LUÍSA BRANDÃO CAVALCANTI

Coordenação da entrega de ajuda a vítimas de desastre: uma abordagem multicritério com pensamento focado em valor

São Paulo

2015

LUÍSA BRANDÃO CAVALCANTI

Coordenação da entrega de ajuda a vítimas de desastre: uma abordagem multicritério com pensamento focado em valor

Dissertação apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências

São Paulo

2015

LUÍSA BRANDÃO CAVALCANTI

Coordenação da entrega de ajuda a vítimas de desastre: uma abordagem multicritério com pensamento focado em valor

Dissertação apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências

Área de Concentração: Engenharia de Sistemas Logísticos

Orientador: Prof. Dr. André Bergsten Mendes

São Paulo

2015

Este exemplar foi revisado e corrigido em relação à versão original, sob responsabilidade única do autor e com a anuência de seu orientador.

São Paulo,19 de maio de 2015

Assinatura do autor: _____

Assinatura do orientador: _____

Catalogação-na-publicação

Cavalcanti, Luísa Brandão
Coordenação da entrega de ajuda a vítimas de desastre: uma abordagem multicritério com pensamento focado em valor / L. B. Cavalcanti – versão corr. -- São Paulo, 2015.
123 p.

Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Produção.

1.Análise de decisão multicritério 2.Logística humanitária 3.Desastres ambientais (influência do homem) 4.Transporte de carga I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Produção II.t.

À minha mãe

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador André Bergsten, pela confiança depositada em mim e pelos ensinamentos passados.

Ao professor Hugo Yoshizaki, que me ajudou na formulação do tema e do escopo desta pesquisa, além de ter me mostrado caminhos nos diversos momentos de crise que tive ao longo do processo de pesquisa

Às professoras da minha banca de qualificação, cujas críticas foram fundamentais para a forma e o conteúdo deste trabalho. À Adriana Leiras agradeço especialmente por ter me apresentado a Logística Humanitária e me ajudado a ser uma pesquisadora melhor, graças aos seus comentários tão pertinentes. À Carmen Belderrain, pelas conversas sobre o método e indicação de referências bibliográficas valiosas.

Ao Bruno Cerqueira, por sua participação como Tomador da Decisão no modelo desenvolvido neste trabalho. Sua contribuição agregou valor inestimável à minha pesquisa.

Ao professor Gilberto Montibeller, pela qualidade do conhecimento transmitido em suas aulas sobre Análise da Decisão Multicritério aplicada a decisões estratégicas.

Aos meus colegas de área, Irineu de Brito Jr., Otávio Costa e Tábata Bertazzo, pelas dicas e artigos compartilhados. Seus trabalhos são inspiradores.

À Rachel Jardim, que dividiu comigo tantas angústias e alegrias ao longo destes anos de mestrado. Nossos caminhos hão de se cruzar novamente em breve.

Aos meus pais, Angela e Magnus, que apoiaram minha decisão de ingressar neste curso com dedicação exclusiva e que me inspiram a ir atrás do que eu amo.

À minha prima Bel, por todos os sambas, por todo o carinho, por toda a vida. Obrigada por me mostrar o mundo desde outros ângulos.

Ao meu namorado Pedro, por tantas coisas que não caberiam aqui.

Caminante son tus huellas
el camino y nada más;
Caminante, no hay camino,
Se hace camino al andar.
(Antonio Machado)

RESUMO

Este trabalho trata da logística envolvida em operações de resposta a desastres, com foco na entrega final de suprimentos destinados a ajudar vítimas. Seu propósito é investigar os objetivos pertinentes ao planejamento do transporte da carga e encontrar uma metodologia para definir estratégia que sirva à tomada de decisão em campo. Para tanto, primeiramente identifica-se os objetivos adotados em modelos de Pesquisa Operacional para a tarefa em questão, através da análise de conteúdo das publicações pertinentes. Então, a abordagem do Pensamento Focado em Valores é utilizada para estruturar o problema. Finalmente, o método *Simple Multi-Attribute Rating Technique Exploiting Ranks* (SMARTER) é empregado na construção de um modelo de Análise da Decisão Multicritério (ADM), com consulta a um profissional experiente da área humanitária e aproveitando a análise da literatura previamente realizada. Neste processo, são elaboradas e avaliadas seis alternativas para a tomada de decisão condizentes com os valores da comunidade humanitária. Os resultados obtidos mostram que existe incompatibilidade entre os critérios de desempenho identificados nas publicações existentes e os objetivos perseguidos pelo Tomador da Decisão (TD) real. De acordo com o modelo construído, o atendimento de prioridades e a manutenção da sustentabilidade da operação são os objetivos que devem ser levados em conta para planejar a entrega de carga em pós-desastre, sendo que o custo e a equidade da distribuição não devem ser considerados. Conclui-se que o método adotado é útil à definição destes critérios e também ao desenvolvimento de estratégias que resultem em distribuições de ajuda melhores, aos olhos do próprio TD. Desta forma, ressalta-se que este trabalho contribui à área da Logística Humanitária com a investigação dos objetivos, assim como ao campo da ADM pela formalização dos processos de elaboração de alternativas, além da adição de mais uma aplicação possível ao repertório do método SMARTER.

Palavras-chave: Logística Humanitária. Análise da Decisão Multicritério. Transporte de carga humanitária.

.

ABSTRACT

This study concerns the logistics of disaster response operations, with a focus on final delivery of supplies to victims. The objectives here are to investigate what objectives are pertinent to the transportation-planning task and to find a methodology for choosing a strategy that aids decision-making on the field. For achieving these, a content analysis of Operations Research models is done, allowing the identification of such objectives, from which the problem is structured using a Value-Focused Thinking approach. Subsequently, the Simple Multi-Attribute Rating Exploiting Ranks (SMARTER) is employed to build a Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA) model, consulting an experienced humanitarian professional and taking into account the results from the previous analysis. Throughout this process, six alternatives for making decisions are designed and evaluated based on the objectives defined. Findings are that there is incompatibility between performance criteria identified in the literature and objectives pursued by a real Decision Maker (DM). From the model presented by this thesis, one concludes that satisfying priorities and sustaining the response operation are the objectives to be taken into account when drawing an aid distribution plan. It also follows that the methodology adopted here is useful to defining such performance criteria and to develop strategies that result in better outcomes, as judged by the DM. Therefore, this study contributes to Humanitarian Logistics research area by casting a light on the objectives of a post-disaster task, and to the MCDA field by formalizing the process of designing alternatives for complex problems, besides adding a new application of SMARTER to its repertory.

Keywords: Humanitarian Logistics. Multi-Criteria Decision Analysis. Delivery of relief items.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Passos para estruturação de modelo usando ADM 29

Figura 2 – Fluxo de informações no desenvolvimento de modelo ADM.....32

Figura 3 – Diagrama poder-interesse de *stakeholders*.....35

Figura 4 – Exemplo de representação gráfica de função de valor.....40

Figura 5 – Etapas de desenvolvimento desta pesquisa 46

Figura 6 – Ilustração da composição de uma estratégia utilizando quatro áreas de decisão 49

Figura 7 – Fases de modelagem utilizando o método SMARTER.....51

Figura 8 – Papel do analista e interações entre o ambiente de discussão e o espaço de modelagem,
adaptados para representar a aplicação do SMARTER realizada nesta pesquisa 52

Figura 9 – Rede de objetivos criada a partir dos atributos encontrados na literatura 66

Figura 10 – Rede de objetivos meios-e-fins elaborada para o problema de coordenação.....68

Figura 11 – Quadro AIDA: matriz de interação que mostra compatibilidade entre pares de opções de âmbitos diferentes.....71

Figura 12 – Matriz poder-interesse do problema tratado.....76

Figura 13 – Objetivos citados pelo TD e conectados de acordo com relações de meios-e-fins.....78

Figura 14 – Árvore de valor desenvolvida com o TD.....79

Figura 15 – Árvore de valor do modelo desenvolvido com TD, no VISA 80

Figura 16 – Árvore de valor completa, com atributos e suas escalas, definidos pelo TD.....82

Figura 17 – Quadro da AIDA utilizada na elaboração de estratégias para o modelo 84

Figura 18 – Árvore de valor com representação dos pesos dos objetivos 87

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Fronteira da eficiência definida para o par de atributos z_1 e z_2 44

Gráfico 2 – Exemplo de análise de sensibilidade executada no VISA 45

Gráfico 3 – Desempenho geral e parcial das alternativas considerando compensações entre objetivos 88

Gráfico 4 –Total geral de pontos de cada alternativa (ordenada) em função do peso dado ao critério de carga urgente (abscissa) 88

Gráfico 5 – Total geral de pontos de cada alternativa (ordenada) em função do peso dado ao critério de prioridade dos pontos (abscissa) 89

Gráfico 6 –Desempenho das alternativas plotados em gráfico representando critério de prioridade *versus* rapidez da entrega da carga urgente 90

Gráfico 7 – Desempenho das alternativas plotado em função de pares de critérios segurança *versus* estabilidade (esq.) e segurança *versus* proporcionalidade (dir.) 90

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Exemplos de desastres classificados segundo natureza e tipo de início 21

Tabela 2 – Relação dos artigos analisados, com catalogação dos modelos por etiquetas.....57

Tabela 3 – Lista de atributos identificados na análise de conteúdo da literatura 61

Tabela 4 – Tabela de geração de estratégias para o problema de coordenação 70

Tabela 5 – Estratégias para avaliação.....72

Tabela 6 – Guia de coleta de dados para análise das alternativas propostas com base na literatura.....74

Tabela 7 – Tabela de geração de estratégias baseada nos objetivos do TD 83

Tabela 8 – Alternativas avaliadas pelo TD, elaboradas a partir da Tabela 7 84

Tabela 9 – Desempenho parcial das alternativas, segundo avaliação direta feita pelo TD.....85

Tabela 10 – Desempenho parcial das alternativas, corrigido para os atributos de escala local.....86

Tabela 11 – Posição no ordenamento e respectivo peso de cada critério de desempenho 86

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADM	Apoio à Decisão Multicritério ou Análise da Decisão Multicritério
AHP	*Analytic Hierarchy Process*
AIDA	*Analysis of Interconnected Decision Areas* (Análise de Áreas da Decisão Interconectadas)
CMR	*Cargo Movement Request* (Requerimento de Movimentação de Carga)
FIFO	*First In-First Out*
JOTC	*Joint Operations and Tasking Centre* (Centro de Operações e Tarefas Conjuntas)
LH	Logística Humanitária
LogC	*United Nations Logistics Cluster* (*Cluster* de Logística da ONU)
MAUT	*Multi-Attribute UtilityTheory* (Teoria de Utilidade Multiatributo)
MAVT	*Multi-Attribute ValueTheory* (Teoria de Valor Multiatributo)
MCDA	*Multiple Criteria Decision Analysis /Aid*
MCDM	*Multiple Criteria Decision-Making*
MINUSTAH	Missão das Nações Unidas para a Estabilização do Haiti
OCHA	*United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs* (Escritório da ONU para a Coordenação de Assuntos Humanitários)
ONU	Organização das Nações Unidas
PFA	Pensamento Focado em Alternativas
PFV	Pensamento Focado em Valores
PO	Pesquisa Operacional
ROC	*Rank Order Centroid*
SMARTER	*Simple Multi-Attribute Rating Technique Exploiting Ranks*
TD	Tomador da Decisão
TDM	Tomada da Decisão Multicritério
UN-CMCoord	Coordenação Civil-Militar Humanitária da ONU
VBA	*Visual Basic*
WFP	*United Nations World Food Programme*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 14
1.1 CONTEXTO E DEFINIÇÃO DO PROBLEMA 14
1.2 MOTIVAÇÃO 16
1.3 OBJETIVO E ESCOPO 18
1.4 ESCOLHA DO MÉTODO 18
1.5 ESTRUTURA DESTA DISSERTAÇÃO 20

2 **REVISÃO DA LITERATURA 21**
2.1 DA LOGÍSTICA HUMANITÁRIA 21
2.2 DAS OUTRAS ABORDAGENS ENCONTRADAS PARA O PROBLEMA 25
2.3 DOS MÉTODOS DE APOIO À DECISÃO MULTICRITÉRIO E DO PENSAMENTO FOCADO EM VALOR 27
2.4 DA MODELAGEM UTILIZANDO O MÉTODO SMARTER 33
2.4.1 **Estruturação da situação problemática** 34
2.4.2 **Estruturação do modelo de Apoio à Decisão Multicritério** 35
2.4.3 **Modelagem de preferências e avaliação das alternativas de decisão** 39

3 **METODOLOGIA 46**
3.1 DEFINIÇÃO DA OPORTUNIDADE DE DECISÃO 47
3.2 BUSCA DE OBJETIVOS NA LITERATURA 47
3.3 ELABORAÇÃO DE ALTERNATIVAS A PARTIR DOS OBJETIVOS DA LITERATURA 48
3.4 MODELAGEM COM TOMADOR DA DECISÃO UTILIZANDO O SMARTER 50
3.5 ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS 54

4 ESTRUTURAÇÃO DO PROBLEMA COM BASE NA LITERATURA **..... 55**
4.1 DEFINIÇÃO DA OPORTUNIDADE DE DECISÃO 55
4.2 BUSCA DE OBJETIVOS NA LITERATURA 56
4.2.1 **Artigos analisados e relação de atributos identificados** 56
4.2.2 **Objetivos da entrega de ajuda humanitária** 65
4.2.3 **Objetivos da coordenação** 67
4.3 ELABORAÇÃO DE ALTERNATIVAS A PARTIR DOS OBJETIVOS DA LITERATURA 69
4.3.1 **Tabela de geração de estratégias** 69
4.3.2 **Alternativas para o problema de coordenação** 72

5 MODELAGEM COM TOMADOR DA DECISÃO UTILIZANDO O SMARTER **... 75**
5.1 ESTRUTURAÇÃO DA SITUAÇÃO PROBLEMÁTICA 75
5.2 ESTRUTURAÇÃO DO MODELO DE APOIO À DECISÃO MULTICRITÉRIO 77
5.2.1 **Objetivos fundamentais e meios** 77
5.2.2 **Estruturação de árvore de valor** 79

5.2.3 **Desenvolvimento de atributos para os objetivos de nível inferior** 81
5.2.4 **Elaboração de alternativas**.....82
5.3 MODELAGEM DE PREFERÊNCIAS E AVALIAÇÃO DE ALTERNATIVAS 85
5.3.1 **Desempenhos parciais das alternativas** 85
5.3.2 **Avaliação de compensações por ordenação de objetivos**.....86
5.3.3 **Cálculo do desempenho geral, agregando notas parciais**.....87
5.3.4 **Análise de sensibilidade** 88

6 DISCUSSÃO**.....92**

7 **CONCLUSÕES.....95**
7.1 DOS OBJETIVOS DA ENTREGA DE AJUDA HUMANITÁRIADO USO DE MAVT EM LOGÍSTICA HUMANITÁRIA.....96
7.2 DO USO DE MAVT EM LOGÍSTICA HUMANITÁRIA.....98
7.3 CONTRIBUIÇÕES DESTA PESQUISA.....99
7.4 SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS 99

REFERÊNCIAS.....101

APÊNDICE A 107

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTO E DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

De acordo com as informações disponibilizadas pela Base Internacional de Dados sobre Desastres (EM-DAT), os danos anuais causados por desastres naturais têm ordem de grandeza de bilhões de dólares, com picos que chegam a 200 bilhões em 2005, ano do furacão Katrina, e 350 bilhões em 2011, ano do terremoto que causou o acidente nuclear de Fukushima, no Japão (CRED, 2013). Os dados da EM-DAT também mostram que milhões de pessoas são afetadas por este tipo de ocorrência todos os anos, das quais milhares morrem. Em 2010 por exemplo, ano do terremoto no Haiti, tais números chegaram a 260 milhões de afetados e 328 mil mortos.

Embora não esteja ao alcance do homem diminuir a ocorrência de tufões, terremotos, tsunamis e outros fenômenos de origem natural, é importante apontar que existem ações possíveis para a minimização de seus efeitos. Isto porque um desastre só é gerado quando tais eventos atingem uma comunidade, ou seja, quando há seres humanos vivendo em zonas de risco. Não obstante, uma vez que a vulnerabilidade a desastres existe, é preciso agir para diminuir os impactos causados por estes fenômenos. Como isto pode ser feito?

É neste contexto que trabalham as organizações humanitárias, como a Cruz Vermelha e os Médicos Sem Fronteiras, cujas ações visam minimizar o sofrimento humano ao redor do mundo. A logística de suas operações, denominada Logística Humanitária (LH), compreende os processos e sistemas envolvidos na mobilização de pessoas, recursos, habilidades e conhecimento para ajudar as vítimas de desastres (VAN WASSENHOVE, 2006). Na verdade, apesar desta definição usar a palavra “vítimas”, levando a crer que a mobilização acontece somente após a ocorrência do acidente, as ações de LH também acontecem antes, para preparar a comunidade em risco e mitigar as potenciais consequências de um fenômeno natural. De qualquer forma, o foco do presente trabalho é nas ações de resposta das organizações humanitárias, correspondente aos trabalhos de socorro às vítimas nos primeiros dias após o desastre. Em outras palavras, tomando os dados do primeiro parágrafo como referência, o que se quer é que os milhões de afetados não venham a compor o número de mortes.

Dentro do escopo das ações de resposta está o transporte de suprimentos vitais desde os pontos de entrada da carga, como portos e aeroportos, até os pontos onde

a ajuda é recebida por aqueles que a necessitam. Na prática, doadores e as próprias organizações humanitárias conseguem enviar um grande fluxo de carga até um certo ponto, a partir do qual sua distribuição é dificultada pelas condições locais, uma vez que a infraestrutura apresenta rupturas e os fluxos originais de suprimentos estão interrompidos ou desorganizados. Para executar esta última perna da cadeia logística, é preciso alocar os recursos disponíveis aos diversos locais onde há vítimas e roteirizar os veículos para realizar a entrega de ajuda. A complexidade do problema é ainda maior quando a capacidade de transporte não é suficiente para suprir a demanda no horizonte de tempo desejado, como tipicamente ocorre nas primeiras horas ou dias após o desastre. Assim, quem estiver no comando da operação deve planejar a entrega da carga incluindo tanto a ordem de atendimento dos locais afetados como a escolha de quais tipos de carga serão transportados e quando.

Neste cenário, o mecanismo de coordenação criado pelo Escritório das Nações Unidas para a Coordenação de Assuntos Humanitários (OCHA, na sigla em inglês) para situações extremas pode ser ativado. É formado então um *Cluster* de Logística (o LogC – *Logistics Cluster*) envolvendo as organizações presentes em campo para planejar a distribuição de suprimentos, a ser executada por aqueles que possuírem os recursos necessários. A liderança do LogC é determinada pelo contexto da atuação, sendo desempenhada pela organização humanitária que se destaque das demais ou, caso não haja um líder natural, por uma agência da Organização das Nações Unidas (ONU) de elevado conhecimento logístico, o WFP (*United Nations World Food Programme*). Apesar da existência do papel do coordenador, contudo, o que se observa hoje é que a coordenação das ações de resposta é pobre, com pouca transparência ao longo da cadeia de suprimentos e alto desalinhamento de objetivos entre os agentes (HOLGUÍN-VERAS *et al.*, 2012). Sendo assim, retomando a questão levantada no segundo parágrafo, uma das maneiras de diminuir os impactos causados por desastres é melhorando a tomada de decisão em campo, para que o planejamento da entrega de ajuda possa ser feito mais rapidamente e ao mesmo tempo resulte em uma operação melhor, sob o ponto vista da própria comunidade humanitária.

Uma das abordagens possíveis neste sentido é a da Pesquisa Operacional (PO), uma metodologia científica para auxiliar a tomada de decisão em sistemas complexos (VAN WASSENHOVE, 2006). Empregando PO ao problema citado, um

modelo matemático é desenvolvido para otimizar a entrega final da carga, limitada ou não pela capacidade de transporte. Tais modelos utilizam uma função objetivo que determina o que será otimizado – por exemplo se pode minimizar o custo total da distribuição ou maximizar a quantidade de vítimas atendidas ao fim do horizonte de planejamento. Assim, para que os resultados sejam aplicáveis à prática é necessário que a formulação de tal função seja condizente com os objetivos das ações humanitárias. Ainda, é preciso levar em conta que há mais de um objetivo nestas operações, como atender as necessidades das vítimas em tempo e quantidade adequados, minimizar o sofrimento humano, aproveitar ao máximo os poucos recursos disponíveis e distribuir a carga uniformemente entre a população afetada (GRALLA, 2012). Assim, múltiplos critérios de desempenho devem ser utilizados, incorporando também a importância relativa de cada um. Contudo, há poucas publicações voltadas à validação empírica destes objetivos no contexto humanitário (GRALLA, 2012), ainda que alguns dos modelos de PO publicados tenham sido testados em problemas reais. Em outras palavras, não se sabe se os objetivos alcançados por estas otimizações de fato correspondem às intenções daqueles que poderiam utilizá-las. É justamente nesta oportunidade de melhoria que se encaixa este trabalho.

Nesta pesquisa, são investigados os objetivos apropriados ao planejamento da entrega de carga humanitária, com base na literatura da área e consultando diretamente um profissional experiente. Assume-se que, no contexto da tomada de decisão, os veículos e depósitos disponíveis são utilizados para a entrega de carga provinda de diferentes organizações. Define-se ainda que o ponto de vista adotado é do coordenador da operação, a fim de generalizar os objetivos pertinentes ao invés de focar em um ator específico, e de enfatizar o potencial do método em solucionar o problema, pois os resultados esperados melhorariam a ação como um todo. Nas seções seguintes, a motivação por trás deste trabalho é apresentada (seção **1.2**), seguida pela determinação do objetivo da pesquisa (seção **1.3**) e pela apresentação e justificativa do método nela empregado (seção **1.4**). Finalizando este capítulo introdutório, a organização do texto é apresentada na seção **1.5**.

1.2 MOTIVAÇÃO

Após o terremoto no Haiti em 2010, o componente militar da Missão das Nações Unidas para a Estabilização do Haiti (MINUSTAH, na sigla em crioulo haitiano)

estava sob liderança de general do Brasil e, devido à gravidade do desastre e ao óbito de lideranças da ONU por conta dos tremores, o foco da operação de paz foi alternado para a promoção de ajuda de organizações humanitárias no socorro às vítimas. Segundo o ex-capitão do Exército Brasileiro consultado neste trabalho, os recursos e o conhecimento local que os militares possuíam foi empregado para auxílio das operações de resposta ao terremoto, porém não eram todos os pedidos emitidos pelas organizações que podiam ser atendidos. Assim, foi estabelecido um conselho para decidir sobre a utilização de equipamentos e as prioridades da operação, relacionadas tanto a pontos geográficos quanto ao tipo de carga a entregar. Tais tomadores da decisão eram os membros do Centro de Operações e Tarefas Conjuntas (*Joint Operations and Tasking Centre*, JOTC), formado pela MINUSTAH com o OCHA e o LogC, este último representado pelo WFP (OCHA, 2011). O JOTC permitia ações coordenadas ao atuar na interface civil-militar das operações de resposta ao desastre, realizando a triagem dos pedidos recebidos das organizações presentes no Haiti e a seleção de quais seriam atendidos pelos atores militares (BUTTERFIELD; REARIO; DOLAN, 2010). Quanto à chegada de ajuda no país, a autorização para aterrissagem de aeronaves estava sob responsabilidade dos Estados Unidos da América (EUA), que dominara o aeroporto da capital haitiana após pedido de ajuda do governo local. No início das operações, o principal porto próximo ao foco do terremoto estava inoperante, portanto as entradas do país eram por terra, via República Dominicana, e aérea.

Desta forma, durante a primeira resposta ao desastre do Haiti organizações humanitárias contaram com ajuda do corpo militar associado à MINUSTAH, além dos militares americanos. Em outras palavras, à semelhança do cenário estudado nesta dissertação, no Haiti pós-terremoto recursos originalmente pertencentes às operações de estabilização do país foram utilizados para transportar e entregar carga de diferentes tipos e origens à população carente de ajuda, obedecendo decisões centralizadas.

Na época, a mídia noticiou que a carga destinada às vítimas estava se acumulando no aeroporto principal, por onde a ajuda chegava, trazendo à tona a importância de capacidade logística no recebimento destes itens vitais pela população vulnerável (ACEBES, 2010). Fica evidente o potencial impacto que uma estratégia para a tomada de decisão teria naquele contexto, facilitando a tarefa do JOTC na seleção

dos pedidos das organizações e, ao mesmo tempo, resultando em uma operação mais eficaz no alívio do sofrimento humano.

1.3 OBJETIVO E ESCOPO

A finalidade principal desta pesquisa é possibilitar a criação e avaliação de estratégias condizentes com os valores da comunidade humanitária, para traçar um plano de entrega de cargas que obtenha um bom resultado, em um cenário no qual a capacidade de transporte de última ponta não é suficiente para atender a demanda. Para isto se busca alcançar os seguintes objetivos:

1. Investigar os objetivos que guiam as operações de resposta.
2. Encontrar metodologia estruturada para apoiar a escolha de uma estratégia para a tomada de decisão em campo

Na verdade, este trabalho não se pretende encontrar uma estratégia de planejamento que possa ser colocada em prática imediatamente, mas sim ilustrar o uso de uma metodologia para resolver o problema. Assim, um modelo de análise da decisão é utilizado para criar e avaliar estratégias que representam as alternativas de solução do problema, utilizando os critérios de avaliação levantados nesta mesma pesquisa. Tais critérios são produtos da investigação dos objetivos, primeiro alvo deste trabalho, e contribuem para o entendimento do problema real, se contrapondo às publicações existentes, que partem do princípio que estes elementos são dados e negligenciam a importância de sua discussão.

De fato, os dois pontos enumerados acima são na realidade os primeiros passos para que se possa, futuramente: propor diretrizes que facilitem o trabalho do coordenador; e possibilitar a construção mais rápida de planos de distribuição em campo, cujos resultados sejam melhores para todos os envolvidos.

1.4 ESCOLHA DO MÉTODO

Delimitado o escopo de pesquisa, fica claro que a mesma de encaixa na área de Análise da Decisão, cujos métodos permitem a avaliação de alternativas para uma decisão qualquer. Uma vez que o problema do planejamento da entrega de ajuda possui múltiplos objetivos e que há uma carência de estudos investigando os mesmos, a Análise da Decisão Multicritério (ADM) emerge naturalmente. De fato, métodos de ADM proporcionam maneiras de mensurar as compensações entre os

objetivos importantes para a tomada de decisão, sendo tais objetivos elucidados durante a própria modelagem.

Outra característica importante do problema na definição do método é a grande quantidade de atores que participam de uma resposta a desastre, não necessariamente alinhados quanto aos objetivos da entrega de ajuda. É preciso que o método leve em conta as diversas partes envolvidas e, além disto, é vantajoso que haja transparência na escolha da alternativa de melhor desempenho, para facilitar o diálogo entre os interessados.

Levando em conta todas estes aspectos do problema, é selecionado o grupo de métodos ADM da escola de modelagem com medição de valor, porque os modelos gerados por esta vertente permitem a construção de uma pontuação numérica que reflita a percepção do Tomador da Decisão sobre as consequências de uma alternativa, dando um caráter empírico ao modelo. Assim, é possível investigar os objetivos das operações humanitárias com escalas de valor explícitas, de maneira transparente. Ressalta-se que as incertezas do cenário da tomada de decisão não são abordadas nesta pesquisa, deixando tal tarefa para trabalhos futuros, como colocado no capítulo de conclusões. Então, fica determinado que o método de modelagem escolhido deve se encaixar naqueles baseados na Teoria de Valor Multiatributo (MAVT, sigla do inglês *Multi-Attribute Value Theory*).

Neste tipo de abordagem, é preciso trocar informação com o grupo ou o indivíduo Tomador da Decisão (TD) para construir um modelo que se baseie em objetivos relevantes e preferências reais. A escolha do profissional consultado é fator decisivo na determinação da metodologia específica a ser utilizada, dentre aquelas que se encaixam na MAVT. Como para este trabalho as interações com o TD deviam ser relativamente breves e à distância, o SMARTER (*Simple Multi-Attribute Rating Technique Exploiting Ranks*) é o método escolhido. O SMARTER põe menos peso cognitivo no TD e ao mesmo tempo permite a seleção da melhor alternativa sem perda considerável de qualidade da solução (BARRON; BARRETT, 1996)

Ainda, cabe destacar que a estruturação do modelo desenvolvido aqui usa o Pensamento Focado em Valores (PFV, tradução livre de *Value-Focused Thinking*), para que os critérios de desempenho definidos e as alternativas avaliadas estejam em conformidade com os valores do TD. O PFV se contrapõe ao Pensamento Focado em Alternativas, como explicado mais adiante nesta dissertação, por partir dos objetivos para então construir alternativas de solução ao problema, ao invés de

primeiro olhar para as alternativas existentes para identificar os objetivos relacionados à decisão (KEENEY, 1996). Esta ordem de execução das duas tarefas incentiva a criatividade na elaboração de soluções, não se atendo às alternativas já existentes (KEENEY, 1996).

1.5 ESTRUTURA DESTA DISSERTAÇÃO

A apresentação desta dissertação é dividida em capítulos, da seguinte maneira:

- No **Capítulo 2**, a Revisão da Literatura apresenta definições pertinentes à Logística Humanitária e à Análise da Decisão Multicritério, além de contextualizar este trabalho comentando sobre outras abordagens multicritério aplicadas a problemas de LH. Os procedimentos de aplicação do método selecionado, o SMARTER, também são apresentados.
- O **Capítulo 3** define a Metodologia desta pesquisa, apresentando a sequência de etapas executadas e detalhando o desenvolvimento de cada uma delas.
- No **Capítulo 4** é exposta a estruturação do problema a partir da literatura, incluindo a definição explícita da oportunidade de decisão abordada. Os objetivos das operações de resposta encontrados em publicações da área são apresentados neste capítulo.
- Já no **Capítulo 5**, o modelo completo desenvolvido junto a Tomador da Decisão é exibido, seguindo o processo de modelagem descrito na metodologia.
- No **Capítulo 6** são discutidos os resultados do modelo, comparando os objetivos encontrados na literatura com aqueles obtidos a partir da discussão com o TD.
- Por fim, no **Capítulo 7** as conclusões são exibidas, com destaque para os pontos de contribuição atingidos.

O **Apêndice A** acrescentado ao fim desta dissertação fornece cópias dos questionários utilizados para a modelagem apresentada no **Capítulo 5**.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Na primeira seção deste capítulo são apresentadas as definições relativas à Logística Humanitária (**2.1**) tomadas da literatura. Então, são discutidas outras abordagens multicritério a problemas de LH na seção **2.2**, para em seguida apresentar os conceitos da Análise da Decisão Multicritério na seção **2.3**, ressaltando a abordagem utilizada no desenvolvimento dos **Capítulos 4** e **5**. Por fim, a seção **2.4** fornece os passos de aplicação técnica SMARTER, utilizada integralmente no **Capítulo 5**.

2.1 DA LOGÍSTICA HUMANITÁRIA

Van Wassenhove (2006) define **desastre** como sendo uma ruptura que afeta fisicamente um sistema como um todo ameaçando suas metas e prioridades, podendo ter origens naturais ou humanas e ser iniciada lenta ou subitamente, como exemplificado na **Tabela 1**. Neste contexto, o autor também define **logística humanitária** como sendo o conjunto de processos e sistemas envolvidos na mobilização de recursos e conhecimento para ajudar vítimas de desastres. É importante observar que as organizações humanitárias atuam dentro do chamado **espaço humanitário**, definido pelos princípios de humanidade, imparcialidade e neutralidade (TOMASINI; VAN WASSENHOVE, 2009), por isso devem atender a todas as vítimas sem pré-julgamento algum e mantendo-se neutras a questões políticas locais.

Ainda, para o Van Wassenhove (2006) a logística é crucial para o desempenho, em termos de eficácia e velocidade, das operações de socorro às vítimas de desastres, compondo sua parte mais cara.

Tabela 1 – Exemplos de desastres classificados segundo natureza e tipo de início

	Natural	**Causado pelo homem**
Início súbito	Terremoto Furacão	Ataque terrorista Vazamento químico
Início lento	Fome Seca	Crise política Crise de refugiados

Fonte: adaptada de Van Wassenhove (2006)

Overstreet *et al.* (2011) estruturam o conhecimento de logística humanitária, definindo seis elementos chave para pesquisa na área: funcionários das organizações, equipamentos/infraestrutura, transporte, tecnologia da informação/comunicação, planejamento/políticas/procedimentos e gestão de

estoques. Especificamente em relação ao problema do transporte de suprimentos após desastres de início súbito, em que estado calamitoso se instaura abruptamente, os autores concluem que há necessidade de mais estudos relacionados ao transporte até a vítima.

Com foco na gestão de negócios tradicionais (isto é, não humanitários), Chopra e Meindl (2013) definem a **cadeia de suprimentos** como sendo o conjunto de várias partes envolvidas em atender o pedido de um consumidor. Entre os diversos estágios da cadeia, como são chamadas as partes (fornecedores, produtores, distribuidores, vendedores e consumidores), há fluxo de informações, produtos e fundos. As atividades desempenhadas ao longo de toda a cadeia são classificadas quanto ao seu tempo de execução em relação ao instante de recebimento de um pedido do consumidor final: o que se passa antes do pedido é denominado **processo empurrado**, e o que ocorre depois é **processo puxado**.

Apesar das diferenças de escopo, pode-se fazer um paralelo entre a cadeia de suprimentos da logística tradicional e a da humanitária. A própria definição de cadeia elaborada por Chopra e Meindl (2013) pode ser aplicada a ambas, mantendo em mente que o resultado final buscado pelas operações humanitárias é a diminuição do sofrimento humano. Além disto, a classificação das fases da gestão de desastres feita por Van Wassenhove (2006) e por outros autores é similar àquela feita para os processos puxados e empurrados. Assim, as fases de mitigação e preparo, que ocorrem antes do desastre, se baseiam em previsões de demanda; já a resposta e a reabilitação são reativas e baseadas em necessidades existentes. Segundo o autor, a fase de **mitigação** diz respeito a medidas que diminuam a vulnerabilidade da população que vive em áreas de risco; já durante a fase de **preparação**, as ações tomadas viabilizam operações de socorro caso um desastre ocorra, como por exemplo o estabelecimento de estoques de suprimentos vitais preposicionados; após e/ou durante o desastre, a **resposta** engloba o socorro às vítimas, incluindo atividades como distribuição de suprimentos vitais; por fim, a fase de **reabilitação** é definida como o período em que a infraestrutura abalada deve ser reconstruída.

Apesar da cadeia de suprimentos da logística humanitária ser essencialmente a mesma independente da fase de atuação em que se encontra, a revisão da literatura de Çelik *et al.* (2012) mostra que os objetivos das ações são diferentes para as operações de mitigação, preparo, resposta e reconstrução. Isso significa que se houvesse uma agência supervisionando a cadeia humanitária como um todo,

haveria falta de alinhamento entre as equipes focadas nos processos puxados e as que trabalham com processos empurrados. Traçando um paralelo com a logística empresarial, é como se cada área da decisão dentro de uma única empresa tivesse uma visão míope do negócio, sem definição de uma estratégia integrada. Tal empresa está suscetível a tomar decisões incompatíveis como, por exemplo, ter apenas um centro de distribuição para minimizar custos fixos, enquanto a frota utilizada para entrega de produtos a clientes é grande e dispendiosa porque o responsável é avaliado em termos da rapidez de atendimento ao cliente. Segundo Chopra e Meindl (2013), este tipo de desalinhamento entre os objetivos de diferentes processos fere o desempenho da cadeia como um todo, sendo recomendável o alinhamento estratégico das partes envolvidas.

Neste sentido, os gestores da cadeia de suprimentos devem tomar decisões classificadas como **estratégicas** (de longo prazo), de planejamento ou **táticas** (baseadas em previsão de demanda de médio prazo), e **operacionais** (aquelas que lidam com a demanda já conhecida, de curto prazo) (CHOPRA; MEINDL, 2013). Na logística humanitária os mesmos tipos de decisão se aplicam, com objetivo de que a cadeia de suprimentos consiga levar os suprimentos certos até o local certo, os distribuindo para as pessoas certas, no tempo certo (VAN WASSENHOVE, 2006). Por exemplo, ao se decidir a localização de estoques preposicionados para atendimento de potenciais vítimas de desastres é tomada uma decisão estratégica, que deve levar em conta a capacidade de atender diferentes pontos ao redor do mundo, a probabilidade de ocorrência de desastre associada a estes pontos e o tempo médio para atendimento deles, entre outros fatores. Uma vez localizado, a quantidade de cada tipo de suprimento a abastecer o estoque tem que ser decidida, caracterizando uma decisão tática. Por fim, uma vez que um desastre acontece, decisões operacionais incluem quanta carga levar a cada destino, qual ponto de estoque atenderá as vítimas e qual modo de transporte será utilizado.

Dentre as atividades de logística humanitária que se encaixam nas definições apresentadas, a abordada neste trabalho é a de planejamento de entrega até o consumidor final, neste caso a vítima. Em última instância, o plano de transporte é composto de decisões operacionais definindo como carregar a carga dos armazéns até os pontos de atendimento dos beneficiários, incluindo a alocação de recursos e seleção de trajetos para atendimento dos diversos pontos afetados (GRALLA, 2012). Entretanto, é interessante que sejam formuladas políticas de distribuição antes da

ocorrência do desastre, na forma de diretrizes que guiem o planejamento das ações em campo.

De fato, segundo Holguín-Veras *et al.* (2012), a estrutura da tomada de decisão atual durante respostas a desastres é falha ou mesmo inexistente, devido à falta de mecanismos de coordenação que funcionem na prática. O que se observou após o terremoto do Haiti em 2010, por exemplo, foi justamente a competição entre as organizações para uso compartilhado dos poucos veículos disponíveis, criando a necessidade de estabelecimento de um grupo líder que passou a definir prioridades da operação e agir de acordo com elas (TVO - INSIDE DISASTER, [s.d.] - acesso em 2015). Ressalta-se assim a importância da coordenação adequada das ações humanitárias, sendo imprescindível criar sistemas para seleção da carga a ser movida que obtenham bons resultados tanto do ponto de vista das vítimas como das próprias organizações envolvidas. Neste sentido, o presente estudo estrutura a tomada de decisão no nível estratégico, focando no desenvolvimento de políticas de distribuição ao invés de modelar matematicamente o planejamento das entregas.

Tal abordagem do problema é também justificada pela falta de estudos semelhantes. Se por um lado há quantidade considerável de publicações utilizando Pesquisa Operacional para tratar questões humanitárias no âmbito operacional, como indica a revisão da literatura conduzida por Leiras *et al.* (2014), por outro não foram encontrados trabalhos que foquem no desenvolvimento de diretrizes para atuação de longo prazo. Chama a atenção a falta de pesquisa neste sentido, uma vez que as decisões estratégicas possuem grande impacto nas operações de qualquer organização (MONTIBELLER; FRANCO, 2011). As poucas publicações encontradas focam na gestão da frota e dos recursos humanos, sem tocar na questão de distribuição de ajuda: Gonçalves (2011), por exemplo, explora a compensação existente entre o investimento em capacidade fixa de uma organização e o seu poder de fornecer assistência pontual em períodos de alta necessidade, a fim de melhorar o dimensionamento de recursos fixos e variáveis; já Besiou, Stapleton e Van Wassenhove (2011) examinam o desempenho das atuações humanitárias de longa duração em termos de custo e nível de serviço, focando na gestão de veículos leves de quatro rodas.

2.2 DAS OUTRAS ABORDAGENS ENCONTRADAS PARA O PROBLEMA

As otimizações encontradas na literatura para traçar plano de entrega de ajuda às vítimas de desastres possuem diversas formulações de funções objetivos, como apontam Beamon e Balcik (2008). Em outras palavras, diferentes autores utilizam diferentes critérios de desempenho para avaliar as operações de socorro, indicando que ou os objetivos das ações não estão claros ou eles não são os mesmos para todas as organizações. Entretanto, em um cenário de atuação como o humanitário, em que diversos agentes atuam simultaneamente dependendo de recursos escassos, esclarecer e alinhar objetivos entre os atores é de suma importância - principalmente se houver intenção de atuar de forma coordenada.

Neste sentido, Gralla (2012) dedica parte de sua pesquisa à elucidação de objetivos apropriados ao contexto humanitário, focando também na questão do planejamento de entregas. Aquela autora estuda o planejamento de transportes para a entrega de itens de ajuda humanitária durante a resposta a desastre, comparando os efeitos da tomada de decisão humana e da baseada em modelo matemático de otimização. A pesquisa foi feita com base no caso do *Cluster* de Logística da ONU (LogC), no qual recursos comuns são utilizados para movimentar carga de diversas organizações humanitárias. Primeiramente foram acompanhadas seções de treinamento realizadas pelo próprio LogC, em que é simulada a situação de um desastre e os agentes tomam decisões referentes às entregas de carga humanitária. Os objetivos mencionados pelos participantes durante o treinamento são identificados, para os quais a autora também define diferentes graus de atendimento. Então, são aplicados questionários de *conjoint analysis*, permitindo a mensuração das preferências dos respondentes com relação aos múltiplos objetivos e diferentes níveis de atingimento dos mesmos. É desenvolvida uma função de utilidade geral baseada nos resultados, aplicada a um modelo matemático de otimização. Desta forma, o trabalho de Gralla (2012) introduz a obtenção empírica dos *trade-offs* entre objetivos.

O método utilizado por aquela autora, contudo, não dá espaço para a discussão e consenso entre os tomadores da decisão, por isso os objetivos identificados se limitam ao que já é aplicado em campo. O modelo desenvolvido representa um passo importante para a área por sua validade empírica, porém apenas replica o que foi identificado em campo, sem reflexão sobre a adequabilidade de tais objetivos.

Já Malaver (2009) utiliza método de análise da decisão com múltiplos critérios, o *Analytic Hierarchy Process* (AHP), para otimizar a escolha da localização de depósito para o *World Food Programme* (WFP) na Etiópia. Alternativas possíveis para o local do depósito, assim como os critérios importantes para sua avaliação, foram obtidas junto à organização. Contudo, a própria Malaver (2009) observa que o método de valoração da importância de cada objetivo, partindo da comparação par-a-par entre critérios, é de difícil entendimento e pode gerar erros de interpretação, causando interferências no modelo de forma que ele não reflita de fato as preferências dos tomadores da decisão. Como lado positivo do AHP, ressalta-se que este método, assim como qualquer técnica ADM, reconhece o fato de que em situações complexas não existe alternativa ótima, mas um conjunto de possíveis alternativas que deve ser analisado com cuidado. Segundo Malaver (2009), a aplicação do AHP permite entender os critérios importantes que a solução deve atender, assim como a importância relativa de cada um, o que é essencial para questões complexas como a estudada. Entretanto, entre as críticas àquele método está o fato de que as questões utilizadas para medir preferências são ambíguas e dependem da capacidade do respondente avaliar a intensidade de sua preferência utilizando uma escala cardinal, sem ponto de referência explícito (DYER, 1990). De qualquer forma, a justificativa da escolha do método MAVT em detrimento do AHP nesta pesquisa vai além das controversas geradas pelo AHP entre os acadêmicos, sendo dada pela sua adequabilidade ao problema proposto. Dado que esta pesquisa pretende desvendar os objetivos da operação de resposta a desastre e propor método para elaboração de estratégias que facilitem a tomada de decisão em campo, é interessante utilizar um método de análise da decisão que investigue tais objetivos de maneira estruturada e forneça ferramentas para a elaboração de alternativas de solução, como as técnicas que se apoiam na teoria MAVT.

Por sua vez, Park (2007) utiliza ADM com PFV para abordar o problema de alocação de recursos nas primeiras 72 horas de resposta a desastre natural súbito. O modelo criado permite que sejam avaliadas diferentes distribuições do orçamento disponível entre os meios de ajuda às vítimas, por exemplo serviços de atendimento emergencial, transporte de vítimas, entrega de alimentos etc. Ademais, o autor se baseia nos resultados obtidos da aplicação do método para criar um modelo matemático de otimização para o problema de alocação de recursos. Park (2007) conclui que a ferramenta desenvolvida pode ser de grande utilidade para

organizações humanitárias atuando no pós-desastre, além do que a aplicação do método junto a estas organizações deve obter resultados em sincronia com os valores e objetivos das mesmas. Sua pesquisa é similar à apresentada nesta dissertação, porém a decisão estudada é diferente, pois o problema tratado é restrito à alocação de recursos. Outro ponto de diferença é que Park não aproveita a análise conduzida para elaborar novas alternativas, partindo de um conjunto restrito de possibilidades de investimento.

2.3 DOS MÉTODOS DE APOIO À DECISÃO MULTICRITÉRIO E DO PENSAMENTO FOCADO EM VALOR

Para facilitar o entendimento da explanação a seguir, é útil definir a terminologia usada, segundo a qual **critérios (de desempenho)** representam os elementos utilizados na avaliação de uma alternativa, ou na solução de um problema. Sendo assim, um critério está sempre associado a um **objetivo** que o avaliador tem em mente, por isto os dois termos são usados como sinônimos neste texto, principalmente quando se está referindo a um objetivo cujo nível de atendimento é mensurável**. Parâmetros** são dados de entrada de um modelo matemático que assumem valores numéricos constantes, enquanto **variáveis (de decisão)** são dados de saída que podem assumir diferentes valores dentro de um domínio pré-estipulado. Por fim, **atributos** (em Análise da Decisão com Múltiplos Critérios) são variáveis usadas para medir o nível de desempenho em termos de um critério, portanto transformá-los em um objetivo é um processo relativamente direto.

A Tomada de Decisão Multicritério (TDM - tradução livre de *Multiple Criteria Decision-Making*, MCDM) consiste em fazer uma escolha considerando mais de um aspecto da solução, ou seja, mais de um objetivo atrelado às consequências da decisão (BELTON; STEWART, 2002). Os métodos criados para estruturar o processo decisório primeiro definem claramente os objetivos pertinentes ao contexto analisado, então criam alternativas que representem as diversas decisões possíveis, e por fim adotam critérios para avaliação do desempenho das mesmas em termos dos objetivos definidos. Este processo estruturado gera um modelo de Apoio à Decisão Multicritério (tradução livre de *Multiple Criteria Decision Aid,* MCDA*)*, sendo a área de estudo que define as diferentes técnicas de modelagem também conhecida por este nome, ou simplesmente por Análise da Decisão Multicritério (em inglês, *Multiple Criteria Decision Analysis*). Cabe esclarecer que nesta dissertação

as nomenclaturas Apoio à Decisão Multicritério e Análise da Decisão Multicritério são utilizadas para se referir à mesma área de conhecimento, representada pela sigla ADM.

Os diversos métodos de ADM permitem a obtenção de soluções racionais e transparentes, baseadas no entendimento das partes envolvidas no processo de modelagem. Belton e Stewart (2002) apresentam uma visão integral das abordagens existentes, dividindo os métodos em três principais escolas:

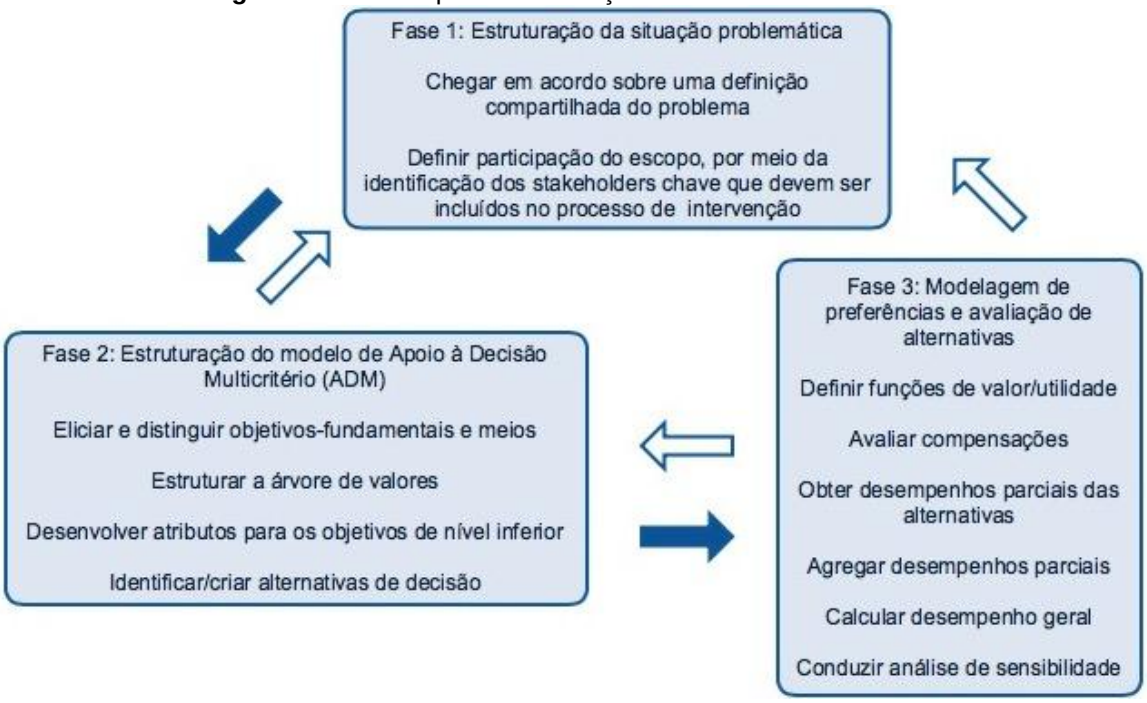
- **Modelagem com medição de valor**, em que uma escala numérica é construída para traduzir o nível de desejabilidade de uma solução em temos dos objetivos dos tomadores da decisão consultados. Em modelos deste tipo a pontuação é desenvolvida primeiro para um critério de avaliação, para depois considerar o desempenho geral no conjunto de critérios.
- **Programação de metas ou de níveis de referência**, em que níveis ótimos de desempenho da solução em termos de cada critério são definidos, então é buscada solução que se aproxime o máximo possível dessas metas.
- **Modelos de ordenação (*outranking models*)**, em que as alternativas de solução são comparadas par a par em termos de cada critério de avaliação a fim de obter o grau de preferência de uma alternativa sobre a outra. Em seguida, as preferencias obtidas são agregadas de forma a considerar o conjunto de critérios e o modelo busca destacar a dominância de uma alternativa sobre as demais.

Dentre os métodos de modelagem com medição de valor, os autores ainda dividem as abordagens entre as baseadas em valores, compondo a Teoria de Valor Multiatributo (MAVT - *Multi-Attribute Value Theory*), e aqueles que utilizam medidas de utilidade, compondo a Teoria de Utilidade Multiatributo (MAUT - *Multi-Attribute Utility Theory*). No primeiro caso, o tratamento dado às incertezas envolvidas na decisão é determinístico, o que significa que as mesmas não são explicitamente consideradas; já ao segundo tipo de modelo são incorporadas as probabilidades atreladas a diferentes cenários.

Como regra geral, os modelos de TDM permitem a escolha da melhor alternativa dentre um conjunto de opções, segundo um conjunto de critérios importantes para o grupo ou indivíduo Tomador da Decisão (TD). O processo de modelagem deve, portanto, incluir alternativas e critérios de desempenho apropriados ao contexto sob análise, o que é tipicamente realizado através de discussões facilitadas. Em outras

palavras, um profissional aplica um método de ADM junto ao TD de forma a extrair os dados de entrada de um modelo. As etapas de modelagem e o uso dos resultados para seleção da melhor alternativa são agrupadas em três grandes fases por Franco e Montibeller (2010), como ilustrado a seguir.

Figura 1 – Passos para estruturação de modelo usando ADM



Fonte: traduzida e adaptada de Franco e Montibeller (2010)

Na **Figura 1**, cada fase de aplicação do método é composta por mais de uma etapa, apresentadas nos respectivos quadros, sendo que entre as fases as flechas escuras indicam o sentido formal de modelagem e solução do problema. As setas mais claras representam passagens em casos em que os resultados obtidos em determinada fase exijam reelaboração de fases previamente executadas. Ressalta-se que o processo ilustrado é genérico, sendo que cada etapa pode ser executada utilizando determinada metodologia dentro das possibilidades da MAVT e MAUT.

Para as duas primeiras fases, de estruturação do problema e modelo, os autores recomendam o uso do Pensamento Focado em Valores (PFV, tradução livre de *Value-Focused Thinking*). Introduzido por Keeney (1996), tal método consiste em abordar um problema partindo dos valores do Tomador da Decisão, particularmente aqueles identificados na forma de objetivos alcançáveis através dos resultados da própria decisão. Ou seja, primeiro são definidos os desejos e metas apropriadas ao contexto considerado, para em seguida serem propostos critérios de desempenho que permitam avaliar alternativas, e somente então serem desenvolvidas soluções.

Desta forma, o PFV se opõe ao Pensamento Focado em Alternativas (PFA, do inglês *Alternative-Focused Thinking*), que por sua vez é a tomada de decisão que parte das alternativas, elaborando critérios de avaliação a partir delas e comparando-as entre si para então selecionar a de melhor desempenho.

Ainda segundo o autor, os valores do TD é que são fundamentalmente importantes em uma situação de decisão e não os meios para atingir objetivos implícitos, por isso o método obtém resultados superiores àqueles fundamentados com PFA. De fato, quando a análise parte das alternativas os critérios propostos são associados a estas, logo o modelo de apoio à decisão tende a ser reduzido comparado a modelos construídos com PFV e, consequentemente, há menos elementos para estimular a formulação de alternativas inovadoras para lidar com o problema (LEÓN, 1999).

O foco em valores representa uma mudança de paradigma ao tratar decisões como oportunidades e não problemas. Para Keeney (1996), uma **oportunidade de decisão** se dá pela identificação de situações em que um indivíduo, grupo ou organização pode tomar medidas em conformidade com seus valores, levando ao cumprimento de seus objetivos estratégicos. Desta forma, são criadas situações de decisão melhores, que antecipam ou mesmo substituem eventuais problemas.

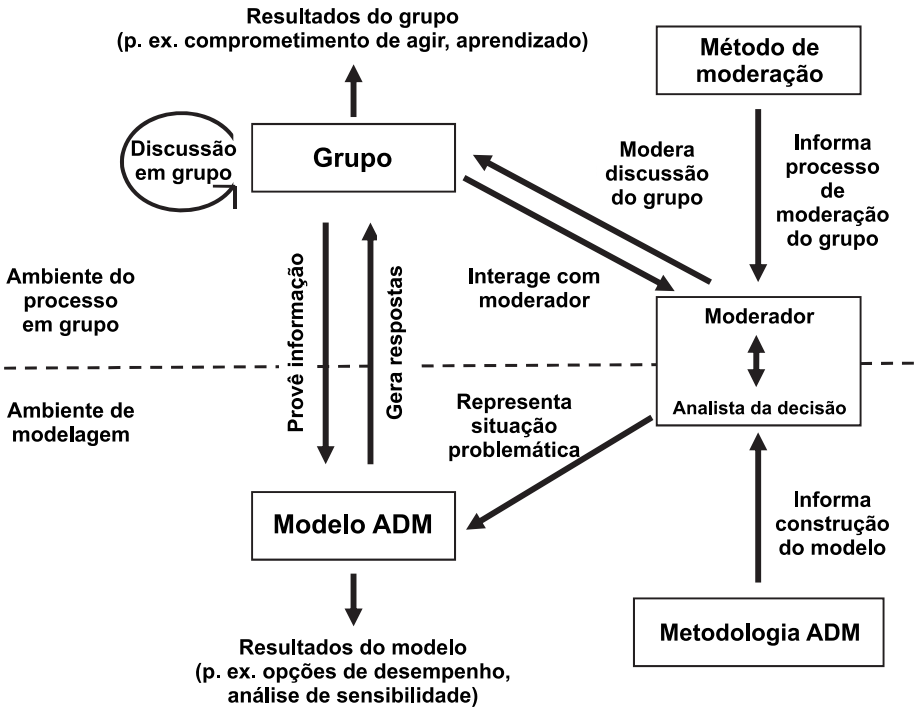
Na prática, em um modelo desenvolvido com PFV cada objetivo representa algo que se deseja atingir em determinada situação. Assim, a declaração de um objetivo contém três aspectos: o contexto da decisão, o objeto e o sentido de preferência (KEENEY, 1992, 1996). Por exemplo, uma possível minimização de custos das operações de entrega de itens de ajuda é dada em um cenário de grande pressão, pois a falta ou atraso de tal entrega pode causar mortes, o que compõe o contexto da decisão; o objeto é o custo da operação; e a direção de preferência é no sentido de menor custo possível. Ainda, os diversos objetivos considerados em um modelo de apoio à decisão podem ser classificados como fundamentais e meios (KEENEY, 1996). Para tanto, os objetivos pertinentes ao contexto da decisão são organizados de acordo com relações de causa e efeito entre eles, formando uma rede de elementos conectados. Assim, se um objetivo é identificado como meio para atingir um objetivo mais amplo, o primeiro é ligado ao segundo, sendo que hierarquicamente **objetivos-meios** constituem níveis mais baixos e **objetivos-finais** estão no topo. O conceito de meios e fins é relativo, pois sua classificação somente pode ser feita por comparação entre elementos, assim nada impede que um objetivo que seja final para certo elemento represente um meio de atingir outro objetivo

Fora de um contexto decisório específico, os objetivos estratégicos de uma organização são tão abrangentes quanto possível, sendo difícil mensurar diretamente o quanto uma ação tomada os atinge. Entretanto, conforme a situação exija que os gestores tomem decisões é possível relacionar os objetivos estratégicos a outros que sejam específicos ao contexto decisório, elaborados a partir de um (ou de um grupo de) objetivo(s) estratégico(s). Keeney (1996) propõe assim uma hierarquia entre os diversos objetivos identificados na análise de uma oportunidade de decisão, sendo o nível mais alto composto por aqueles definidos como estratégicos para a organização, e o mais baixo por aqueles que se atêm ao contexto específico de uma oportunidade de decisão e cujo atendimento pode ser medido com o uso de atributos.

Segundo Montibeller e Franco (2011), as aplicações de ADM por meio de discussões entre Tomadores da Decisão, guiadas por um profissional conhecedor de método ADM, são especialmente úteis para a tomada de decisão estratégica. Para os autores, em uma empresa as decisões estratégicas devem ser tomadas em *workshops*, durante os quais indivíduos que possuem conhecimento sobre o funcionamento da organização e sobre a questão em pauta, incluindo ou não *stakeholders* externos, realizam uma discussão estruturada por um analista (MONTIBELLER; FRANCO, 2011). Neste tipo de interação um profissional desempenha dois papéis: de **moderador**, no ambiente da discussão em grupo; e de **analista** no espaço de modelagem, isto é, na incorporação dos dados levantados para um modelo de ADM propriamente dito.

A **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, na página seguinte, apresenta os dois ambientes e ilustra este profissional na interface entre eles, captando as informações de entrada na parte de cima da figura e as incorporando ao modelo na parte de baixo. Ainda, a figura mostra que o modelo deve gerar dados de saída que são comunicados ao grupo, para apoiar a decisão final do mesmo. O processo de moderação, ou seja, a forma de incitar a discussão em grupo, deve seguir um método próprio, como por exemplo o Pensamento Focado em Valores, enquanto a construção do modelo é guiada por uma metodologia de ADM.

Figura 2 – Fluxo de informações no desenvolvimento de modelo ADM por meio de discussões moderadas



Fonte: MONTIBELLER; FRANCO, 2011

Decisões estratégicas, ainda segundo Montibeller e Franco (2011), são caracterizadas por alto nível de incertezas sobre o futuro, devido ao seu horizonte de tempo longo. Para lidar com tais incertezas, é sugerido o uso de planejamento por cenários (*scenario planning*), em que são construídos ambientes diferentes partindo de hipóteses sobre os desdobramentos futuros do contexto da decisão estudada. A abordagem difere-se da MAUT por não basear a escolha da melhor alternativa nas probabilidades atreladas a cada desdobramento possível, mas sim selecionar a opção mais robusta, isto é, com desempenho estável e acima de um certo patamar no conjunto de cenários criados. Com tal argumentação em mente, nesta pesquisa o modelo de apoio à decisão é criado por técnica pertencente à MAVT, que pode ser depois aplicada em conjunto com planejamento por cenários. Não faz parte do escopo deste trabalho estudar o impacto das incertezas associadas às operações de desastre na escolha da melhor estratégia para o planejamento da entrega de carga, ainda que a autora reconheça que modelos aplicáveis à realidade devem incluir tal avaliação. Sugere-se, então, que trabalhos futuros empreguem o planejamento por cenários para selecionar uma alternativa de bom desempenho nos diferentes possíveis cenários de desdobramento pós-desastre.

Dentre os métodos criados para modelagem e avaliação de alternativas e consistentes com a MAVT, destaca-se por sua facilidade de aplicação à distância a Técnica de Avaliação Simples com Múltiplos Atributos e Exploração de Posições (tradução livre de *Simple Multi-Attribute Rating Technique Exploiting Ranks*), conhecida como SMARTER. O SMARTER é, ao lado do SMARTS (SMART com *Swing-weights*), uma evolução do método SMART (*Simple Multi-Attribute Rating Technique*) para incorporar corretamente as compensações entre os objetivos, uma vez que na proposta original (SMART) a escala dos atributos não era considerada na atribuição de pesos para os critérios de desempenho (EDWARDS; BARRON, 1994). Tanto o SMARTS quanto o SMARTER são formas de aplicação da ADM, a diferença entre eles está na forma de cálculo das compensações, como explicado mais adiante na subseção **2.4.3**. Ainda, umas vez que tais métodos podem ser utilizados tanto com funções de valor como de utilidade, eles se enquadram tanto na MAVT como na MAUT.

2.4 DA MODELAGEM UTILIZANDO O MÉTODO SMARTER

A fim de construir um modelo de apoio à decisão, é preciso obter os seguintes dados de entrada:

- Objetivos e valores perseguidos pelo tomador da decisão, incluindo os objetivos-meios da extremidade da árvore, aqui chamados critérios;
- Atributos para medir o nível de desempenho com relação a cada critério estabelecido;
- Escala dos atributos;
- Alternativas para solução do problema (ou oportunidade de decisão);
- Notas das alternativas exprimindo seu desempenho parcial, ou seja, em termos de cada atributo;
- Peso relativo de cada objetivo da árvore.

Os passos apresentados nas subseções seguintes descrevem como obter os dados de entrada e traduzi-los a um modelo utilizando o método SMARTER com funções de valor (MAVT), concomitante ao Pensamento Focado em Valores. Ressalta-se, contudo, que os procedimentos incluídos nas duas primeiras fases de modelagem (“estruturação da situação problemática” e “estruturação do modelo ADM”) são generalizados para qualquer método de Análise da Decisão Multicritério com abordagem do PFV. Informações sobre outras metodologias de ADM podem ser

obtidas no livro de Belton e Stewart (2002), enquanto dúvidas específicas sobre os SMARTS e SMARTER podem ser resolvidas por consulta ao artigo de Edward e Barron (1994).

As seções seguintes estão organizadas conforme as fases de modelagem apresentadas anteriormente, na seção **2.3**. O conteúdo resumido aqui se baseia nas publicações de Belton e Stewart (2002), Franco e Montibeller (2010), Keeney e Gregory (2005), Keeney (1996, 1992), Edwards e Barron (1994), Barron (1992) e Barron e Barrett (1996).

2.4.1 Estruturação da situação problemática

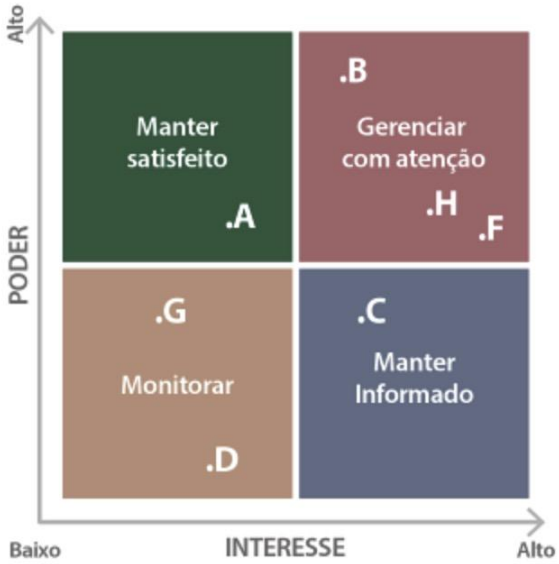
Na primeira fase de aplicação da ADM, a oportunidade de decisão deve ser definida. Para tanto, é preciso compreender qual é o problema vivido pela organização e qual o ponto de vista que deve ser adotado para solução do mesmo. Segundo Franco e Montibeller (2010), a própria descrição do problema por uma pessoa que lida com ele baseia-se em seus valores e expectativas. Sendo assim, a modelagem deve ser feita levando em conta as diferentes partes interessadas na decisão, com suas diferentes percepções da realidade.

Tais partes correspondem aos ***stakeholders***, indivíduos ou grupo de indivíduos que podem afetar a decisão estudada e/ou que são afetados por ela (FRANCO; MONTIBELLER, 2010). Seu mapeamento é feito com ajuda de um diagrama poder-interesse, no qual as partes identificadas são posicionadas de acordo com seu relativo poder para afetar a decisão tomada e interesse nos resultados da mesma. Desta forma, é possível apontar quais grupos devem ser incluídos na tomada de decisão, seja participando ativamente da discussão para modelagem, seja tendo seu ponto de vista considerado pelo TD ou especialista.

A **Figura 3**, na página seguinte, representa um exemplo de matriz poder-interesse construída para análise de um problema qualquer. Nota-se que o primeiro quadrante do diagrama poder-interesse é dividido em quatro áreas, nas quais são posicionados os *stakeholders* A, B, C, D, F, G e H. O conjunto destas forma a matriz poder-interesse, que classifica os agentes quanto à sua relevância para tomada de decisão. O diagrama construído possui dois eixos, que representam o nível de poder (eixo vertical) e de interesse (horizontal) de cada *stakeholder*. É importante destacar que as coordenadas de cada ponto são determinadas por comparação entre os agentes e não necessariamente representam alguma medida realizada, ou seja, o

processo pode ser feito baseado em percepções do tipo “o grupo A é menos poderoso e interessado na resolução do que o B, enquanto B é mais poderoso que H mas menos interessado”.

Figura 3 – Diagrama poder-interesse de *stakeholders*



Fonte: VARGAS (2014)

2.4.2 Estruturação do modelo de Apoio à Decisão Multicritério

Nesta fase são trazidos à tona: os objetivos dos grupos envolvidos que podem ser resolvidos através da solução do problema específico estudado; atributos para medir o desempenho de alternativas em cada critério; e as alternativas de decisão. Em seguida tais informações são incorporadas a um modelo ADM na forma de uma árvore de valor e métricas são associadas aos objetivos da extremidade inferior de tal árvore. Por fim, as alternativas são numeradas e formalmente definidas para futura avaliação.

Eliciar e distinguir objetivos fundamentais e meios

Em uma aplicação típica de modelo ADM com PFV, antes da discussão entre os membros do grupo TD os indivíduos são questionados quanto aos objetivos que eles consideram importantes para a tomada de decisão analisada. A reflexão individual é, segundo Keeney (1988), a base para o mapeamento de objetivos.

Em seguida, todos os elementos levantados são adicionados a uma figura e, então, relações de influência entre eles devem ser identificadas. Esta fase inicia a sessão de *brainstorming*, em que o TD deve ser incentivado a discutir e justificar a

importância de cada elemento. Objetivos similares podem ser unificados neste processo. Como resultado, obtém-se um **mapa cognitivo**, que nada mais é que uma rede contendo todos os fins que o TD quer atingir e os meios disponíveis para tal, conectados por flechas que denotam influência percebida entre os elementos (MONTIBELLER; FRANCO, 2011).

Após a elaboração da primeira versão do mapa, o Tomador da Decisão deve ser questionado quanto às consequências desejáveis e indesejáveis da resolução do problema (KEENEY, 1988). Assim, é estimulada a adição de novos elementos à rede, acompanhados de suas devidas conexões. O fim da sessão é determinado pelo consenso entre os participantes de que a figura inclui todos os objetivos importantes para a tomada de decisão.

Estruturar a árvore de valor

A partir da rede de objetivos construída, é realizada análise sobre quais informações são fundamentais ao contexto da decisão estudada. É importante identificar se há elementos semelhantes e quais deles são essenciais à decisão. Utilizando a abordagem de cima-a-baixo, parte-se de objetivos aos quais há muitos outros conectados, examinando cada elemento até que se encontrem critérios cujo nível de atendimento possa ser medido. O resultado deve ser uma árvore de valor que atenda aos seguintes requisitos (FRANCO; MONTIBELLER, 2010; KEENEY, 1992):

- Essencial: considera todos os objetivos essenciais para a tomada de decisão específica do problema definido na fase 1;
- Inteligível: os objetivos devem ser interpretados da mesma forma por qualquer membro da organização, ou ao menos qualquer tomador da decisão;
- Operacional: deve ser possível avaliar o desempenho de uma possível solução do problema com relação aos objetivos fundamentais;
- Não-redundante: dois objetivos da árvore não podem ser substituíveis um pelo outro;
- Conciso: a árvore deve incluir o menor número de objetivos possível, atendendo aos outros requisitos;
- Preferencialmente independente: compensações que o tomador da decisão aceite entre quaisquer dois objetivos (não conectados diretamente na árvore) devem ser independentes de todos os outros critérios.

Desenvolver atributos para os objetivos de nível inferior

Após a definição da árvore de valor, devem ser escolhidos atributos para os objetivos de suas extremidades inferiores. **Atributos** descrevem as consequências das alternativas e permitem que sejam avaliadas as compensações entre objetivos (KEENEY; GREGORY, 2005). Os autores classificam tais métricas de acordo com sua natureza e sua forma de medição.

De acordo com sua natureza, um atributo pode ser classificado como **natural**, que é uma medida familiar para as pessoas, incluindo atributos que podem ser mensurados a partir de contagem ou medição física do objeto em questão; ou **construído**, de mais difícil interpretação, mas que permite avaliação do desempenho no respectivo objetivo. Já de acordo com a forma de medição, atributos podem ser diretos ou representativos (*proxy*). **Diretos** são aqueles cuja medida indica diretamente o grau de atendimento do objetivo específico, enquanto **representativos** indicam desempenho em objetivo atrelado ao especificado na árvore de valore, utilizados quando não há forma direta de medi-lo.

Por exemplo, um atributo natural e direto para o critério “custo de transporte” é a “quantidade de dinheiro gasta com o transporte de suprimentos”. Já para medir desempenho em termos do critério “ociosidade da frota”, é possível usar o atributo representativo construído “máximo número de dias que um veículo passa parado”. No último caso, a métrica não mede diretamente o nível de ociosidade e o atributo não é natural, pois há grandes chances de que outros modeladores escolheriam medida diferente, como por exemplo “capacidade não utilizada média dos veículos no momento da ordem de despacho”.

Atributos devem cumprir os seguintes requisitos (FRANCO; MONTIBELLER, 2010; KEENEY; GREGORY, 2005; KEENEY, 1992):

- Não-ambiguidade: a relação entre as consequências e as descrições das consequências dadas pelo atributo devem ser claras;
- Exaustivo: os níveis do atributo devem ser definidos de maneira a cobrir todas as possíveis consequências de um determinado objetivo. Entretanto, os níveis máximos e mínimos especificados devem se ater ao melhor resultado possível e o pior resultado aceitável.
- Direto: os níveis do atributo devem ser tão diretos quanto possível com relação às suas consequências;

- Operacional: deve ser possível fazer compensações entre níveis de atributos diferentes;
- Inteligível: a comunicação das consequências e das compensações de valor usando os atributos deve ser fácil.

As escalas dos atributos podem ser **qualitativas**, expressas por palavras ou **quantitativas**, expressas por números. Seu dimensionamento parte dos pontos extremos e depois, principalmente para atributos qualitativos, podem ser estabelecidos pontos intermediários a fim de que a escala seja capaz de descrever todas as consequências possíveis de uma alternativa de solução qualquer, em termos do atributo em questão.

Acrescenta-se ainda que há dois tipos de escala, as **locais** e as **globais**. Utilizando a primeira opção, os níveis extremos do atributo são definidos pelo melhor e o pior desempenho de alternativas avaliadas, portanto é preciso primeiramente definir as opções de avaliação para depois desenvolver uma escala local. Já no segundo caso, os níveis extremos são equivalentes ao pior resultado aceitável que uma decisão hipotética pode ter e ao melhor desempenho alcançável naquele quesito, portanto a definição de escalas globais pode preceder a elaboração de alternativas ao problema. Ambos os tipos de escala são válidos, porém a global tem a vantagem de que outras opções podem ser adicionadas e avaliadas livremente após a conclusão do modelo, enquanto no caso da local é preciso examinar se o desempenho das novas alternativas está contido nas escalas definidas para o conjunto de opções original. Ainda, como as compensações são obtidas em acordo com as escalas dos atributos, qualquer alteração nas mesmas exige que os pesos dos critérios sejam recalculados. Por outro lado, as escalas locais são mais facilmente definidas, por isso são especialmente úteis quando o tempo de interação com o TD é curto.

Identificar/criar alternativas de decisão

Para finalizar a segunda fase de aplicação do método ADM, alternativas de solução para o problema devem ser elaboradas. Para tanto, o TD é incentivado a pensar em alternativas que atinjam cada um dos objetivos individualmente, como explicado por Keeney (1996, 1992). Depois, formas de atender mais de um objetivo simultaneamente podem ser consideradas. Segundo o autor, esta abordagem para

criação de alternativas resulta em opções mais criativas para a tomada de decisão, incluindo ideias que não teriam sido pensadas espontaneamente.

Em análises de decisões estratégicas, a escolha de alternativas equivale à criação de políticas, que por sua vez podem ser descritas como o conjunto de várias pequenas decisões. Dependendo da complexidade do problema, as possibilidades combinatórias destas sub decisões impõem um peso cognitivo muito grande ao grupo envolvido na modelagem (MONTIBELLER; FRANCO, 2011).

Então, para a criação de alternativas de maneira estruturada, são propostas a tabela de geração de estratégias de Howard (1988) e a Análise de Áreas da Decisão Interconectadas (tradução livre de *Analysis of Interconnected Decision Areas*, AIDA), detalhada no artigo de Weas e Campbell (2004). Ambas as ferramentas partem do princípio que uma estratégia é na verdade a composição de várias decisões em âmbitos diferentes. Cada âmbito é denominado região da decisão, sendo que dentro de cada região existem diversas opções descrevendo como aquela decisão específica pode ser tomada. No caso da AIDA, incompatibilidades entre opções de áreas diferentes são identificadas, para reduzir o número de combinações possíveis. Devem ser geradas, ao fim da análise, alternativas em quantidade suficiente para representar a diversidade de opções dentro de cada área de decisão, não sendo necessário levar em consideração uma lista exaustiva de todas as combinações possíveis (HOWARD, 1988).

2.4.3 Modelagem de preferências e avaliação das alternativas de decisão

Para execução da terceira fase os dados obtidos são: notas das alternativas em termos de cada atributo e o peso relativo de cada critério, correspondente à avaliação de compensações entre os mesmos. Para incorporar tais informações ao modelo de ADM é necessário primeiro definir funções de valor parciais e gerais que traduzem os níveis dos atributos definidos em termos de sua desejabilidade para o TD. Então, o desempenho das alternativas pode ser acrescentado. Por fim, é conduzida análise dos resultados obtidos.

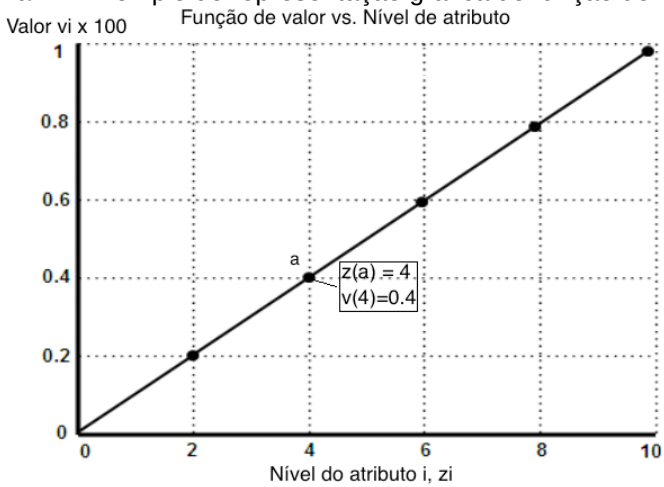
Definir funções de valor/utilidade

Uma **função de valor** associa determinado resultado, expresso em termos de um atributo, à sua desejabilidade sob ponto de vista do TD. Sendo assim, esta associação deve partir de duas escalas, uma já definida e referente aos níveis do atributo e outra aos níveis de desejabilidade possíveis. Enfatiza-se que tal função é

bijetora, o que significa que uma posição qualquer na escala do atributo é associada a apenas um número na escala de valores e vice-versa.

As escalas das funções de valor definidas devem ser as mesmas para todos os atributos e apresentar apenas uma dimensão. Sua definição parte dos pontos extremos, para os quais é sugerida a adoção de 0 (nível menos desejado) e 100 (mais desejado), pois tal amplitude é suficiente para que sejam inseridos valores associados a desempenhos intermediários, além do que a interpretação da escala é fácil. Os números contidos em tal intervalo são cardinais, isto é, diferenças numéricas de mesma magnitude nesta escala representam diferenças idênticas em termos do valor (ou utilidade) associado(a) (EDWARDS; BARRON, 1994).

Figura 4 – Exemplo de representação gráfica de função de valor



Fonte: Adaptada de Park (2007)

A representação gráfica de uma função de valor hipotética, usando o eixo horizontal para representar o nível do atributo e o vertical para o nível de desejabilidade, de zero até cem, é ilustrada na **Figura 4**. Nela, nota-se que cada nível do atributo i, $z_i(x)$, é associado a um valor $v_i(z_i(x))$ pela função de valor, e que como o atributo ilustrado é contínuo a função de valor é descrita por uma curva (BELTON; STEWART, 2002). Ainda de acordo com o exemplo da figura, sendo “a” uma alternativa de solução avaliada, seu desempenho em termos do atributo $z_i(a)$ vale 4 (nota-se que o atributo i é quantitativo), cujo nível de desejabilidade é 40.

Alternativamente ao desenvolvimento das funções de valor atreladas à escala de atributos mensuráveis, é possível posicionar as alternativas diretamente na escala de valores. Neste caso, é importante que os extremos 0 e 100 (ou os valores máximo e mínimo escolhidos pelo modelador) sejam associados aos extremos da

escala do atributo, para que o TD os use como referência. Além disto, é importante que o TD compreenda as propriedades da escala relativa, atentando para a cardinalidade das notas atribuídas. Tal técnica, conhecida por Avaliação Direta (tradução livre de *Direct Rating*), pode ser utilizada nas duas variações SMARTS e SMARTER e é recomendada em casos de modelagem à distância pela sua facilidade de incorporação a questionários *online* (VILAS *et al.*, 2013).

Para uso do método aditivo de agregação de funções parciais, é importante que a função de valor seja monotônica (BELTON; STEWART, 2002; KEENEY, 1996). Isto é, ao percorrer os níveis do atributo de um extremo da escala definida ao outro, o valor associado a estes pontos deve ou sempre crescer, ou sempre decrescer. Tal propriedade é observada na curva apresentada na **Figura 4**, em que a função de valor é crescente, pois para qualquer diferença positiva entre dois níveis do atributo a diferença em termos de valor associado é positiva. Se, ao contrário, qualquer diferença positiva em termos de nível do atributo gerasse diferença negativa entre os valores apontados, a função seria decrescente.

Avaliar compensações

Uma vez definidas as funções de valor de todos os objetivos extremos da árvore de valore, a primeira parte do método dos *swing-weights* é aplicada para exprimir as compensações (*trade-offs)* entre objetivos, como explicado por Belton e Stewart (2002) e Edwards e Barron (1994). Partindo de um cenário em que todos os atributos estão no pior nível aceitável, o Tomador da Decisão deve ser questionado sobre qual o primeiro atributo que ele elegeria para ter o seu nível aumentado do pior para o melhor. Uma vez selecionado, o critério correspondente é adicionado à posição mais alta do *ranking* de objetivos. Então, excluído o atributo já selecionado, o TD deve escolher o próximo atributo a ter seu nível aumentado para o melhor possível. Mais uma vez, o critério escolhido passa a ocupar a próxima posição do *ranking*. Este processo é repetido até que todos os critérios estejam ordenados de acordo com a seleção realizada.

A atribuição de pesos aos critérios partindo de sua ordenação é feita pelo cálculo do Centroide das Posições Ordenadas (tradução livre de *Rank Order Centroid*, ROC). Sua definição parte do princípio de que, caso a única informação disponível sobre os pesos dos critérios fosse que sua soma é igual a 1, faria sentido atribuir pesos iguais a todos eles. Geometricamente, isto equivale a usar o centroide da superfície

descrita por todas as combinações de pesos possíveis (BARRON, 1992). Entretanto, quando há informação sobre a ordem de importância dos critérios, a região de tal superfície que pode conter a solução ótima é reduzida, pois o domínio das soluções possíveis é alterado. A aplicação do ROC consiste basicamente em adotar os pesos que correspondem ao centroide de tal região reduzida. A visualização geométrica da solução é difícil para problemas com mais de três critérios, porém as respectivas fórmulas de cálculo são simples, como apresentado a seguir.

Assumindo que os n atributos estejam ordenados do primeiro ao último selecionado (seguindo os passos anteriormente descritos), de forma que os pesos correspondentes a cada atributo ordenado (p_i) sejam tais que $p_1 \geq p_2 \geq p_3 \geq \ldots \geq p_n$, o peso do i-ésimo atributo é obtido por:

$$p_i = \frac{1}{n} \times \sum_{i}^{n} \left(\frac{1}{i}\right) \tag{1}$$

Os pesos calculados com a fórmula da Eq. 1 resultam na seguinte distribuição, do primeiro ao último critério ordenado pelo TD:

$$p_1 = \left(1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \cdots + \frac{1}{n}\right) \Big/ n \tag{2}$$

$$p_2 = \left(0 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \cdots + \frac{1}{n}\right) \Big/ n \tag{3}$$

$$p_3 = \left(0 + 0 + \frac{1}{3} + \cdots + \frac{1}{n}\right) \Big/ n \tag{4}$$

$$p_n = \left(0 + 0 + 0 + \cdots + 0 + \frac{1}{n}\right) \Big/ n \tag{5}$$

Uma vez computados, os valores dos pesos são incorporados ao modelo ADM. Nota-se, ainda, que a soma dos mesmos é igual a 1, ou seja, os resultados obtidos já estão normalizados e portanto tem-se que:

$$\sum_{i=1}^{n} p_i = 1 \tag{6}$$

Cabe ressaltar que se a segunda parte dos *swing-weights* fosse executada, o TD atribuiria notas (valores cardinais) para cada critério, relativas à importância de ir do pior nível da escala de seu atributo ao maior. Contudo, a aplicação do SMARTER se

atém à ordenação dos objetivos, por sua facilidade de aplicação sem perda considerável de qualidade do resultado (BARRON; BARRETT, 1996). Segundo os estudos de Barron e Barrett (1996), a alternativa apontada por modelo baseado no ROC é em torno de 80% das vezes a mesma que seria apontada pela solução com atribuição de pesos aos critérios. Ainda, nos casos em que a alternativa escolhida não é a mesma pelos dois métodos, a perda em termos de valor geral associada ao uso do método simplificado é inferior a 2%. Ou seja, a alternativa selecionada pelo uso do SMARTER possui desempenho suficientemente bom para justificar a escolha deste método ao invés do SMARTS pela facilidade de aplicação.

Obter desempenhos parciais das alternativas

Como comentado anteriormente, no método SMARTER as notas das alternativas em termos de cada critério são obtidas pela técnica de Avaliação Direta, segundo a qual o TD posiciona as opções sob avaliação nas escalas de valores de cada critério, considerando que seus extremos correspondem aos extremos da escala de seu respectivo atributo.

Assim, é apresentada ao TD uma escala por vez, para que o mesmo atribua notas de desempenho a cada uma das alternativas pré-definidas. É enfatizado que diferenças de mesma magnitude numérica entre notas representam iguais ganhos ou perdas no nível de desejabilidade mensurado.

Agregar desempenhos parciais

Para um modelo criado levando em conta todos os aspectos mencionados nas seções anteriores, a função de valor geral de uma alternativa é obtida pelo método aditivo de agregação. De acordo com ele, o desempenho geral de uma solução x é dada pela função de valor V, equivalente à média ponderada dos desempenhos parciais em cada critério multiplicada pelo peso normalizado atribuído aos critérios, como apresentado na equação:

$$V(x) = \sum_{i=1}^{n} p_i \left(v_i\big(z_i(x)\big) \right) \tag{7}$$

Em que $z_i(x)$ indica o nível do atributo i de uma alternativa x; $v_i(z_i(x))$ indica o valor da função de valor do objetivo i associado ao nível do atributo obtido pela solução x, e p_i é o peso normalizado correspondente ao objetivo i. Nota-se que com a Avaliação Direta das alternativas, os valores associados ao desempenho de uma alternativa x

em termos do atributo i, $v_i(z_i(x))$, são atribuídos pelo *stakeholder* sem a medição explícita do nível do atributo, $z_i(x)$.

Calcular desempenho geral

O cálculo do desempenho geral de uma alternativa x é feito da seguinte maneira:

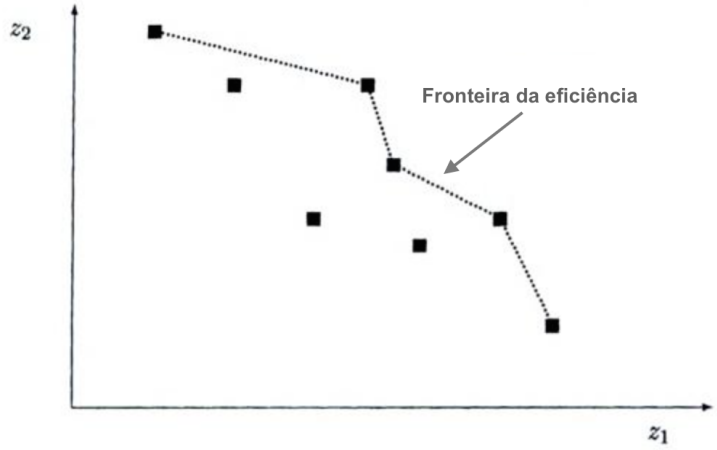
$$V(x) = p_1 \times v_1\big(z_1(x)\big) + p_2 \times v_2\big(z_2(x)\big) \ldots + p_n \times v_n\big(z_n(x)\big) \qquad (8)$$

Em que o melhor e o pior desempenho possíveis são numericamente iguais aos níveis extremos da escala das funções de valor. Assim, para a escala adotada neste trabalho, o melhor desempenho alcançável vale 100 e o pior, 0.

Após computar o total geral de todas as opções sob avaliação, a de maior nota é selecionada. Contudo, é recomendado que sejam feitas análises para avaliar se o grupo de alternativas considerado é suficientemente representativo e se a solução apontada pelo modelo é robusta. Além disso, é importante reconhecer quais são as opções de maior desempenho nos diferentes critérios para compreender o nível de resultados que devem ser buscados em outras soluções ao problema.

É possível, por exemplo, que uma alternativa “a” se sobreponha às outras em todos os critérios, apresentando comportamento dominante. Isso pode indicar que existem outras alternativas que não foram pensadas, mas cujos resultados são próximos dos obtidos por “a”. Por outro lado, ao comparar os resultados do grupo avaliado em termos de pares de critérios relacionados, é possível que as alternativas “a” e “b” se destaquem em relação às outras, indicando uma fronteira de eficiência. A definição desta fronteira tanto serve como referência na elaboração de novas alternativas, como indica quais opções devem ser comparadas mais a fundo antes da tomada de decisão. Um exemplo de fronteira de eficiência é ilustrado no **Gráfico 1**.

Gráfico 1 – Fronteira da eficiência definida para o par de atributos z_1 e z_2



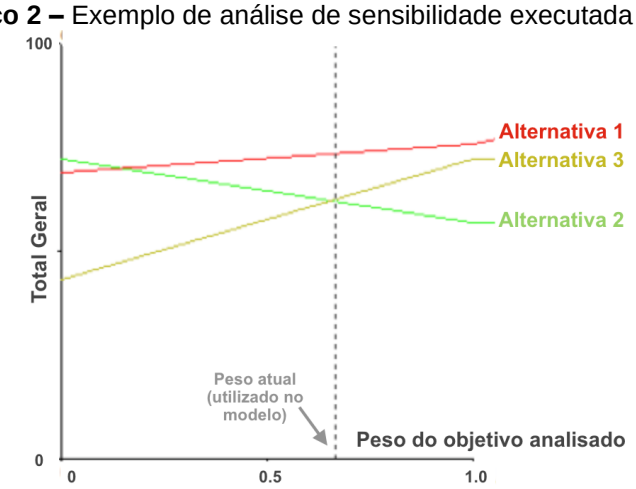
Fonte: adaptado de Belton e Stewart (2002)

No **Gráfico 1**, o eixo das abscissas representa o nível do atributo 1, z_1, enquanto o eixo das ordenadas é definido pelos níveis do atributo 2, z_2. A origem é dada pelo encontro dos extremos das escalas que estão associados ao pior desempenho considerado. Cada ponto plotado corresponde a uma alternativa "x" avaliada, sendo suas coordenadas equivalentes aos níveis obtidos em termos dos níveis dos atributos 1 e 2, ou seja, pelo par $z_1(x)$ e $z_2(x)$. A fronteira da eficiência é traçada entre os pontos mais distantes dos eixos, como observado na figura.

Conduzir análise de sensibilidade

A análise de sensibilidade consiste em verificar se a alternativa ótima apontada é a mesma para diferentes valores do peso atribuído a um certo critério. Desta forma, são diminuídos impactos da incerteza de avaliação das compensações.

Gráfico 2 – Exemplo de análise de sensibilidade executada no VISA

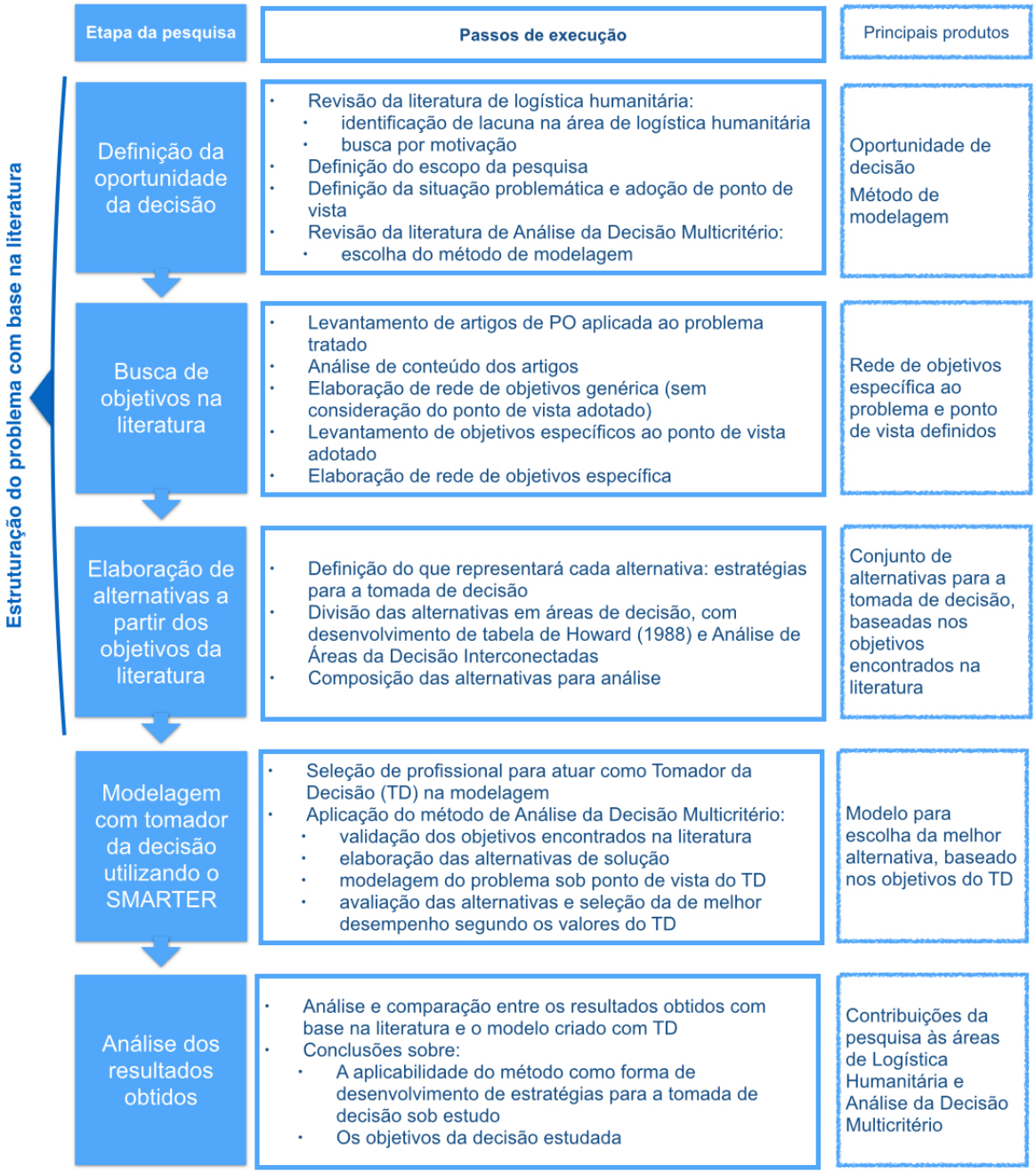


No exemplo de análise de sensibilidade ilustrado no **Gráfico 2**, gerado pelo *software* VISA, nota-se que o eixo das abscissas representa o peso relativo do critério investigado, destacando o peso utilizado no modelo por uma linha pontilhada. Já as ordenadas indicam o valor geral das alternativas, cujo desempenho é plotado para cada valor do peso (de 0 a 1) que o critério analisado pode assumir. Alternativamente, o eixo das ordenadas pode conter o total parcial das alternativas em um objetivo qualquer da árvore de valor, não necessariamente o da extremidade superior.

3 METODOLOGIA

A seguir, são descritas todas as etapas de execução desta pesquisa, retratadas na **Figura 5**, na qual cada etapa é apresentada ao lado de seus passos de execução e dos produtos principais gerados ao fim da mesma.

Figura 5 – Etapas de desenvolvimento desta pesquisa



Ressalta-se que as três primeiras etapas compõem a estruturação do problema a partir da literatura, apresentada no **Capítulo 4** desta dissertação. A quarta etapa, por sua vez, é desenvolvida no **Capítulo 5** e a quinta, no **Capítulo 6**.

3.1 DEFINIÇÃO DA OPORTUNIDADE DE DECISÃO

A primeira etapa da **Figura 5**, de definição da oportunidade de decisão, consiste em definir o escopo e o método de modelagem desta pesquisa, a partir da identificação de uma lacuna na literatura. Em um primeiro momento, são lidas publicações acadêmicas e matérias jornalísticas sobre desastres e ações humanitárias de socorro a vítimas, em busca de uma motivação e da consolidação de conceitos pertinentes à área escolhida. Durante este processo, são levantadas oportunidades de pesquisa, das quais uma é selecionada: encontrar estratégias para a execução do planejamento de entrega de ajuda em pós desastre. Tal seleção permite delimitar o escopo de pesquisa, que passa a ser voltado à questão do transporte de carga especificamente na fase de resposta. Fica claro, então, que a busca por métodos deve se dar na literatura de Análise da Decisão, pois o objetivo da pesquisa é levantar e avaliar possíveis estratégias que facilitem as ações da comunidade humanitária em campo.

O processo de revisão da literatura continua, a fim de compreender melhor o contexto da situação problemática e as complexidades intrínsecas à mesma. Uma vez que o problema está bem caracterizado é possível identificar quais métodos científicos são apropriados à sua solução. Neste caso, considerando todos os aspectos relevantes do problema, fica determinado que o método de modelagem escolhido deve se encaixar naqueles baseados na Teoria de Valor Multiatributo (MAVT) e que a abordagem adotada é a do Pensamento Focado em Valores, como mencionado nos capítulos anteriores.

3.2 BUSCA DE OBJETIVOS NA LITERATURA

Finalizada a primeira etapa da **Figura 5**, é iniciada a investigação dos objetivos relacionados ao transporte de carga em pós-desastre. Seu levantamento é feito a partir de análise de conteúdo de artigos de Pesquisa Operacional, seguindo procedimentos já estabelecidos, que podem ser encontrados no trabalho de Seuring *et al.* (2005). Desta forma, a seleção de artigos para análise constitui o primeiro passo para a busca de objetivos. Para isto, os termos "*humanitarian logistics*", "*disaster*", "*optimization*" e "*distribution*" são empregados em busca nas bases de dados *Springer Link*, *Emerald Insight*, *Science Direct* e *Google Scholar*, em busca de trabalhos publicados em periódicos indexados, apresentando revisão por pares. A primeira coleta de artigos é feita a partir da leitura dos títulos e resumos dos

documentos resultantes de tal busca, a fim de confirmar que seu conteúdo se encaixa no escopo definido. Em seguida, a segunda coleta é realizada a partir das citações do material selecionado e, como resultado final, são obtidos 25 artigos. Tal procedimento, assim como a escolha das palavras-chave, se assemelha ao relatado por Caunhye, Nie e Pokharel (2012), De La Torre, Dolinskaya e Smilowitz (2012), Overstreet *et al.* (2011), e Altay e Green (2006).

Para a análise descritiva dos artigos, são identificados os autores, título, periódico e ano de publicação. Em seguida, cada modelo matemático é analisado em busca de medidas de desempenho incorporadas à função objetivo e às restrições. Uma vez identificada uma métrica, esta é catalogada como um atributo encontrado, e o texto do artigo é examinado para que se possa associar o atributo a um critério de desempenho. Ao fim da análise das publicações encontradas, os objetivos imediatos identificados são conectados de acordo com o entendimento da autora a objetivos mais abrangentes, também mencionados nos textos lidos, organizados em uma rede de meios-e-fins como proposto por Keeney (1988, 1992, 1996).

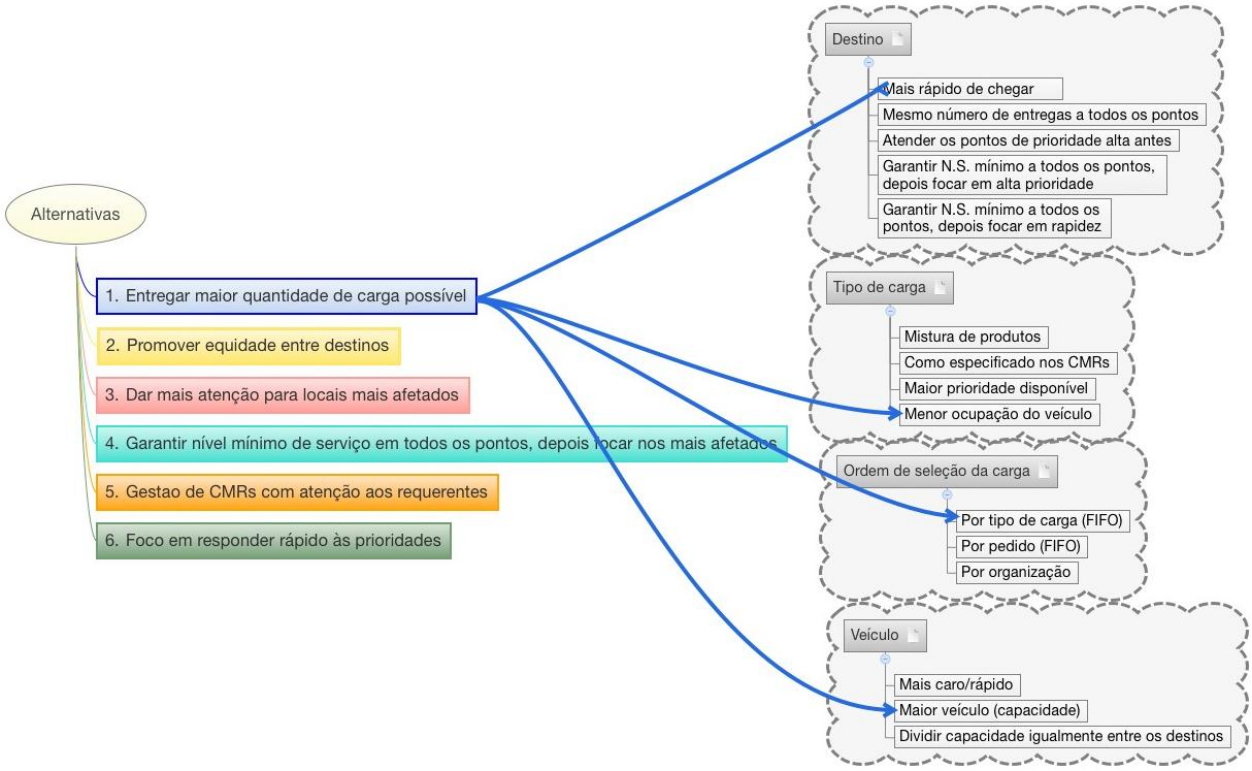
O primeiro produto obtido nesta segunda etapa é a rede de objetivos pertinentes à distribuição, selecionados pelos autores dos modelos, que não necessariamente correspondem àqueles de uma agência coordenadora da ação de resposta. Para incorporar o ponto de vista do coordenador, são levadas em conta as notas de Gralla (2012) sobre os objetivos perseguidos por profissionais durante treinamento do LogC, assim como o Relatório Estratégico (LOGISTICS CLUSTER, 2012) publicado pelo próprio LogC e disponível em seu *website*, em que são listados a missão e os objetivos estratégicos de longo e curto prazo do grupo. Em seguida, a figura contendo a rede de objetivos identificados nos modelos matemáticos é adaptada para assumir o ponto de vista do coordenador de logística. Assume-se que os objetivos do LogC podem ser estendidos à comunidade humanitária como um todo, uma vez que ele é formado por diversas organizações humanitárias e grupos envolvidos na logística de operações pós-desastres (WFP; NETHERLANDS MINISTRY OF FOREIGN AFFAIRS; UNICEF, 2012).

3.3 ELABORAÇÃO DE ALTERNATIVAS A PARTIR DOS OBJETIVOS DA LITERATURA

A terceira etapa da **Figura 5** corresponde à elaboração de alternativas. Como a solução encontrada não será aplicada a um cenário de pós-desastre específico, é

desejável que as alternativas não possuam um nível de detalhamento operacional, que poderia ser obtido a partir de simulações da tomada de decisão em um problema hipotético ou real. Desta forma, define-se que cada alternativa representa uma estratégia para o planejamento da entrega de ajuda às vítimas. Para o desenvolvimento destas estratégias, feito pela autora deste trabalho, o primeiro passo é pensar em maneiras de atingir os objetivos levantados através da tomada de decisão em questão (KEENEY, 1996), ou seja, do planejamento da entrega de ajuda às vítimas de um desastre. Em seguida, é empregada a tabela de geração de estratégias de Howard (1988) e a Análise de Áreas de Decisão Interconectadas (AIDA, na sigla em inglês – *Analysis of Interconnected Decision Areas*). Tais técnicas partem da divisão de uma estratégia em um conjunto de pequenas decisões, sendo cada uma delas denominada área da decisão. Por sua vez, cada área é composta por uma lista de opções descrevendo alternativas à tomada de decisão específica àquela área. A montagem de uma estratégia, então, é feita combinando-se opções de áreas diferentes da decisão. Para compreender melhor este processo, a **Figura 6** ilustra a composição de uma estratégia a partir de quatro áreas da decisão pré-definidas (este exemplo é baseado na elaboração de estratégias realizada neste trabalho pela própria autora, apresentado no **Capítulo 4**).

Figura 6 – Ilustração da composição de uma estratégia utilizando quatro áreas de decisão



Na **Figura 6**, as áreas da decisão (graficamente delimitadas por bordas que se assemelham a nuvens) são: escolha do destino a ser atendido; escolha do tipo de carga a ser movimentada; ordem da seleção da carga, dentre os itens disponibilizados por organizações humanitárias; e escolha do veículo que realizará a entrega. Abaixo do nome de cada área estão apresentadas as diferentes opções de tomada de decisão. A primeira alternativa, correspondente a uma estratégia denominada “entregar maior quantidade de carga possível”, é feita pegando uma opção de cada área. Por exemplo, a escolha do destino é feita selecionando o local ao qual se consiga chegar mais rapidamente.

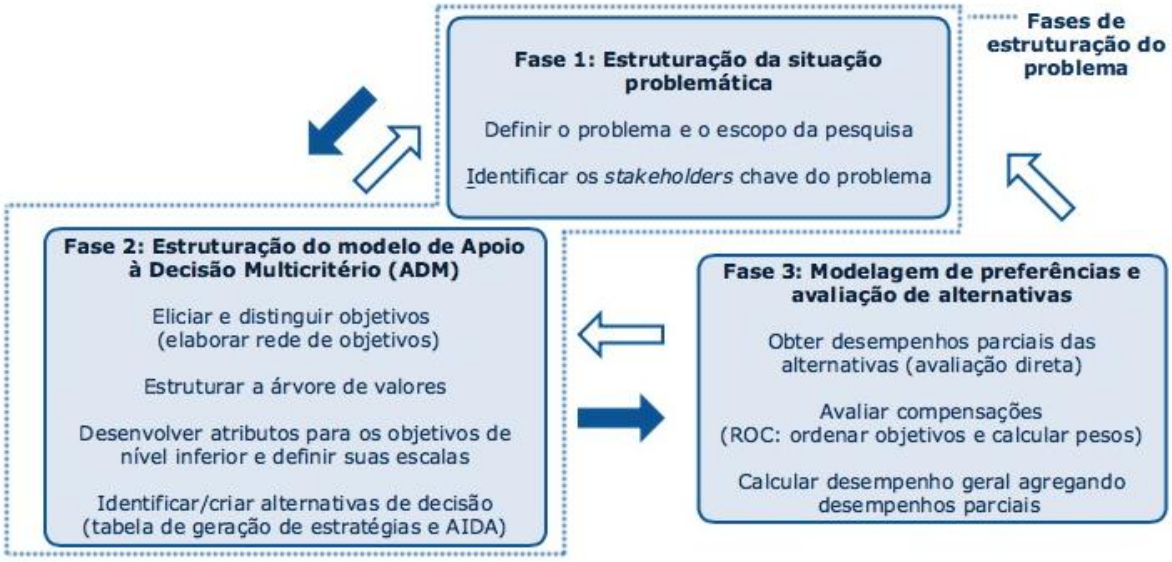
Antes da elaboração das estratégias e a fim de diminuir o número de combinações possíveis na sua composição, a AIDA é utilizada para retirar do conjunto os pares de opções incompatíveis entre si. Uma incompatibilidade entre opções significa que a tomada de decisão de uma área influencia a decisão de outra. Por exemplo, no caso retratado na **Figura 6**, se dentro da região “veículo” a opção escolhida for “dividir a capacidade igualmente entre os destinos”, não faz sentido que a escolha do destino siga a opção “mais rápido de chegar”, uma vez que a capacidade de transporte já está dividida entre todos os pontos, então estas suas opções são consideradas incompatíveis entre si e nenhuma estratégia deve combiná-las.

3.4 MODELAGEM COM TOMADOR DA DECISÃO UTILIZANDO O SMARTER

A quarta etapa desta pesquisa é o desenvolvimento do modelo de análise da decisão com participação de um profissional da área humanitária, aproveitando os produtos das etapas anteriores para enriquecer as fases de estruturação do problema (ver **Figura 7**, na página seguinte).

O método utilizado no desenvolvimento de tal modelo é o SMARTER, uma técnica consistente com a MAVT que permite que as interações com o TD sejam via questionário *online*. Na **Figura 7**, é ilustrado o processo de aplicação da SMARTER, baseando-se na *framework* proposta por Franco e Montibeller (2010) para modelagem utilizando MAVT ou MAUT.

Figura 7 – Fases de modelagem utilizando o método SMARTER



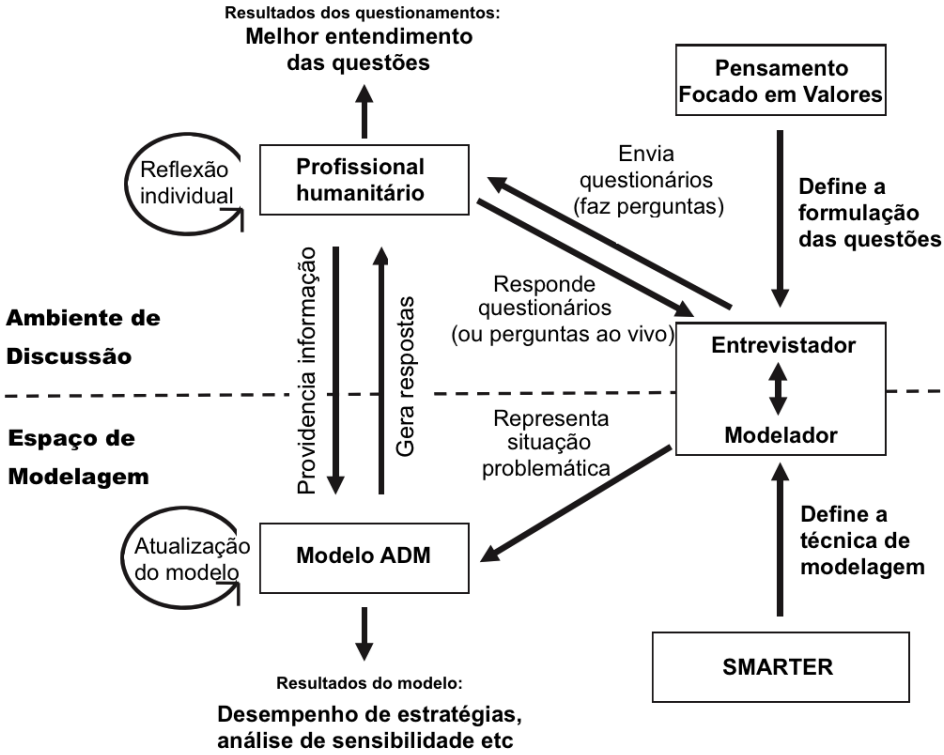
Fonte: adaptado da figura original proposta por Montibeller e Franco (2011)

No desenvolvimento do modelo, a autora deste trabalho desempenha dois papeis: um deles governa as interações com o TD e o outro diz respeito às interações com o *software* de análise da decisão empregado, neste caso o VISA versão 8.1 para *Windows*. Já o papel do Tomador da Decisão é desempenhado pelo ex-capitão do Exército Brasileiro Bruno Cerqueira, hoje membro do *Associates Surge Pool* do OCHA, grupo que atua entre os períodos de resposta e de reconstrução na coordenação de operações de socorro à população afetada por desastre. Sua formação inclui mestrado em Ação Humanitária Internacional e curso de Coordenação Civil-Militar Humanitária da ONU (UN-CMCoord), complementando a visão militar do profissional. Sua atuação no 18º Contingente Brasileiro na Missão das Nações Unidas para a Estabilização do Haiti (MINUSTAH, na sigla em crioulo haitiano) incluiu o período pós-terremoto, durante o qual recursos militares foram utilizados em apoio das organizações humanitárias e o então Capitão atuou no transporte de suprimentos até as vítimas.

O processo de modelagem acontece em dois ambientes paralelos, como apresentado na **Figura 8**, na próxima página. Em um deles, de discussão, a autora age como entrevistadora e utiliza a abordagem do PFV para incitar o TD a prover as informações necessárias à tomada de decisão. No outro ambiente, de modelagem, a autora opera como analista, traduzindo as informações levantadas no ambiente de discussão para a linguagem do método SMARTER. Assim, na **Figura 8** a autora é ilustrada na interface entre os dois ambientes, por sua atuação dupla. Acrescenta-se

que a troca de informações entre TD e entrevistador é feita em uma conversa ao vivo e via quatro questionários *online*, pelas plataformas *Survey Monkey* e *Survey Gizmo*. Todas as enquetes utilizadas são apresentadas ao fim desta dissertação, no APÊNDICE A – Questionários para coleta de dados.

Figura 8 – Papel do analista e interações entre o ambiente de discussão e o espaço de modelagem, adaptados para representar a aplicação do SMARTER realizada nesta pesquisa



(fonte: adaptado de Montibeller e Franco, 2011)

Ambos os ambientes ilustrados acima existem em cada uma das fases de modelagem apresentadas na **Figura 7**. A seguir cada uma delas é detalhada, ao mesmo tempo que se refere às trocas de informação representadas na **Figura 8**.

A primeira fase de aplicação do SMARTER corresponde à estruturação da situação problemática. Enquanto as definições do problema e do escopo são feitas antes da interação com o TD, na primeira etapa desta pesquisa, o levantamento e análise das partes envolvidas no contexto da decisão são executados nesta etapa. Para tal, o profissional humanitário é orientado a identificar os *stakeholders* pertinentes ao problema da entrega de ajuda e a posicioná-los em uma matriz poder-interesse de acordo com a importância relativa de cada um.

A segunda fase é composta da estruturação do modelo de análise da decisão. O primeiro passo neste sentido consiste em elucidar os objetivos do Tomador da Decisão usando técnicas de *brainstorming* e organizá-los de forma a explicitar

relações causais entre os mesmos, o que é feito em conversa ao vivo. Antes disto, uma enquete preparatória é empregada para que o TD reflita sobre os objetivos da coordenação da entrega de ajuda. As perguntas formuladas nesta enquete seguem as recomendações de Keeney (1988) para a construção de um modelo baseado em valores. Por exemplo, o profissional é questionado sobre quais características de uma distribuição de ajuda são por ele consideradas negativas, a fim de fazê-lo pensar em quais objetivos não são atendidos quando tais características são observadas nos resultados da ação humanitária (ver **Apêndice A**). Em seguida, objetivos identificados na literatura são apresentados ao TD para sua consideração se devem ou não fazer parte do processo decisório. O ex-capitão tem a oportunidade, então, de acatar ou refutar os elementos encontrados nos modelos examinados previamente nesta pesquisa. Depois, na conversa ao vivo, todos os objetivos apontados durante o *brainstorming* são representados em um plano e, se um objetivo é uma forma de alcançar outro objetivo, os dois elementos são conectados. Ao fim da conversa, é formada uma rede de objetivos.

Em seguida, os elementos da rede considerados essenciais à tomada de decisão são transferidos para uma árvore de valor pela autora, na qual devem aparecer tantos objetivos quanto for preciso para tomar a decisão, de acordo com o TD. O software *XMind*, versão 3.4.1 para *Macintosh*, é utilizado para a elaboração da rede de objetivos e o desenvolvimento da árvore de valor.

Após a estruturação da árvore, é verificado que os objetivos de nível inferior podem ser interpretados como critérios de desempenho para avaliar alternativas de solução ao problema. Tal verificação é feita, nesta pesquisa, por meio de perguntas ao TD sobre a operacionalidade da árvore, encaminhadas via questionário *online*. Então, para cada critério de desempenho um atributo é selecionado pelo TD, também via questionário, permitindo que se meça o nível de desempenho de alternativas em termos daquele critério. Além disto, a escala de cada atributos é definida pela atribuição de referências aos valores extremos resultantes de uma distribuição hipotética de ajuda. Assim, o pior desempenho em termos de um critério que ainda seria aceitável assume uma extremidade da escala, à qual é atribuída o valor zero, enquanto o melhor desempenho possível de se alcançar no mesmo critério ocupa o outro extremo da escala do atributo, valendo cem. Assume-se que a função de valor associada à escala de cada atributo, chamada de função de valor parcial, é linearmente crescente (EDWARDS; BARRON, 1994).

No final da segunda fase são elaboradas alternativas de solução ao problema. Nesta etapa, o mesmo processo realizado anteriormente (somente com os objetivos encontrados na literatura) é aplicado sobre a árvore de valor elaborada a partir das interações com o TD. Seis alternativas são criadas desta forma, cada uma representando uma estratégia para planejar a entrega de ajuda a vítimas de desastre.

A terceira e última fase do SMARTER se refere à modelagem de preferências e à avaliação das alternativas – neste caso, estratégias. Para cada critério da árvore de valor, as alternativas são posicionadas pelo TD diretamente na escala dos atributos, de acordo com seu desempenho esperado no critério correspondente. Obtém-se desta forma uma tabela com os desempenhos parciais das estratégias em termos de cada critério de avaliação, faltando apenas saber a importância relativa de cada critério para obter a alternativa de melhor desempenho geral. Então, o TD é solicitado a ordenar os critérios de acordo com a importância relativa em ir do pior ao melhor nível do atributo correspondente. Em seguida, utilizando a fórmula do Centroide das Posições Ordenadas (ROC, da sigla em inglês - *Rank Order Centroid*), cada posição no *ranking* assim obtido é transformada em um número, que representa o peso associado ao critério daquela posição. Por fim, é calculado o desempenho geral de cada estratégia, utilizando a soma dos desempenhos parciais ponderados pelo peso de cada critério na tomada de decisão. Resulta desta fase, portanto, a escolha da melhor alternativa avaliada, completando a modelagem do problema. É realizada, por fim, uma análise de sensibilidade para investigar a robustez da solução com relação aos pesos atribuídos aos critérios, isto é, se a melhor solução permanece a mesma quando a distribuição dos pesos é alterada.

3.5 ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS

Finalmente, a última etapa desta pesquisa diz respeito à análise dos resultados obtidos. É feita uma comparação entre os objetivos apontados pelo Tomador da Decisão na quarta etapa e aqueles levantados a partir de revisões da literatura, por esta e por outros autores. O enriquecimento da modelagem utilizando a análise da literatura também é avaliado nesta etapa, assim como a aplicabilidade do SMARTER ao contexto da decisão estudada aqui. Ademais, oportunidades de pesquisa para trabalhos futuros são enumeradas.

4 ESTRUTURAÇÃO DO PROBLEMA COM BASE NA LITERATURA

Neste capítulo é apresentada a estruturação de um modelo de Análise da Decisão Multicritério com base na literatura, a fim de investigar os objetivos da entrega de ajuda humanitária e propor estratégias para seu planejamento. A organização do texto a seguir obedece a ordem das etapas de pesquisa apresentada no **Capítulo 3**: primeiramente, a decisão e seu contexto são definidos na seção **4.1,** correspondente à primeira etapa da pesquisa; então, os objetivos extraídos da literatura são apresentados e organizados em rede de meios-e-fins na seção **4.2** (segunda etapa); e, por fim, alternativas de solução são elaboradas na seção **4.3** (terceira etapa).

4.1 DEFINIÇÃO DA OPORTUNIDADE DE DECISÃO

A presente pesquisa é focada em como fazer ordens de despacho que resultem em uma boa distribuição de ajuda quando há pouca disponibilidade de informação sobre as reais necessidades das vítimas, mas se sabe a intensidade com a qual diferentes áreas foram atingidas pelo desastre. Acrescenta-se que no contexto da decisão as organizações humanitárias atuando na resposta não possuem capacidade de transporte suficiente para entregar a carga na mesma taxa em que ela é trazida para a região, o que resulta na necessidade de estabelecer prioridades para os diferentes destinos e tipos de carga. Neste cenário, uma organização assume o papel de coordenador da comunidade humanitária, sendo responsável por traçar o plano de distribuição e executar o transporte dos itens utilizando uma frota compartilhada.

De acordo com Gralla (2012), tal problema é considerado verossímil por profissionais da área, entretanto os mesmos não dispõem de ferramentas para auxiliar a tomada de decisão em campo, nem mesmo diretrizes claras que possam ser seguidas para planejar a entrega da carga. Sendo assim, os indivíduos responsáveis por esse tipo de tarefa provavelmente se apoiam em modelos mentais e crenças pessoais para exercê-la e, como a mente humana não é capaz de processar todas as variáveis do problema, os resultados obtidos podem ser incompatíveis com as intenções dos profissionais (STERMAN, 2000). Identifica-se aí uma oportunidade de decisão.

4.2 BUSCA DE OBJETIVOS NA LITERATURA

4.2.1 Artigos analisados e relação de atributos identificados

A lista final de modelos selecionados para a análise de conteúdo é composta de 25 trabalhos, referentes a 21 modelos matemáticos – alguns artigos contêm modelos similares, um sendo desenvolvido a partir do outro, com autores em comum. A **Tabela 2**, na página seguinte, relaciona os artigos com sua respectiva etiqueta (na coluna 1), referente ao modelo apresentado.

Para a análise descritiva dos artigos, são identificados os autores, ano de publicação, título e periódico, registrados nas colunas de 2 a 5 da **Tabela 2**. Ainda, é levantado o tipo de desastre tratado, quando explícito, como feito na revisão da literatura de Altay e Green (2006). Desta forma, artigos cujos modelos não tratam de um tipo de desastre específico são classificados como “NE” (não especificado) na coluna 6 da tabela de catalogação, enquanto os demais têm seu tipo de desastre registrado. Na coluna seguinte, referente à complexidade com que os suprimentos foram tratados no modelo, os artigos que apresentam em sua modelagem matemática um pacote de diferentes tipos de suprimentos de alívio são classificados de forma a especificar em quais artigos o modelo considera a distribuição de mais de um tipo de carga (agrupado - múltiplos) dos que consideram apenas um (agrupado - único). Ademais, trabalhos que lidam com o fornecimento de apenas um tipo de suprimento específico são catalogados como “único”, enquanto os que tratam mais de um tipo de suprimento isoladamente recebem o rótulo de “múltiplos”. Por fim, os modelos são diferenciados entre **estocásticos**, com incertezas explícitas no tratamento dos dados, ou **determinísticos**, cujos dados são considerados conhecidos, na última coluna. Observa-se também que entre os artigos que tratam o produto entregue como item único, há aqueles que definem a unidade de carga como um combinado de itens de socorro (*kits* de materiais) e aqueles que consideram apenas o transporte de um produto específico. Semelhantemente, quando a carga é múltipla a unidade é definida pelo tipo de produto ou por sua prioridade associada.

Tabela 2 – Relação dos artigos analisados, com catalogação dos modelos por etiquetas

Etiqueta	Autores	Ano	Título	Periódico	Tipo de Desastre	Quantidade de Suprimentos modelados	Tratamento das Incertezas
1	Afshar e Haghani	2012	Modeling integrated supply chain logistics in real-time large-scale disaster relief operations	Socio-Economic Planning Sciences	Natural	Múltiplos	Determinístico
2	Balcik, Beamon e Smilowitz	2008	Last Mile Distribution in Humanitarian Relief	Journal of Intelligent Transportation Systems	NE	Agrupado (múltiplos)	Determinístico
3	Barbarosoğlu e Arda	2004	A Two-stage Stochastic Programming Framework for Transportation Planning in Disaster Response	Journal of the Operational Research Society	Terremoto	Múltiplos	Estocástico (tático) e Determinístico (operacional)
4	Barbarosoğlu, Özdamar e Çevik	2002	An Interactive Approach for Hierarchical Analysis of Helicopter Logistics in Disaster Relief Operations	European Journal of Operational Research	NE	Múltiplos	Determinístico
5	Berkoune, Renaud, Rekik e Ruiz	2012	Transportation in Disaster Response Operations	Socio-Economic Planning Sciences	NE	Múltiplos	Determinístico
6	Campbell, Vandenbussche e Hermann	2008	Routing for Relief Efforts	Transportation Science	Natural	Único	Determinístico
7	De Angelis, Mecoli, Nikoi e Storchi	2007	Multiperiod Integrated Routing and Scheduling of World Food Programme Cargo Planes in Angola	Computers & Operations Research	Guerra	Agrupado (múltiplos)	Determinístico
8	Haghani e Oh	1996	Formulation and Solution of a Multi-commodity, Multi-modal Network Flow Model for Disaster Relief Operations	Transportation Research Part A: Policy and Practice	NE	Múltiplos	Determinístico
9	Hamedi, Haghani e Yang	2012	Reliable Transportation of Humanitarian Supplies in Disaster Response: Model and Heuristic	Procedia - Social and Behavioral Sciences	Natural	Não modelado	Determinístico

(continua)

Etiqueta	Autores	Ano	Título	Periódico	Tipo de Desastre	Quantidade de Suprimentos modelados	Tratamento das Incertezas
			(continuação)				
10	Huang, Smilowitz e Balcik	2012	Models for Relief Routing: Equity, Efficiency and Efficacy	Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review	NE	Agrupado (único)	Determinístico
11	Lin, Batta, Rogerson, Blatt e Flanigan	2011	A Logistics Model for Emergency Supply of Critical Items in the Aftermath of a Disaster	Socio-Economic Planning Sciences	NE	Múltiplos	Determinístico
12	Mete e Zabinsky	2010	Stochastic optimization of medical supply location and distribution in disaster management	International Journal of Production Economics	Terremoto	Múltiplos	Estocástico (tático) e Determinístico (operacional)
13	Nolz, Semet e Doerner	2011	Risk Approaches for Delivering Disaster Relief Supplies	OR Spectrum	Terremoto e enchentes	Único	Estocástico
14	Özdamar	2011	Planning Helicopter Logistics in Disaster Relief	OR Spectrum	NE	Múltiplos	Determinístico
	Özdamar e Demir	2012	A Hierarchical Clustering and Routing Procedure for Large Scale Disaster Relief Logistics Planning	Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review	NE	Múltiplos	Determinístico
	Özdamar, Ekinci e Küçükyazici	2004	Emergency Logistics Planning in Natural Disasters	Annals of Operations Research	Natural	Múltiplos	Determinístico
15	Shen, Dessouky e Ordóñez	2009	A two-stage vehicle routing model for large-scale bioterrorism emergencies	Networks	Bioterroris-mo	Único	Estocástico (tático) e Determinístico (operacional)
16	Sheu	2007	An Emergency Logistics Distribution Approach for Quick Response to Urgent Relief Demand in Disasters	Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review	Natural	Múltiplos	Estocástico
17	Tzeng, Cheng e Huang	2007	Multi-objective Optimal Planning for Designing Relief Delivery Systems	Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review	Terremoto	Múltiplos	Determinístico

(continua)

Etiqueta	Autores	Ano	Título	Periódico	Tipo de Desastre	Quantidade de Suprimentos modelados	Tratamento das Incertezas
				(conclusão)			
18	Viswanath e Peeta	2003	Multicommodity maximal covering network design problem for planning critical routes for earthquake response	Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board	Terremoto	Múltiplos	Determinístico
19	Vitoriano, Ortuño e Tirado	2009	HADS, a Goal Programming-based Humanitarian Aid Distribution System	Journal of Multi-Criteria Decision Analysis	NE	Agrupado (único)	Determinístico
	Vitoriano, Ortuño, Tirado e Montero	2010	A Multi-criteria Optimization Model for Humanitarian Aid Distribution	Journal of Global Optimization	Natural	Agrupado (único)	Determinístico
20	Yan e Shih	2009	Optimal Scheduling of Emergency Roadway Repair and Subsequent Relief Distribution	Computers & Operations Research	Terremoto	Múltiplos	Determinístico
21	Yi e Kumar	2007	Ant Colony Optimization for Disaster Relief Operations	Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review	NE	Múltiplos	Determinístico
	Yi e Özdamar	2007	A Dynamic Logistics Coordination Model for Evacuation and Support in Disaster Response Activities	European Journal of Operational Research	NE	Múltiplos	Determinístico

A compilação dos atributos encontrados nos artigos selecionados é apresentada na **Tabela 3** (apresentada na próxima página), constituindo a primeira fase do levantamento dos objetivos. Após listar tais atributos, procura-se associá-los a critérios de desempenho, que por sua vez possuem relação com objetivos mais abrangentes, de acordo com o texto dos trabalhos analisados. A seguir, os modelos analisados são resumidos em termos dos atributos e critérios encontrados.

O modelo de Afshar e Haghani (2012) minimiza a demanda insatisfeita a cada intervalo de tempo, dando maior importância à demanda considerada urgente. A fim de evitar atrasos, os autores multiplicam a urgência relativa do tipo de suprimento, dado para cada ponto de destino a cada intervalo de tempo, pela quantidade de demanda insatisfeita de mesmo tipo, localização e instante. A função objetivo consiste em minimizar a soma de tal produto para todo o horizonte de planejamento, de todos os pontos e tipos de carga. Entre as restrições, um nível de serviço mínimo é fixado para todos os destinos e os bens entregues para cada ponto devem ter valor igual ou maior do que uma certa fração do total entregue para toda a região afetada, a fim de obter alguma equidade na distribuição. Além disso, é determinado que uma porcentagem mínima da carga entregue a um ponto deve corresponder a um certo tipo de suprimento, dando ênfase às prioridades estabelecidas também na função objetivo.

Balcik, Beamon e Smilowitz (2008) minimizam o custo de transporte do plano de distribuição, somado ao custo de penalidade relativo à demanda insatisfeita. Enquanto o cálculo do custo é dado pelo número de veículos alocados a uma rota multiplicado pelo custo associado à mesma, um fator de penalidade é utilizado para diminuir o não atendimento das vítimas. Tal fator é definido para dois tipos de produtos, para cada período de tempo ao longo do horizonte de planejamento, e é multiplicado pela fração de demanda insatisfeita em cada intervalo e localização, a fim de encontrar o maior valor dentre todos os pontos. Então, a soma dos piores custos encontrados para cada intervalo de tempo é utilizada na função objetivo. Como restrição, um dos tipos de demanda (prioritário) deve ser totalmente satisfeito ao fim do horizonte de planejamento.

O terceiro modelo analisado é uma otimização de dois estágios, em que o segundo nível roteiriza veículos para entregar ajuda após ocorrência de desastre. Barbarosoğlu e Arda (2004) minimizam o custo de penalidade incorrido por faltas de suprimentos ao fim do horizonte de planejamento, assim como o custo operacional

Tabela 3 – Lista de atributos identificados na análise de conteúdo da literatura

	Etiqueta do modelo																				
Atributo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Peso de prioridade do tipo de carga	X	X																			X
Taxa de demanda satisfeita de cada ponto	X						X													X	
Demanda insatisfeita a cada intervalo de tempo	X									X	X			X							X
Peso de prioridade da demanda de cada local	X															X					
Fração de produto específico sobre total entregue em cada ponto	X																				
Fração da carga entregue a um ponto sobre total de carga entregue	X																				
Dinheiro gasto na operação		X	X					X									X	X	X		
Demanda satisfeita de tipo de produto		X					X														
Penalidade de postergar atendimento da demanda		X						X													
Custo de penalidade de falta de itens (ao fim do horizonte de planejamento)			X																		
Demanda satisfeita (ao fim do horizonte de planejamento)				X	X		X														
Máxima duração total de rota entre todos os veículos				X																	
Soma de duração de todas as viagens					X	X			X	X	X		X	X			X				
Entrega a todos os pontos						X							X		X						
Soma de tempos de chegada						X									X						
Maior tempo de chegada						X													X	X	
Probabilidade de falha de arcos									X				X								
População afetada por possível falha									X												
Quantidade de carga entregue vezes tempo de entrega										X		X									
Demanda insatisfeita (ao fim do horizonte de planejamento)											X			X	X						
Penalidade por atraso na entrega de um item											X										
Disparidade entre níveis de serviço de pontos diferentes											X										
Penalidade da demanda não atendida em cada local (ao fim do horizonte de planejamento)												X									
Penalidade por demanda insatisfeita (ao fim do horizonte de planejamento) de tipo de item												X									
População não atendida													X					X			
Número de caminhos alternativos em uma rota													X								
Capacidade ociosa da frota														X							
Custo de distribuição a cada intervalo de tempo																X					
Taxa de demanda atendida vezes intervalo de tempo																X					
Movimentação de todos os suprimentos disponíveis																	X				
Taxa de demanda satisfeita de cada ponto e a cada intervalo de tempo																	X				
Orçamento																		X	X		
Probabilidade de roubo																			X		
Confiabilidade de arcos (total ou mínima)																			X		
Demanda satisfeita de ponto específico (ao fim do horizonte de planejamento)																			X		
Pior taxa de demanda insatisfeita dentre todos os pontos																			X		

total da distribuição de carga. Barbarosoğlu, Özdamar e Çevik (2002) também utilizam o segundo nível de meu modelo para roteirizar viagens de helicópteros durante resposta a desastre. Os autores minimizam o tempo total para distribuir toda a carga disponível, que é dado pelo tempo total de viagem do helicóptero de planejamento mais longo, enfatizando a compensação existente entre custo e velocidade de resposta. A satisfação total da demanda é modelada como restrição no programa matemático. Similarmente, Berkoune *et al.* (2012) propõem função objetivo que minimiza a soma da duração de todas as viagens planejadas, dado que a demanda deve ser totalmente atendida ao fim da solução.

Campbell, Vandenbussche e Hermann (2008) comparam diferentes abordagens para o planejamento da distribuição de ajuda humanitária, usando a velocidade de resposta como critério de avaliação. Os autores utilizam funções objetivos dadas por: (1) a soma do tempo total viajado; (2) a soma do tempo de chegada em todos os destinos; e (3) tempo decorrido até a última entrega. Como restrição, todos os pontos de demanda precisam ser visitados, o que significa que a cobertura do planejamento dele ser total.

Por sua vez, De Angelis, *et al.* (2007) maximizam a satisfação da demanda ao fim do planejamento utilizando o número de visitas aos pontos de demanda como atributo, pois é assumido que a quantidade de carga carregada por veículos é fixa. Uma fração mínima da demanda deve ser atendida, porém tal restrição varia de acordo com o destino para que pontos mais gravemente atingidos possam ser priorizados. Ademais, todos os itens não alimentícios devem ter sido entregues ao fim da solução.

Em seu modelo, Haghani e Oh (1996) minimizam a soma dos custos operacional e de penalidade, relativo a postergar o atendimento da demanda de um intervalo de tempo para o instante seguinte. Já Hamedi, Haghani e Yang (2012) procuram maximizar a confiabilidade do plano de entregas, utilizando uma função objetivo que minimiza o custo da probabilidade de falha do plano de ação somado ao custo das viagens, que por sua vez é definido pela multiplicação da duração de todas as viagens pela probabilidade de falhas associadas a elas. Os autores também computam a quantidade de beneficiários afetados em caso de ruptura dos arcos da rede de distribuição.

Huang, Smilowitz e Balcik (2012) argumentam incorporar eficiência, eficácia e equidade na função objetivo de seu modelo. A eficiência é medida pelo custo total

de viagens, dado em horas. A eficácia, por sua vez, é relativa à velocidade e suficiência da resposta, definida pela quantidade de carga vezes o tempo decorrido até sua entrega. Finalmente, o fator de equidade é o desvio padrão entre as taxas de demanda satisfeitas entre todos os destinos, utilizado para avaliar o desempenho do plano de distribuição, e não diretamente no modelo. Porém, os autores adotam fator de penalidade para a demanda insatisfeita, crescente com o decorrer do tempo de resposta. Desta forma, a alocação de recursos resultante é mais igualitária, indiretamente forçada pelo alto custo de deixar pontos sem atendimento por longos períodos de tempo.

Já Lin *et al.* (2011) enumeram diversos atributos para uso em funções objetivo para distribuição de ajuda humanitária: custo total de viagens, dado em horas; demanda insatisfeita a cada intervalo de tempo multiplicada pela penalidade de atraso na entrega de cada carga; demanda insatisfeita ao fim do horizonte de planejamento, também multiplicada por custo de penalidade; e a maior diferença entre níveis de serviço de dois destinos, ao fim do planejamento.

Mete e Zabinsky (2010) planejam a distribuição de ajuda de tal forma que mais carga seja entregue, rapidamente, utilizando em seu modelo matemático um atributo definido pela multiplicação da quantidade de carga e tempo da entrega. Ademais, o tempo total viajado e custos de penalidade relativos à demanda não atendida, de acordo com tipo de suprimento e ponto de destino, são minimizados.

A otimização da roteirização para abastecimento de água proposta por Nolz, Semet e Doerner (2011) computa o risco associado a seleção de cada arco da rede, que é relacionado ao número de caminhos alternativos àquele arco e ao seu risco de ruptura. A função objetivo minimiza o risco incorrido e o tempo total viajado, ao mesmo tempo que minimiza o número de vítimas não atendido diretamente pela solução. A cobertura da solução é medida em termos da quantidade de pessoas que não está a certa distância de algum ponto de distribuição, porém todos os pontos de demanda precisam ser alocados a um destes pontos.

Os modelos de Özdamar (2011) e de Özdamar e Demir (2012) usam o tempo total viajado, considerando tempos de carregamento e descarregamento, em suas funções objetivo de minimização. Como restrição, é imposto que todos os suprimentos disponíveis devem ser entregues, ainda que eles não sejam suficientes para cobrir toda a demanda. Özdamar, Ekinci e Küçükyazici (2004) minimizam a demanda insatisfeita a cada intervalo de tempo, argumentando que desta forma os

produtos são transportados o quanto antes para as vítimas. A parte de roteirização do modelo inclui minimização da capacidade total dos veículos que não é alocada para transporte de materiais, desta forma incluindo ociosidade da frota na modelagem.

O estágio operacional do modelo proposto por Shen, Dessouky e Ordóñez (2009), relativo à roteirização dos veículos, minimiza a demanda insatisfeita ao fim do horizonte de planejamento, assim como a soma de todos os intervalos de tempo decorridos até as entregas. Os autores inicialmente acrescentam restrição para que todos os destinos sejam visitados, maximizando a cobertura geográfica do plano, porém tal restrição é relaxada a seguir para permitir que mais vítimas sejam ajudadas em detrimento da cobertura total. Assim, a cobertura geográfica é substituída pela cobertura em termos da quantidade de beneficiários.

O modelo de Sheu (2007) maximiza a taxa de demanda atendida a cada intervalo de tempo e minimiza o custo da distribuição também a cada intervalo. Na função objetivo proposta, um peso variável com o tempo é atribuído a cada ponto de demanda, de forma a considerar a prioridade de atendimento de cada local em função da gravidade do impacto sofrido, assim como o agravamento das condições locais com o tempo.

Tzeng, Cheng e Huang (2007) minimizam o custo operacional, tempo total de viagens e a soma das mínimas taxas de satisfação da demanda entre todos os pontos a cada intervalo de tempo. De acordo com os autores, os três critérios representados na função objetivo são economia, eficácia e justiça (igualdade) da distribuição. Ainda, o programa matemático inclui restrição de que todos os bens disponíveis sejam transportados a cada instante modelado, para que os suprimentos não fiquem ociosos aguardando em depósitos por longos períodos antes de serem movimentados.

A função objetivo do modelo de Viswanath e Peeta (2003) é de minimização de custo e maximização da cobertura da demanda, esta última obtida da multiplicação de uma variável binária que indica se determinado ponto está sendo servido pela demanda do mesmo. Há também restrição orçamentária nas restrições.

Os modelos apresentados por Vitoriano, Ortuño e Tirado (2009) e por Vitoriano *et al.* (2010) sugerem cinco objetivos diferentes para a distribuição de carga humanitária em resposta a desastres. O custo operacional total aparece tanto em variável minimizada na função objetivo como em restrição, na forma de orçamento máximo.

Embora os autores minimizem custo e tempo da operação, definido pelo maior tempo decorrido até que um nó seja visitado, eles argumentam que critérios de confiabilidade, segurança e equidade devem ser adicionados a modelos de logística humanitária. Neste sentido, é definida uma métrica para probabilidade de roubo da carga, que diminui com o uso de comboios para transporte da mesma. Entretanto, o uso de comboios está associado a riscos de falha maiores caso haja uma ruptura no caminho traçado, pois mais vítimas sofrem com o atraso causado por incidentes neste caso. Para avaliar equidade, o atributo utilizado é dado pelo desvio máximo entre nível de serviço atingido e o desejado (100%). Por fim, a taxa de satisfação da demanda de um ponto específico também é maximizada, com intuito de tratar prioridades.

A função objetivo definida no modelo de Yan e Shih (2009) minimiza o tempo máximo decorrido até que o último destino seja visitado, entre todos os pontos de demanda, o que é dado pelo intervalo de tempo em que a última entrega é realizada. Como restrição, é imposta minimiza taxa de satisfação da demanda para todas as localizações.

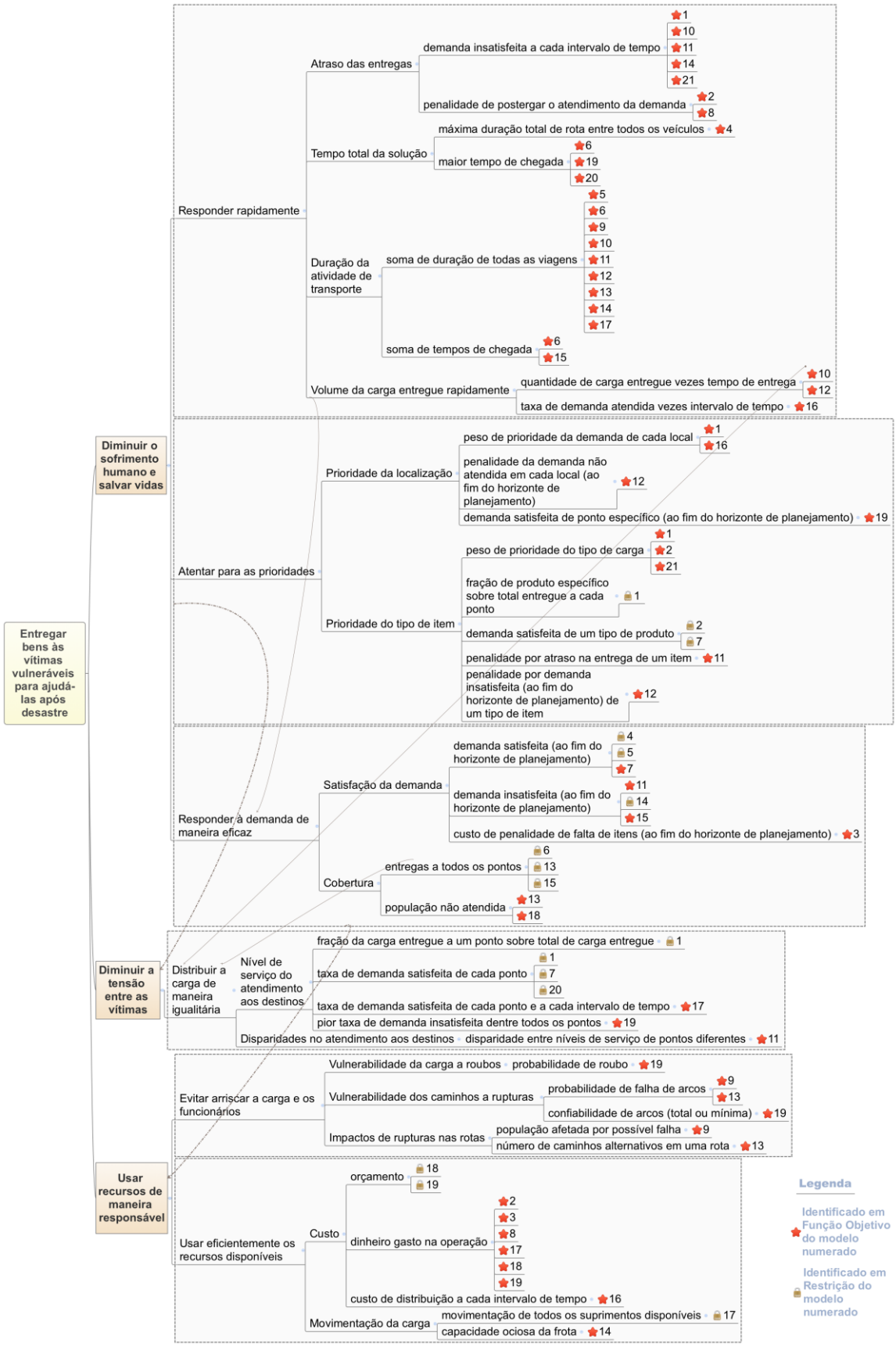
Por fim, Yi e Kumar (2007) e Yi e Özdamar (2007) minimizam o atraso nas entregas e priorizam um tipo de suprimento na função objetivo de seu modelo. Os atributos utilizados são a demanda insatisfeita dos pontos de destino a cada intervalo de tempo, multiplicada pelo peso associado àquela demanda.

4.2.2 Objetivos da entrega de ajuda humanitária

De acordo com os passos sugeridos por Keeney (1996) para estruturar os objetivos pertinentes ao contexto da decisão, os elementos encontrados na literatura são organizados de acordo com relações de causa e efeito entre eles, formando uma rede de objetivos conectados. Por exemplo, considere alguém que esteja diante de uma oportunidade de decisão de escolher quais veículos usar para a entrega final de itens de alívio em resposta a um desastre, e que esta pessoa tem como meta reduzir o sofrimento causado pela falta de certos insumos, por parte das vítimas. Uma maneira de atingir tal objetivo-final pode ser entregar os suprimentos o mais rápido possível, assim “agir rapidamente” é meio para “reduzir sofrimento humano”. Por outro lado, para atender ao fim de ser rápido, pode-se buscar viagens mais curtas entre o depósito e os pontos de destino final das cargas, assim “usar rotas curtas” é meio para “agir rapidamente”. A primeira etapa para definição da rede de meios e

fins parte de todos os atributos encontrados, agrupando-os em objetivos-finais comuns, como retratado na **Figura 9**.

Figura 9 – Rede de objetivos criada a partir dos atributos encontrados na literatura



4.2.3 Objetivos da coordenação

Os objetivos específicos da atividade de coordenação são obtidos das notas de Gralla (2012) sobre as seções de treinamento do *Cluster* de Logística da ONU. Aquela autora assistiu dez grupos desenharem planos de distribuição para as vítimas de um desastre hipotético, utilizando frota heterogênea para entregar diferentes tipos de suprimentos. Em tal cenário, cada Requerimento de Movimentação de Carga (tradução livre de *Cargo Movement Request*, CMR) é emitido por uma organização participante do *cluster*, especificando o destino e o dia de entrega desejado, portanto os coordenadores não precisam alocar carga à localização final. Além disso, tanto pontos de destino quanto tipos de carga são associados a prioridades definidas por terceiros. A demanda real das vítimas nos primeiros dias de resposta é desconhecida, assim o *cluster* toma decisões de despacho baseadas na carga que as organizações participantes disponibilizam e suas prioridades. Para o coordenador, portanto, a demanda é interpretada como igual aos próprios CMRs.

Após observar o processo da tomada de decisão, Gralla (2012) identifica os seguintes objetivos perseguidos pelos profissionais:

- Atendimento da demanda: entregar grande volume de carga e ao mesmo tempo atender todas as organizações, para mantê-las no *cluster*.
- Atendimento das prioridades (tipo de item e geográfica): locais mais atingidos recebem atenção primeiro; cargas consideradas mais urgentes são priorizadas tanto na seleção dos pedidos, quanto no carregamento dos veículos.
- Velocidade de entrega: fazer a carga chegar o quanto antes nos seus locais de destino.
- Custo: aproveitar economias de escala onde for possível, mas não permitir que helicópteros, que são caros, fiquem ociosos.

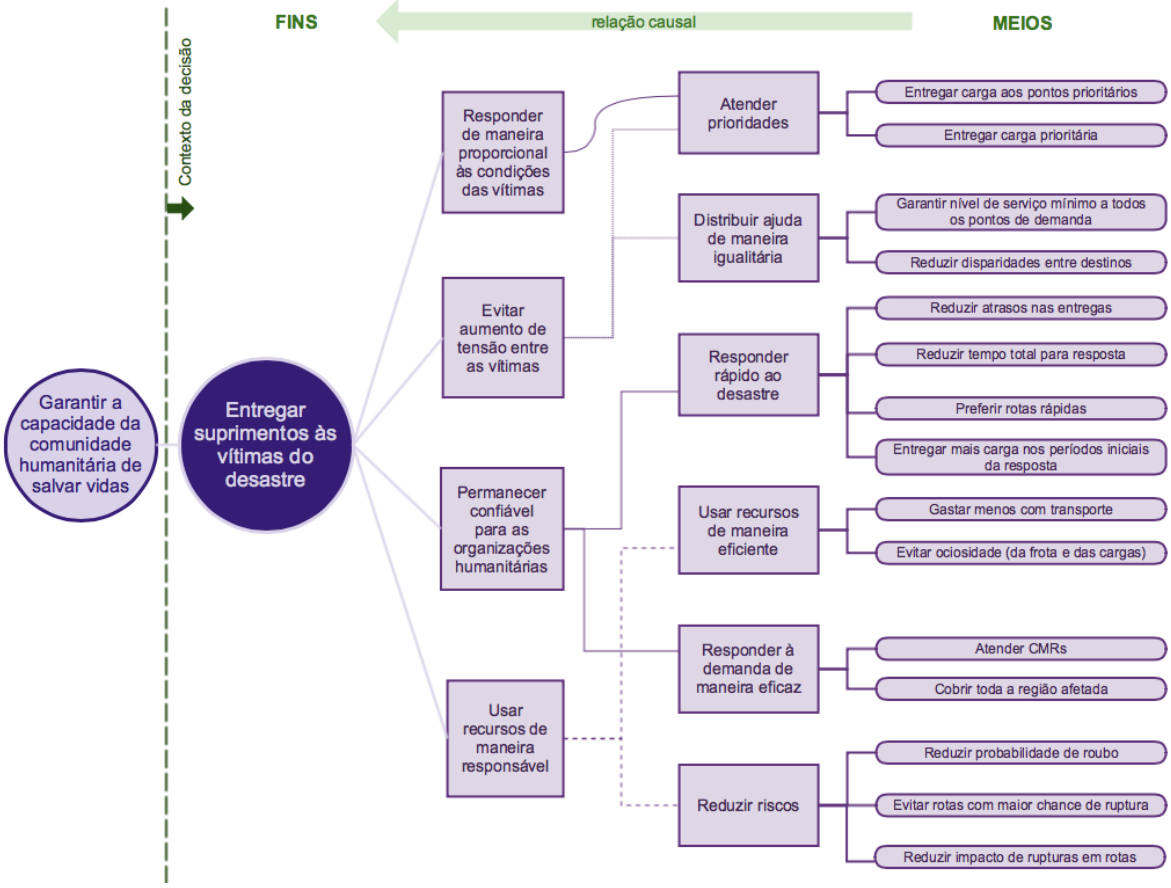
Além do estudo de Gralla (2012), outra fonte de informação sobre os objetivos do coordenador humanitário é o relatório de estratégica global do próprio LogC para o período entre 2013 e 2015. A missão do LogC é definida como: “garantir a capacidade da comunidade humanitária de salvar vidas, através da prestação de serviços logísticos e de informação pontuais e confiáveis” (LOGISTICS CLUSTER, 2013, tradução nossa). Três metas principais também são definidas: prestar serviços

operacionais e de informação de forma pontual, para dar suporte à comunidade humanitária; permanecer confiável para todos os *stakeholders*; e permanecer engajado no desenvolvimento de políticas nos âmbitos globais e operacionais (LOGISTICS CLUSTER, 2012). Destes objetivos apontados no relatório, os que cabem no contexto da decisão estudada, isto é, do planejamento de entrega dos pedidos de movimentação de carga, são:

- Prestar serviços operacionais de forma pontual e confiável – ou simplesmente "entregar suprimentos às vítimas do desastre"
- Permanecer confiável para todos os *stakeholders*

Assumindo que os objetivos listados são pertinentes a qualquer TD que esteja coordenando a entrega de suprimentos de diversas organizações, eles são adicionados à lista de objetivos encontrados na literatura. Simultaneamente, são retirados da rede final de objetivos aqueles semelhantes entre si e os que não fazem sentido ao contexto da decisão estudada, como por exemplo elementos que se referem à demanda como sendo as necessidades das vítimas e não os CMRs. A rede de meios-e-fins resultante é apresentada na **Figura 10**.

Figura 10 – Rede de objetivos meios-e-fins elaborada para o problema de coordenação



4.3 ELABORAÇÃO DE ALTERNATIVAS A PARTIR DOS OBJETIVOS DA LITERATURA

O processo de elaboração de alternativas para o problema é trabalhoso porque há muitas maneiras de traçar um plano de distribuição e as decisões envolvidas dependem do contexto da resposta. Após seções de reflexão e tentativas de descrever a tomada de decisão, fica claro que para o problema genérico definido as alternativas devem representar estratégias que guiem a tomada de decisão em campo.

Gregory e Keeney (1994) propõem um procedimento para criação de alternativas que consiste em imaginar maneiras de atingir cada objetivo da árvore de valor individualmente, depois grupos de objetivos simultaneamente. Nesta seção, tal abordagem é utilizada em conjunto com a tabela de geração de estratégias para organizar cada alternativa em termos de diferentes áreas de decisão, que combinadas formam uma estratégia. A tabela construída é documentada na subseção **4.3.1**, seguida da apresentação das alternativas na subseção **4.3.2**.

4.3.1 Tabela de geração de estratégias

São utilizadas quatro áreas da decisão para descrever uma estratégia qualquer de geração de ordens de despacho, especificando o destino, tipo de carga, veículo e ordem com que as cargas são selecionadas a partir do depósito. Assim, a **Tabela 4**, apresentada na página seguinte, é definida seguindo a proposta de Howard (1988). Nela, a área A se refere à escolha do destino para o veículo selecionado. A_1 é a primeira opção da região A, descrevendo que a alocação de cada veículo deve ser feita na ordem do ponto mais próximo (em termos de tempo, não necessariamente distância) para o mais distante. Tal opção tem como objetivo entregar o máximo de carga possível, dadas as limitações da frota. Outra abordagem é dada por A_2, em que o tomador da decisão divide a capacidade da frota entre todos os destinos especificados nos CMRs, a fim de entregar quantidade similar de carga a todos os pontos. As opções A_4 e A_5 são semelhantes à A_2, pois iniciam garantindo que parte da capacidade de transporte é alocada para atender todos os destinos, mas a restante é alocada aos pontos mais atingidos (A_4) ou ao mais próximos (A_5). Finalmente, A_3 descreve a opção de selecionar os pontos de maior prioridade primeiro, a fim de atender as regiões mais gravemente atingidas antes do restante da comunidade. De acordo com tal opção, se depois de alocar os veículos para

todos os pedidos destinados aos pontos de alta prioridade ainda sobrar capacidade de transporte, só então os pontos de baixa prioridade são atendidos

Tabela 4 – Tabela de geração de estratégias para o problema de coordenação

		Região da decisão			
		A	**B**	**C**	**D**
		Destino	**Tipo de carga**	**Ordem de seleção da carga**	**Veículo**
Opções dentro das regiões (índice da opção)	1	Mais rápido de chegar	Montar mistura pré-determinada de produtos	Por tipo de carga (*First-In First-Out,* FIFO)	Selecionar veículo mais caro (e rápido)
	2	Mesmo número de entregas a todos os pontos	Como especificado nos pedidos das organizações	Por pedido (FIFO)	Selecionar maior veículo disponível
	3	Atender os pontos de prioridade alta antes	Selecionar carga com maior prioridade disponível	Por organização requerente	Dividir capacidade de transporte igualmente entre os destinos
	4	Garantir nível de serviço mínimo para todos os pontos, depois focar em pontos de alta prioridade	Selecionar carga de menor ocupação dos veículos		
	5	Garantir nível de serviço mínimo para todos os pontos, depois focar em pontos mais rápidos de chegar			

Para preencher os veículos, é preciso selecionar a carga que será despachada, uma vez que a capacidade de transporte não é suficiente para suprir toda a demanda. Antes de considerar as opções da região de decisão B, é importante esclarecer que itens de socorro são classificados de acordo com sua finalidade, como especificado pelo padrões do *Sphere Project*: água, itens de higiene e saneamento básico; alimentos; abrigo e itens não-alimentícios; e saúde (THE SPHERE PROJECT, 2011). A seleção de itens com os quais os veículos serão carregados pode ser feita das seguintes formas: montar *kits* contendo quantidade pré-especificada de cada tipo de suprimento (B_1); selecionar a carga especificada no pedido que está sendo atendido, a dividindo em mais de um veículo quando necessário (B_2); escolher itens de acordo com a ordem de prioridade (B_3); escolher itens que ocupam pouco espaço, permitindo que mais unidades sejam entregues a cada viagem (B_4).

A região de decisão C diz respeito à ordem de seleção da carga disponível. Se a triagem é feita conforme o tipo de item, faz sentido que o primeiro pedido a chegar no depósito seja o primeiro a sair (regra conhecida pela sua nomenclatura em inglês,

First-In First-Out - FIFO), de forma a evitar atrasos (C_1). Alternativamente, se a carga for armazenada conforme o CMR, é possível selecionar o pedido que chegou há mais tempo (C_2, FIFO dos pedidos) ou escolher os pedidos emitidos por organizações que ainda não foram atendidas (C_3), de forma a manter todas as organizações satisfeitas.

O último aspecto da tomada de decisão é a ordem de seleção do veículo disponível. Se o foco for na rapidez da resposta, o critério de seleção pode ser a velocidade do veículo (D_1). Ademais, como em geral os veículos mais rápidos são também mais caros, esta opção também atende o objetivo de não permitir que veículos caros fiquem ociosos. Por outro lado, ao escolher o veículo de maior capacidade primeiro (D_2), é possível carregar mais carga e diminuir os custos devido à economia de escala. Por fim, a fim de distribuir ajuda de maneira igualitária, a capacidade total de transporte pode ser dividida entre todos os destinos (D_3).

Finalmente, é possível gerar alternativas combinando uma opção de cada região, o que pode ser complexo dependendo da quantidade de regiões da decisão e de opções dentro delas. Howard (1988) sugere que apenas algumas estratégias sejam elaboradas a partir da tabela, não uma lista exaustiva de todas as combinações possíveis. Então, a Análise de Áreas da Decisão Interconectadas é empregada para eliminar incompatibilidades entre opções de regiões diferentes, garantindo consistência nas estratégias formuladas. A matriz de interação resultante é apresentada na **Figura 11**, na qual “C” indica que há compatibilidade entre as opções da linha e coluna da célula em questão e “I” sinaliza incompatibilidade.

Figura 11 – Quadro AIDA: matriz de interação que mostra compatibilidade entre pares de opções de âmbitos diferentes

		B				C			D		
		B_1	B_2	B_3	B_4	C_1	C_2	C_3	D_1	D_2	D_3
A	A_1	C	C	C	C	C	C	C	C	C	I
	A_2	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
	A_3	C	C	C	C	C	C	C	C	C	I
	A_4	C	C	C	C	C	C	C	C	C	I
	A_5	C	C	C	C	C	C	C	C	C	I
B	B_1					C	I	I	C	C	C
	B_2					I	C	C	C	C	C
	B_3					C	I	C	C	C	C
	B_4					C	I	C	C	C	C
C	C_1								C	C	C
	C_2								C	C	C
	C_3								C	C	C

4.3.2 Alternativas para o problema de coordenação

Finalmente, seis estratégias são elaboradas, apresentadas na **Tabela 5**.

Tabela 5 – Estratégias para avaliação

Número da alternativa	Estratégia (nome da alternativa)	Combinação de opções (ver Tabela 4)
1	Entregar a maior quantidade de carga possível	A_1-B_4-C_1-D_2
2	Promover equidade entre destinos	A_2-B_1-C_1-D_3
3	Dar mais atenção para locais mais afetados	A_3-B_2-C_2-D_1
4	Garantir nível mínimo de serviço em todos os pontos, depois focar nos mais afetados	A_4-B_1-C_1-D_1
5	Gestão de CMRs com atenção aos requerentes	A_5-B_2-C_3-D_2
6	Foco em responder rápido às prioridades	A_3-B_3-C_1-D_1

A estratégia da Alternativa 1, de entregar o máximo de carga possível dadas as limitações de capacidade de transporte, se resume a escolher o maior veículo disponível e despachá-lo para o destino mais próximo em termos de tempo de viagem. Por sua vez, a carga selecionada deve ser a de menor fator de ocupação destinada a tal ponto.

Já a Alternativa 2 combina a distribuição da capacidade de transporte igualitariamente entre os pontos de destino, sendo cada veículo carregado com *kits* formados por tipos de carga diferentes. Tal estratégia se assemelha a garantir um nível de serviço mínimo a todos os pontos para então passar a selecionar os destinos em ordem de prioridade, como na Alternativa 4. Entretanto, no último caso a escolha do local de entrega é modificada para primeiro entregar cargas a todos os pontos, depois focar em áreas mais atingidas, e a escolha do veículo é de acordo com sua velocidade, preferindo os mais rápidos. A intenção é atingir todos os pontos o quanto antes, para que então as entregas possam ser focadas nos locais onde vítimas provavelmente estão em condições piores.

O objetivo principal por trás da Alternativa 3 é dar mais atenção aos pontos de prioridade alta, agindo proporcionalmente às condições das vítimas. Dessa forma, o veículo mais rápido disponível é selecionado para entregar CMRs completos destinados a pontos de alta prioridade. A escolha da carga de acordo com os pedidos ao invés de separar a carga conforme nível de prioridade visa diminuir a complexidade do plano de entregas, facilitando sua execução. Já a Alternativa 6 é diferente da 3 justamente neste aspecto, ou seja, veículos são carregados com os itens de maior prioridade disponíveis dentre os pedidos endereçados aos locais de

alta prioridade, o que por sua vez implica que a escolha de produtos é por tipo de item e não por CMR.

A quinta estratégia (Alternativa 5) representa a gestão de pedidos sem consideração para as peculiaridades da logística humanitária, apenas a título de comparação. De acordo com esta alternativa, CMRs são atendidos de acordo com sua ordem de emissão, usando FIFO, com uma pequena modificação para levar em conta o aspecto de coordenação do problema. Assim, veículos grandes são escolhidos primeiro, tanto para ganhar eficiência em termos de custo quanto para ser capaz de satisfazer pedidos de diversas organizações simultaneamente. Quanto à seleção da carga, o tomador da decisão examina quais organizações têm pedidos não atendidos à espera no depósito, escolhendo o CMR emitido pela organização que possui o menor número de ordens já despachadas.

Unindo os objetivos e as alternativas desenvolvidos anteriormente, a **Tabela 6** serve como guia à coleta de dados para pesquisas futuras. Ainda que pareça simples, tal tabela reflete conhecimento adquirido sobre o planejamento de entregas, que por sua vez viabilizaram a formulação de objetivos e estratégias.

Tabela 6 – Guia de coleta de dados para análise das alternativas propostas com base na literatura

		Critério (baseado nos objetivos da Figura 10)					
		Atendimento de prioridades	Distribuição igualitária da ajuda	Rapidez de resposta ao desastre	Eficiência do uso de recursos	Eficácia do atendimento da demanda	Segurança (riscos incorridos)
Alternativa	Entregar a maior quantidade de carga possível						
	Promover equidade de atendimento dos destinos						
	Dar mais atenção a pontos mais afetados						
	Garantir nível de serviço mínimo antes de focar em prioridades						
	Atender aos CMRs usando FIFO						
	Responder rapidamente às prioridades						

5 MODELAGEM COM TOMADOR DA DECISÃO UTILIZANDO O SMARTER

Neste capítulo é documentado o desenvolvimento do modelo de Apoio à Decisão Multicritério a partir do emprego do método SMARTER em interações com profissional da área humanitária, correspondente à quarta etapa desta pesquisa.

O texto a seguir é apresentado na ordem das três fases de modelagem do SMARTER: na seção **5.1**, é feita a análise dos *stakeholders* do problema, complementando a estruturação da situação problemática do **Capítulo 4**; na seção **5.2**, o modelo de Análise da Decisão é estruturado, com formulação de árvore de valor, definição dos atributos para os critérios de avaliação e elaboração de alternativas de solução; e por fim, na seção **5.3** são apresentados os desempenhos parciais e gerais das alternativas, assim como a análise de sensibilidade realizada.

5.1 ESTRUTURAÇÃO DA SITUAÇÃO PROBLEMÁTICA

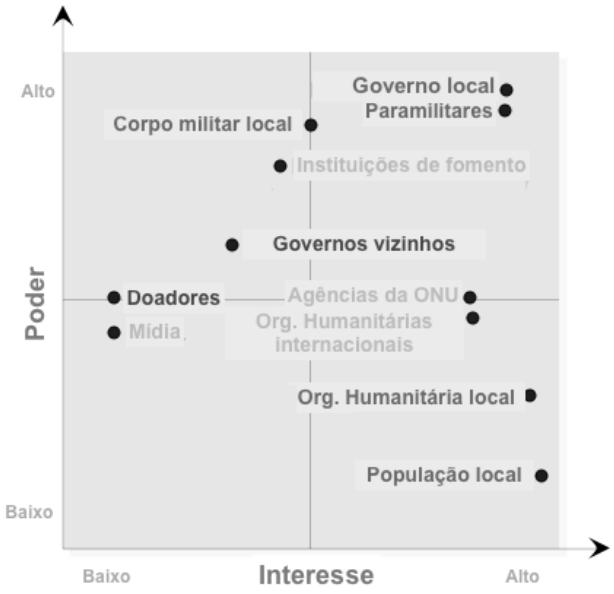
O contexto da decisão é definido pela autora na enquete preparatória da seguinte maneira: “Imagine que logo após desastre, você está encarregado de coordenar a entrega de itens a vítimas. Neste cenário, você não possui informações sobre as condições das vítimas, apesar de saber que algumas regiões foram mais atingidas que outras. Foi um grande desastre, por isso há grande quantidade de carga sendo enviada de todas as partes do mundo, se acumulando nos pontos de entrada do país, porém sua capacidade de entrega destes itens é limitada. Um plano de distribuição de ajuda precisa ser traçado, alocando veículos a pontos de demanda, onde as vítimas recebem ajuda, e decidindo com que carga cada veículo será carregado. Tal plano deve compreender um horizonte de tempo de uma semana.”

O cenário descrito é baseado no treinamento conduzido pelo *Cluster* de Logística da ONU, descrito por Gralla (2012). Segundo o profissional consultado, a situação é verossímil e se assemelha à sua experiência após o terremoto do Haiti, como integrante da Tropa de Paz do Exército Brasileiro.

Antes do início do processo de modelagem, o TD é solicitado a assumir um ponto de vista, que pode ser dele próprio baseado em sua experiência de campo ou da organização que o treinou, baseado nos princípios por ela transmitidos. Assim, o modelo resultante apresentado a seguir reflete a interpretação do TD sobre os valores do Exército Brasileiro quando envolvido em operações de socorro às vítimas de desastres, especificamente do Centro Conjunto de Operações de Paz do Brasil.

Explicitar um problema com escopo e contexto de atuação claros envolve encontrar quais *stakeholders* devem ser levados em conta. A elucidação e classificação dos mesmos, feita em conversa com profissional da área, é apresentada na **Figura 12**.

Figura 12 – Matriz poder-interesse do problema tratado



Vítimas, doadores, governos locais (da área atingida pelo desastre), governos vizinhos, organizações humanitárias, corpos militares com operações em andamento na região, organizações paramilitares locais, agências operacionais da ONU (como o WFP) e instituições internacionais de fomento são os *stakeholders* identificados para a oportunidade de decisão supra definida. A matriz apresentada possibilita a identificação dos grupos de alto poder e interesse, que podem dificultar o problema caso se sintam negligenciados pela a solução adotada. Entretanto, é importante ter em mente que as organizações humanitárias obedecem princípios de neutralidade e imparcialidade, o que significa que dificilmente um plano de distribuição irá explicitamente levar em conta os interesses de um grupo de guerrilha local, por exemplo, ainda que o mesmo possa ser arruinado caso vá de encontro com os interesses de tal grupo. Desta forma, dependendo do contexto específico do desastre em questão, pode ser importante convencer o tomador da decisão a atentar para certos *stakeholders* caso ignorá-los seja irrealista ou leve a uma solução inexequível. Todavia, no presente trabalho vítimas, governos locais (ou a organização responsável por nomear prioridades) e a comunidade humanitária são considerados pelo TD na construção do modelo de valores, mas o ponto de vista

adotado é o do coordenador do grupo humanitário, neste caso representado pelo Exército Brasileiro.

5.2 ESTRUTURAÇÃO DO MODELO DE APOIO À DECISÃO MULTICRITÉRIO

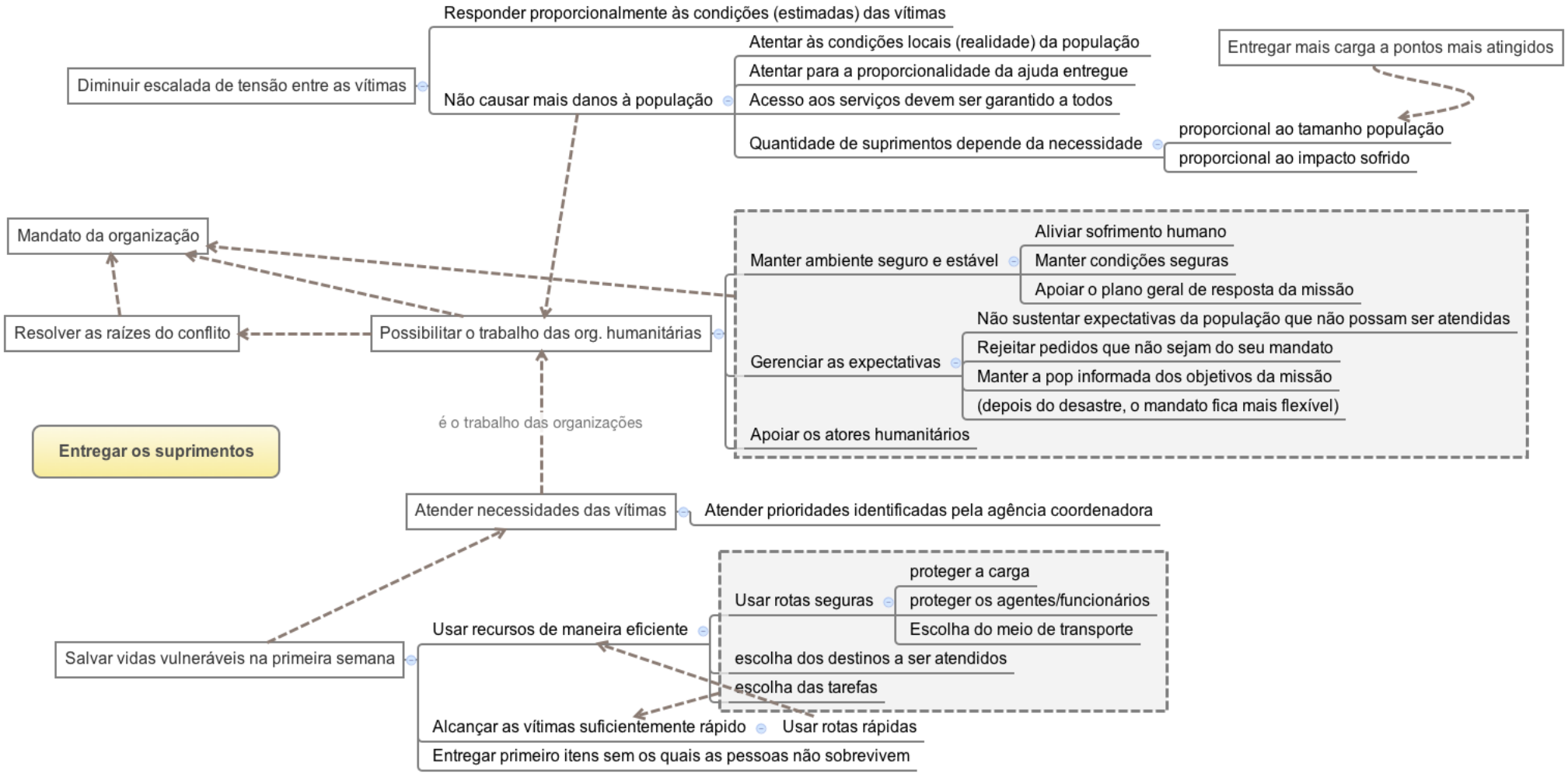
5.2.1 Objetivos fundamentais e meios

No questionário preparatório, o TD é interrogado quanto aos objetivos que ele perseguiria se estivesse responsável por planejar a entrega de suprimentos a vítimas na primeira semana após desastre. Também são feitas perguntas sobre como avaliar os resultados da distribuição de ajuda e quais aspectos destes resultados seriam indesejáveis. As instruções fornecidas para o preenchimento do formulário *online* explicitam que não há respostas certas ou erradas, e que há espaço para inclusão de qualquer ideia que venha à mente do respondedor (ver **Apêndice A**). Após as perguntas de resposta aberta, o TD tem ainda a oportunidade de incluir à sua lista de critérios os objetivos identificados na análise da literatura, registrados na seção **4.2** desta dissertação.

Partindo do material adquirido via questionário *online*, a sessão de *brainstorming* é conduzida a fim de organizar os objetivos de acordo com relações de causa e efeito.

Os elementos citados pelo Capitão foram digitados em um programa específico para organização de pensamentos, o XMind, versão 3.4.1 para Macintosh, resultando na **Figura 13**. Nela, cada seta representa uma relação de meio e fim entre um par de objetivos. Ainda, varrendo a rede de elemento em elemento, foi questionado como seria possível atingir aquele objetivo específico e para que servia cumpri-lo. Desta forma, outros objetivos foram trazidos à tona, conectados ao elemento em foco.

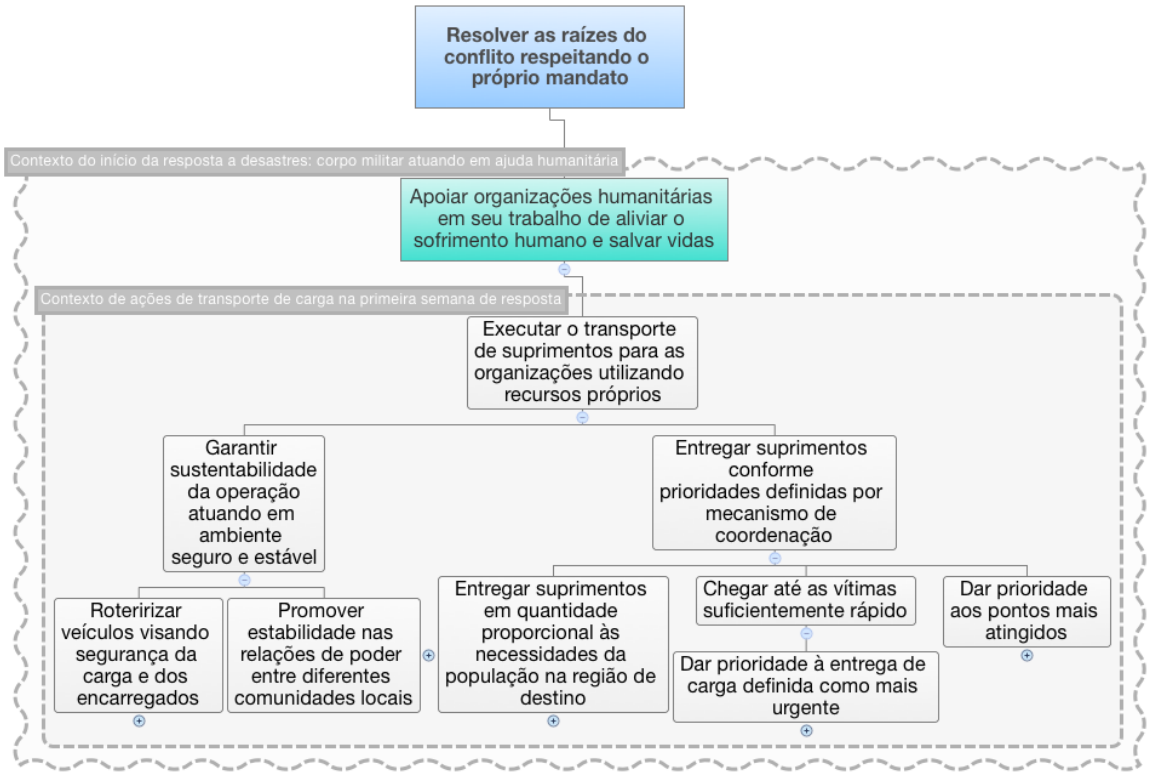
Figura 13 – Objetivos citados pelo TD e conectados de acordo com relações de meios-e-fins



5.2.2 Estruturação de árvore de valor

Em cima da rede de meios-e-fins desenvolvida é proposta uma versão inicial da árvore de valor, enviada ao TD por *e-mail* e com questionário *online* para sua validação. Após algumas modificações, chegou-se à versão apresentada na **Figura 14**, na qual um elemento é final ao outro se a ele estiver conectado e posicionado acima dele.

Figura 14 – Árvore de valor desenvolvida com o TD

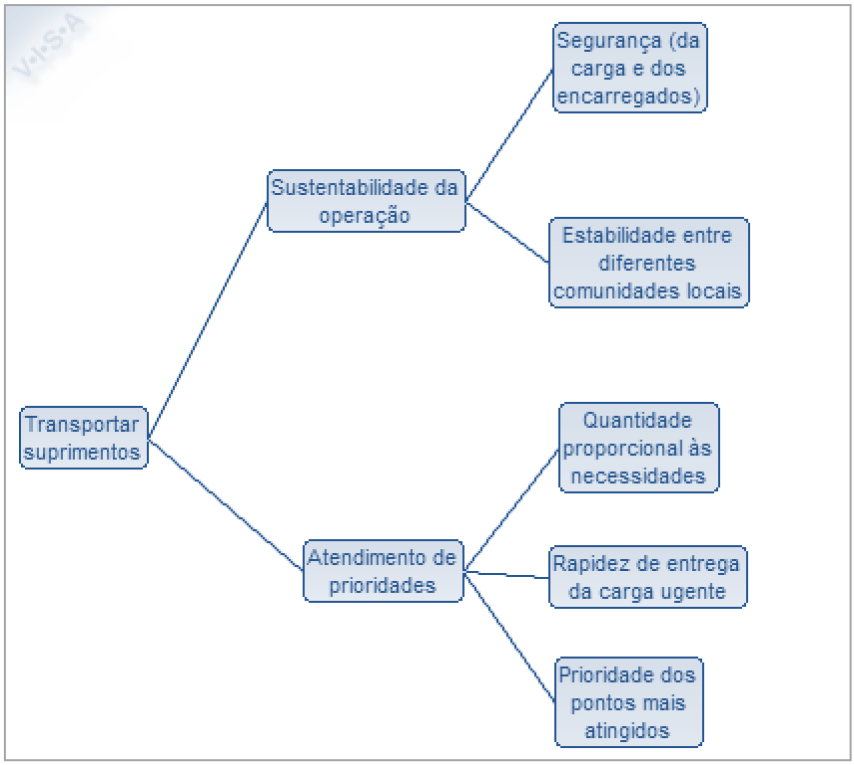


Nota-se que a árvore de valor proposta contém fronteiras para delimitar os diferentes contextos de decisões tomadas na resposta a desastres. Tal artifício é utilizado para que o TD possa visualizar o escopo das decisões que interessam ao modelo desta pesquisa, que na figura é chamado “contexto de ações de transporte de carga na primeira semana de resposta”.

Por fim, propriedades desejáveis à árvore são devidamente checadas para garantir que a mesma contém apenas os elementos essenciais à tomada de decisão, sendo inteligível, operacional e não-redundante. Isto é feito por meio de perguntas encaminhadas ao TD questionando especificamente se estas propriedades são observadas na árvore proposta. Não há preocupação de que ela seja concisa neste caso pois, como as interações com o profissional são por meio de texto, é

conveniente usar mais palavras para evitar erros de interpretação. O modelo criado no VISA, entretanto, tem esta propriedade observada, como apresentado na **Figura 15**.

Figura 15 – Árvore de valor do modelo desenvolvido com TD, no VISA



A árvore de valor definida possui dois ramos bastante enfatizados pelo Tomador da Decisão. O primeiro diz respeito à sustentabilidade da operação, importante para que não sejam causados danos futuros às vítimas do desastre e para que a capacidade de atender a população não seja desgastada durante a resposta. Desta forma, a carga e os recursos humanos devem ser assegurados, por isso utiliza-se o critério de segurança, e a tensão entre diferentes comunidades locais deve ser minimizada, medida por critério de estabilidade. Já no segundo ramo, o atendimento das prioridades é considerado através de uma distribuição justa, que para o Capitão significa que a carga é entregue a quem precisa dela, antes que sua falta cause óbito. Neste sentido, os critérios definidos para medir a qualidade da operação são a quantidade em relação às necessidades, a rapidez com que a ajuda chega e o nível de atendimento aos pontos mais atingidos pelo desastre.

Considerando os objetivos levantados a partir da literatura, chama a atenção a forma como o elemento de justiça é considerado pelo profissional entrevistado neste estudo. Nos modelos de Pesquisa Operacional, tal critério é definido em termos da

equidade, ou seja, da diferença entre as quantidades entregues aos pontos de demanda, enquanto aqui a distribuição é vista como justa se a ajuda chega a quem de fato precisa, de acordo com os níveis de carência de cada região.

Na literatura, além do objetivo de justiça aparecem também os de eficiência e eficácia. A eficiência de uma ação é definida como o quanto se gasta de certo recurso para obter determinado resultado. Assim, o único critério que pode ser interpretado como métrica de eficiência na árvore desenvolvida é a rapidez com que a ajuda chega aos beneficiários, partindo do princípio que o tempo é um recurso neste problema. O custo monetário da resposta não é levado em conta para a primeira semana de entrega de ajuda, segundo o Capitão, confirmando as suspeitas levantadas por Beamon e Balcik (2008).

Quanto à eficácia, neste caso ela não é medida em termos de volume total de carga entregue, mas em relação à sustentabilidade da operação e ao atendimento dos pontos prioritários. Pode-se dizer então que a árvore definida possui elementos de eficiência, eficácia e justiça, contudo os critérios de desempenho de custo e equidade que aparecem na literatura são refutados neste modelo.

Para checar a independência de preferência entre os pares de objetivos definidos, devem ser feitas questões ao TD que confirmem que o mesmo consegue avaliar o valor de cada objetivo independente dos níveis de atingimento dos demais critérios. Tal propriedade não foi checada para o presente modelo, pois haveria necessidade de maior contato com o entrevistado, o que não foi possível aqui.

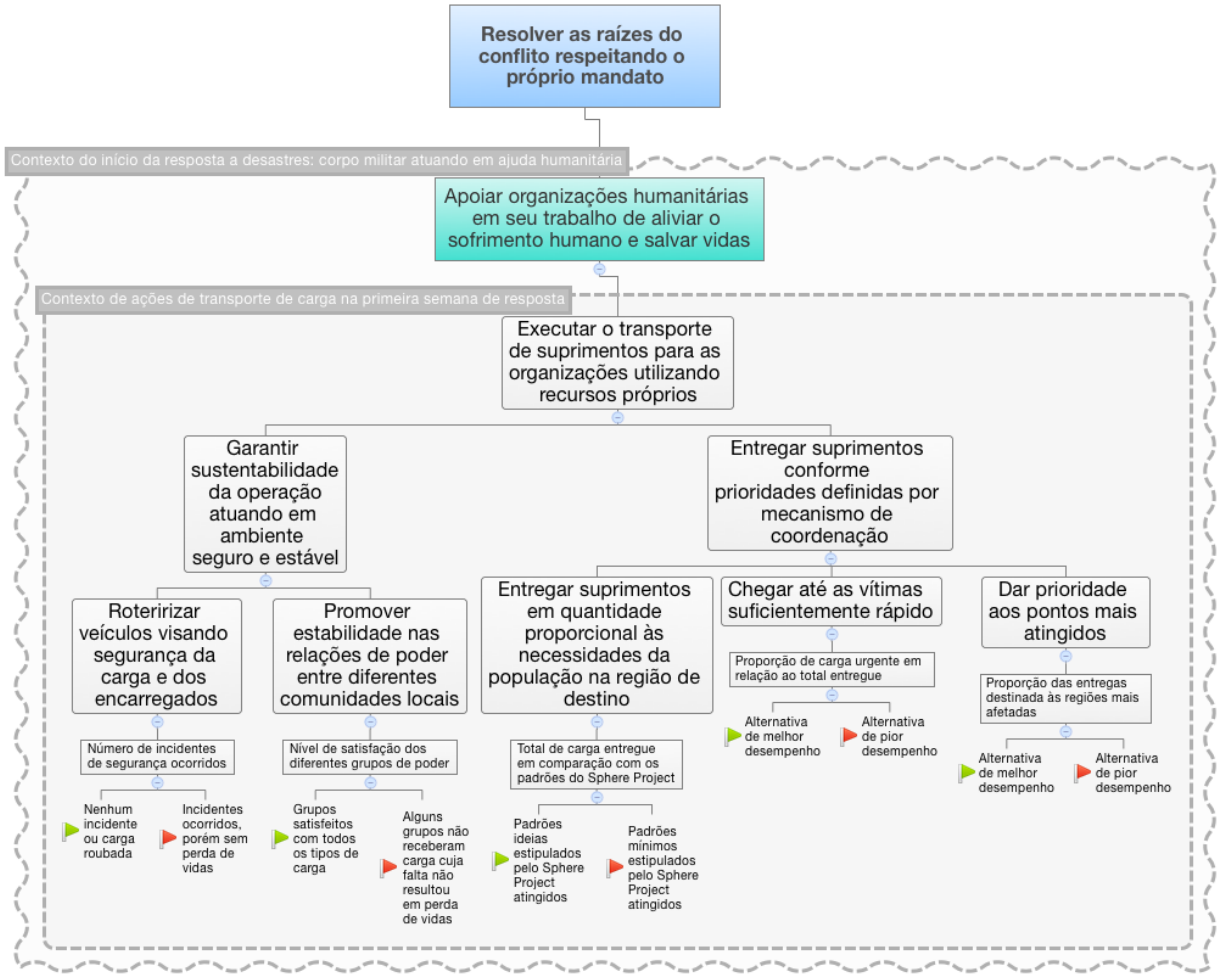
5.2.3 Desenvolvimento de atributos para os objetivos de nível inferior

Para avaliar alternativas, é necessário escolher métricas para medir o nível de atingimento de cada critério da árvore de valor. Na terceira enquete respondida pelo TD, são definidos os atributos apresentados a seguir. As escalas também são estipuladas, considerando que o maior nível do atributo deve refletir o melhor desempenho possível de se obter, enquanto o menor deve ser equivalente à pior distribuição que ainda seria considerada aceitável.

Na **Figura 16**, abaixo de cada critério é apresentado seu respectivo atributo, com fonte menor. Seu maior nível está abaixo do atributo, à esquerda, sendo o menor ilustrado ao lado, à direita e abaixo do atributo. Nota-se que para os objetivos “Chegar às vítimas suficientemente rápido” e “dar prioridade aos pontos mais atingidos” são utilizadas escalas locais, isto é, o pior nível do atributo é definido pela

alternativa de pior desempenho neste quesito, sendo o melhor igual à atuação da melhor alternativa.

Figura 16 – Árvore de valor completa, com atributos e suas escalas, definidos pelo TD



5.2.4 Elaboração de alternativas

Na formulação das alternativas, é elaborada uma tabela em que a estratégia é dividida em três áreas da decisão: escolha da carga com a qual o veículo será carregado; ordem de seleção dos pedidos de movimentação de carga emitidos pelas organizações humanitárias e recebidos pelo coordenador; e forma de organização dos veículo, em comboio ou não. Para chegar nas regiões da **Tabela 7**, são pensadas maneiras de fazer as ordens de despacho a fim de atender os objetivos da árvore de valor criada com o TD. Por exemplo, para priorizar os pontos mais atingidos a seleção dos pedidos pode levar em consideração a prioridade do destino especificado. Por outro lado, para entregar os suprimentos em quantidade proporcional às necessidades é preciso levar em conta a carga especificada em

cada pedido e decidir se os veículos serão carregados com um *mix* de produtos ou com a carga considerada prioritária a cada período do planejamento. Desta forma, nota-se que uma das decisões que compõe a estratégia é a ordem de seleção do pedido e que há várias opções descrevendo como tomar tal decisão, cada uma atendendo um objetivo ou um conjunto de objetivos da árvore de valor.

Tabela 7 – Tabela de geração de estratégias baseada nos objetivos do TD

		Região da Decisão		
		A	**B**	**C**
		Tipo de carga	**Ordem de seleção do pedido**	**Organização dos veículos**
Opções dentro das regiões (índice da opção)	1	Montar mistura pré-determinada de produtos	De acordo com o destino, selecionar o ponto de mais rápido alcance	Permitir que veículos viagem fora de comboios
	2	Como especificado nos pedidos das organizações	De acordo com a prioridade da carga, até atingir nível de serviço mínimo	Usar comboios para as entregas
	3	Selecionar carga com maior prioridade disponível	De acordo com a prioridade do destino, até atingir nível de serviço mínimo	
	4		De acordo com o destino: primeiro a fim de atender grupos de poder locais, depois de acordo com prioridade dos destinos	
	5		De acordo com ordem de recebimento	

Além das regiões especificadas na tabela anterior, existe a decisão que especifica a ordem de seleção do veículo utilizado para atender os pedidos, considerando uma frota heterogênea. Neste estudo tal região da decisão não foi levada em conta para simplificar a avaliação do TD, pois quanto maior o número de elementos descrevendo uma alternativa, maior a dificuldade do respondedor em avaliá-las.

O uso da **Tabela 7** na formulação de alternativas é simples: basta combinar uma opção de cada uma das três colunas e se forma uma estratégia. É importante, contudo, atentar para o fato de que algumas das decisões podem influenciar outras, para que sejam feitas combinações apenas entre opções compatíveis entre si. Por exemplo, não faz sentido montar uma mistura pré-determinada de produtos e fazer a seleção dos pedidos de acordo com a prioridade da carga, pois ao montar os kits para distribuição a carga dos pedidos já está sendo usada, restando apenas a escolha do destino ao qual tais kits serão enviados a cada entrega. Para remover as combinações de opções incompatíveis, é feita a Análise de Áreas Interconectadas,

em que uma segunda tabela auxilia a análise dos pares de opções de regiões diferentes. Na **Figura 17**, a verificação de compatibilidade é apresentada, na qual “I” indica pares de opções incompatíveis e “C”, compatíveis.

Figura 17 – Quadro da AIDA utilizada na elaboração de estratégias para o modelo

		B					C	
		B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	C_1	C_2
A	A_1	C	I	C	C	I	C	C
	A_2	C	C	C	C	C	C	C
	A_3	C	C	C	C	C	C	C
B	B_1						C	I
	B_2						C	I
	B_3						C	C
	B_4						C	C
	B_5						C	I

Finalmente, são formuladas as alternativas para avaliação, apresentadas na **Tabela 7**. Nela, cada linha corresponde a uma estratégia, formada da combinação de opções especificadas na terceira coluna.

Tabela 8 – Alternativas avaliadas pelo TD, elaboradas a partir da **Tabela 7**

Alternativa		Opções combinadas	Descrição da estratégia
#	Foco		
1	Rapidez da resposta	A2-B1-C1	• Carregar veículos com a carga especificada nos pedidos; • Selecionar pedidos que possam ser atendidos rapidamente; • Permitir que veículos viagem fora de comboios
2	Tipo de carga	A3-B2-C1	• Entregar um tipo de carga de cada vez, começando por maior prioridade; • Selecionar pedidos com carga de maior prioridade abaixo do N.C. mínimo; • Permitir que veículos viagem fora de comboios
3	Condições dos destinos	A1-B3-C2	• Enviar *mix* com todos os tipos de carga, com proporções maiores quanto maior a prioridade; • Selecionar primeiro destinos mais atingidos abaixo do N.C. mínimo; • Usar comboios para todas as entregas
4	Político por destinos	A1-B4-C2	• Enviar *mix* com todos os tipos de carga, com proporções maiores quanto maior a prioridade; • Selecionar destinos de interesse dos grupos de poder c/ atendimento abaixo do N.C. mínimo; • Usar comboios para todas as entregas
5	Político por tipos de carga	A3-B4-C1	• Entregar um tipo de carga de cada vez, começando por maior prioridade; • Selecionar destinos de interesse dos grupos de poder c/ atendimento abaixo do N.C. mínimo; • Permitir que veículos viagem fora de comboios
6	Facilidade da tomada de decisão	A2-B5-C1	• Carregar veículos com a carga especificada nos pedidos; • Selecionar destinos conforme especificado nos pedidos, em ordem de recebimento; • Permitir que veículos viagem fora de comboios

5.3 MODELAGEM DE PREFERÊNCIAS E AVALIAÇÃO DE ALTERNATIVAS

5.3.1 Desempenhos parciais das alternativas

Na quarta enquete eletrônica, cada pergunta diz respeito a um critério, apresentando seu atributo com a respectiva escala de valores, na qual 100 é o valor do melhor desempenho definido e 0 o do pior. Então, o respondente posiciona alternativa por alternativa nesta escala, de acordo com o método *direct rating*. É adicionado texto explicativo sobre a cardinalidade das notas, para que o TD possa atribuir notas válidas ao modelo. Contudo, vale ressaltar que em estudos futuros é importante avaliar a consistências de tais valores, através de questionamentos sobre os mesmos (KEENEY, 1988).

As notas atribuídas pelo TD estão ilustradas na tabela, em que cada coluna representa o total de pontos de uma alternativa, composto por seu desempenho em termos de cada critério – na barra, os critérios estão empilhados na mesma ordem apresentada na legenda.

Tabela 9 – Desempenho parcial das alternativas, segundo avaliação direta feita pelo TD

Alternativa	Critério				
	Segurança	Estabilidade	Proporcionalidade (às necessidades)	Rapidez	Prioridade dos destinos
1	65	35	25	75	65
2	50	55	75	100	85
3	85	85	80	70	100
4	45	25	5	70	35
5	30	20	0	90	30
6	5	10	75	10	45

Por utilizarem escalas locais, os atributos dos critérios “Rapidez” e “prioridade dos destinos”, apresentados nas duas últimas colunas da **Tabela 9**, devem apresentar desempenho de ao menos uma das alternativas igual a 100 e ao menos uma outra com nota 0. Entretanto, a nota mínima recebida originalmente em termos de “prioridade dos destinos” é 30, para a estratégia 5, e no âmbito de “rapidez” o menor desempenho é igual a 10, correspondente à estratégia 6. Tal erro é provavelmente causado pela dificuldade do TD em avaliar diferenças entre notas e ao mesmo tempo atribuir valores a todas as alternativas.

Para contornar a questão, os números obtidos pela enquete foram corrigidos para os apresentados na **Tabela 10**, respeitando as propriedades da escala relativa. Assim, para o critério de “rapidez” a amplitude das notas originais é 70, portanto os valores

foram corrigidos proporcionalmente para se encaixar em escala de 0 a 100. A adaptação é feita de tal forma que, por exemplo, a diferença entre o desempenho das alternativas 4 e 5 continua sendo o dobro da diferença entre as opções 2 e 5 no resultado final, assim como nas notas dadas pelo TD originalmente.

Tabela 10 – Desempenho parcial das alternativas, corrigido para os atributos de escala local

Alternativa	Critério				
	Segurança	Estabilidade	Proporcionalidade (às necessidades)	Rapidez	Prioridade dos destinos
1	65	35	25	72	50
2	50	55	75	100	79
3	85	85	80	67	100
4	45	25	5	67	7
5	30	20	0	89	0
6	5	10	75	0	21

5.3.2 Avaliação de compensações por ordenação de objetivos

A fim de avaliar as compensações entre os múltiplos critérios da árvore de valor, é preciso ordená-los. Para obter tal ordenação, o texto utilizado no quarto questionário, é:

“Imagine um cenário em que a distribuição esteja com o pior desempenho possível, o que significa que todos os critérios de avaliação se encontram no pior nível definido (nota 0 nas escalas anteriores [ou seja, nas escalas dos atributos]). Qual serio o primeiro critério que você escolheria para ter o desempenho alterado para o melhor possível (nota 100)? E o segundo? Ordene os critérios conforme você os seleciona (no topo o primeiro e no fim o último critério selecionado”.

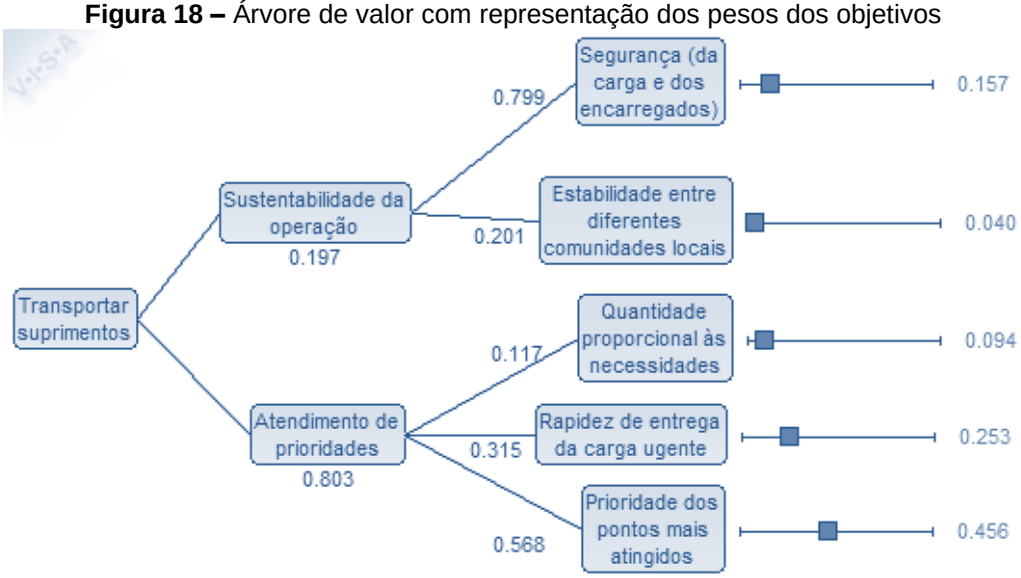
O resultado obtido permitiu a atribuição de uma posição ordenada a cada um dos critérios de avaliação, como apresentado na **Tabela 11**. Nela também aparece o peso relativo de cada critério, calculado pela aplicação do ROC.

Tabela 11 – Posição no ordenamento e respectivo peso de cada critério de desempenho

Critério	**Posição no *ranking***	**Peso calculado (valor arredondado)**
Segurança (da carga e dos encarregados)	3	0,157
Estabilidade entre diferentes comunidades locais	5	0,040
Quantidade proporcional às necessidades	4	0,094
Rapidez de entrega da carga urgente	2	0,253
Prioridade dos pontos mais atingidos	1	0,456

Em seguida, os novos dados são incorporados ao modelo desenvolvido no *software* VISA, que calcula o peso acumulado dos objetivos da árvore como ilustrado na **Figura 18**.

Figura 18 – Árvore de valor com representação dos pesos dos objetivos



Em seguida, os novos dados são incorporados ao modelo desenvolvido no *software* VISA, que calcula o peso acumulado dos objetivos da árvore como ilustrado na **Figura 18**.

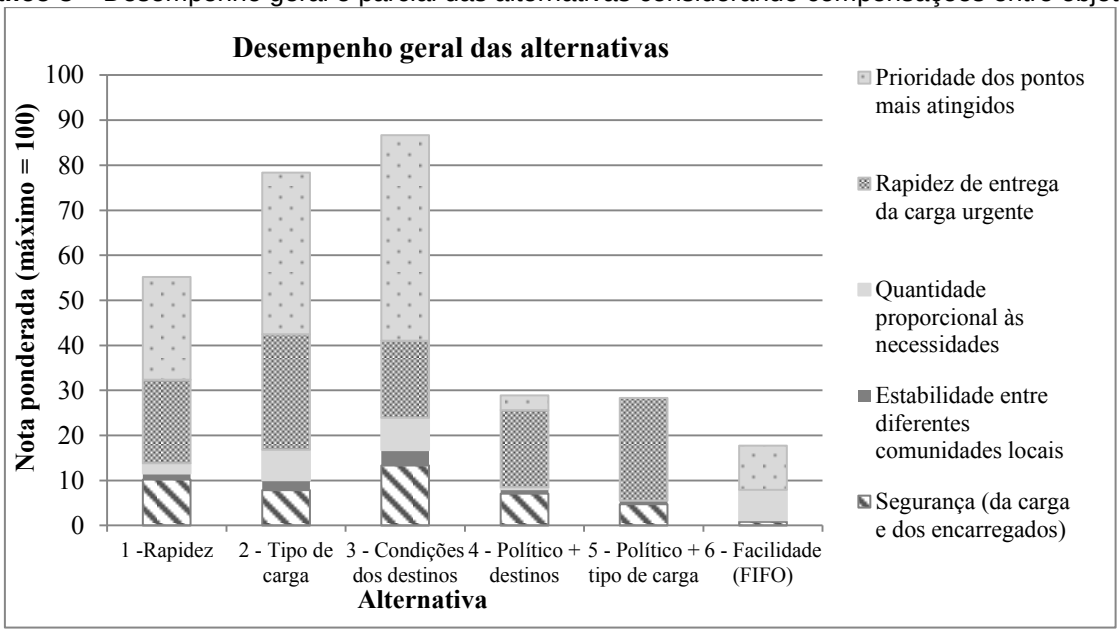
Figura 18 nota-se que o ramo de atendimento de prioridades tem peso muito superior ao da sustentabilidade da operação. Dessa forma, é provável que estratégias focadas em cargas e locais prioritários se sobressaiam em relação a alternativas com maior foco em segurança e estabilidade. Os resultados da avaliação das estratégias propostas utilizando o modelo construído com o Tomador da Decisão são apresentados na seção seguinte.

5.3.3 Cálculo do desempenho geral, agregando notas parciais

De acordo com o modelo de análise da decisão desenvolvido, a melhor estratégia analisada é a terceira, “foco nas condições dos destinos”, com desempenho geral de 87 pontos. A segunda alternativa, “foco no tipo de carga” fica em segundo lugar, com um total de 78 pontos. As opções 4 e 5, com foco na administração dos pedidos de acordo com a organização requerente, apresentam desempenho similar à sexta opção, que representa apenas a gerência dos pedidos e serve como exemplo do que não se deseja em logística humanitária. Como esperado, estratégias baseadas no atendimento de prioridades se sobressaem às outras.

O **Gráfico 3**, na página seguinte, ilustra a avaliação final, realizada no VISA e conferida em Excel.

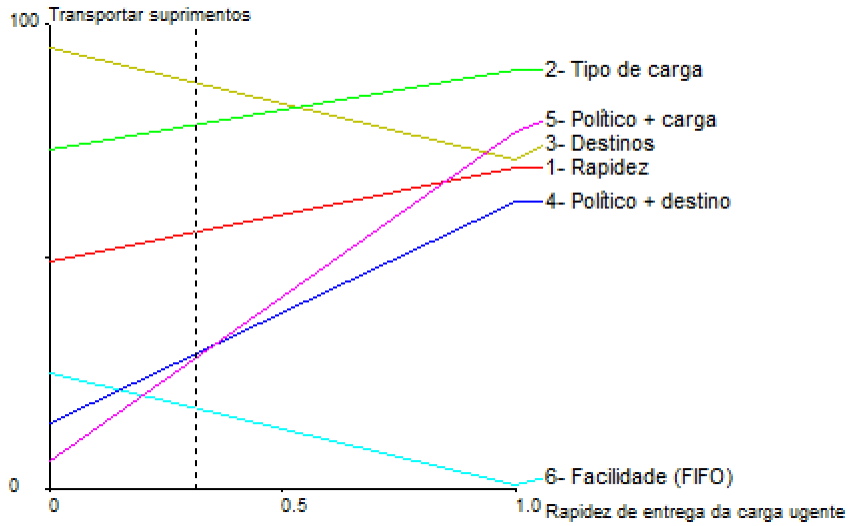
Gráfico 3 – Desempenho geral e parcial das alternativas considerando compensações entre objetivos



5.3.4 Análise de sensibilidade

O VISA também permite que se avalie a robustez da solução encontrada, com análise de sensibilidade dos pesos dos critérios. No caso estudado, alterações na importância dada a “rapidez de entrega da carga urgente” e “prioridade dos pontos mais atingidos” causariam mudança da estratégia apontada como ótima.

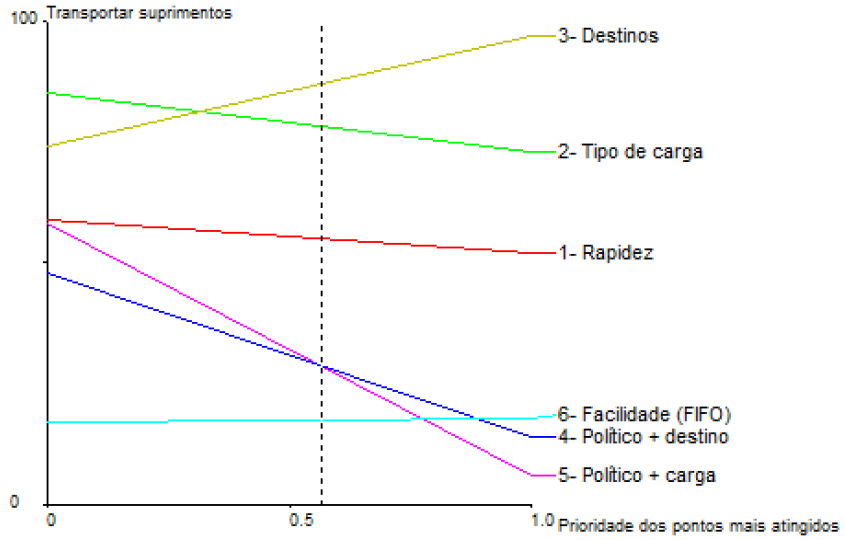
Gráfico 4 –Total geral de pontos de cada alternativa (ordenada) em função do peso dado ao critério de carga urgente (abscissa)



No primeiro caso, ilustrado no **Gráfico 4**, se o peso do critério aumentasse para mais de 0,5, a segunda alternativa “foco no tipo de carga” teria o melhor desempenho. Já para o critério de pontos prioritários, cuja análise de sensibilidade é apresentada no

Gráfico 5, se seu peso fosse diminuído para menos de 0,25 a segunda estratégia seria a de melhor desempenho.

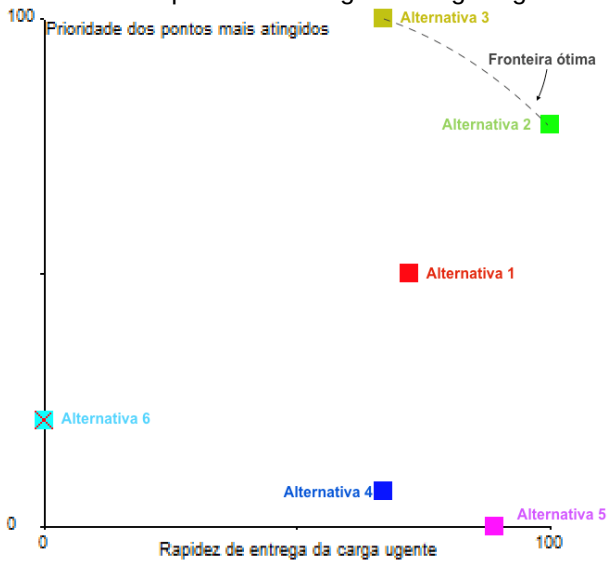
Gráfico 5 – Total geral de pontos de cada alternativa (ordenada) em função do peso dado ao critério de prioridade dos pontos (abscissa)



Desta análise conclui-se que há robustez na solução encontrada, porém seria interessante desenvolver alternativa que misturasse os conceitos por trás das estratégias 2 e 3, uma vez que elas obtêm os melhores desempenhos e que, dependendo dos pesos atribuídos pelo tomador da decisão, a melhor solução se alterna entre as duas. Ressalta-se que para o modelo de valores construído, as demais alternativas não deveriam ser selecionadas ainda que a importância relativa entre os objetivos fosse modificada, pois a análise de sensibilidade mostra que o desempenho delas é sempre inferior ao da melhor alternativa.

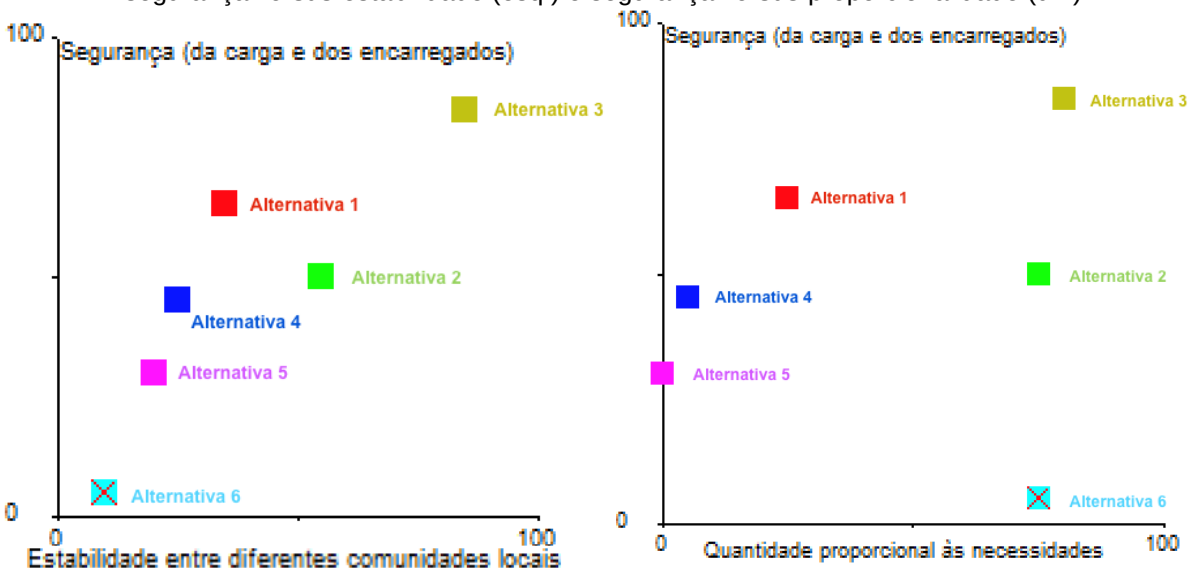
Sobre as estratégias, é feita análise de dominância para obter as fronteiras ótimas de desempenho em função de pares de critérios. Para os dois objetivos de maior peso, a análise mostra que a fronteira é formada pelas alternativas 2 e 3, como esperado. Devem ser buscadas opções que tenham desempenho próximo a esta região, apresentada no **Gráfico 6**.

Gráfico 6 –Desempenho das alternativas plotados em gráfico representando critério de prioridade *versus* rapidez da entrega da carga urgente



Ao explorar a distribuição das alternativas quanto a diferentes pares de critérios, é observado que as estratégias propostas não formam um conjunto interessante para a avaliação, pois a Alternativa 3 é dominante em vários casos, como ilustrado abaixo.

Gráfico 7 – Desempenho das alternativas plotado em função de pares de critérios segurança *versus* estabilidade (esq.) e segurança *versus* proporcionalidade (dir.)



Alternativas desenvolvidas a partir de discussão em cima da árvore de valor proposta devem apresentar desempenho ainda superiores ao do conjunto aqui avaliado. As estratégias 4 e 5, por exemplo, não teriam sido levadas em conta caso o TD tivesse participado de sua formulação. Nas palavras do capitão:

> “A entrega de ajuda humanitária não deve de forma alguma ser guiada por interesses políticos. Quando falei sobre relações de poder, era me referindo ao princípio de ‘*do no harm*’. Para este caso [do problema analisado], isso [‘*do no harm*’] significa evitar acirrar as tensões entre grupos rivais pelo fato de um deles estar recebendo uma quantidade desproporcional de ajuda. Isso também ajuda a manter os atores humanitários mais seguros, já que mantém a percepção, por parte da população, de que eles são atores neutros.” Bruno Cerqueira, via *e-mail*.

Desta forma, as conclusões mais importantes sobre este estudo se referem à árvore de valor e à aplicação do método como instrumento de desenvolvimento e avaliação de estratégias para coordenação da entrega de ajuda humanitária.

6 DISCUSSÃO

Um ponto importante da análise apresentada no **Capítulo 4** é a diversidade de objetivos relacionados à entrega de carga a vítimas de um desastre, o que pode ser ainda mais complexo se os diversos *stakeholders* envolvidos forem levados em conta no planejamento da operação de resposta. Por conta disto, métodos de Análise da Decisão Multicritério, como o utilizado no **Capítulo 5**, são especialmente úteis para a área. Estas ferramentas têm potencial de auxiliar os tomadores da decisão a justificar suas ações junto a doadores e parceiros, por exemplo, devido ao] fato dos objetivos serem colocados explicitamente e da avaliação de estratégias ser transparente.

Outro ponto do **Capítulo 4** que merece destaque é que a estruturação do problema construída a partir da literatura, pela interpretação da autora utilizando o Pensamento Focado em Valor na leitura dos modelos analisados, enriqueceu a modelagem apresentada no **Capítulo 5**. Como mencionado anteriormente, no desenvolvimento do modelo de ADM o Tomador da Decisão primeiro faz um exercício de reflexão individual sobre o problema e, em seguida, os objetivos encontrados na literatura são sugeridos a ele. Como resultado, antes da apresentação dos elementos ao TD, o mesmo listou seis objetivos pertinentes à tomada de decisão em questão: aliviar o sofrimento humano, manter condições de segurança, apoiar o plano de resposta da missão, apoiar atores humanitários, não causar mais danos à população atingida, e satisfazer as necessidades e expectativas. Todos estes elementos já haviam sido considerados na rede de objetivos construída com base na análise de conteúdo da literatura, apesar de não estarem expressos com as mesmas palavras, indicando que a estruturação do problema resulta em elementos condizentes com os valores do TD real. Ainda, quando 20 objetivos identificados na literatura foram apresentados, 11 destes foram acatados pelo ex-capitão, sendo que apenas 3 já haviam sido mencionados na reflexão individual. Ou seja, neste caso a análise prévia permitiu a adição de objetivos com os quais o TD concordava mas não havia se lembrado sozinho de adicionar ao modelo. Observa-se, então, que é possível enriquecer o processo de reflexão, seja o TD um indivíduo ou um grupo, utilizando uma análise prévia da literatura. Por outro lado, a exclusão dos elementos refutados pode indicar que existe incompatibilidade entre os critérios de desempenho utilizados em modelos de

PO e aqueles que são de fato considerados importantes pelos atores humanitários. Apesar de ser necessário consultar mais profissionais para confirmar esta hipótese, fica clara a importância da investigação dos objetivos por trás de operações de resposta a desastre, antes que se possa empregar com sucesso modelos matemáticos de otimização para as atividades de transporte inseridas neste contexto.

Do conjunto de objetivos colocados pelo TD, no modelo do **Capítulo 5**, observa-se que o custo associado ao transporte da carga não tem importância para a tomada de decisão em resposta a desastre, ao menos na primeira semana após a ocorrência. A eficácia da ação, por sua vez, é medida em termos da quantidade de carga prioritária entregue, e não da quantidade total distribuída, já que atores humanitários estão focados em levar os itens que as vítimas necessitam antes que sua falta cause sofrimento humano ou morte, e não no volume de carga entregue por si só.

Ainda, vários dos artigos analisados utilizam a equidade da distribuição como forma de medir a justiça dos resultados, pressupondo que a ação como um todo é justa se as vítimas receberem quantidade semelhante de itens. Porém, o modelo construído com o ex-capitão sugere que o critério de justiça está associado ao atendimento das prioridades estabelecidas, portanto vítimas em piores condições podem e devem receber mais ajuda do que outras que estejam menos vulneráveis. Além disso, os resultados do **Capítulo 5** indicam que, aos olhos do coordenador da resposta, é importante garantir a sustentabilidade da operação, o que pode ser alcançado minimizando riscos à carga e aos funcionários envolvidos na entrega da mesma, e diminuindo a tensão entre grupos de poder locais.

Uma vez que é objetivo deste trabalho investigar os objetivos das operações de resposta, focando naqueles pertinentes à tomada de decisão para o planejamento do transporte da carga, é interessante comparar os elementos levantados nesta pesquisa com aqueles apresentados em revisões da literatura realizadas por outros autores. Neste sentido, aponta-se que a revisão da literatura de De La Torre, Dolinskaya e Smilowitz (2012) conclui que a “responsividade” da ação humanitária (ou rapidez na entrega), a eficácia em termos de demanda satisfeita ou insatisfeita ao fim do horizonte de planejamento e a confiabilidade do roteiro dos veículos são objetivos levados em conta na literatura de PO dedicada ao escopo definido nesta pesquisa. A análise apresentada aqui indica objetivos diferentes, sendo que a medição da eficácia é definida de outra forma, em termos do atendimento das

necessidades das vítimas, e a rapidez na entrega não deve ser medida isoladamente, mas sim associada às prioridades estabelecidas. Por sua vez, a revisão de Caunhye, Nie e Pokharel (2012) adiciona a este conjunto objetivos referentes ao custo da distribuição que, como observado aqui, não têm importância no contexto da decisão estudada. Já para Holguín-Veras *et al.* (2013), o custo de privação é elemento essencial à formulação da função objetivo de uma otimização humanitária. Este atributo, criado por aqueles autores, mede o sofrimento causado pela falta de determinado item, em função do tempo de abstinência do mesmo. Ainda de acordo com os autores, a equidade da distribuição não precisa ser levada em conta, pois o que importa é o atendimento das necessidades das diferentes vítimas utilizando as mesmas funções de custo de privação, o que vai ao encontro dos valores do TD consultado. Entretanto, ressalta-se que Holguín-Veras *et al.* (2013) também consideram os custos elementos essenciais, o que é refutado neste trabalho.

Por fim, é importante documentar que o método SMARTER se mostrou aplicável ao contexto da decisão abordado por esta pesquisa, podendo ajudar na formação de diretrizes que facilitem a tomada de decisão em campo para organizações humanitárias. Apesar do presente estudo usar o problema do ponto de vista da coordenação, os agentes interessados podem utilizar o mesmo método para melhorar suas próprias operações, criando suas próprias redes de objetivos e árvores de valores. O processo de modelagem, contudo, é dispendioso e requer participação dos profissionais envolvidos na decisão. Ademais, para o problema específico de coordenação, há necessidade de participação de outros *stakeholders* para que os resultados possam ser utilizados em campo com sucesso.

7 CONCLUSÕES

Neste trabalho, a Análise da Decisão Multicritério é empregada ao contexto humanitário de resposta a desastres, a fim de possibilitar a criação e avaliação de estratégias para traçar um plano de entrega de cargas condizente com os valores dos tomadores da decisão da área. Inicialmente, com base na análise da literatura de Logística Humanitária os objetivos atrelados ao transporte de suprimentos a vítimas de desastres são levantados. Em seguida, a partir da identificação de relações de causa e efeito entre pares de objetivos é construída uma rede que contém todos os elementos pertinentes à tarefa de planejamento, tomando como ponto de vista o papel do coordenador da resposta. Então, utilizando tal rede, alternativas para a tomada de decisão são elaboradas com auxílio de uma tabela de geração de estratégias.

Na sequência, um profissional humanitário desempenha o papel do Tomador da Decisão na construção de um modelo de ADM completo, com emprego da metodologia SMARTER. No cenário assumido, o TD deve planejar o transporte de suprimentos de diversas organizações, coordenando a operação de resposta. Novamente os objetivos da entrega de ajuda são levantados, desta vez com consulta direta ao TD, porém também considerando os resultados da análise da literatura realizada previamente. Mais uma vez, alternativas de solução são criadas, visando atender o novo conjunto de objetivos estabelecidos. Finalmente, são modeladas as preferências do TD e é feita a avaliação das estratégias, possibilitando a seleção daquela de melhor desempenho geral.

Desta forma, o desenvolvimento desta pesquisa permite a investigação dos objetivos da Logística Humanitária apropriados à tarefa de transporte de suprimentos a vítimas de desastres, sob o ponto de vista do coordenador da operação de resposta. O método de modelagem utilizado permite a formulação e avaliação de possíveis estratégias para a tomada de decisão, de maneira estruturada e condizente com os objetivos importantes segundo o próprio TD. São atendidos, portanto, os dois objetivos deste trabalho, enumerados na Introdução (seção **1.3** do **Capítulo 1**): investigar os objetivos que guiam as operações de resposta e encontrar metodologia estruturada para apoiar a escolha de uma estratégia para a tomada de decisão em campo.

Apesar de não mencionada ao longo deste texto, a maior dificuldade encontrada para atingir estes objetivos foi na etapa de coleta de dados. Em modelos de ADM, tais dados são normalmente obtidos dos próprios responsáveis pela decisão, em conjunto ou não com outros *stakeholders*, porém foi difícil encontrar profissionais que aceitassem fazer parte desta pesquisa. Por conta disto, a análise da literatura ganhou mais atenção da autora, gerando uma contribuição interessante para a discussão depois que o ex-capitão do exército aceitou fazer parte do estudo.

Neste capítulo, as conclusões pertinentes à investigação de objetivos são apresentadas na seção **7.1**, enquanto aquelas relativas ao método empregado são abordadas na seção **7.2**; as principais contribuições deste trabalho são destacadas na seção **7.3** e sugestões para trabalhos futuros são feitas na seção **7.4**.

7.1 DOS OBJETIVOS DA ENTREGA DE AJUDA HUMANITÁRIA

Ainda não há consenso sobre os objetivos e prioridades utilizados por organizações humanitárias na distribuição de suprimentos de alívio às vítimas de desastres. As diferentes abordagens para o problema encontradas na literatura refletem a dificuldade da otimização destas ações tão complexas, que envolvem decisões cujas consequências podem ser diminuir ou aumentar o sofrimento humano.

O melhor entendimento dos objetivos das operações de resposta é importante para auxiliar a equipe logística na tarefa de traçar um plano para entrega de suprimentos à população carente de ajuda. A oportunidade de avaliar as consequências de diretrizes estabelecidas no nível estratégico, antes da ocorrência do desastre, que guiem o profissional no nível operacional, após a emergência, é valiosa porque permite que uma organização estabeleça seus objetivos com calma e avalie diferentes alternativas para atingi-los. Ainda, o modelo para apoio à decisão pode ser utilizado como ferramenta para a organização explicar aos demais *stakeholders* o porquê de suas decisões.

No trabalho de análise da literatura, é observado que os modelos de PO tratando da distribuição de ajuda humanitária utilizam como critérios de desempenho a eficácia, a justiça e a eficiência da operação. Ainda, para o ponto de vista adotado (do coordenador) o planejamento da entrega deve ser justo para as diferentes organizações envolvidas. Apesar da minimização do sofrimento humano ser mencionada, o desempenho neste critério não é medido diretamente por nenhum

dos modelos analisados, como apontado por Holguín-Veras *et al.* (2013), e medidas de custo são utilizadas frequentemente.

Contudo, a consulta ao Tomador da Decisão também apresentada nesta pesquisa indica que a consideração de eficácia, justiça e eficiência feita nos modelos está equivocada. Por exemplo, a interpretação do profissional humanitário sobre a eficiência das operações de resposta se restringiria apenas à rapidez com que a carga chega até as vítimas, sem qualquer consideração de custo monetário. Além disto, a quantidade de suprimentos entregue, tratada como medida de eficácia nos artigos analisados, deve ser proporcional às necessidades de cada região, além do que o planejamento precisa levar em conta o quanto de cada item foi distribuído, para monitorar sua prioridade associada. Consequentemente, a rapidez de entrega deve ser relativizada quanto à urgência de cada tipo de carga, por isso o Tomador da Decisão não seleciona atributo de unidade de tempo e sim da representatividade da carga urgente sobre toda as entregas realizadas. Ainda, ao agir proporcionalmente às necessidades o TD considera atendido o critério de justiça, que nos modelos de PO é atribuída à equidade da distribuição.

Além de propor modificações aos critérios de desempenho encontrados na literatura, o modelo construído possui elementos totalmente novos. Por exemplo, para o TD as ações de resposta buscam não apenas remediar a situação problemática causada pelo desastre, mas evitar danos futuros à população. Para tanto, deve-se tomar decisões que não aumentem a tensão entre os grupos de poder locais, o que não aparece em nenhum dos modelos analisados.

Conclui-se, desta forma, que existe uma incompatibilidade entre os critérios de desempenho adotados nos modelos publicados e os objetivos perseguidos por tomadores da decisão na prática. Devido ao fato da investigação de objetivos por meio de aplicação da ADM ser conduzida com um único profissional neste trabalho, é preciso validar as conclusões apresentadas com um grupo maior de tomadores da decisão. De qualquer forma, está evidenciada a necessidade de estudos deste tipo e, para o TD consultado, conclui-se que devem ser descartados os critérios relacionados a custo e equidade. Ainda, os resultados do modelo sugerem que a sustentabilidade da operação e o atendimento das prioridades são os objetivos fundamentais relevantes para a tomada de decisão estudada, sendo que a nível operacional os mesmos podem ser alcançados através da maior segurança da operação, atenção à tensão entre grupos de poder locais, distribuição da carga

proporcionalmente às condições das vítimas, e atendimento da demanda dos locais e cargas prioritários.

7.2 DO USO DE MAVT EM LOGÍSTICA HUMANITÁRIA

O modelo de Análise da Decisão Multicritério desenvolvido com Tomador da Decisão ilustra o potencial das técnicas utilizadas no desenvolvimento de políticas para o setor humanitário. A transparência de modelos deste tipo pode facilitar a coordenação das organizações que atuam no mesmo local, em ambiente tenso, muitas vezes competindo por recursos escassos. Contudo, é observado que para o problema de coordenação é necessária a participação de diversos *stakeholders*, sendo que o processo de modelagem demanda tempo e disponibilidade para compartilhar opiniões publicamente. De fato, a única maneira de criar soluções aplicáveis na prática é com participação dos atores envolvidos em ações humanitárias, caso contrário os benefícios do método não são integralmente aproveitados e o plano de ações resultante pode fracassar.

Ainda, os resultados desta pesquisa indicam que é possível estruturar um problema de decisão com base em análise da literatura da área, porém o modelo resultante deve ser validado antes de seu uso para avaliar alternativas. Tal abordagem é similar à modelagem por consulta a especialistas, porém exige menor participação de profissionais da área estudada. Assim, o próprio modelador pode se apoiar no conhecimento publicado para sugerir elementos ao TD, diminuindo a duração das interações com o mesmo.

Conclui-se que o método adotado é útil no contexto da decisão em questão, sendo que a aplicabilidade do SMARTER sugere que qualquer método MAVT poderia ser utilizado para este fim, gerando modelos similares. Apesar de exigir grande tempo de dedicação dos profissionais da área humanitária, o modelo construído nesta pesquisa ilustra que os resultados obtidos possuem potencial de melhorar a tomada de decisão em campo, diminuindo o tempo necessário para traçar um plano de entrega de carga e ao mesmo tempo aumentando o atingimento dos objetivos relevantes para as organizações consultadas. Ainda, a transparência na seleção da melhor estratégia pode facilitar o diálogo entre as diferentes partes envolvidas na resposta a um desastre.

7.3 CONTRIBUIÇÕES DESTA PESQUISA

A própria estruturação para a Análise da Decisão Multicritério com base na literatura é uma contribuição à área de ADM uma vez que, de acordo com conhecimento da autora, ainda não há registros de processo semelhante. Destaca-se ainda que a análise de conteúdo realizada no **Capítulo 4** é diferente de outras revisões da literatura publicadas, como por exemplo as de Altay e Green (2006), Beamon e Balcik (2008), ou Caunhye, Nie e Pokharel (2012), por analisar as publicações sob outra ótica, a fim de estruturar o problema empregando uma abordagem de Pensamento Focado em Valores. Além disto, a literatura de ADM possui uma lacuna quanto ao uso das metodologias existentes para a elaboração de alternativas, como apontado por Montibeller e Franco (2011). Assim, a documentação da formulação de alternativas com o uso da tabela de geração de estratégias é outro ponto de contribuição deste trabalho para a área, ilustrado nos capítulos **4** e **5**.

Ademais, a autora não encontrou aplicação da ADM para a solução do problema específico explorado aqui, sendo portanto este seu primeiro uso para a elaboração e avaliação de estratégias para o planejamento da entrega de ajuda humanitária. Ainda, a seção de *brainstorming* proposta por estes métodos e ilustrada no **Capítulo 5** auxilia a definição de critérios de desempenho apropriados às operações humanitárias, especialmente quando seu uso é atrelado ao Pensamento Focado em Valores. De fato, explicitar os objetivos do Tomador da Decisão é o primeiro passo para a elaboração de diretrizes que facilitem a coordenação dos diversos agentes envolvidos nas ações de socorro às vítimas. Desta forma, a visão de um profissional humanitário sobre o problema de resposta coordenada é uma importante contribuição desta pesquisa para a área de Logística Humanitária, além da própria sugestão de uma metodologia estruturada para melhorar a tomada de decisão nas operações de resposta a desastres.

7.4 SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS

As seguintes sugestões para trabalhos futuros advêm das limitações de escopo e do método utilizado nesta pesquisa. Sugere-se:

- Usar os resultados obtidos no modelo de ADM para construir modelo de Pesquisa Operacional que otimize a distribuição da carga em um cenário de resposta a desastre, levando em conta os objetivos e preferências do próprio Tomador da Decisão;

- Usar o SMARTER ou outro método da MAVT em *workshop* com representantes de todos os grupos de interesse levantados no **Capítulo 5**, para construir um modelo ADM mais completo;
- Aproveitar a análise da literatura realizada nesta pesquisa para enriquecer a discussão no *workshop* do item anterior - neste caso, validar ou refutar as conclusões sobre a incompatibilidade entre os modelos publicados e os objetivos reais do problema, conforme os resultados obtidos;
- Utilizar técnicas de simulação para obter o desempenho das estratégias de tomada de decisão em problemas genéricos da distribuição de carga, como por exemplo o problema proposto por Gralla (2012);
- Usar o planejamento por cenários para considerar as incertezas do contexto em que a decisão em pauta é tomada. Ou seja, elaborar possíveis cenários, adequar o modelo construído e avaliar as alternativas de solução em cada um deles, a fim de selecionar a alternativa de melhor comportamento no conjunto de cenários possíveis;
- Utilizar o resultado da modelagem com TD, seja ela em *workshop* ou junto a uma organização humanitária específica, para definir critérios de desempenho para operações de resposta;
- Utilizar as metodologias propostas nesta pesquisa para estudar outros problemas de Logística Humanitária, como por exemplo o resgate e atendimento médico das vítimas em pós-desastre ou a escolha de locais para armazenagem de suprimentos em preparação a um desastre.

REFERÊNCIAS

ACEBES, C. M. EUA montam estratégia para agilizar entrega de ajuda ao Haiti. **G1 - globo.com**, 19 jan. 2010. Disponível em: <http://g1.globo.com/Noticias/Mundo/0,, MUL1454473-5602,00-EUA+MONTAM+ESTRATEGIA+PARA+AGILIZAR+ ENTREGA+DE+AJUDA+AO+HAITI.html>. Acesso em: 11 mai. 2015.

AFSHAR, A.; HAGHANI, A. Modeling integrated supply chain logistics in real-time large-scale disaster relief operations. **Socio-Economic Planning Sciences**, v. 46, n. 4, p. 327–338, dez. 2012.

ALTAY, N.; GREEN, W. G. OR/MS research in disaster operations management. **European Journal of Operational Research**, v. 175, n. 1, p. 475–493, nov. 2006.

BALCIK, B.; BEAMON, B.; SMILOWITZ, K. Last Mile Distribution in Humanitarian Relief. **Journal of Intelligent Transportation Systems**, v. 12, n. 2, p. 51–63, abr. 2008.

BARBAROSOĞLU, G.; ARDA, Y. A two-stage stochastic programming framework for transportation planning in disaster response. **Journal of the Operational Research Society**, v. 55, n. 1, p. 43–53, jan. 2004.

BARBAROSOĞLU, G.; ÖZDAMAR, L.; ÇEVIK, A. An interactive approach for hierarchical analysis of helicopter logistics in disaster relief operations. **European Journal of Operational Research**, v. 140, n. 1, p. 118–133, jul. 2002.

BARRON, F. H. Selecting a best multiattribute alternative with partial information about attribute weights. **Acta Psychologica**, v. 80, p. 91–103, 1992.

BARRON, F. H.; BARRETT, B. E. The efficacy of SMARTER — Simple Multi-Attribute Rating Technique Extended to Ranking. **Acta Psychologica**, v. 93, p. 23–36, 1996.

BEAMON, B. M.; BALCIK, B. Performance measurement in humanitarian relief chains. **International Journal of Public Sector Management**, v. 21, n. 1, p. 4–25, 2008.

BELTON, V.; STEWART, T. J. **Multiple Criteria Decision Analysis: An Integrated Approach**. 1. ed. Norwell: Kluwer Academic Publishers, 2002.

BERKOUNE, D.; RENAUD, J.; REKIK, M.; RUIZ, A. Transportation in disaster response operations. **Socio-Economic Planning Sciences**, v. 46, n. 1, p. 23–32, mar. 2012.

BESIOU, M.; STAPLETON, O.; VAN WASSENHOVE, L. N. System dynamics for humanitarian operations. **Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management**, v. 1, n. 1, p. 78–103, 2011.

BUTTERFIELD, A.; REARIO, R.; DOLAN, R. The United Nations Humanitarian Civil–Military Coordination (UN–CMCoord) response to the Haiti earthquake. **Humanitarian Exchange Magazine**, 2010.

CAMPBELL, A. M.; VANDENBUSSCHE, D.; HERMANN, W. Routing for Relief Efforts. **Transportation Science**, v. 42, n. 2, p. 127–145, 1 maio 2008.

CAUNHYE, A. M.; NIE, X.; POKHAREL, S. Optimization models in emergency logistics: A literature review. **Socio-Economic Planning Sciences**, v. 46, n. 1, p. 4–13, mar. 2012.

ÇELIK, M.; ERGUN, O.; JOHNSON, B.; KESKINOCAK, P.; LORCA, A.; PEKGÜN, P.; SWANN, J. Humanitarian logistics. In: MIRCHANDANI, P.; SMITH, J. C. (Eds.). . **Tutorials in Operations Research: New Directions in Informatics, Optimization, Logistics, and Production.** INFORMS, 2012. p. 18–49.

CHOPRA, S.; MEINDL, P. **Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation - Global Edition**. 5. ed. Harlow: Pearson Education Limited, 2013.

CRED - CENTRE FOR RESEARCH ON THE EPIDEMIOLOGY OF DISASTERS. **EM-DAT - The International Disaster Database**. Disponível em: <http://www.emdat.be/database>. Acesso em: 8 fev. 2013.

DE ANGELIS, V. ; MECOLI, M.; NIKOI, C.; STORCHI, G. Multiperiod integrated routing and scheduling of World Food Programme cargo planes in Angola. **Computers & Operations Research**, v. 34, n. 6, p. 1601–1615, jun. 2007.

DE LA TORRE, L. E.; DOLINSKAYA, I. S.; SMILOWITZ, K. R. Disaster relief routing: Integrating research and practice. **Socio-Economic Planning Sciences**, v. 46, n. 1, p. 88–97, mar. 2012.

DYER, J. S. Remarks on the Analytic Hierarchy Process. **Management Science**, v. 36, n. 3, p. 249–258, mar. 1990.

EDWARDS, W.; BARRON, F. H. SMARTS and SMARTER: Improved Simple Methods for Multiattribute Utility Measurement. **Organizational Behavior and Human Decision Processes**, v. 60, p. 306–325, 1994.

FRANCO, L. A.; MONTIBELLER, G. Problem structuring for multicriteria decision analysis interventions. In: COCHRAN, J. COCHRAN, J. J.; COX JR, L. A.; KESKINOCAK, P. KHAROUFEH, J. P.; SMITH, J.C. (Eds.). **Wiley Encyclopedia of Operations Research and Management Science**. Nova Iorque: John Wiley & Sons, Inc, 2010.

GONÇALVES, P. Balancing provision of relief and recovery with capacity building in humanitarian operations. **Operations Management Research**, v. 4, n. 1-2, p. 39–50, 9 fev. 2011.

GRALLA, E. **Human and Modeling Approaches for Humanitarian Transportation Planning**. Massachusetts - EUA, Massachusetts Institute of Technology, 2012.

HAGHANI, A.; OH, S.-C. Formulation and solution of a multi-commodity, multi-modal network flow model for disaster relief operations. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, v. 30, n. 3, p. 231–250, maio 1996.

HAMEDI, M.; HAGHANI, A.; YANG, S. Reliable Transportation of Humanitarian Supplies in Disaster Response: Model and Heuristic. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 54, p. 1205–1219, out. 2012.

HOLGUÍN-VERAS, J.; JALLER, M.; VAN WASSENHOVE, L. N.; PÉREZ, N.; WACHTENDORF, T. On the unique features of post-disaster humanitarian logistics. **Journal of Operations Management**, v. 30, n. 7, p. 494–506, nov. 2012.

HOLGUÍN-VERAS, J.; PÉREZ, N.; JALLER, M.; VAN WASSENHOVE, L. N.; AROS-VERA, F. On the appropriate objective function for post-disaster humanitarian logistics models. **Journal of Operations Management**, v. 31, n. 5, p. 262–280, jul. 2013.

HOWARD, R. A. Decision Analysis: Practice and Promise. **Management Science**, v. 34, n. 6, p. 679–695, jun. 1988.

HOWARD, R. A.; MATHESON, J. E. Influence Diagram Retrospective. **Decision Analysis**, v. 2, n. 3, p. 144–147, set. 2005.

HUANG, M.; SMILOWITZ, K.; BALCIK, B. Models for relief routing: Equity, efficiency and efficacy. **Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review**, v. 48, n. 1, p. 2–18, jan. 2012.

KEENEY, R. L. Building models of values. **European Journal of Operational Research**, v. 37, n. 2, p. 149–157, nov. 1988.

KEENEY, R. L. **Value-Focused Thinking: A Path to Creative Decisionmaking**. Cambridge-EUA: Harvard University Press, 1992.

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

KEENEY, R. L.; GREGORY, R. S. Selecting Attributes to Measure the Achievement of Objectives. **Operations Research**, v. 53, n. 1, p. 1–11, fev. 2005.

LEIRAS, A.; DE BRITO JR., I.; PERES, E. Q.; BERTAZZO, T. R.; YOSHIZAKI, H. T. Y. Literature review of humanitarian logistics research: trends and challenges. **Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management**, v. 4, n. 1, p. 95–130, 2014.

LEÓN, O. Value-Focused Thinking versus Alternative-Focused Thinking: Effects on Generation of Objectives. **Organizational behavior and human decision processes**, v. 80, n. 3, p. 213–227, 1999.

LIN, Y.-H. ; BATTA, R.; ROGERSON, P. A.; BLATT, A.; FLANIGAN, M. A. A logistics model for emergency supply of critical items in the aftermath of a disaster. **Socio-Economic Planning Sciences**, v. 45, n. 4, p. 132–145, dez. 2011.

LOGISTICS CLUSTER. **Logistics Cluster Global Strategy 2013 - 2015**. 2012. Disponível em: <http://www.logcluster.org/sites/default/files/logistics_cluster_glcsc_strategic_plan_2012-2015_0.pdf>. Acesso em: 7 nov. 2013.

MALAVER, G. **Structuring strategic decisions through the analytic hierarchy process: a case study in the selection of warehouse location for WFP in Ethiopia**. Massachusetts-EUA: Massachusetts Institute of Technology, 2009.

METE, H. O.; ZABINSKY, Z. B. Stochastic optimization of medical supply location and distribution in disaster management. **International Journal of Production Economics**, v. 126, n. 1, p. 76–84, jul. 2010.

MONTIBELLER, G.; FRANCO, L. A. Raising the bar: strategic multi-criteria decision analysis. **Journal of the Operational Research Society**, v. 62, n. 5, p. 855–867, 2011.

NOLZ, P. C.; SEMET, F.; DOERNER, K. F. Risk approaches for delivering disaster relief supplies. **OR Spectrum**, v. 33, n. 3, p. 543–569, 2 jun. 2011.

OCHA. **Guidelines for Civil-Military Coordination in Haiti.** Haiti: OCHA, 2011.

OVERSTREET, R. E.; HALL, D.; HANNA, J. B.; RAINER JR., R. K. Research in humanitarian logistics. **Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management**, v. 1, n. 2, p. 114–131, 2011.

OZDAMAR, L. Planning helicopter logistics in disaster relief. **OR Spectrum**, v. 33, n. 3, p. 655–672, 9 jun. 2011.

ÖZDAMAR, L.; DEMIR, O. A hierarchical clustering and routing procedure for large scale disaster relief logistics planning. **Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review**, v. 48, n. 3, p. 591–602, maio 2012.

ÖZDAMAR, L.; EKINCI, E.; KÜÇÜKYAZICI, B. Emergency Logistics Planning in Natural Disasters. **Annals of Operations Research**, v. 129, n. 1-4, p. 217–245, jul. 2004.

PARK, S. **A Multi-Objective Decision-Making Model for Resources Allocation in Humanitarian Relief**. Wright-Patterson Air Force Base-EUA: Air Force Institute od Technology, 2007.

SEURING, S.; MÜLLER, M.; WESTHAUS, M.; MORANA, R. Conducting a literature review - The example of sustainability in supply chains. In: KOTZAB, H.; SEURING, S.; MÜLLER, M.; REINER, G. (Eds.). **Research Methodologies in Supply Chain Management**. Alemanha: Physica-Verlag Heidelberg, 2005. p. 91–106.

SHEN, Z.; DESSOUKY, M.; ORDÓÑEZ, F. A two-stage vehicle routing model for large-scale bioterrorism emergencies. **Networks**, 2009.

SHEU, J. An emergency logistics distribution approach for quick response to urgent relief demand in disasters. **Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review**, v. 43, p. 687–709, 2007.

STERMAN, J. D. **Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World**. 1. ed. Nova Iorque: McGraw-Hill/Irwin, 2000.

THE SPHERE PROJECT. **The Sphere Project: Humanitarian Charter and Minimum Standards in Humanitarian Response**. 2011. ed. Northampton, UK: Sphere Project, 2011.

TOMASINI, R. M.; VAN WASSENHOVE, L. N. **Humanitarian Logistics**. 1. ed. Hampshire: Palgrave Macmillan, 2009.

TVO - INSIDE DISASTER. **Relief Challenges**. [s.d]. Disponível em: <http://insidedisaster.com/haiti/response/relief-challenges>. Acesso em: 1 jan. 2015.

TZENG, G.-H.; CHENG, H.-J.; HUANG, T. D. Multi-objective optimal planning for designing relief delivery systems. **Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review**, v. 43, p. 673–686, nov. 2007.

VAN WASSENHOVE, L. N. Humanitarian aid logistics: supply chain management in high gear. **Journal of the Operational Research Society**, v. 57, n. 5, p. 475–489, 14 dez. 2006.

VARGAS, R. V. **Manual Prático do Plano de Projeto**. 5. ed. Brasil: BRASPORT, 2014.

VILAS, V. J. D. R.; BURGEÑO, A.; MONTIBELLER, G.; CLAVIJO, A.; VIGILATO, M. A.; COSIVI, O. Prioritization of capacities for the elimination of dog-mediated human rabies in the Americas: building the framework. **Pathogens and Global Health**, v. 107, n. 7, p. 340–345, 2013.

VISWANATH, K.; PEETA, S. Multicommodity maximal covering network design problem for planning critical routes for earthquake response. **Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board**, v. 1857, n. 1, p. 1–10, 1 jan. 2003.

VITORIANO, B.; ORTUÑO, M. T.; TIRADO, G.; MONTERO, J. A multi-criteria optimization model for humanitarian aid distribution. **Journal of Global Optimization**, v. 51, n. 2, p. 189–208, 9 set. 2010.

VITORIANO, B.; ORTUÑO, M. T.; TIRADO, G. HADS, a goal programming-based humanitarian aid distribution system. **Journal of Multi-Criteria Decision Analysis**, v. 16, n. 2009, p. 55–64, 2009.

WEAS, A.; CAMPBELL, M. Rediscovering the analysis of interconnected decision areas. **AI EDAM**, v. 18, n. 03, p. 227–243, 29 abr. 2004.

WFP; NETHERLANDS MINISTRY OF FOREIGN AFFAIRS; UNICEF. **Evaluation Brief: Global Logistics Cluster Evaluation**. Set. 2012. [s.l.]. Disponível em: <http://documents.wfp.org/stellent/groups/public/documents/reports/wfp251521.pdf>. Acesso em: 5 dez. 2014.

YAN, S.; SHIH, Y. Optimal scheduling of emergency roadway repair and subsequent relief distribution. **Computers & Operations Research**, v. 36, p. 2049–2065, 2009.

YI, W.; KUMAR, A. Ant colony optimization for disaster relief operations. **Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review**, v. 43, n. 6, p. 660–672, nov. 2007.

YI, W.; ÖZDAMAR, L. A dynamic logistics coordination model for evacuation and support in disaster response activities. **European Journal of Operational Research**, v. 179, n. 3, p. 1177–1193, jun. 2007

APÊNDICE A – Questionários para coleta de dados

Os questionários apresentados nesta seção foram utilizados para obtenção das informações necessárias à modelagem para Análise da Decisão Multicritério através da técnica SMARTER.

O **primeiro questionário** foi aplicado em inglês, pois na ocasião se pretendia coletar informações junto a *stakeholders* internacionais:

Objectives of Delivering aid: Humanitarian Logistics

Brainstorming - phase 1

Imagine that just after a disaster, you are in charge of coordinating the delivery of items to the victims. In this scenario, you have no information regarding the victims' conditions, even though you know that some areas were more severely hit than others. It was a big disaster, so there is a great amount of cargo arriving from all around the world, piling up at some storage points, but your capacity of delivering these items to victims is limited. A distribution plan must be created, assigning vehicles to distribution points and to the cargo with which vehicles will be loaded. This plan should be drawn for a planning horizon of one week.

Having this scenario in mind, please answer the following questions.

1. Does the problematic situation described seem realistic to you? Have you experienced similar problems when acting in disaster aftermaths? Feel free to suggest changes that would make it more real to you. Keep in mind that the following questions are nonetheless based on the situation described above.

2. I will address all questions to "you", and you may answer them according to your own way of thinking and experiences you've had; OR solely according to your organisation's value (i. e. how you are expected to answer based on training you have received).

However, I need to know your choice on how you want to answer questions, and I need you to stick to it. If you won't use your own judgement (or maybe you will because your organization has told you to do so), then check the "organization" box. Otherwise please check the "myself" box.

Myself | Organization

3. What objectives would you pursue when making the dispatch decisions?
Please take some time to reflect what you desire to achieve with the distribution and list anything that pops up into your mind. There are no right or wrong answers, I want you to list as many objectives as you can think of, it doesn't matter if one is more important than other.

Just as an example to illustrate what I mean by "objective": if you make decisions that you believe would result in a fast response, one objective that you may have in mind is to reach victims as fast as possible.

Next

Powered by SurveyMonkey
Check out our sample surveys and create your own now!

Brainstorming - phase 2

Eliciting objectives - still brainstorming

4. Now imagine I present to you some alternatives on how to execute the delivery of items to victims, and that I have simulated each of these plans so I know how they will result (how much of each type of item will be delivered to each destination, and when). What kind of information would be useful for you to decide which alternative you prefer? Please list below each piece of data seperately.

Info 1:
Info 2:
Info 3:
Info 4:
Info 5:
Info 6:
Info 7:
Info 8:
Info 9:
Info 10:

5. Now assume someone has made dispatch decisions for one week of aid delivery, and the plan was already executed, so we already know how things went. What outcome is possible to happen that you would feel is a bad result?

Final chance for listing elicited objectives

6. Now that I made you think a little bit more about the problem, is there any other objective that you want to add to your previous list? If so, please list them below.

Prev Next

Powered by SurveyMonkey
Check out our sample surveys and create your own now!

Objectives validation

Validation of what was found in the literature

7. Research has suggested some objectives for aid delivery in aftermath of disasters, listed below. Please check all the boxes of objectives you agree with AND you would pursue if in charge of drawing a distribution plan.

<<<If you think the objective is relevant, but not enough to take into account when making the dispatch decision, do NOT check its box>>

- First deliver items people won't survive without
- Cover the entire impacted region
- Meet pre-established priorities (of cargo type and/or destinations)
- Reach victims fast enough
- Attend the budget
- Distribute cargo equally to all victims
- Use all vehicles available
- Guarantee a minimum amount of cargo is delivered to all destination points
- Use safe delivery routes
- Spend less (save money)
- Take the same amount of cargo to all destinations
- Use fast delivery routes
- Deliver more cargo to points that were more severely hit
- Diminish human suffering
- Decrease tension buildup among victims
- Use resources efficiently
- Responsibly use the available resources
- Deliver as much cargo as possible
- Avoid exposing cargo to theft risks
- Respond proportionally to (expected) victims' conditions

Prev Next

Powered by SurveyMonkey
Check out our sample surveys and create your own now!

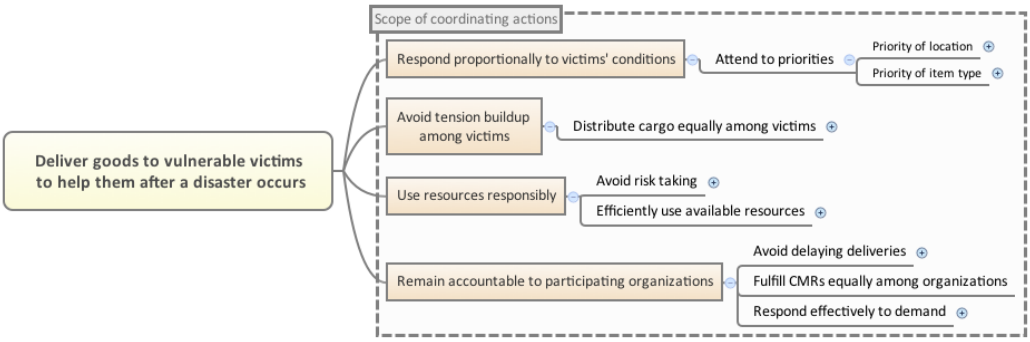
Proposal of a value tree

Now assume a slightly different scenario: during disaster aftermath, several humanitarian organizations bring cargo to the impacted area surroundings, but they do not have vehicles to execute the delivery of these items to victims. Fortunately, you do.
So now you'll be playing a coordinating role, under which you want organizations to work with you, because you believe collaboration between players will lead to better results than if every organization handled its own cargo. Dispatch decisions are different than in the last scenario we were working with, because now you must decide how to assign your fleet to the Cargo Movement Requests that you received for the following week (your planning horizon). You can not directly choose destination for each cargo, but you do control which request will be fulfilled and when.

The figure below represents a value tree. Each element of the figure is an objective for delivering cargo to disaster victims in the aftermath of a generic disaster. Connections between objectives mean the element at the right is a mean of achieving the element at its left.

Assume you must follow this value tree to evaluate different plans that your subordinates proposed to you.

<<CMR stands for Cargo Movement Request, which is a document issued by some humanitarian organization asking you to provide the transportation of a specified item from a certain origin facility to a certain destination where victims receive help>>



8. Choose a metric to measure up the level of achievement of each performance criterion listed below.

<<Just to illustrate metric selection, if I was to measure the achievement of someone's goal to lose weight, I would choose "amount of kilos lost per week" as a metric>>

Priority of location (send cargo to points that were more severely hit):

Priority of item type (deliver vital items):

Distribute cargo equally among victims (deliver the same amount of cargo to all destinations):

Avoid risk taking (reduce the impact of ruptures along the plan):

Efficiently use available resources (deliver more with less):

Avoid delaying deliveries (fulfil Cargo Movement Requests according to date specified by the issuer):

Fulfil Cargo Movement Requests equally among organisations (satisfy demand from all organisations):

Respond effectively to demand (have a high overall demand satisfaction rate):

Prev Next

Powered by SurveyMonkey
Check out our sample surveys and create your own now!

Attribute ranges

Now I want you to specify (based on your best judgement) what are the possible ranges of values that each attribute may assume.

Ranges are determined by the worst level of an attribute that an option is acceptable to have; and by the best level of an attribute that an option may achieve and be feasible at the same time - for example, since you do not have transportation capacity to fulfil all received CMRs, any distribution plan you follow will ever achieve a demand satisfaction rate of 100%.

<<I will go over this with you in person, not in this online survey>>

Prev Next

Powered by **SurveyMonkey**
Check out our sample surveys and create your own now!

Objectives tradeoffs

Some objectives elicited for both scenarios represent tradeoffs. For example, responding fast leads to expensive distribution plans, whereas being cost effective hurts the speed of response.

I will ask you questions that will help me evaluating such tradeoffs (either in person or through another online survey)

Prev Next

Powered by **SurveyMonkey**
Check out our sample surveys and create your own now!

Alternatives

I also want to elicit alternatives that describe how to draw distribution plans. This phase may be done in person or through another online survey (after we go over the previous questions in person).

Prev Done

Powered by **SurveyMonkey**
Check out our sample surveys and create your own now!

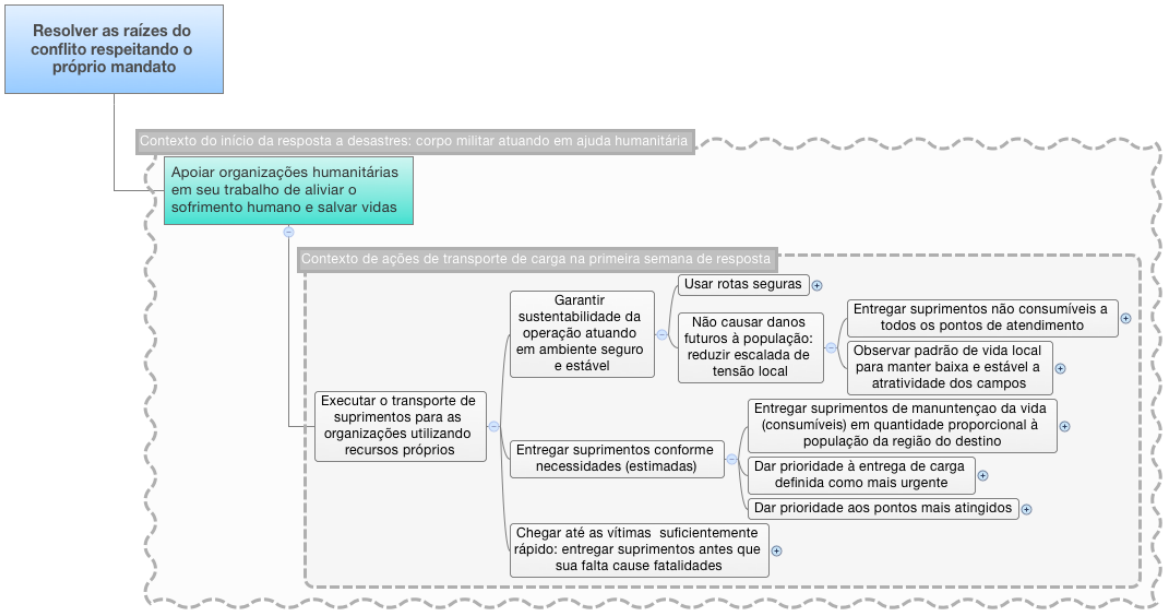
O **segundo questionário**, reproduzido a seguir, foi aplicado após seção de *brainstorming* conduzida pessoalmente. Deste em diante, os textos são em português, pois a formulação foi voltada à aplicação do método com tomador da decisão específico.

Árvore de valores - Bruno

Proposta de árvore de valores

Proposta de árvore de valores baseada na conversa em que mapeamos os objetivos da entrega de suprimentos às vítimas de desastres, considerando o ponto de vista de uma organização militar.

Considere essa primeira versão da árvore da valores. Cada elemento dela é um objetivo identificado no mapa elaborado na nossa reunião. Primeiramente, note que há especificação de dois contextos: um diz respeito à situação de resposta em que o corpo militar dá apoio logístico às organizações, que ainda não possuem recursos para atuar sozinhas; outro (inserido no primeiro) diz respeito à execução do transporte de suprimentos. A parte da árvore que nos interessa é a colocada dentro de "contexto das ações de transporte de carga".
As conexões da árvore indicam relações de causalidade entre os objetivos, assim um dado objetivo deve ser entendido como um fim para o objetivo conectado a sua direita (ou abaixo). Alternativamente, determinado objetivo é um meio de atingir o objetivo conectado a sua esquerda (ou acima).



1. O objetivo "Observar padrão de vida local para manter baixa e estável a atratividade dos campos (de desabrigados)" talvez seja mais adequado para um contexto em que já se sabe mais sobre o estado das vítimas, diferentemente das condições da primeira semana de resposta. O que você acha?

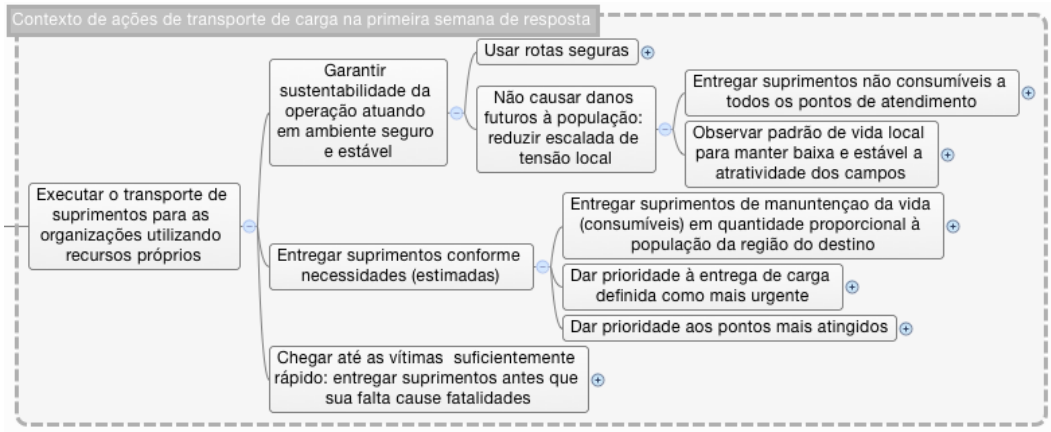
2. Há alguma coisa que você mudaria de cara, ou algo que não está claro na árvore?

Next

Powered by SurveyMonkey
Check out our sample surveys and create your own now!

Validação da árvore

Considerando a parte da árvore específica para o contexto em estudo, responda as questões seguintes.



3. Sobre a estrutura da árvore proposta, você sugere alguma mudança?

4. Uma árvore de valores deve conter todos os objetivos essenciais à tarefa em estudo. Pensando nisso, é possível realizar uma boa distribuição (segundo o ponto de vista da organização) atentando somente para os objetivos expressos na árvore?

- Sim
- Não

Se não for possível, que objetivos essenciais à distribuição (pelo ponto de vista adotado) devem ser adicionados à árvore?

5. Há objetivos redundantes na árvore? Isto é, é possível traçar um bom plano de distribuição ignorando algum dos elementos da árvore proposta?

- Sim
- Não

O que você removeria, ou quais modificações você sugere?

6. Os objetivos estão claros, ou necessitam ser reformulados? Ao ler um objetivo, você não deve ter dúvidas do que ele implica. Por favor, especifique objetivos que porventura gerem dúvidas deste tipo.

7. Imagine que você tenha dois possíveis planos de distribuição em mãos, e queira avaliá-los de acordo com os objetivos estabelecidos na árvore. É possível medir o desempenho destes planos em relação aos objetivos da extremidade inferior (direita) da árvore?

- Sim
- Não

Favor especificar os objetivos que não atendem à pergunta

Prev Done

Powered by **SurveyMonkey**
Check out our sample surveys and create your own now!

Após recebimento das respostas às questões anteriores, o modelo foi revisto e a nova árvore de valor foi validada pelo **terceiro questionário**, a seguir:

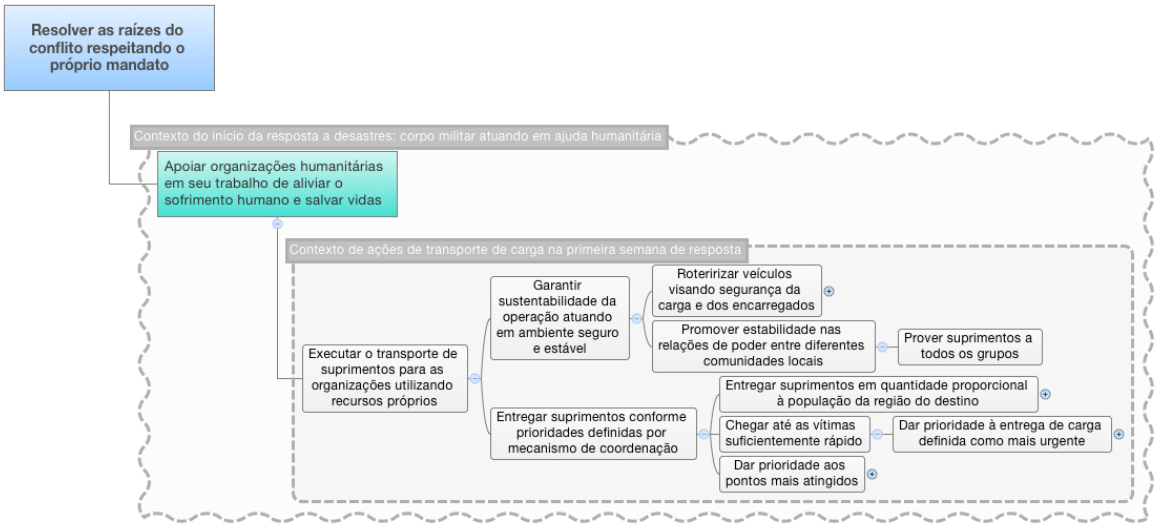
Árvore de valores - Bruno (segunda proposta)

Validação da nova versão da árvore de valores

Proposta de árvore de valores baseada na conversa em que mapeamos os objetivos da entrega de suprimentos às vítimas de desastres, considerando o ponto de vista de uma organização militar atuando em local onde houve um desastre.

Considere a segunda versão da árvore da valores, abaixo.

Alterações foram feitas em relação à primeira versão, de acordo com seus comentários na última survey respondida.



1. É possível realizar uma boa distribuição (segundo o ponto de vista da organização) atentando somente para os objetivos expressos na árvore?

- Sim
- Não

Se não for possível, que objetivos essenciais à distribuição (pelo ponto de vista adotado) devem ser adicionados à árvore?

2. Você removeria algum dos objetivos da árvore?

- Não
- Sim

Se sim, qual(is)?

3. Os objetivos estão claros?

- Sim
- Não

Caso não estejam, especifique dúvidas

4. É possível medir o desempenho de possíveis planos de distribuição em relação aos objetivos da extremidade inferior (direita) da árvore?

- Sim
- Não

Favor especificar os objetivos que não atendem à pergunta

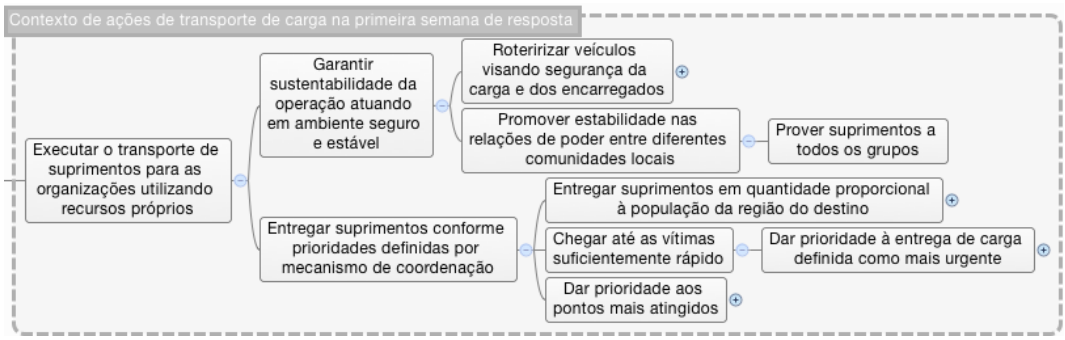
Next

Powered by **SurveyMonkey**
Check out our sample surveys and create your own now!

Seleção de atributos

Se você sugeriu alguma mudança na árvore proposta, pule para o final da pesquisa (não precisa reponder as próximas questões).

Considere a parte da árvore relativa ao problema estudado, apresentada na figura abaixo.



5. Escolha uma forma de medir o desempenho de diferentes planos de distribuição em relação a cada critério de avaliação abaixo (objetivos da extremidade direita da árvore):

<< Para alguns objetivos, é possível que não haja forma natural de medi-los. Por exemplo, uma métrica natural para "emagrecer" seria "quilogramas perdidos por semana"; já para o objetivo "melhorar relação com cliente", cuja avaliação é mais subjetiva, uma métrica possível seria "satisfação do cliente ao fim da transação" >>

Roteirizar veículos visando segurança da carga e dos encarregados:	
Prover suprimentos a todos os grupos (a fim de garantir estabilidade entre grupos de poderes locais):	
Entregar suprimentos em quantidade proporcional à população da região de destino:	
Dar prioridade à entrega de carga definida como urgente:	
Dar prioridade aos pontos mais atingidos:	

A distribuição de suprimentos provavelmente terá bom desempenho em alguns dos critérios de avaliação, em detrimento de outros critérios, pois não é realista imaginar que existe solução que seja ótima em todos os aspectos considerados na árvore de valores.
Assim, devemos definir para cada uma das métricas [DEFINIDAS POR VOCÊ NA QUESTÃO ANTERIOR]:
- qual é o pior nível de desempenho de uma distribuição que ainda é aceitável;
- e qual é o melhor desempenho (factível!!!) que uma distribuição pode alcançar.

6. Defina o pior (mas ainda aceitável) nível de desempenho de uma distribuição, em relação a cada uma das métricas, definidas para os critérios abaixo:

Roteirizar veículos visando segurança da carga e dos encarregados:	
Prover suprimentos a todos os grupos (a fim de garantir estabilidade entre grupos de poderes locais):	
Entregar suprimentos em quantidade proporcional à população da região de destino:	
Dar prioridade à entrega de carga definida como urgente:	
Dar prioridade aos pontos mais atingidos:	

7. Agora defina o melhor desempenho (realista!) que uma distribuição pode obter em relação a cada uma das métricas, definidas para os critérios abaixo:

Roteirizar veículos visando segurança da carga e dos encarregados:	
Prover suprimentos a todos os grupos (a fim de garantir estabilidade entre grupos de poderes locais):	
Entregar suprimentos em quantidade proporcional à população da região de destino:	
Dar prioridade à entrega de carga definida como urgente:	
Dar prioridade aos pontos mais atingidos:	

Prev Done

Por fim, o **quarto questionário** introduziu as estratégias para avaliação em termos dos critérios definidos nas respostas às questões anteriores. Notas de desempenho parciais foram atribuídas às alternativas e os critérios foram ordenados pelo TD:

Avaliação das alternativas - parte 1 de 2

Apenas retomando o problema tratado: um agente coordenador deverá executar o transporte de suprimentos em nome de organizações humanitárias, que possuem diferentes tipos de carga destinadas a diferentes locais dentro da região atingida pelo desastre. Este agente possui recursos logísticos limitados, por isso deverá escolher quais pedidos serão atendidos e em que ordem. Para tanto, usará uma estratégia de auxílio à tomada de decisão.

São propostas algumas estratégias, detalhadas na figura a seguir. Leia com atenção para entender as diferenças entre as opções retratadas.

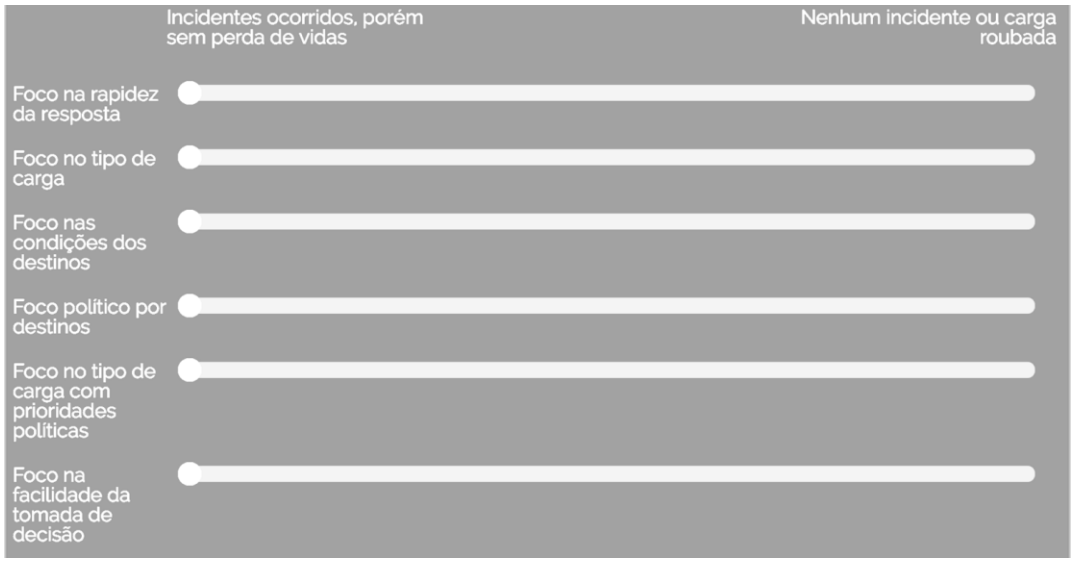
Estratégias para traçar planos de distribuição: diretrizes para definir ordem em que pedidos das organizações serão atendidos

Foco na rapidez da resposta	Carregar veículos com a carga especificada nos pedidos das organizações Selecionar pedidos que possam ser atendidos mais rapidamente Permitir que veículos viagem fora de comboios
Foco no tipo de carga	Entregar um tipo de carga de cada vez, começando pelas cargas de maior prioridade estabelecida Selecionar pedidos com carga de maior prioridade, até que nível mínimo deste tipo de carga seja atingido (aí carga da próxima prioridade é selecionada) Permitir que veículos viagem fora de comboios
Foco nas condições dos destinos	Enviar mix com todos os tipos de carga, com proporções maiores quanto maior a prioridade da carga Selecionar primeiro destinos mais atingidos, até que nível mínimo de entregas seja atingido (aí atender outros locais) Usar comboios para todas as entregas
Foco político por destinos	Enviar mix com todos os tipos de carga, com proporções maiores quanto maior a prioridade da carga Selecionar primeiro destinos de interesse dos grupos de poder, até que nível mínimo seja atingido (aí atender primeiro locais mais atingidos, depois o resto) Usar comboios para todas as entregas
Foco no tipo de carga com prioridades políticas	Entregar um tipo de carga de cada vez, começando pelas cargas de maior prioridade estabelecida Selecionar primeiro destinos de interesse dos grupos de poder, até que nível mínimo seja atingido (aí atender primeiro locais mais atingidos, depois o resto) Permitir que veículos viagem fora de comboios
Foco na facilidade da tomada de decisão (Atender os pedidos na ordem recebida)	Carregar veículos com a carga especificada nos pedidos das organizações (na ordem recebida) Selecionar destinos conforme especificado nos pedidos (em ordem de recebimento) Permitir que veículos viagem fora de comboios

1. Avalie as estratégias propostas com relação ao critério de **segurança**.
O atributo escolhido para medir o desempenho quanto a este objetivo é o **número de incidentes de segurança ocorridos**, que pode variar entre os extremos:

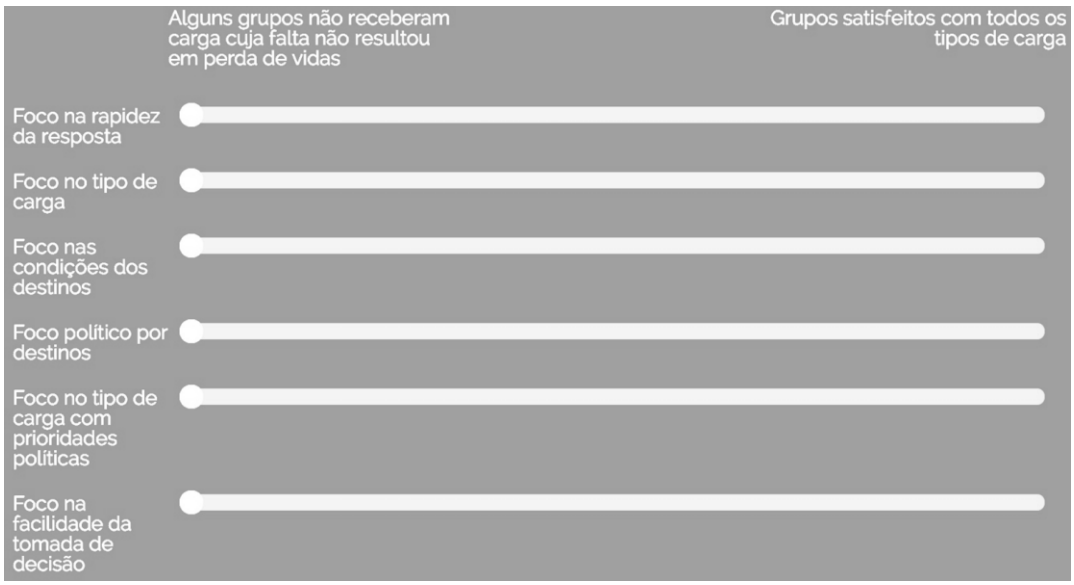
- 100 (Melhor desempenho possível): Nenhum incidente ou carga roubada
- 0 (Pior desempenho aceitável): Incidentes ocorridos, porém sem perda de vidas

Dicas:
(1) Primeiramente, posicione grosseiramente as alternativas na escala. Para tanto, pense em como as diferentes estratégias estão distribuídas entre os extremos definidos. Pense se a alternativa está mais próxima do desempenho ótimo ou do pior aceitável, para definir se ela tem nota maior ou menor do que 50. Pode ser que alguma alternativa tenha desempenho muito melhor ou pior do que as outras, e portanto ela deve aparecer isolada próximo ao topo ou ao início da escala.
(2) Depois, compare pares de alternativas para refinar a nota atribuída a cada uma. Nossa escala é definida pela comparação entre os desempenhos das diferentes opções. Assim, 20 pontos na escala representam, por exemplo, um quinto da melhora de ir do pior ao melhor estado (extremos da escala, 0 a 100). Esses 20 pontos representam a mesma melhora independente de onde eles estão (ou seja, ir de 0 a 20 é o mesmo ganho de ir de 80 a 100). Isso significa que se a diferença entre as notas dadas para as alternativas A e B é numericamente igual à diferença de notas entre B e C, então o ganho (ou perda) de trocar a alternativa A pela B é igual ao ganho (ou perda) de trocar a B pela C.



2. Avalie as estratégias propostas com relação ao critério de **estabilidade** (entre os diferentes grupos de poder locais).
O atributo escolhido para medir o desempenho quanto a este objetivo é o **nível de satisfação dos diferentes grupos de poder**:

- 100 signi! ca "Grupos satisfeitos com todos os tipos de carga", enquanto
- 0 corresponde a "Alguns grupos não receberam carga cuja falta não resultou em perda de vidas"



3. Avalie as estratégias propostas com relação ao critério de entrega de carga em **quantidade proporcional às necessidades** das vítimas. O atributo escolhido para medir o desempenho quanto a este objetivo é a **diferença entre o total entregue às vítimas e o padrão de!nido pelo Sphere Project**.

- Atingir o padrão ideal signi! ca nota 100, enquanto
- apenas atingir o mínimo é nota 0.

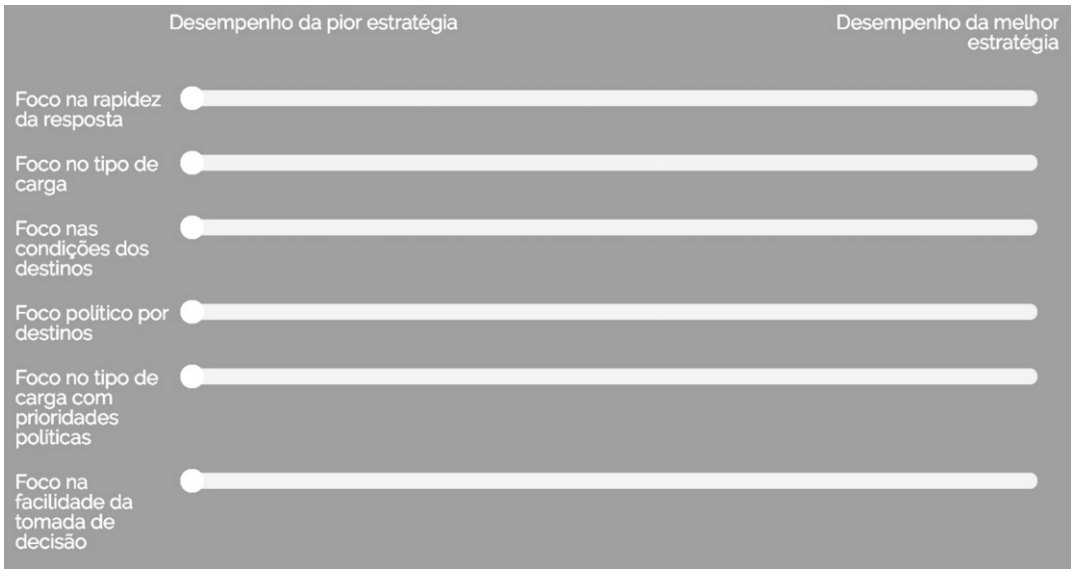
4. Avalie as estratégias propostas com relação ao critério de **atendimento das prioridades dos destinos**. O atributo escolhido para medir o desempenho quanto a este objetivo é a **proporção da carga entregue que é destinada aos pontos mais atingidos pelo desastre**. Os extremos da escala serão definidos pelo desempenho das próprias alternativas.

Dicas:

(1) Primeiramente, defina qual a melhor alternativa e pior, dando nota 100 e 0 para as mesmas, respectivamente.

(2) Depois, compare as demais alternativas com as já avaliadas, definindo se elas se encontram mais próximas de algum dos extremos e o quão próximas.

(3) Assim como antes, nossa escala é definida pela comparação entre os desempenhos das diferentes opções. Assim, 20 pontos na escala representam, por exemplo, um quinto da melhora de ir do pior ao melhor estado (extremos da escala, 0 a 100). Esses 20 pontos representam a mesma melhora independente de onde eles estão (ou seja, ir de 0 a 20 é o mesmo ganho de ir de 80 a 100). Isso significa que se a diferença entre as notas dadas para as alternativas A e B é numericamente igual à diferença de notas entre B e C, então o ganho (ou perda) de trocar a alternativa A pela B é igual ao ganho (ou perda) de trocar a B pela C.

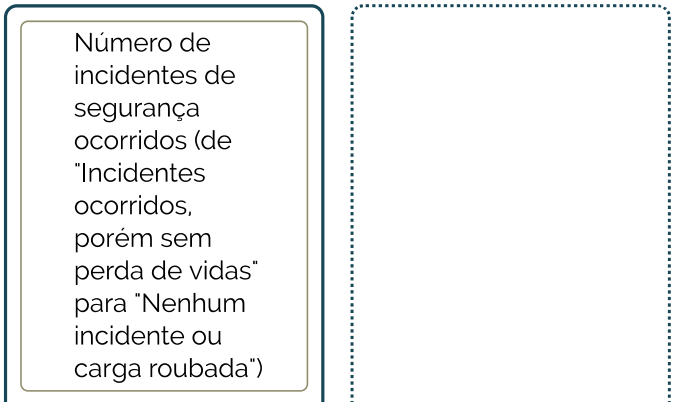


5. Avalie as estratégias propostas com relação ao critério da **prioridade da carga**. O atributo escolhido para medir o desempenho quanto a este objetivo é a **proporção da carga entregue correspondente ao tipo de carga considerado prioritário**. Os extremos da escala serão de! nidos pelo desempenho das próprias alternativas.

Ranking dos critérios de desempenho

6. Imagine um cenário em que a distribuição esteja com o pior desempenho possível, o que significa que todos os critérios de avaliação se encontram no pior nível definido (de nota 0 nas escalas anteriores). Qual seria o primeiro critério que você escolheria para ter o desempenho alterado para o melhor possível (nota 100)? E o segundo? Ordene os critérios conforme você os seleciona (no topo o primeiro e no fim o último critério selecionado)

Drag items from the left-hand list into the right-hand list to order them.



Nível de satisfação dos diferentes grupos de poder (de "Alguns grupos não receberam carga cuja falta não resultou em perda de vidas" para "Grupos satisfeitos com todos os tipos de carga")		
Total de carga entregue em comparação com os padrões do Sphere Project (de "Padrões mínimos estipulados pelo Sphere Project atingidos" para "Padrões ideias estipulados pelo Sphere Project atingidos")		
Proporção de carga urgente em relação ao total entregue (da alternativa de pior desempenho para a de melhor desempenho)		

Proporção das entregas destinada às regiões mais afetadas (da alternativa de pior desempenho para a de melhor desempenho)

Comments

Back Submit

Thank You!

Parabéns por completar este questionário.
Obrigada, de novo, pela ajuda!

Esta foi nossa última survey. Discutiremos os resultados em 2015!
Até lá, um ótimo natal e feliz ano novo pra você e sua família!!!

100%

Survey Software (http://www.surveygizmo.com/poweredby.html) powered by SurveyGizmo

surveygizmo (http://www.surveygizmo.com/poweredby.html)

Ressalta-se que os três primeiros questionários foram desenvolvidos na plataforma do *Survey Monkey*, com conta gratuita, enquanto o último foi realizado na *Survey Gizmo* utilizando conta paga estudantil.