

# **EMPREGO DA METODOLOGIA SMARTER NA SELEÇÃO DE ESTRATÉGIA PARA O PLANEJAMENTO DA ENTREGA DE AJUDA A VÍTIMAS DE DESASTRE**

**Luísa Brandão Cavalcanti**

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Sistemas Logísticos, Universidade de São Paulo  
Av. Prof. Almeida Prado Travessa 2, 128; Cidade Universitária – São Paulo/SP  
cavalcanti.lb@gmail.com

**André B. Mendes**

Departamento de Engenharia Naval e Oceânica, Universidade de São Paulo  
Av. Prof. Melo Moraes, 2231; Cidade Universitária – São Paulo/SP  
andbergs@usp.br

## **RESUMO**

Na literatura de Análise da Decisão Multicritério há poucas publicações sobre a fase de estruturação do problema, que inclui a identificação de uma oportunidade de decisão e a elucidação dos objetivos apropriados à situação problemática definida. Neste artigo, é desenvolvido modelo para escolher estratégia de entrega de ajuda humanitária após desastre, utilizando metodologia SMARTER, com documentação de cada passo da modelagem. O propósito aqui é investigar os objetivos da operação de resposta e propor uma solução que os leve em conta. Ainda, a literatura é utilizada como fonte de dados para estruturação do problema, complementando os métodos existentes. Conclui-se, sobre os objetivos, que medidas de justiça da distribuição devem considerar as condições das vítimas e, sobre a metodologia, que é possível utilizar a literatura para enriquecer a discussão com tomadores da decisão, o que é especialmente útil quando há pouco contato com estes.

**PALAVRAS-CHAVE:** Análise da Decisão Multicritério; logística humanitária.

**Área principal:** ADM – Apoio à Decisão Multicritério; L&T - Logística e Transportes.

## **ABSTRACT**

Within the Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA) literature, few articles focus on the problem-structuring phase, which includes identifying a decision opportunity and elucidating appropriate objectives to solving the problematic situation under analysis. This paper documents all the steps employed to build a model for choosing a strategy for planning aid delivery to disaster victims, using a methodology known as SMARTER. The objective of this paper is to investigate the objectives of disaster response operations and to propose a solution that takes them into account. Furthermore, literature is here used as data source for the problem-structuring phase, complementing existing methods. Regarding the objectives, it is concluded that fairness measurements should consider victims' conditions; whereas regarding methodology, it is concluded that literature may supplement the discussion with decision makers, which is especially useful when contact with them is limited.

**KEYWORDS:** Multi-Criteria Decision Analysis; humanitarian logistics.

**Main Area:** ADM – Multi-Criteria Decision Support, L & T - Logistics and Transport.

## 1. Introdução

Desastres naturais, como deslizamentos e tsunamis, são originados por fenômenos que estão além do alcance humano e, portanto, sempre impactarão sociedades ao redor do mundo. Porém, a Base Internacional de Dados sobre Desastres (EM-DAT) mostra que suas consequências vêm crescendo nas últimas décadas. Desde o início do milênio, os danos causados por desastres naturais alcançam bilhões de dólares ao ano, com picos de 200 bilhões em 2005, ano do furacão Katrina, e 350 bilhões em 2011, ano do acidente nuclear de Fukushima, no Japão (CRED 2014). Ainda, milhões de pessoas são afetadas por este tipo de ocorrência todos os anos, das quais milhares morrem. Em 2010, por exemplo, impulsionados pelo terremoto no Haiti, tais números chegaram a 260 milhões de afetados e 328 mil mortos (CRED 2014). É preciso, então, diminuir os impactos destes eventos na sociedade, atuando antes e depois de sua ocorrência.

Neste sentido, a Logística Humanitária (LH) compreende os processos e sistemas envolvidos na mobilização de pessoas, recursos e conhecimento para ajudar vítimas de desastres (Van Wassenhove 2006). As atividades da LH podem tanto preparar a sociedade, mitigando as potenciais consequências de catástrofes antes que elas ocorram, ou se voltar ao amparo das pessoas já atingidas e à reconstrução da comunidade abalada. Dentro do escopo das ações de amparo, que caracterizam a resposta ao desastre, está o transporte de suprimentos até os locais onde a ajuda é recebida pela população vulnerável. Do ponto de vista da Pesquisa Operacional (PO), a execução desta última perna da cadeia logística é um problema de alocação de recursos e roteirização de veículos, com múltiplos períodos de tempo e tipos de carga, usando frota heterogênea. Entretanto, diferentemente do que ocorre na logística tradicional, aqui o não atendimento de um pedido em certo intervalo de tempo pode causar sofrimento humano e até mortes. Ademais, a capacidade de transporte local nas primeiras horas ou dias após o desastre é tipicamente limitada, sendo preciso priorizar destinos e certos tipos de carga para que os recursos sejam empregados da maneira mais proveitosa possível. Desta forma, uma função objetivo aplicável ao problema deve ser definida levando em conta o bem-estar social, dando menor importância aos custos de transporte da carga (Holguín-Veras *et al.*, 2013). Neste cenário, é de suma importância melhorar a tomada de decisão em campo, agilizando o planejamento da entrega de carga sem que se perca qualidade da solução.

Como a própria literatura de LH indica, os objetivos da entrega de ajuda são múltiplos e conflitantes entre si: por exemplo, se quer chegar o mais rápido possível às vítimas e ao mesmo tempo se quer minimizar custos. O propósito deste trabalho é justamente elucidar estes objetivos e propor uma estratégia para o planejamento do transporte que esteja alinhada com eles. Métodos de Análise da Decisão Multicritério (ADM) são apropriados para este fim, pois permitem que vários aspectos da solução sejam levados em conta na tomada de decisão, sem que os objetivos e suas compensações sejam conhecidos *a priori* (Vilas *et al.* 2013). A abordagem utilizada aqui segue o Pensamento Focado em Valor (PFV), ou *Value-Focused Thinking*, que parte dos objetivos do Tomador da Decisão (TD) e não de alternativas de solução pré-existentes (Keeney 1992). São especialmente interessantes a este tipo de abordagem as metodologias de ADM que usam medição de valor, segundo a classificação de Belton e Stewart (2002), pois elas permitem a construção de um sistema de avaliação independente das alternativas avaliadas. Ou seja, alternativas podem ser excluídas e incluídas após uma primeira análise sem que haja necessidade de revisão do modelo.

As técnicas de modelagem de ADM exigem interações entre analista e TD, seja ele grupo ou indivíduo. De fato, seus primeiros passos de aplicação incluem a identificação do TD, adoção de um ponto de vista explícito e formalização do contexto da decisão (Franco e Montibeller, 2010). Com relação às operações de resposta a desastre, ressalta-se que faltam mecanismos de coordenação eficazes, que alinhem os diversos atores em direção a uma atuação melhor como um todo (Holguín-Veras *et al.* 2012). Desta forma, a fim de preencher esta lacuna, o ponto de vista adotado nesta pesquisa é do coordenador da operação, cujos objetivos devem englobar os interesses daqueles que estão sob sua influência. Assume-se, ainda, uma situação de pós-desastre em que os veículos e depósitos disponíveis são compartilhados, viabilizando a entrega da carga de diferentes organizações. Este cenário hipotético tem como base a tese de Gralla (2012) e foi considerado verossímil pelo profissional consultado.

Neste estudo, o TD é representado por um especialista em logística de desastres. Como as interações com o mesmo são via *internet*, opta-se pelo método de ADM conhecido como SMARTER – *Simple Multi-Attribute Rating Technique with Exploiting Ranks*. Esta técnica põe menos peso cognitivo no TD do que métodos similares mas, ao mesmo tempo, permite a seleção da melhor alternativa sem perda considerável de qualidade da solução (Barron e Barrett, 1996; Vilas *et al.*, 2013). Antes do contato com o TD, entretanto, a literatura de PO é revisada e dela são extraídos objetivos e critérios de desempenho apropriados ao problema (a revisão de conteúdo citada é relatada em outro trabalho - Cavalcanti *et al.* 2014). Os elementos assim levantados são incorporados na reflexão sobre o problema, na aplicação da SMARTER.

A organização deste texto está feita da seguinte maneira: na seção 2 a literatura pertinente é analisada, a fim de contextualizar o presente trabalho; a seção 3 apresenta a metodologia de desenvolvimento da pesquisa, especificando três fases de modelagem; e na seção 4 o modelo construído é documentado. Por fim, os resultados são discutidos na seção 5 e as conclusões são apresentadas na seção 6.

## 2. Revisão da literatura

As funções objetivo aplicadas ao problema em pauta possuem formulações variadas (Caunhye *et al.*, 2012; De La Torre *et al.*, 2012; Holguín-Veras *et al.*, 2013), sugerindo que os critérios de desempenho são diferentes para diferentes tomadores da decisão. Entretanto, quando múltiplos agentes atuam simultaneamente dependendo de recursos escassos, como no cenário descrito, é necessário esclarecer e alinhar os objetivos do grupo, principalmente se houver intenção de atuar de forma coordenada.

Cavalcanti *et al.* (2014) fornecem uma lista de trabalhos que otimizam a tarefa de planejamento de entregas, explorando seus modelos matemáticos a fim de extrair os critérios de desempenho correspondentes. A grande maioria das publicações não explica como a função objetivo foi definida, nem em relação às variáveis nem aos pesos atribuídos a elas, quando múltiplas. Uma das exceções é a tese de Gralla (2012), que primeiramente se dedica à elucidação de objetivos apropriados à decisão, para depois construir modelo matemático de otimização. Seu trabalho introduz a obtenção empírica dos critérios de avaliação e dos *trade-offs* entre objetivos. Contudo, o método utilizado para obter tais compensações é o *conjoint analysis* (Gralla *et al.* 2014), que não dá espaço para a discussão e chegada de consenso entre os tomadores da decisão, limitando os objetivos àqueles que já são adotados em campo. O modelo desenvolvido representa passo importante para a área por sua validade empírica, porém apenas replica o que foi identificado na prática, sem reflexão sobre a adequabilidade de tais objetivos.

Já Malaver (2009) utiliza o método *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, são obtidas junto à organização. Porém, 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. Assim, o presente trabalho se diferencia da tese mencionada não só por abordar outra decisão, como também por utilizar outro método de ADM, o SMARTER, em que a modelagem das preferências é feita com adoção de pontos de referência explícitos.

Por sua vez, Park (2007) estuda o problema de alocação de recursos nas primeiras 72 horas de resposta a desastre natural. O modelo criado avalia a distribuição do orçamento entre os diversos serviços de ajuda às vítimas, como atendimento emergencial, transporte de pessoas, entrega de alimentos etc. Entretanto, Park (2007) se afasta do PFV por partir de um conjunto restrito de possibilidades de investimento e, além disso, não registra a fase de estruturação do problema, durante a qual são levantados os objetivos do TD e elaboradas as possíveis alternativas de decisão.

As aplicações de métodos ADM com medição de valor seguem oito passos: identificação de *stakeholders* e TD, definição de objetivos, definição de critérios, identificação de alternativas, avaliação de alternativas, definição de pesos, incorporação de compensações, e obtenção do resultado agregado (Vilas *et al.* 2013). A estruturação do problema contempla as quatro primeiras etapas e é essencial à qualidade da solução obtida (Keeney 1992), pois forma a base do modelo de avaliação. Porém, ainda há uma carência de registros sobre o desenvolvimento de alternativas (Montibeller e Franco, 2011). Talvez por este motivo, artigos introduzindo técnicas para esta tarefa são antigos, como os de Keeney (1996) e de Howard (1988), e os procedimentos descritos naquela época sofreram pouca ou nenhuma alteração (Weas e Campbell, 2004; Howard e Matheson 2005; Franco e Montibeller, 2010). Desta forma, o presente trabalho agrega à área de ADM ao ilustrar o uso de técnicas específicas para desenvolver alternativas, explicadas na próxima seção.

## 3. Metodologia

Os passos de aplicação do método empregado, SMARTER, são explicados a seguir seguindo a *framework* sugerida por Franco e Montibeller (2010) para aplicação de métodos ADM.

A primeira fase de modelagem se resume à definição do problema a ser analisado. Para tal, em um primeiro momento são lidas publicações acadêmicas e matérias jornalísticas sobre desastres, que permitem a consolidação dos conceitos e do cenário de atuação humanitário. Depois, durante as interações com o profissional consultado, é feita a análise de *stakeholders* do problema da entrega de ajuda.

A segunda fase é composta da estruturação do modelo de análise da decisão. A primeira etapa 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. Na prática, todos os objetivos que

surgiram durante o *brainstorming* são representados em um plano e, se um objetivo é uma forma de alcançar outro objetivo, os dois elementos são conectados. É nesta fase que os elementos encontrados na literatura são sugeridos ao TD. Uma vez formada a rede de objetivos, os elementos considerados essenciais à tomada de decisão são transferidos a uma árvore de valor, em que devem aparecer tantos objetivos quanto for preciso para tomar a decisão, de acordo com o TD. Neste trabalho, 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 representam critérios para avaliação dos resultados da decisão. Tal verificação é feita por meio de perguntas ao TD sobre a operacionalidade da árvore. 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 disso, a escala de cada atributo é definida pela atribuição de referências aos seus valores extremos. Assim, o pior desempenho (ainda aceitável) em termos de um critério 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, 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 e Barron, 1994; Belton e Stewart, 2002).

No final da segunda fase são elaboradas as alternativas de solução ao problema. Nesta pesquisa, o desenvolvimento de estratégias é feito pela primeira autora deste trabalho, empregando 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 conjunto denominado área da decisão. Por sua vez, cada área é composta por uma lista de opções específicas à tomada de decisão daquela área. Em seguida é feita a montagem de estratégias, combinando-se opções de áreas diferentes da decisão. Antes disto, porém, a AIDA é utilizada para retirar do conjunto de combinações possíveis aquelas que não fazem sentido, através da designação de pares de opções incompatíveis. Tal processo resulta na construção de alternativas para análise do TD, cada uma representando uma estratégia para planejar a entrega de ajuda a vítimas de desastre.

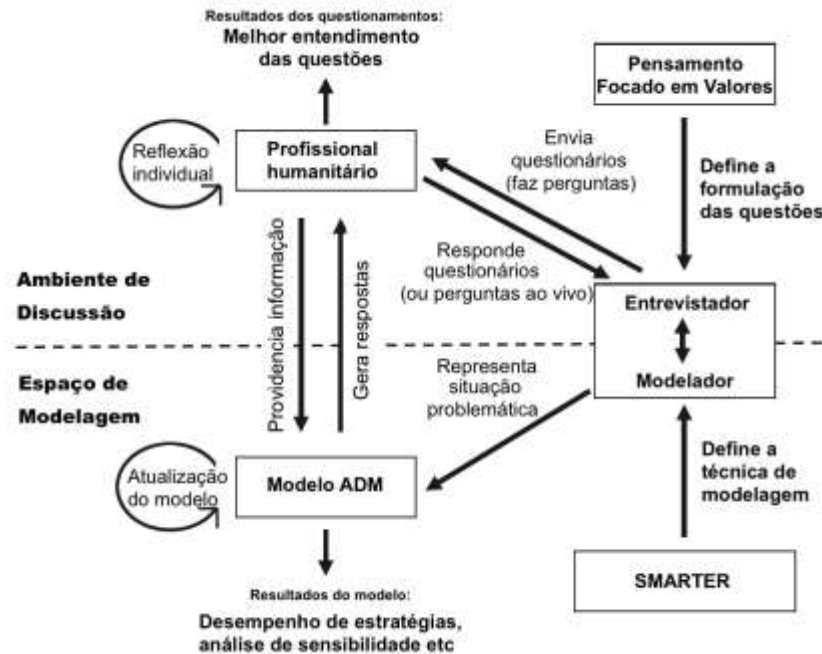
A terceira e última fase do método se refere à modelagem de preferências e à avaliação das alternativas – neste caso, estratégias. Para cada critério da árvore de valor, o TD posiciona as alternativas diretamente na escala do atributo correspondente, refletindo o nível de desempenho das alternativas naquele quesito. Obtém-se desta forma uma tabela com os desempenhos parciais das estratégias em termos de cada critério, restando apenas conhecer sua importância relativa para calcular qual opção possui melhor desempenho geral. A fórmula utilizada para obter os pesos correspondentes a cada critério é a do Centróide das Posições Ordenadas (ROC, da sigla em inglês - *Rank Order Centroid*) (Barron e Barrett 1996). Sua aplicação parte de um cenário em que todos os atributos estão em seu pior nível de desempenho definido e o TD pode tomar uma medida que melhore o desempenho de apenas um critério, alterando o nível de seu atributo ao melhor possível. Os critérios são selecionados um a um desta forma, até chegar ao cenário em que todos os atributos estão em seu melhor nível de desempenho. A ordem de tal seleção forma um *ranking* de critérios e, em seguida, o peso relativo de cada posição deste *ranking* é obtido segundo a fórmula do ROC. Finalmente é calculado o desempenho geral de cada estratégia, igual à 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.

A primeira autora deste trabalho desempenha dois papéis no desenvolvimento do modelo de ADM. Um deles governa as interações com o TD, em que o profissional é incitado a prover as informações necessárias à tomada de decisão, o outro é responsável pela tradução de tais informações para a linguagem da metodologia empregada. O primeiro papel, de entrevistadora, é desempenhado em uma conversa ao vivo e em quatro questionários *online*, pelas plataformas *Survey Monkey* e *Survey Gizmo*; enquanto o segundo, de modeladora, é restrito à analista e apoiado pelo *software* VISA versão 8.1 para *Windows*. Desta forma, são caracterizados dois ambientes paralelos de desenvolvimento do modelo, sendo um caracterizado pela discussão, em que perguntas são formuladas pela entrevistadora empregando a abordagem do PFV, outro pela modelagem em si, cujas técnicas correspondem à metodologia SMARTER. Já o TD é representado pelo ex-capitão do Exército Brasileiro Bruno Cerqueira, hoje membro do Associates Surge Pool do OCHA (Escritório das Nações Unidas para Coordenação de Assuntos Humanitários), grupo que atua entre os períodos de resposta e de reconstrução, coordenando as 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.

Na Figura 1 estão representados os dois ambientes citados, sendo a interface entre os dois desempenhada pela autora em seus dois papéis de atuação.

Figura 1 - Representação do papel da autora nos ambientes de discussão e modelagem (fonte: adaptado de Montibeller e Franco, 2011)



#### 4. Desenvolvimento do modelo ADM usando a SMARTER

O desenvolvimento do modelo é documentado a seguir, dividido nas três fases descritas na Metodologia. Antes da modelagem em si, o TD é solicitado a assumir um ponto de vista para responder às perguntas, que tanto pode ser dele próprio, baseado em sua experiência de campo, como da organização que o treinou, baseado nos princípios por ela transmitidos. O ex-capitão optou pelo segundo, portanto o modelo apresentado a seguir reflete a interpretação do TD sobre os valores do Exército Brasileiro.

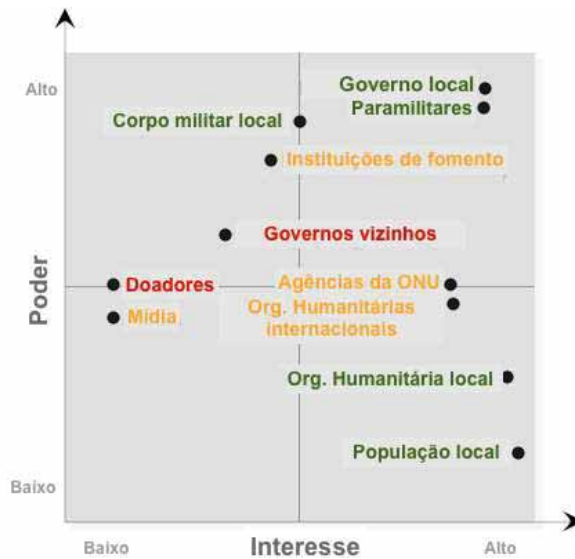
##### 4.1. Fase 1: estruturação da situação problemática

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 da população, 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.”

Com o contexto da decisão definido, é feito o levantamento das partes envolvidas, os *stakeholders*. Nos minutos iniciais da reunião com o profissional consultado, o mesmo é questionado sobre as organizações e grupos que estariam interessados no plano de distribuição do problema retratado, e que posições eles ocupam na matriz poder-interesse apresentada na Figura 2.

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 compõem os *stakeholders* identificados para a oportunidade de decisão supra definida.

Figura 2 – Matriz poder-interesse do problema tratado

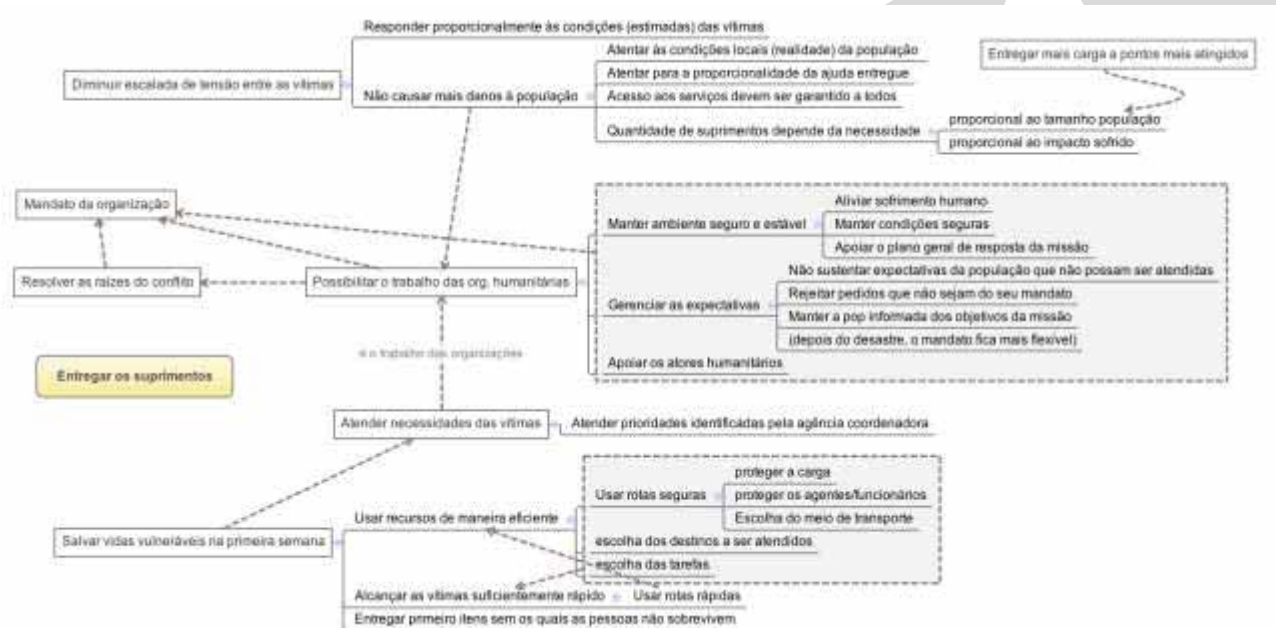


A matriz apresentada possibilita a identificação dos grupos de alto poder e interesse, que podem dificultar o problema caso se sintam negligenciados pela a solução adotada. No presente trabalho, vítimas, governos locais (ou a organização responsável por nomear prioridades) e a comunidade humanitária são considerados no modelo de valores, mas o ponto de vista adotado é o do coordenador do grupo humanitário.

#### 4.2. Fase 2: estruturação do modelo de ADM

A Figura 3 é resultante do levantamento e organização de objetivos pertinentes à tomada de decisão. Nela, cada conexão representa uma relação de meio e fim entre um par de objetivos.

Figura 3 – Rede de objetivos elaborada com TD

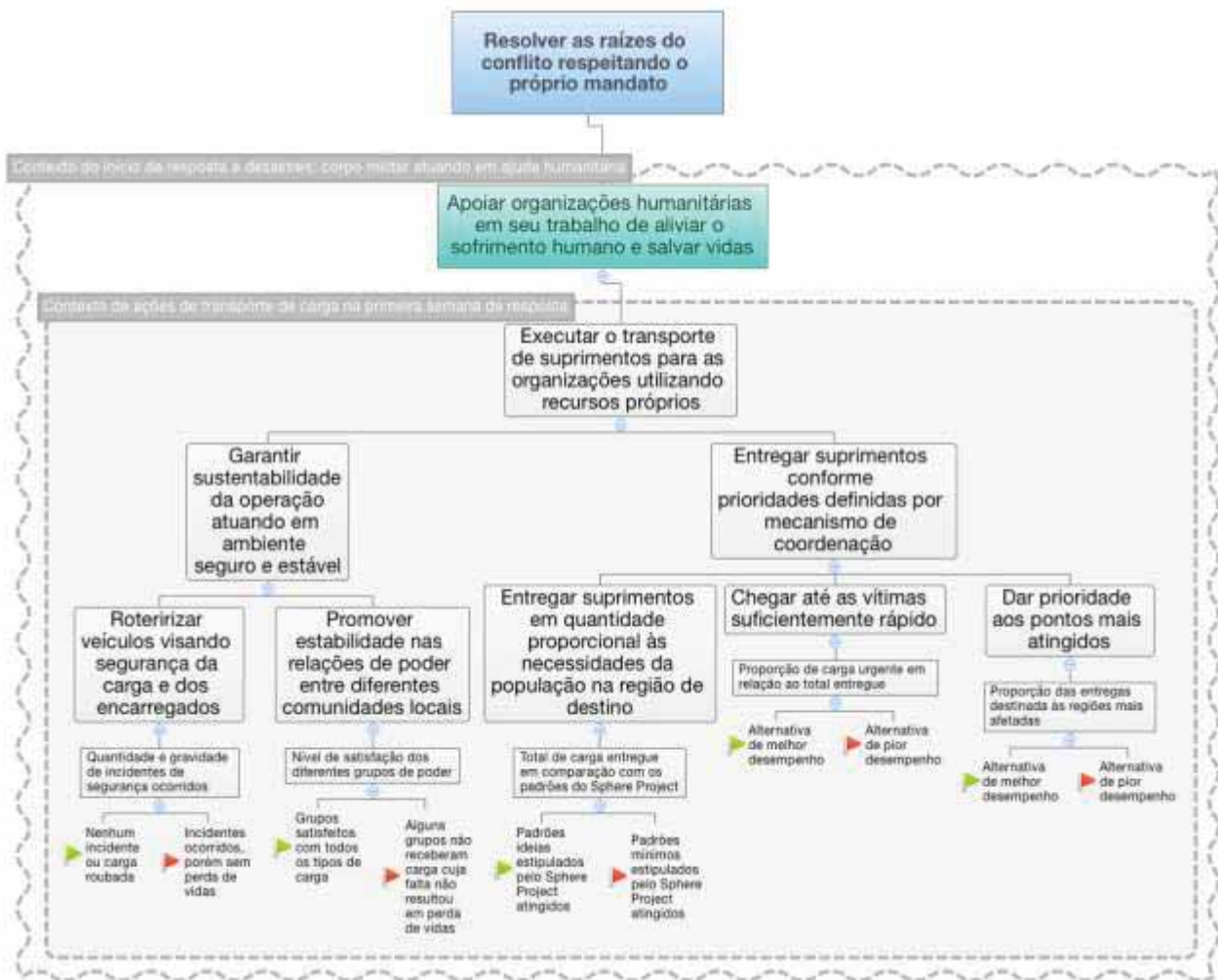


Com base na rede desenvolvida é proposta uma versão inicial da árvore de valor, enviada ao TD por e-mail com questionário online para sua validação. Em seguida, na terceira enquete respondida pelo TD, são definidos os atributos e suas escalas. Na Figura 4 a árvore de valor final é apresentada, sendo que abaixo de cada critério é apresentado seu respectivo atributo, com fonte menor. Por sua vez, os níveis extremos dos atributos aparecem abaixo deles, na extremidade inferior da árvore, sendo o correspondente ao menor valor ilustrado à direita do maior.

Observa-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.

Figura 4– Árvore de valor completa, com atributos e suas escalas, definidos pelo TD



Ao ler a árvore da Figura 4 de cima a baixo, considerando o contexto das ações de transporte de carga, tem-se que para “executar o transporte de suprimentos para as organizações”, se deve “garantir a sustentabilidade da operação, atuando em ambiente seguro e estável”, por exemplo. Para manutenção da sustentabilidade, então, a roteirização dos veículos deve visar “segurança da carga e dos encarregados”. Este último elemento compõe um critério de desempenho para avaliar uma operação de resposta. O atributo definido para refletir o nível de desempenho de uma estratégia nesse quesito de segurança é a “quantidade e gravidade de acidentes ocorridos durante a primeira semana”, podendo ir de “nenhum incidente ou carga roubada”, com valor 100, até “incidentes ocorridos, porém sem perda de vidas”, com valor 0. Nota-se ainda 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 e o melhor é equivalente ao melhor desempenho atingido.

Para separar as estratégias em regiões da decisão, primeiramente são pensadas maneiras de fazer as ordens de despacho de modo a atender os objetivos da árvore de valor criada. 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 compõem 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.

Após esta reflexão, 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 veículos, em comboio ou não. Além destas regiões, especificadas na Tabela 1, existe a decisão que especifica a ordem de seleção do veículo utilizado para atender os pedidos, considerando uma frota heterogênea. A fim de simplificar a avaliação do TD, tal região da decisão não foi levada em conta, pois quanto maior o número de elementos descrevendo uma alternativa, maior a dificuldade do respondedor em avaliá-las.

Tabela 1 – Tabela de geração de estratégias

		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	

O uso da Tabela 1 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. A verificação de compatibilidade é apresentada na Figura 5, na qual “I” indica pares de opções incompatíveis e “C”, compatíveis. Por exemplo, tem-se que a opção  $A_1$  - carregar veículos com uma mistura pré-determinada de produtos é incompatível com a  $B_2$  - selecionar o pedido de acordo com a prioridade da carga, até atingir nível de serviço mínimo, pois uma vez que se está utilizando um *kit* de suprimentos na entrega, não há sentido em selecionar os pedidos de acordo com a prioridade da sua carga.

Figura 5 – Quadro da AIDA

		B					C	
		B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>	B <sub>5</sub>	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>
A	A <sub>1</sub>	C	I	C	C	I	C	C
	A <sub>2</sub>	C	C	C	C	C	C	C
	A <sub>3</sub>	C	C	C	C	C	C	C
B	B <sub>1</sub>						C	I
	B <sub>2</sub>						C	I
	B <sub>3</sub>						C	C
	B <sub>4</sub>						C	C
	B <sub>5</sub>						C	I

Finalmente, são formuladas as alternativas para avaliação, apresentadas na Tabela 2. Nela, cada linha corresponde a uma estratégia, formada da combinação de opções especificada na terceira coluna.

Tabela 2 – Alternativas de solução formuladas a partir da tabela de geração de estratégias

Alternativa #	Foco	Opções combinadas	Descrição da estratégia
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.S. mínimo; Permitir que veículos viagem fora de comboios



Alternativa	Opções combinadas	Descrição da estratégia
# Foco		
3	Condições dos destinos A1-B3-C2	Enviar <i>mix</i> com todos os tipos de carga, com proporções maiores quanto maior a prioridade; Selecionar primeiro destinos mais atingidos abaixo do N.S. mínimo; Usar comboios para todas as entregas
4	Político por destinos A1-B4-C2	Enviar <i>mix</i> com todos os tipos de carga, com proporções maiores quanto maior a prioridade; Selecionar destinos de interesse dos grupos de poder <i>c/</i> atendimento abaixo do N.S. 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 <i>c/</i> atendimento abaixo do N.S. 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

### 4.3. Fase 3: Modelagem de preferências e avaliação das alternativas

Na quarta enquete eletrônica, são obtidas as notas parciais das alternativas através da avaliação direta das mesmas, feita pelo TD e apresentada na Tabela abaixo.

Tabela 3 – Desempenho parcial (em cada critério) das alternativas

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

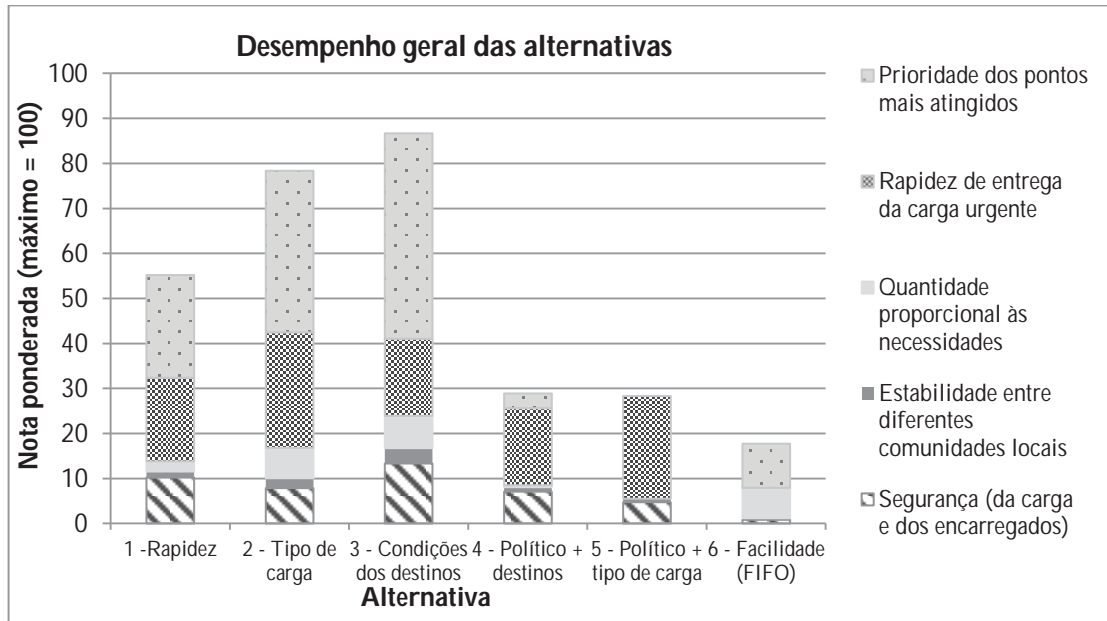
Em seguida, na questão de ordenação de objetivos do quarto questionário, o TD recebe a seguinte instrução: “Imagine um cenário em que a distribuição esteja com o pior desempenho possível, o que significa que todos os critérios de avaliação se encontram no pior nível definido (nota 0 nas escalas anteriores [ou seja, nas escalas dos atributos]). Qual 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)”. Assim, os critérios de avaliação são ordenados considerando as escalas adotadas para os atributos utilizados. Tal ordenação permite o cálculo dos pesos apresentados a seguir, segundo a fórmula do ROC.

Tabela 4 – Posição ordenada 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	0,090
Rapidez de entrega da carga urgente	2	0,257
Prioridade dos pontos mais atingidos	1	0,457

Finalmente, é possível obter o desempenho geral de cada alternativa agregando os resultados parciais, ponderados pelo peso específico de cada critério. O Gráfico 1, na próxima página, ilustra o resultado obtido. 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 78 pontos. As opções 4 e 5, de foco na administração dos pedidos de acordo com a organização requerente, apresentam desempenho similar à sexta opção, que representa apenas a gerência dos pedidos de acordo com a ordem de recebimento dos mesmos.

Gráfico 1 – Desempenho geral e parcial das alternativas considerando compensações entre objetivos



## 5. Discussão dos resultados da pesquisa

Esta seção está dividida entre os comentários pertinentes ao uso da literatura para estruturar problema sob a ótica de ADM, na subseção 5.1, e aqueles que dizem respeito ao problema específico abordado no modelo documentado anteriormente, na 5.2.

### 5.1. Sobre o uso da literatura para apoiar a estruturação de modelo ADM

Antes da sessão de *brainstorming* ao vivo, 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 consideradas negativas, a fim de fazê-lo pensar em quais objetivos não são atendidos quando tais características são observadas nos resultados da ação humanitária. Ao fim das perguntas dedicadas à sessão de *brainstorming*, o TD consultado havia listado 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 haviam sido identificados na análise de conteúdo da literatura, anterior à interação com o ex-capitão.

Em seguida, 20 objetivos extraídos na literatura são apresentados ao TD para sua consideração se deviam ou não fazer parte do processo decisório. Destes, 11 foram acatados, dos quais apenas 3 já haviam sido listados na etapa anterior, antes do TD ter acesso aos elementos encontrados na literatura. Conclui-se disto que é possível enriquecer a reflexão do TD utilizando a literatura, pois neste caso foi possível adicionar objetivos com os quais ele concordava mas não havia se lembrado sozinho de adicionar ao modelo. Por sua vez, 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 para os 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 das atividades de transporte inseridas neste contexto.

### 5.2. Sobre os objetivos da coordenação de entrega de ajuda a vítimas de desastre

Do conjunto de objetivos colocados pelo TD, é observado 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.

Vários dos artigos analisados por Cavalcanti *et al.* (2014) 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 aqui sugere que a justiça está associada ao atendimento das prioridades estabelecidas, portanto vítimas em piores condições podem receber mais ajuda do que outras que estejam menos vulneráveis.

Por fim, os resultados também indicam que, aos olhos do coordenador da resposta, é importante garantir a sustentabilidade da operação, seja minimizando riscos à carga e aos funcionários envolvidos na entrega da mesma, seja apaziguando a tensão entre grupos de poder locais.

Uma vez que faz parte do 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 resultantes do modelo construído com aqueles apresentados por outros autores. Neste sentido, aponta-se que a revisão da literatura de De La Torre *et al.* (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. Já 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. Já a revisão de Caunhye *et al.* (2012) adiciona aos objetivos levantados por De La Torre *et al.* (2012) aqueles referentes ao custo da distribuição que, como observado aqui, não tem importância para as operações estudadas.

Finalmente, o estudo aqui documentado parece confirmar argumento importante de Holguín-Veras *et al.* (2013) sobre os objetivos da entrega de ajuda às vítimas nos períodos iniciais de resposta a um desastre. Segundo aqueles autores, o custo de privação, que mede o sofrimento causado pela falta de determinado item em função do tempo de abstinência do mesmo, é elemento essencial à formulação da função objetivo de uma otimização humanitária. Desta forma, a equidade da distribuição não precisa ser levada em conta na tomada de decisão, pois o que importa é o atendimento das necessidades das diferentes vítimas, utilizando as mesmas funções de custo de privação. Entretanto, ressalta-se que Holguín-Veras *et al.* (2013) também incluem os custos na função objetivo, o que foi refutado neste trabalho.

## 6. Conclusões

O melhor entendimento dos objetivos das operações humanitárias é importante para auxiliar a equipe logística a traçar o plano de entrega de suprimentos à população carente de ajuda. A oportunidade de avaliar as consequências de possíveis estratégias para este planejamento é interessante, pois permite que uma organização compreenda como a adoção de certas diretrizes pode levar a um melhor desempenho global da distribuição, e ainda dá ao TD ferramenta para explicar aos *stakeholders* o porquê de suas decisões.

Este trabalho confirma a aplicabilidade do método SMARTER para apoiar a tomada de decisão no contexto especificado, permitindo o melhor entendimento dos objetivos das operações de resposta a desastre, assim como o desenvolvimento de estratégias para traçar o plano de distribuição de ajuda. Pode-se concluir daí que qualquer metodologia de ADM que use medição de valores, como classificado por Belton e Stewart (2002), seria igualmente útil para análises deste tipo.

O desenvolvimento do modelo apresentado neste artigo contribui tanto para a área de Logística Humanitária, ao elucidar os objetivos das operações mencionadas, como para a área de Análise da Decisão Multicritério, por documentar a fase de estruturação do problema e utilizar a literatura como fonte de dados para enriquecer a discussão com o TD. Pesquisas futuras podem incorporar os objetivos identificados aqui em modelos de otimização; utilizar o planejamento por cenários para levar em conta incertezas que não foram abordadas aqui; e/ou validar ou construir outro modelo a partir de *workshops* com mais profissionais da área humanitária.

## Agradecimentos

Agradecemos ao Bruno Cerqueira, cuja participação como Tomador da Decisão agregou valor inestimável a esta pesquisa; aos Professores Gilberto Montibeller e Carmen Belderrain pela sugestão de referências úteis ao desenvolvimento deste trabalho; e à Prof.<sup>a</sup> Adriana Leiras por suas críticas valiosas. A pesquisa que resultou neste artigo teve apoio financeiro da CAPES, por meio de bolsa de mestrado.

## Referências

- Barron, F. H. e Barrett B. E.** (1996) The Efficacy of SMARTER — Simple Multi-Attribute Rating Technique Extended to Ranking, *Acta Psychologica*, 93: 23–36.
- Belton, V. e Stewart, T. J.,** *Multiple Criteria Decision Analysis: An Integrated Approach*, Kluwer Academic Publishers, Massachusetts, 2002.
- Caunhye, A. M., Nie, X. e Pokharel, S.** (2012) Optimization Models in Emergency Logistics: A Literature Review, *Socio-Economic Planning Sciences*, 46 (1): 4–13.
- Cavalcanti, L. B., Leiras, A., Yoshizaki, H. T. Y., Mendes, A. B. e Montibeller, G.** (2014) Critérios de Desempenho Para Distribuição de Suprimentos Em Ações Humanitárias, *Atas do XLVI SBPO*, 318–329.
- CRED - Centre for Research on the Epidemiology of Disasters**, EM-DAT - The International Disaster Database (<http://www.emdat.be/database>), 2014.
- De La Torre, L. E., Dolinskaya, I. S. e Smilowitz, K. R.** (2012) Disaster Relief Routing: Integrating Research and Practice, *Socio-Economic Planning Sciences*, 46 (1): 88–97.
- Edwards, W. e Barron, F. H.** (1994) SMARTS and SMARTER: Improved Simple Methods for Multiattribute Utility Measurement, *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 60: 306–325.
- Franco, L. A. e Montibeller, G.,** Problem Structuring for Multicriteria Decision Analysis Interventions, em Cochran, J. J., Cox Jr., L. A., Keskinocak, P., Kharoufeh, J. P. e Smith, J. C. (Eds.), *Wiley Encyclopedia of Operations Research and Management Science*, John Wiley & Sons, Inc., Nova Iorque, 1-14, 2010.
- Gralia, E.** *Human and Modeling Approaches for Humanitarian Transportation Planning*, tese de doutorado, MIT - Massachusetts Institute of Technology, Cambridge-EUA, 2012.
- Gralia, E.; Goentzel, J.; Fine, C.** (2014) Assessing Trade-offs among Multiple Objectives for Humanitarian Aid Delivery Using Expert Preferences, *Production and Operations Management*, 23 (6): 978–989.
- Holguín-Veras, J., Jaller, M., Van Wassenhove, L. N., Pérez, N. e Wachtendorf, T.** (2012) On the Unique Features of Post-Disaster Humanitarian Logistics, *Journal of Operations Management*, 30 (7): 494–506.
- Holguín-Veras, J., Pérez, N., Jaller, M., Van Wassenhove, L. N. e Aros-Vera, F.** (2013) On the Appropriate Objective Function for Post-Disaster Humanitarian Logistics Models, *Journal of Operations Management*, 31 (5): 262–280.
- Howard, R. A.** (1988) Decision Analysis: Practice and Promise, *Management Science*, 34 (6): 679–695.
- Howard, R. A.; Matheson, J. E.** (2005) Influence Diagrams, *Decision Analysis*, 2 (3): 127–143.
- Keeney, R. L.** (1988) Building Models of Values, *European Journal of Operational Research*, 37 (2): 149–157.
- Keeney, R. L.** *Value-Focused Thinking: A Path to Creative Decisionmaking*, Harvard University Press, Cambridge, 1992.
- Keeney, R. L.** (1996) Value-focused thinking: Identifying decision opportunities and creating alternatives, *European Journal of Operational Research*, 92 (3): 537–549.
- Malaver, G.** *Structuring Strategic Decisions through the Analytic Hierarchy Process: A Case Study in the Selection of Warehouse Location for WFP in Ethiopia*, tese de mestrado, MIT - Massachusetts Institute of Technology, Cambridge-EUA, 2009.
- Montibeller, G. e Franco, L. A.** (2011) Raising the Bar: Strategic Multi-Criteria Decision Analysis, *Journal of the Operational Research Society*, 62 (5): 855–867.
- Park, S.,** *A Multi-Objective Decision-Making Model for Resources Allocation in Humanitarian Relief*, Air Force Institute of Technology, Wright-Patterson-EUA, 2007.
- Van Wassenhove, L. N.** (2006) Humanitarian Aid Logistics: Supply Chain Management in High Gear, *Journal of the Operational Research Society*, 57 (5): 475–489.
- Vilas, V. J. D. R., Burgeño, A., Montibeller, G., Clavijo, A., Vigilato, M.A. e Cosivi, O.** (2013) Prioritization of Capacities for the Elimination of Dog-Mediated Human Rabies in the Americas : Building the Framework, *Pathogens and Global Health*, 107 (7): 340–345.
- Weas, A.; Campbell, M.** (2004) Rediscovering the analysis of interconnected decision areas, *Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing*, 18 (3): 227–243.