI: 10.1111/itor.12387. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/itor.12387/>. Acesso em 05 mar. 2018.

LONGARAY, A. A. *et al.* Emprego de métodos multicritério em decisões gerenciais: uma análise bibliométrica da produção científica brasileira. **Revista Contemporânea de Contabilidade**, v 13, n. 29, p. 113-128, 2016a. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/contabilidade/article/view/21758069.2016v13n29p113/32264/>. Acesso em 05 mar. 2018.

LONGARAY, A. A. *et al.* Análise multicritério de decisão e sua aplicação na gestão da saúde: uma proposta de revisão sistemática da literatura. **Revista Exacta**. v.14, n.4, p. 609-618, 2016b. Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81049426005/>. Acesso em 05 mar. 2018.

LONGARAY, A. A. *et al.* Assessment of a Brazilian public hospitals performance for management purposes: a soft operations research case in action. **Operations Research for Health Care**. v. 5, p. 28-48, 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221169231500017X?via%3Dihub/>. Acesso em 05 mar. 2018.

- LONGARAY, A. A.; BUCCO, G. B. Uso da análise de decisão multicritério em processos licitatórios públicos: um estudo de caso. **Revista Produção Online**. Florianópolis, v. 14, n. 1, p. 219-241, fev. 2014. Disponível em: <http://producaoonline.org.br/rpo/article/view/1586/>. Acesso em 05 mar. 2018.
- LONGARAY, A. A.; ENSSLIN, L. Uso da MCDA na identificação e mensuração da performance dos critérios para a certificação dos hospitais de ensino no âmbito do SUS. **Produção**. v. 24, n.1, p.41-56, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-65132013005000021>.
- LONGARAY, A. A. **Estruturação de situações problemáticas baseada na integração da *soft systems methodology* à MCDA-constitutivista**. 2004. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004. Disponível em: <http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/87916> Acesso em 01. fev.2021.
- OKEOLA, O.G.; SULE, B.F. Evaluation of management alternatives for urban water supply system using Multicriteria Decision Analysis. **Journal of King Saud University - Engineering Sciences**. v. 24, n.1, p. 19-24, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jksues.2011.07.004>. Disponível em: http://ac.els-cdn.com/S1018363911000614/1-s2.0-S1018363911000614-main.pdf?_tid=223299f8-fb35-11e6-94b6-00000aabb0f02&acdnat=1488011810_9a461475fb72042ec1b002cdd2c2098f/. Acesso em 01 mar. 2018.
- OLORUNTOBA, R.; SRIDHARAN, R.; DAVISON, G. A proposed framework of key activities and processes in the preparedness and recovery phases of disaster management. **Disasters**. v. 42, n. 3, p. 541–570, 2018. DOI: 10.1111/disa.12268.
- PETTIT, S. J.; BERESFORD, A. K. C. Emergency relief logistics: an evaluation of military, non-military and composite response models. **International Journal of Logistics Research and Applications**. v. 8, n. 4, p. 313–331, 2005. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/13675560500407325>.
- QU, Y. A robust approach to the two-level humanitarian relief operation. **International Journal of Emergency Management**. v. 13, n. 1, p. 1 – 18, 2016. DOI: 10.1504/IJEM.2017.081188.
- QUIRINO, M. G. **Incorporação das relações de subordinação a matriz de ordenação – Roberts em MCDA quando os axiomas de assimetria e transitividade negativa são violados**. 2002. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002. Disponível em: <http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/82414> Acesso em: 01 fev. 2021.

- REGIS-HERNÁNDEZ, F.; MORA-VARGAS J.; RUÍZ, A. A multi-criteria vertical coordination framework for a reliable aid distribution. **Journal of Industrial Engineering and Management**. v. 10, n. 4, p. 789 – 815, 2017. DOI: 10.3926/jiem.2253.
- ROCHA, S. **Modelo multicritério de apoio à decisão construtivista no processo de avaliação da aderência dos requisitos de um software**. 2014. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/129150/>. Acesso em 05 mar. 2019.
- RODRIGUES, E. C. C. **Metodologia para investigação da percepção das inovações na usabilidade do Sistema metroviário – uma abordagem antropotecnológica**. 2014. Tese (Doutorado em Transportes) – Universidade de Brasília, Brasília/DF, 2014. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/17745> Acesso em 01 fev. 2021.
- ROESCH, S. M. A. **Projetos de Estágio e de Pesquisa em Administração**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2013.
- ROSENHEAD, J. **Rational analysis for a problematic world: problems structuring methods for complexity, uncertainty, and conflict**. Chichester: John Wiley and Sons, 198.
- SALDAÑA, R. **Modelo de apoio ao processo decisório para gerir oportunidades de aperfeiçoamento ao centro de informática da Universidade Católica de Pelotas**. 1999. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/80631>. Acesso em 13 dez. 2020.
- SANTOS, R. N. Produção científica: por que medir? O que medir? **R.D.B.C.I.** Campinas, v. 1, n.1, p. 22-38, jul./dez. 2003.
- SGARBOSSA, F.; PERETTI, U.; PERSONA A. Multi-criteria decision-making in the management of humanitarian operations. **International Journal of Services and Operations Management**. v. 22, n. 4, p. 413 – 441, 2015. DOI: 10.1504/IJSOM.2015.072735.
- TIMPERIO, G. *et al.* Decision support framework for location selection and disaster relief network design. **Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management**. p. 01-10, 2017. DOI: 10.1108/JHLSCM-11-2016-0040.
- TOVIA, F. An emergency logistics response system for natural disasters. **International Journal of Logistics Research and Applications**. v. 10, p. 173 – 186, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1080/13675560701467177>.

VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 15. ed. São Paulo: Atlas, 2014.

VITORIANO, B. *et al.* Intelligent Decision-Making Models for Disaster Management. **Human and Ecological Risk Assessment**. p. 1-33, 2015. DOI: 10.1080/10807039.2014.957947.

ZADEH LA. The Concept of a Linguistic Variable and its Application to Approximate Reasoning-I. **Information Science**. p. 199-249, 1975. DOI: [https://doi.org/10.1016/0020-0255\(75\)90036-5](https://doi.org/10.1016/0020-0255(75)90036-5).

Apêndice 1 – Ordenação de Opções ou Níveis de Performance de Cada Critério

 1.1 Agentes Municipais

	N4	N3	N2	N1	Escala atual	
N4	nula	moderada	forte	mt. forte	175	extrema
N3		nula	forte	mt. forte	100	mt. forte
N2			nula	forte	0	forte
N1				nula	-100	moderada
						fraca
						mt. fraca
						nula

Julgamentos consistentes

OK?                 

 1.2 Equipe CEPDEC

	N4	N3	N2	N1	Escala atual	
N4	nula	mt. fraca	moderada	forte	133.33	extrema
N3		nula	moderada	forte	100.00	mt. forte
N2			nula	moderada	0.00	forte
N1				nula	-100.00	moderada
						fraca
						mt. fraca
						nula

Julgamentos consistentes

OK?                 

 1.3.1 Especialidades

	N4	N3	N2	N1	Escala atual	
N4	nula	forte	mt. forte	extrema	200	extrema
N3		nula	forte	extrema	100	mt. forte
N2			nula	forte	0	forte
N1				nula	-125	moderada
						fraca
						mt. fraca
						nula

Julgamentos consistentes

OK?                 

1.3.2 Sociedade Civil

	N4	N3	N2	N1	Escala atual	
N4	nula	moderada	forte	mt. forte	175	extrema
N3		nula	forte	mt. forte	100	mt. forte
N2			nula	mt. forte	0	forte
N1				nula	-200	moderada
Julgamentos consistentes						fracas
						mt. fraca
						nula

2.1 Compra

	N4	N3	N2	N1	Escala atual	
N4	nula	forte	mt. forte	extrema	200	extrema
N3		nula	forte	extrema	100	mt. forte
N2			nula	extrema	0	forte
N1				nula	-225	moderada
Julgamentos consistentes						fracas
						mt. fraca
						nula

2.2 Gerenciamento de estoques

	N4	N3	N2	N1	Escala atual	
N4	nula	moderada	forte	extrema	175	extrema
N3		nula	forte	extrema	100	mt. forte
N2			nula	extrema	0	forte
N1				nula	-225	moderada
Julgamentos consistentes						fracas
						mt. fraca
						nula

3.1 Consolidar as informações de risco e desastres

	N4	N3	N2	N1	Escala atual	
N4	nula	moderada	forte	mt. forte	175	extrema
N3		nula	forte	mt. forte	100	mt. forte
N2			nula	mt. forte	0	forte
N1				nula	-200	moderada
Julgamentos consistentes						fracas
						mt. fraca
						nula

3.2.1 Parâmetros de deslizamento

	N4	N3	N2	N1	Escala atual
N4	nula	fraca	moderada	forte	300
N3		nula	mt. fraca	moderada	100
N2			nula	moderada	0
N1				nula	-300

Julgamentos consistentes

extrema
mt. forte
forte
moderada
fraca
mt. fraca
nula

3.2.2 Parâmetros de inundação

	N4	N3	N2	N1	Escala atual
N4	nula	fraca	moderada	forte	300
N3		nula	mt. fraca	moderada	100
N2			nula	moderada	0
N1				nula	-300

Julgamentos consistentes

extrema
mt. forte
forte
moderada
fraca
mt. fraca
nula

3.2.3 Parâmetros de seca

	N4	N3	N2	N1	Escala atual
N4	nula	fraca	moderada	forte	300
N3		nula	mt. fraca	moderada	100
N2			nula	moderada	0
N1				nula	-300

Julgamentos consistentes

extrema
mt. forte
forte
moderada
fraca
mt. fraca
nula

3.3 Emitir avisos de risco de desastre

	N4	N3	N2	N1	Escala atual
N4	nula	mt. forte	extrema	extrema	200
N3		nula	mt. forte	extrema	100
N2			nula	mt. forte	0
N1				nula	-100

Julgamentos consistentes

extrema
mt. forte
forte
moderada
fraca
mt. fraca
nula

4.1.1 Produtos Perigosos

	N4	N3	N2	N1	Escala atual	
N4	nula	forte	mt. forte	extrema	180	extrema
N3		nula	mt. forte	extrema	100	mt. forte
N2			nula	extrema	0	forte
N1				nula	-200	moderada
Julgamentos consistentes						fraca
						mt. fraca
						nula

4.1.2 Incêndio Florestal

	N4	N3	N2	N1	Escala atual	
N4	nula	forte	mt. forte	extrema	180	extrema
N3		nula	mt. forte	extrema	100	mt. forte
N2			nula	extrema	0	forte
N1				nula	-200	moderada
Julgamentos consistentes						fraca
						mt. fraca
						nula

4.1.3 Deslizamento

	N4	N3	N2	N1	Escala atual	
N4	nula	moderada	forte	mt. forte	175	extrema
N3		nula	forte	mt. forte	100	mt. forte
N2			nula	mt. forte	0	forte
N1				nula	-200	moderada
Julgamentos consistentes						fraca
						mt. fraca
						nula

4.1.4 Inundação

	N4	N3	N2	N1	Escala atual	
N4	nula	forte	mt. forte	extrema	200	extrema
N3		nula	forte	mt. forte	100	mt. forte
N2			nula	forte	0	forte
N1				nula	-100	moderada
Julgamentos consistentes						fraca
						mt. fraca
						nula

4.2.1 Caminhão

	N4	N3	N2	N1	Escala atual	
N4	nula	forte	mt. forte	extrema	180	extrema
N3		nula	mt. forte	extrema	100	mt. forte
N2			nula	mt. forte	0	forte
N1				nula	-100	moderada
Julgamentos consistentes						fracas
						mt. fracas
						nula

4.2.2 Trator

	N4	N3	N2	N1	Escala atual	
N4	nula	forte	mt. forte	extrema	180	extrema
N3		nula	mt. forte	extrema	100	mt. forte
N2			nula	mt. forte	0	forte
N1				nula	-100	moderada
Julgamentos consistentes						fracas
						mt. fracas
						nula

4.2.3 Equipamento

	N4	N3	N2	N1	Escala atual	
N4	nula	forte	mt. forte	extrema	180	extrema
N3		nula	mt. forte	extrema	100	mt. forte
N2			nula	mt. forte	0	forte
N1				nula	-100	moderada
Julgamentos consistentes						fracas
						mt. fracas
						nula

5 Ameaças, suscetibilidades e vulnerabilidades a desastres

	N4	N3	N2	N1	Escala atual	
N4	nula	moderada	forte	mt. forte	250	extrema
N3		nula	fracas	moderada	100	mt. forte
N2			nula	fracas	0	forte
N1				nula	-100	moderada
Julgamentos consistentes						fracas
						mt. fracas
						nula

6.1 Plano de uso e ocupação do solo

	N4	N3	N2	N1	Escala atual	
N4	nula	moderada	forte	mt. forte	200.00	extrema
N3		nula	moderada	forte	100.00	mt. forte
N2			nula	forte	0.00	forte
N1				nula	-133.33	moderada
						fraca
						mt. fraca
						nula

Julgamentos consistentes

OK?

6.2 Plano Municipal de Redução de Risco

	N4	N3	N2	N1	Escala atual	
N4	nula	moderada	forte	mt. forte	200.00	extrema
N3		nula	moderada	forte	100.00	mt. forte
N2			nula	forte	0.00	forte
N1				nula	-133.33	moderada
						fraca
						mt. fraca
						nula

Julgamentos consistentes

OK?

6.3 Plano de Municipal de Contingência

	N4	N3	N2	N1	Escala atual	
N4	nula	moderada	forte	mt. forte	200.00	extrema
N3		nula	moderada	forte	100.00	mt. forte
N2			nula	forte	0.00	forte
N1				nula	-133.33	moderada
						fraca
						mt. fraca
						nula

Julgamentos consistentes

OK?

7 Vistoriar edificações, construções e áreas em situação de risco par...

	N4	N3	N2	N1	Escala atual	
N4	nula	forte	mt. forte	extrema	200	extrema
N3		nula	forte	extrema	100	mt. forte
N2			nula	forte	0	forte
N1				nula	-125	moderada
						fraca
						mt. fraca
						nula

Julgamentos consistentes

OK?

8 Obras estruturantes

	N4	N3	N2	N1	Escala atual
N4	nula	forte	mt. forte	extrema	180
N3		nula	mt. forte	extrema	100
N2			nula	extrema	0
N1				nula	-200

Julgamentos consistentes

extrema
mt. forte
forte
moderada
fraca
mt. fraca
nula

9 Federal

	N4	N3	N2	N1	Escala atual
N4	nula	forte	mt. forte	extrema	180
N3		nula	mt. forte	extrema	100
N2			nula	extrema	0
N1				nula	-200

Julgamentos consistentes

extrema
mt. forte
forte
moderada
fraca
mt. fraca
nula

10.1 Articulação

	N4	N3	N2	N1	Escala atual
N4	nula	moderada	forte	extrema	175
N3		nula	forte	extrema	100
N2			nula	extrema	0
N1				nula	-225

Julgamentos consistentes

extrema
mt. forte
forte
moderada
fraca
mt. fraca
nula

10.2 Atribuições

	N4	N3	N2	N1	Escala atual
N4	nula	moderada	forte	mt. forte	200.00
N3		nula	moderada	mt. forte	100.00
N2			nula	forte	0.00
N1				nula	-133.33

Julgamentos consistentes

extrema
mt. forte
forte
moderada
fraca
mt. fraca
nula

10.3 Acionamento e integração

	N4	N3	N2	N1	Escala atual	
N4	nula	forte	mt. forte	extrema	200	extrema
N3		nula	forte	mt. forte	100	mt. forte
N2			nula	forte	0	forte
N1				nula	-100	moderada
Julgamentos consistentes						fraca
						mt. fraca
						nula

11.1 Fomento a estruturação e atuação da defesa civil local

	N4	N3	N2	N1	Escala atual	
N4	nula	forte	mt. forte	extrema	180	extrema
N3		nula	mt. forte	mt. forte	100	mt. forte
N2			nula	forte	0	forte
N1				nula	-80	moderada
Julgamentos consistentes						fraca
						mt. fraca
						nula

11.2 Assessoria na montagem de processos

	N4	N3	N2	N1	Escala atual	
N4	nula	mt. forte	extrema	extrema	200	extrema
N3		nula	mt. forte	extrema	100	mt. forte
N2			nula	extrema	0	forte
N1				nula	-120	moderada
Julgamentos consistentes						fraca
						mt. fraca
						nula

Apêndice 2 – PVF's, PVE's e suas respectivas Taxas Substituição

