

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ**

**NICOLLE LUISE DRESCH CORDEIRO**

**LOGÍSTICA HUMANITÁRIA: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

**CURITIBA**

**2016**

**NICOLLE LUISE DRESCH CORDEIRO**

**LOGÍSTICA HUMANITÁRIA: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Artigo apresentado como requisito final à conclusão do Curso de MBA em Gerência de Sistemas Logísticos em 2016, do Centro de Pesquisa e Pós-Graduação em Administração, da Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Guilherme F. Frederico

**CURITIBA**

**2016**

## Logística Humanitária: uma revisão bibliográfica

**Nicolle Luise Dresch Cordeiro**

### RESUMO

A logística humanitária é um tema que vem ganhando destaque entre as publicações acadêmicas visto o crescente número de desastres ocorrendo ao redor do mundo. Ela difere em diversos aspectos da logística comercial, principalmente porque lida não apenas com transações de produtos e serviços, mas também com o impacto no ser humano. Da mesma forma, diversos outros fatores devem ser considerados, como a instabilidade e riscos variáveis. Este trabalho irá expor uma seleção de trabalhos acadêmicos voltados ao assunto que apresentam um problema específico na rede logística em relação a ocorrência de desastres. O objetivo deste trabalho é analisar, através de critérios selecionados, as tendências acadêmicas, bem como verificar necessidades e apontar direcionamentos para novos estudos.

**Palavras-chave:** Logística Humanitária. Operações de desastres. Revisão Bibliográfica.

### 1 INTRODUÇÃO

A logística humanitária tem ganho cada vez mais importância no mundo acadêmico, sendo seu estudo ampliado em diversos países. Ela tem um caráter de importância visto a responsabilidade que carrega ao dar o suporte ao atendimento de vítimas de desastres, buscando minimizar perdas, levar o apoio necessário para a sobrevivência e posterior reconstrução do local.

Visto a alta magnitude e impacto econômico, o avanço dos estudos referentes a administração de operações envolvendo desastres é imperativo, e irá contribuir com uma melhor preparação, aumento da velocidade de resposta, facilidade de recuperação e disponibilizar um aprendizado institucional ao longo do tempo (Altay and Green, 2006; Christopher and Tatham, 2011; de la Torre et al., 2012; Thomas and Kopczak, 15(16th) citado por RENNEMO et al, 2014)

A criação de uma cadeia de suprimentos bem estabelecida, que possa suportar o atendimento às necessidades da população afetada, como alimentação, água, medicamentos, transporte para locais mais seguros ou abrigos, é uma parte fundamental para a gestão de um desastre. Segundo Baldini (2011), essa estruturação também pode ser chamada de logística humanitária.

Para Valejo (2015, p.134), “a logística humanitária foca em analisar problemas associados com armazenamento e distribuição de produtos solicitados pela população afetada por causa da ocorrência de um desastre”. Visto o ambiente instável criado por um desastre, a análise dos cenários e problemas gerados por ele, deve ser feita de forma rápida e eficaz, e é parte importante para a criação de medidas e tomada de decisões neste mesmo ambiente que atendam às necessidades dos afetados e atinjam os objetivos finais da operação.

Concordando com a necessidade de uma operação dinâmica, Hadiguna (2014, p.45) afirma que “a logística de desastres é caracterizada por um nível de extrema rapidez de resposta que precisa estar associada com um dispositivo de suporte rápido e preciso”. Desta forma, diversos estudos estão em desenvolvimento para prestar este suporte aos tomadores de decisão, criando ferramentas que os ajudem a escolher a melhor opção na hora que há necessidade imediata de direcionamento em meio ao caos.

A operação logística difere consideravelmente quando comparada entre humanitária e comercial. Além da logística humanitária trabalhar com maiores riscos e mais condições adversas que podem gerar um maior número de rupturas, o objetivo de minimizar custos de operação, comum na questão comercial, não pode ser destacado como foco principal da gestão humanitária. Vitoriano (2011) comenta sobre o assunto e enfatiza que outros critérios além dos custos devem guiar a pesquisa para a solução dos problemas logístico-humanitários. Porque é crítico que as entregas sejam rápidas, justas e seguras, não sendo óbvio que o clássico de busca por menor custo propriamente reflita as prioridades relevantes no auxílio para desastres.

A logística humanitária terá seu objetivo voltado em atender da melhor forma possível os afetados pelo desastre, focando seus esforços em entregar as quantidades necessárias de forma rápida, alocando pessoas e recursos de forma eficaz e buscando a minimização do impacto nas vítimas. Assim, o foco primário das cadeias de suprimento humanitárias é a medição de performance de resultados, como

por exemplo o tempo de resposta a um desastre ou a habilidade de atender as necessidades da população afetada. (Vitoriano,2011)

Diversos estudos estão disponíveis a fim de sugerir soluções para os problemas específicos deste elo da cadeia de suprimentos. O atual trabalho analisará 30 artigos de acordo com 6 critérios: país de origem do autor, tipo de desastre, espaço temporal, tipo de problema, tipo de modelo sugerido e resultados. Através desta categorização, serão ressaltadas as principais práticas, analisados os resultados e propostas sugestões para futuros trabalhos.

Da mesma forma que serão analisados os artigos, serão disponibilizados pequenos resumos dos textos a fim de que o leitor disponha de maiores informações sobre os trabalhos.

## **2 METODOLOGIA**

Neste trabalho será conduzida uma revisão bibliográfica de artigos que tratam sobre problemas que ocorrem na logística humanitária. Na pesquisa de gerenciamento, o processo de revisão literária é uma ferramenta chave, usada para gerenciar a diversidade de conhecimento para uma determinada investigação acadêmica. O objetivo de conduzir uma revisão literária é frequentemente para permitir que o pesquisador mapeie e acesse o território intelectual existente, e especificar uma pergunta de pesquisa para desenvolver o conhecimento futuro. (Tranfield,2003)

Segundo Rowley e Slack<sup>1</sup> (2004 citado por LEIRAS,2014) revisões bibliográficas facilitam a obtenção de fontes de informação e contribuem para o entendimento de conceitos, análise e interpretação de resultados relacionados com um objeto específico.

Em um primeiro momento, foram feitos fichamentos individuais de cada artigo que compilassem as informações relevantes para análise. Com base nestes arquivos, serão apresentados pequenos resumos, para que o leitor adquira uma breve compreensão de cada artigo, bem como uma tabela com as informações separadas de acordo com a classificação aplicada neste trabalho. Após o tópico da apresentação de dados, o capítulo seguinte tratará da análise com base nos mesmos.

---

<sup>1</sup> Rowley, J.; Slack, F. **Conducting a literature review**. Management Research News, 2004.

Neste artigo, foi feita uma análise qualitativa, a partir do modelo de Seuring et al (2005) que se baseia em quatro etapas: coleta de material, análise descritiva, seleção de categorias e avaliação de material.

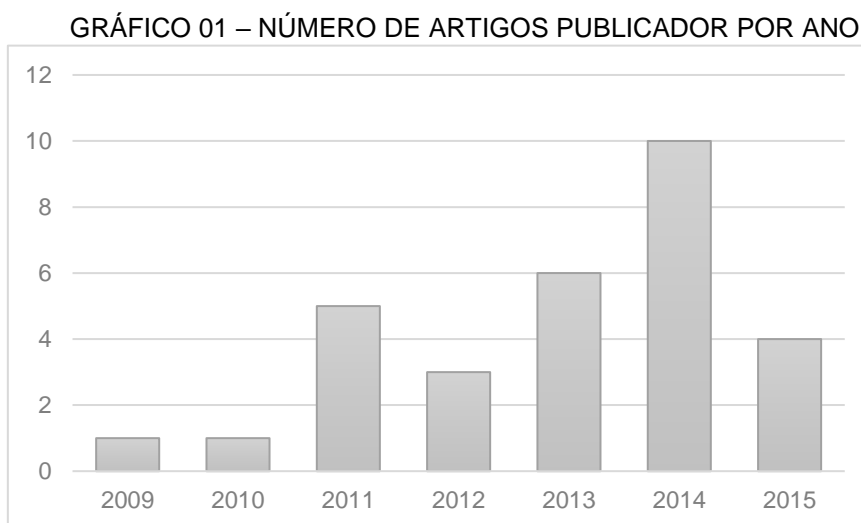
## 2.1 Coleta de material

O material de uso selecionado para avaliação foi buscado em diversas ferramentas e bancos de dados como *Web of Science*, *Emerald*, *Springer Link*, *Science Direct*, entre outros, através de palavras-chave como *humanitarian*, *logistics*, *relief*, *operation* e *disaster*. Os artigos foram procurados dando enfoque a publicações a partir do ano de 2009 até 2015.

Para este trabalho, foram selecionados aqueles que buscassem uma resolução direta para algum tipo de problema na logística humanitária, ou seja, a apresentação de modelos, matemáticos ou não, para resolver alguma questão referente a operação ou estratégias em meio a desastres. Não são consideradas outras análises literárias, dissertações teóricas, reportagens e livros.

## 2.2 Análise descritiva

Buscando analisar o recente material produzido, considerando um intervalo de 6 anos em publicações, a partir do ano de 2009 até 2015. Conforme podemos ver no gráfico abaixo, a maioria dos artigos foi publicada no ano de 2014.



FONTE: O autor (2016).

Foram apresentados trabalhos publicados em uma diversa gama de periódicos, bem como três apresentados em conferências. Referente aos jornais periódicos, o que apresentou maior frequência de *Transportation Research*, da *Elsevier*. Este meio de publicação é dividido em 5 categorias originalmente, porém neste trabalho são citadas apenas 3 (A, C e E), porém considerando sua totalidade apresentou um maior número de publicações explicitadas neste artigo.

Em um segundo momento, um meio de publicação com grande frequência, foi o *PROCEDIA*, também da *Elsevier*. Ambos jornais consideram um enfoque a questão dos transportes, porém sem deixar de considerar outros problemas que podem afetar a logística humanitária.

A grande maioria dos autores aqui citados são advindos do meio acadêmico de diversas universidades pelo mundo. Considerando os artigos apresentados, não há uma grande concentração de publicações em determinada instituição. Não pode ser relevado o fato de que houveram colaborações de institutos de pesquisa também, porém em uma menor escala.

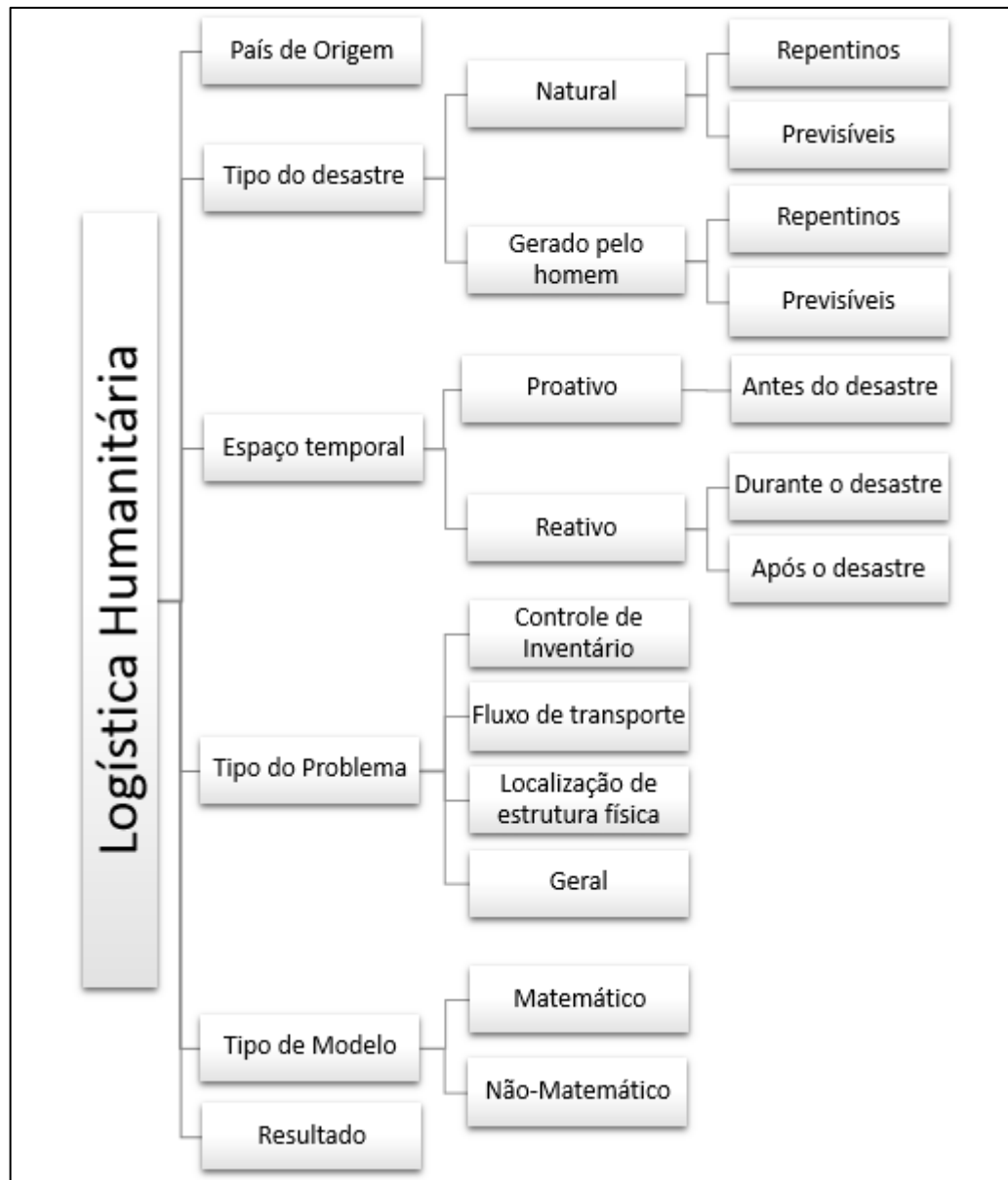
O país de origem destas pesquisas será incluído nas categorias a serem analisadas, descrito no próximo item.

Um quadro completo dispondo das informações da análise descritiva pode ser encontrado no Apêndice A.

### 2.3 Seleção de categorias

Foram selecionados seis critérios para categorizar os artigos relacionados de forma a se conduzir esta revisão bibliográfica: nacionalidade dos autores, tipo de desastre, espaço temporal, tipo de problema logístico, modelo utilizado e resultados. Nesta sessão, serão apresentadas suas características e justificativa de relevância para estudo. Ainda, alguns conceitos comumente utilizados na literatura também serão descritos, bem como utilizados ou descartados para a caracterização dos critérios.

FIGURA 01 – CATEGORIAS PARA ANÁLISE



FONTE: O autor (2016)

### 2.3.1. Nacionalidade dos autores

A nacionalidade dos autores é um fator de classificação importante neste artigo. Dentre as revisões bibliográficas anteriores, não foi localizado este critério como relevante, sendo geralmente considerada com uma característica descritiva e não categoria de análise. O critério levantado no presente trabalho a fim de verificar quais meios acadêmicos apresentam maior quantidade de publicações sobre o assunto.

### 2.3.2. Tipo do desastre

Um segundo critério utilizado, e não menos importante, é o tipo de desastre que o estudo apresenta. Os desastres podem ser classificados por serem repentinos ou previsíveis, sendo que aqueles que podem ser previstos tem maior possibilidade de estabelecer um planejamento proativo para atender um desastre com mais estabilidade. Segundo van Wassenhove<sup>2</sup> (2006 citado por Kovács, 2009), estes podem ser separados de acordo com o quadro abaixo:

QUADRO 01 – CLASSIFICAÇÃO DE DESASTRES

	<b>Naturais</b>	<b>Gerados pelo Homem</b>
<b>Repentinos</b>	Terremotos Furacões Tornados	Ataque terrorista Golpe de Estado Ataque Químico
<b>Previsíveis</b>	Fome Seca Pobreza	Crise política Crise de Refugiados

Fonte: Kovács e Spens (2009)

O quadro apresenta alguns exemplos de classificação, sendo que há uma maior variedade de desastres que devem poder ser incluídas, seguindo os padrões de desastres semelhantes. Por exemplo, erupções vulcânicas e tsunamis podem ser incluídos e classificados juntamente com os desastres naturais e repentinos.

Neste estudo, trabalhamos com ambas classificações, distinguindo os artigos através do próprio desastre. Desta forma, o artigos foram classificados de acordo com o tipo da ocorrência, terremoto ou enchente, epidemia por exemplo, e posteriormente analisados também pela classificação de Van Wassenhove.

Neste trabalho, os tipos de desastres abrangidos pelos artigos que serão analisados são: ataques químicos, enchentes, epidemias, erupções vulcânicas, terremotos, tsunamis e tufões. Também pode ser caracterizado como geral, ou seja, que abrange diversos tipos de desastres.

### 2.3.3. Espaço temporal

<sup>2</sup> van Wassenhove, L.N. Humanitarian aid logistics: supply chain management in high gear. Journal of the Operational Research Society, 2006.

O espaço temporal se refere ao momento de aplicação do método proposto pelo autor de cada artigo, ou seja, se será aplicado antes do acontecimento do desastre, durante ou depois.

Um das classificações mais utilizadas na literatura existente classifica estes períodos de atuação em 4 fases: mitigação, preparação, resposta e recuperação<sup>3</sup>.

De acordo com Altay e Green (2006), mitigação é a aplicação de medidas que ou que previnam o desencadeamento de um desastre ou que reduzam os impactos quando acontecer. Preparação contempla atividades que preparem a comunidade para quando ocorrer um desastre. Resposta é a aplicação de recursos e procedimentos de emergências guiados por planejamento para preservar vidas, propriedades, o meio ambiente e as estruturas políticas e socioeconômicas da comunidade [afetada]. Recuperação envolve ações tomadas a longo prazo após o impacto imediato do desastre ter passado a fim de estabilizar a comunidade e reestabelecer algo semelhante a normalidade.

Neste trabalho porém, utilizaremos uma classificação mais simples que apresenta três momentos para a utilização de métodos para resolução de problemas: antes(proativa); durante e depois(reativa). Apesar de mais amplamente utilizada, a classificação descrita por Altay e Green não contempla a possível fase durante o desastre, por exemplo epidemias, de forma clara, e não classifica suas fases como proativas e reativas.

Quando for possível aplicar o método proposto pelos autores em um momento anterior ao desastre, poderá ser estabelecido um planejamento para controle, atenuação do impacto do desastre e medidas de precaução. Neste caso, a solução proposta terá um caráter proativo.

Da mesma forma, quando o método proposto é aplicado durante e após o acontecimento do desastre, medidas para minimizar perdas, otimizar o processo logístico vide informações rápidas e incertas ou até mesmo para melhor o próprio fluxo de informações podem ser aplicáveis. Assim, é caracterizado como um método reativo.

---

<sup>3</sup> Em inglês, conhecidos como *mitigation, preparedness, response e recovery*.

Neste trabalho, também foi considerada a subcategoria antes e depois, que abrange os modelos propostos multiobjetivos, que propõe uma ação integrada de decisões ou resolução de problemas em ambos os momentos. Por exemplo, o pré-posicionamento de estoque em regiões propensas e o plano de distribuição, de acordo com a demanda e condições no pós desastre.

#### 2.3.4. Tipo de problema logístico

Este critério de classificação foi incluído para distribuir os problemas logísticos de acordo com seu tipo, ou seja, inventário, rotas e locais de armazenagem ou abrigo. Este tipo de classificação já foi utilizado em trabalhos anteriores, sendo segmentada neste através das seguintes subcategorias: (1) localização de estrutura física, que abrange melhores posicionamentos de armazéns, centro de distribuição e abrigos; (2) controle de inventário, no sentido de balancear a demanda necessária e níveis de estoque; (3) fluxo de transporte, propondo soluções voltadas a frotas e rotas; e (4) geral, que abrange 3 ou mais problemas no mesmo artigo/resolução.

As subcategorias acima citadas foram apresentadas no trabalho de Leiras et al (2014), salvo a geral, incluída neste trabalho de acordo com a necessidade de enquadrar artigos que tentam solucionar diversos problemas.

#### 2.3.5. Tipo de modelo

Diversos modelos foram apresentados nos artigos a fim de atender os também diferentes objetivos dos autores. Estes modelos foram divididos entre matemáticos e não-matemáticos.

Os modelos matemáticos proporcionados podem ser de caráter mais padrão, como por exemplo, uma programação linear inteira mista, ou estocástica. Ainda assim, podem ser consideradas como multiobjetivo ou com diversas etapas.

Já os modelos não matemáticos propõem fluxos de funcionamento para atingir o objetivo baseados em experiências anteriores. Nestes casos, são feitas entrevistas, buscas na literatura e em dados oficiais para verificar as melhores práticas e sugerir-las para uso.

Os modelos podem ser validados através da aplicação em casos reais ou em casos fictícios (hipotéticos), ou através de comparativos com outros modelos.

Alguns modelos apresentados também foram inspirados em outros, e assim comparados com as versões anteriores.

Neste trabalho também foram considerados modelos que não passaram por uma validação, e assim ficam como pendentes de resultados.

#### 2.3.6. Resultados

Após a aplicação de um modelo matemático proposto pelos autores, este pode gerar um impacto positivo, otimizando, solucionando ou trazendo um diferente resultado.

Da mesma forma, uma vez que um modelo é testado e seus resultados não geram um impacto diferente ou ainda, dificultam a resolução ou pioram os resultados obtidos, a sua apresentação pode ajudar à outros autores a solucionarem questões de seus próprios modelos.

Neste trabalho, baseado na interpretação do artigo, será indicado se o mesmo obteve um resultado positivo, com necessidade de adequações ou negativo. Apesar das diversas possibilidades de resultado, a classificação ficará sujeita a interpretação da autora deste trabalho. Posteriormente, serão destacadas as melhores resoluções para os diferentes tipos de desastres.

#### 2.4 Avaliação do material

A análise desta revisão bibliográfica será baseada nos critérios acima citados, a fim de constatar predominâncias ou encontrar pontos em aberto ou pouco explorados. De acordo com as constatações, serão indicados alguns pontos para estudo futuro. Esta avaliação será feita no capítulo designado como “Avaliação de Material”.

### **3 APRESENTAÇÃO DE DADOS**

Nesta seção serão apresentados os artigos considerados para a análise dos dados de acordo com os critérios apresentados. Um breve resumo sobre cada

artigo será disponibilizado para melhor entendimento de seu objetivo e características principais.

Ao final, no Apêndice B, poderá ser encontrada uma tabela que dispõem das informações de uma forma mais visual, a fim de facilitar a compreensão dos dados e análise.

### 3.1. Referência 01

Camacho-Valejo et al. (2015) apresentam um modelo de programação multi-nível considerando dois níveis de decisão. Seu objetivo é otimizar as decisões relacionadas com a distribuição internacional de suporte pós-desastre.

Foi utilizado como caso base o terremoto do Chile, em 2010. Como resultado, foi concluído que o modelo apresentado funciona bem e pode ser aplicado com sucesso nesta situação, ainda recomendando que as operações sejam coordenadas por uma agência que centralize o planejamento de operações, no que tange a recebimento e distribuição de ajuda internacional.

### 3.2. Referência 02

Neste artigo, Holguín-Veras et al. (2014) não utiliza modelo matemático. Apresenta recomendações baseadas na experiência vivida, através de pesquisas e entrevistas com *stakeholders* presentes nos desastres no Japão em 2011, especificamente na região de Tohoku.

Apesar de ser uma área com tendência a terremotos e tsunamis, e de fato, possuir um plano pré-desastre estabelecido, este não estaria bem estruturado para atender um evento daquela magnitude. De acordo com a pesquisa dos autores, empresas locais tomaram frente da situação agregando conhecimento de distribuição e disponibilizando recursos para atender as áreas afetadas. Por fim, os autores apresentam algumas recomendações que focam em uma melhor estruturação das políticas de preparação e resposta a eventos.

### 3.3. Referência 03

Busca-se neste trabalho apresentar um método para selecionar a melhor combinação possível para áreas de abrigo, ou seja, designando o melhor posicionamento de acordo com a localização de cada distrito.

Filci et al. (2015) sugerem um modelo baseado em uma *mixed-integer linear programming*, utilizando-se do um caso de terremoto ocorrido da Turquia, em 2011. Assim, é concluído que a solução apresentada é ligeiramente melhor do que a aplicada pela Turkish Red Crescent na época do acontecimento.

#### 3.4. Referência 04

Rennemo et al. (2014) apresentam um modelo de otimização para problemas de localização e rotas, através de um modelo *three-stage mixed-integer stochastic programming*.

O modelo é aplicado no caso do terremoto no Haiti, em 2010. Os resultados mostram que o uso de um modelo estocástico é na realidade valido, e o modelo proposto pode ser utilizado para otimização em situações realistas através de softwares de otimização de logística comercial.

#### 3.5. Referência 05

Abounacer et al. (2014) trabalham com um problema relacionado com localização e transporte. Os objetivos principais são: diminuir o tempo de transporte dos produtos necessitados entre os centros de distribuição e os destinos finais de demanda; reduzir o número de agentes necessários em campo para abrir e operacionalizar centros de distribuição; e restringir o máximo o número da demanda não atendida na área afetada.

É proposto para solucionar este problema um modelo *epsilon-constraint*, e testado através de restrições apresentadas pelos próprios autores. Conclui-se que apesar de poder precisar de mais tempo para cálculos maiores que o apresentado, consiste em uma boa ferramenta para a solução de um problema de otimização com três objetivos.

### 3.6. Referência 06

É apresentado um modelo de otimização multicritério para problemas de distribuição para vítimas de desastres. O modelo é o cerne de um projeto que busca um sistema de suporte de tomada de decisões para ajudar organizações no quesito de distribuição de suprimentos.

Também é apresentado um modelo ideal capaz de lidar com todos os critérios apresentados, resultando em um modelo *mixed integer linear programming*, que foi aplicado no caso do terremoto no Haiti de 2010 e mostrou resultados rápidos e positivos.

### 3.7. Referência 07

Neste artigo, Hadiguna et al. (2014) tem como objetivo desenvolver um sistema efetivo para suporte de tomada de decisão a fim de facilitar a evacuação pós-desastre. O sistema a ser criado é baseado em revisões de literatura sobre gestão em desastres e identificação de atributos para medir e dar suporte à vítimas.

Foi utilizado o caso de terremoto e tsunami ocorridos em Padang, na Indonésia e o resultado confirmou que o modelo pode produzir resultados de acordo com as suposições criadas.

### 3.8. Referência 08

Bozorgi-Amiri et al. (2011) utilizam um modelo de *multi-objective robust stochastic programming* a fim de minimizar custos e maximizar a satisfação das áreas afetadas, considerando como incerta quantidade de demanda, de suprimentos e de custos nas operações. Este modelo foi criado para poder ser utilizado em ambos espaços de tempo (antes e depois) do desastre.

O caso utilizado para validação do modelo é um terremoto no Irã. Os resultados mostram uma redução nos custos da operação, uma vez utilizado o modelo.

### 3.9. Referência 09

O objetivo deste trabalho é minimizar os custos da operação e aumentar a satisfação das vítimas através de uma distribuição justa e igual. Banzinpour et al. (2014) sugerem um modelo *multi-objective possibility linear programming* e através de números gerados de forma aleatória, conclui que o método é preciso e confiável.

### 3.10. Referência 10

Khorsi et al. (2013) apresentam um caso de terremoto que aconteceu no Irã, a fim de confirmar o modelo *multi-objective stochastic* proposto. O seu objetivo é a diminuição de falta de atendimento das áreas afetadas e minimização dos custos da operação, da mesma forma.

Após a aplicação do modelo, conclui-se que o modelo é adequado e traz resultados satisfatórios: a geração de diferentes configurações poderá ajudar o tomador de decisão a determinar as melhores estratégias de acordo com os objetivos desejados.

### 3.11. Referência 11

No trabalho de Hamedi et al. (2012), o objetivo principal é fazer a rota e agendar a frota de caminhões responsável por transportar os suprimentos de alta prioridade em rotas não-confiáveis e sujeita a diferentes cenários arriscados.

Em um primeiro momento, é sugerido o modelo *linear integer optimization*. Visto que ele se confirma aplicável apenas para problemas pequenos, os autores sugerem então a utilização de um *heuristic algorithm*, que apresenta bons resultados para atender problemas com uma maior malha e frota de caminhões.

### 3.12. Referência 12

Neste artigo, é proposto um modelo de *robust bi-objective mixed-integer programming* com o objetivo de determinar de forma otimizada o planejamento de logística humanitária, considerando a localização de armazéns, quantidade a ser

disponibilizada em cada armazém e plano de distribuição para um possível plano de resposta à um desastre. Ele trabalharia de forma a preestabelecer estas informações a fim de dar o suporte em caso de necessidade.

Para a resolução deste modelo, Rezaei-Malek et al. (2014) propõem o método RLTP<sup>4</sup> que foi considerado adequado para lidar com o problema.

### 3.13. Referência 13

Özdamar e Pedamallu (2011) utilizam da comparação de dois modelos para buscar a melhor solução para a coordenação das práticas de recolher e entregar suprimentos: o modelo criado por Yi e Özdamar e o modelo criado pelos próprios autores deste artigo, que, com base neste outro modelo, fazem ajustes nas estruturas temporais e são de mais fácil e rápida utilização, entre outros ajustes. Como resultado, notaram que o último é de fato mais eficiente que o primeiro quando do tempo e qualidade das soluções.

### 3.14. Referência 14

No trabalho de Ozguven e Ozven (2013), o objetivo é determinar os níveis otimizados de estoque para prevenir possíveis rupturas no suprimento de bens para as vítimas. É considerado o menor preço possível para esta operação.

O modelo proposto é o *multi-commodity stochastic humanitarian inventory management model* e que, juntamente com o uso de um sistema online que utilize dispositivos de radiofrequência, possa sincronizar as informações de entregas necessárias e níveis de consumo. Desta forma, os autores concluem que pelo emprego da radiofrequência, a uso se faz viável por também poder ser utilizada em caráter off-line.

### 3.15. Referência 15

---

<sup>4</sup> Acrônimo para reservation level Tchebycheff procedure.

Rottkemper e Fischer (2013) apresentam um modelo para a realocação de itens de auxílio em caso de desastre considerando múltiplos objetivos para desenvolver regras de suporte à decisões no caso de desastres seguidos.

O modelo de otimização multiobjetiva levou a diminuição de necessidades não atendidas em todos os cenários considerados. Ainda complementam que os custos da operação não crescem consideravelmente onde o impacto das rupturas é alto.

### 3.16. Referência 16

Neste trabalho, Esmaili e Barzinpour (2014) apresentam um modelo *multi-objective mixed-integer location-distribution*. Utilizando um caso de terremoto no Irã para comprovar seu modelo, eles buscam estimar os possíveis estragos e por sua vez as possíveis demandas das vítimas envolvidas, buscando a identificação de possíveis locais seguros para a alocação dos afetados.

Visto que as situações reais tendem a serem maiores que o esperado, foi utilizada um enfoque *genetic algorithm meta-heuristic*, que trouxe melhores resultados para o problema.

### 3.17. Referência 17

O estudo de Manopiwines et al. (2014) tem como objetivo determinar melhores localizações para centros de distribuição e quantidades predeterminadas de estoque para cada um deles. Através de um modelo de *mixed-integer programming*, tenta satisfazer totalmente a demanda em caso de desastre, minimizando também o custo operacional logístico.

Utilizando como caso as enchentes da Tailândia, ficou determinado que o modelo é capaz de diminuir as deficiências de performance de um sistema logístico. Ainda os autores sugerem que uma melhor preparação por parte do governo para atender aos possíveis desastres.

### 3.18. Referência 18

Através de verificarem a necessidade de um modelo estratégico que organizasse a ação dos envolvidos em operações de logística humanitária, Caymaz et al. (2013) sugerem um modelo para estruturar as ações de suporte em um contexto pré e pós desastre.

Utilizam-se de publicações sobre terremotos ocorridos na Turquia como diversos desastres de grande escala e caráter internacional, entrevistas e dados para formular este modelo, trazendo não só a oportunidade de usá-lo para terremotos, como para outros desastres.

### 3.19. Referência 19

Para este artigo, Das e Hanaoka (2014) tem como objetivo distribuir os recursos de forma a suprir diversas zonas impactadas, no contexto de um grande desastre, evitando a alocação ineficiente e mal distribuída de recursos.

Os autores apresentam um ABM (*agent-based model*) para solução do problema, que juntamente com o método TOPSIS, busca criar uma hierarquia de pontos de demanda para parâmetros quantitativos e qualitativos. Como resultado, é afirmado que este modelo não só melhora a análise dos efeitos das medidas nos transportes, como também pode ser usada como experiência para futuras oportunidades, servindo como base para a confecção de futuros contratos de frotas.

### 3.20. Referência 20

Moreno et al. (2015) buscam determinar a parcela de demanda necessária para cada área afetada que deverá ser suprida pelos centros de distribuição.

Através de dois modelos *stochastic mixed-integer programming*, os autores utilizam características das enchentes ocorridas na região do Rio de Janeiro, Brasil e concluem que mesmo com informações reais, é difícil prever para futuros desastres visto que suas características específicas, por exemplo, estes podem acontecer em maior ou menor escala e em diferentes tipos.

### 3.21. Referência 21

Lin et al. (2009) apresentam neste artigo um modelo *multi-objective integer programming* para ajudar os tomadores de decisão na fase após o desastre a resolverem o problema de distribuição, considerando dois objetivos: minimizar custos e maximizar o atendimento adequado as vítimas.

Entre outros parâmetros, foi estabelecida uma multa para quando houvesse atraso nas entregas, a fim de restringir ao máximo a insatisfação de atendimento às vítimas, vinculando-se ao custo. Como resultado, através da utilização de casos genéricos gerados computacionalmente, foi possível estabelecer um intervalo de valores de custo de operação que pode ser utilizado sem afetar significativamente no atendimento às vítimas e a multa estabelecida.

### 3.22. Referência 22

Neste trabalho, o objetivo de Berkoune et al. (2012) é minimizar o tempo total de transporte para o atendimento de vítimas pós-desastre. Para isso, utilizam um modelo de *mixed integer programming*.

Assim, através do desenvolvimento de um algoritmo genérico, foi concluído que a utilização deste se adequa a diferentes proporções de desastres, o que é de grande valia, visto que os números do desastre não estarão disponíveis logo após se acontecimento, porém decisões deverão ser tomadas e adequadas as necessidades.

### 3.23. Referência 23

Os autores apresentam um método diferenciado e pouco utilizado quando aplicado em logística humanitária, chamado de *System Dynamics* (SD). Através desta abordagem, dois modelos integrados são apresentados: modelo de progressão do Antrax, que vai estabelecer a demanda por remédios em última análise; e o modelo de logística emergencial, baseando-se em variáveis de estoques e fluxos.

Seu objetivo é analisar os comportamentos da cadeia de suprimentos relacionada ao auxílio de vítimas de ataques químicos, como do Antrax, como fontes de fornecimento, recebimento nos armazéns e locais de descarte de itens, para auxiliar na criação de estratégias dos tomadores de decisão.

Por fim, Hu e Zhao (2011) concluem que este método pode ser utilizado para outros casos, principalmente ligados a epidemias e ataques químicos como o Antrax. Porém, ainda se limita por considerar um evento de escala pequena e deve ser desenvolvido.

### 3.24. Referência 24

Neste artigo, He et al. (2013) utilizam um modelo *multi-echelon queuing network* a fim de otimizar o tempo de transporte de suprimentos e evitar a perda de tempo.

O caso de um tufão na China é estudado e através da aplicação do modelo, fica verificado que tanto o tempo de resposta da cadeia, como o de resposta dos pontos de demanda, ficam dentro de um intervalo aceitável. Porém, é recomendado que o governo local invista mais no assunto. Os autores ainda sugerem um plano que incorpora um maior número de camadas do que estava sendo considerado pelo governo.

### 3.25. Referência 25

Duhamel et al. (2013) apresentam neste trabalho um modelo *quantitative dynamic* a fim de determinar locais de distribuição de suprimentos em um recorte pós-desastre para melhor atender a população afetada. O modelo necessita validação através de um caso, porém promete uma quantificação adequada do aspecto da resiliência.

### 3.26. Referência 26

O objetivo de Lin et al. (2010) neste trabalho consiste em otimizar o tempo de entrega de suprimentos críticos para a vítimas. Desta forma, utiliza o modelo *integer programming* em um estudo de caso sobre um terremoto na costa oeste dos Estados Unidos.

Como resultado, foi encontrada a melhor localização para um depósito na área afetada, visando receber e distribuir todos os suprimentos necessários as

vítimas. Ainda, foi constatado que a performance seria melhorada se fossem colocadas mais frotas, porém fica sujeita a questão dos custos da operação.

### 3.27. Referência 27

Chakravarty (2014) analisa neste trabalho a combinação ideal entre um pré-posicionamento de estoque e a rapidez de resposta de tempo real de entregas, a fim de verificar o impacto de uma pronta resposta no índice de sobrevivência.

Através de uma extensa análise por meio de um modelo *two-stage integrated optimization*, o autor tira diversas conclusões acerca das variáveis de cada desastre.

Primeiro, afirma que o ajuste de quantidades e tempo de resposta deve ser adequado de acordo com a diferente intensidade do desastre, custos locais e comunidade afetada. Ainda, conclui que a intensidade de um desastre pode ser categorizada em intervalos que revelarão se uma resposta rápida ou um grande alcance deverão ser utilizados como estratégia. Num terceiro ponto, alega que a efetividade de uma estratégia predefinida diminui quando a intensidade do desastre aumenta. E por fim, ressalta a necessidade de reservar uma parte do orçamento para a operação logística humanitária, a fim de maximizar o valor social.

### 3.28. Referência 28

Neste artigo, Van Wik et al. (2011) sugerem um modelo *stochastic inventory* para demonstrar que é possível utilizar um modelo matemático para pré-posicionar estoque para os países da SADC<sup>5</sup> para um possível desastre. Ainda, buscam minimizar custos de estocagem destes materiais.

Por fim, concluiu-se que o modelo pode ser usado para estabelecer tipos e quantidades de suprimentos para emergências, destacando a necessidade de estratégias de preparo para possíveis desastres.

### 3.29. Referência 29

---

<sup>5</sup> SADC é o acrônimo de Southern African Development Community, em português Comunidade para o Desenvolvimento da África Austral.

Azzi et al. (2012) utilizam de um modelo *mixed integer* neste trabalho buscando auxiliar os tomadores de decisão no caso do problema de distribuição *last mile*.

O modelo foi aplicado no caso do terremoto do Haiti em 2010 e foram analisados de alguns pontos comuns com a logística comercial, como a otimização da entrega de suprimentos e a exploração das possibilidades de variações nos recursos disponíveis.

Desta forma, concluiu-se que é possível usar de princípios básicos da logística comercial em operações de logística humanitária, apesar de algumas características únicas de cada uma.

### 3.30. Referência 30

O objetivo do artigo apresentado por Opit e Nakade (2015) é a otimização da distribuição de suprimentos de emergência considerando a disponibilidade das rotas, num período específico de tempo. É formulado um modelo *mixed integer* para dar o suporte necessário a tomada de decisão após o desastre.

Por fim, mostrou-se que o modelo gerou inúmeros cenários, os quais, através de uma análise de sensibilidade, poderão ser filtrados e a melhor solução poderá ser encontrada.

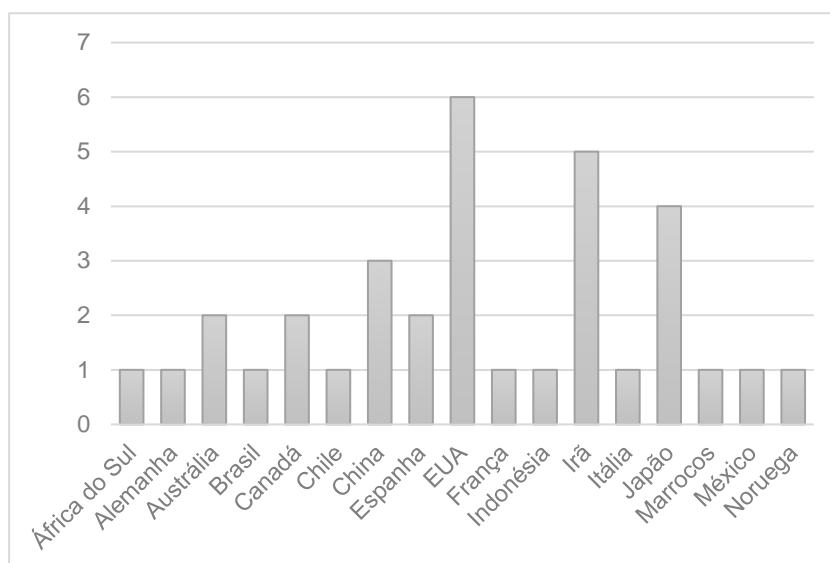
## 4 AVALIAÇÃO DO MATERIAL

Através dos dados recolhidos e filtrados dos trinta artigos encontrados para a realização deste trabalho foi possível traçar padrões e tendências dos autores ao escolherem o tema, objetivo, aplicação e modelo.

Em um primeiro momento, podemos destacar o critério do país de origem dos trabalhos. Através de diversas instituições que submeteram os trabalhos apresentados, foi considerado que alguns artigos foram feitos em colaboração entre diferentes instituições, e algumas vezes, entre autores de diferentes países.

De acordo com o gráfico abaixo, podemos notar que os países que apresentaram mais trabalhos foram Estados Unidos, Irã, Japão e China, respectivamente.

GRÁFICO 02 – NÚMERO DE ARTIGOS PUBLICADOR POR PAÍS



FONTE: O autor (2016)

Desta forma, é possível considerar que países com uma maior produção de artigos são aqueles que estão mais acostumados com desastres, ou seja, mais suscetíveis ou já afetados por eles. Conforme dados do EM-DAT, mais de 51% das pessoas afetadas por desastres no mundo, estão dispostas entre estes 4 países, entre os anos de 2009 e 2015. Ainda, estes países somaram cerca de USD 627 bilhões referentes aos valores de estragos causados por desastres, o que caracteriza 62% em relação ao resto do mundo, considerando esse período.

Ainda, não podemos deixar de ponderar que tanto Estados Unidos, como China e Japão também são grandes produtores de material acadêmico e isso pode impactar da mesma forma neste resultado. Segundo o SJR, Estados Unidos e China ocupam o primeiro e segundo lugar no ranking mundial de publicações de artigos, sendo que em 2015 somaram uma parcela de 30% do total de trabalhos publicados em todo o mundo.

Alguns autores, por sua vez, se basearam em casos fora de seu país de origem. O caso do terremoto no Haiti, ocorrido de 2010, teve frequente utilização por autores de outras nacionalidades como referência para criação de soluções para os problemas gerados em tempos de desastre. Um evento de grande impacto e ampla exposição midiática como foi o do Haiti também impulsiona mais publicações sobre o assunto, mesmo que os autores não estejam no país afetado.

O Brasil, por sua vez, apresentou poucas publicações que demonstrassem a relação problema e solução, como os outros países.

O tipo de desastre também pode ser vinculado à realidade que o autor possui, ou seja, ele pode escolher um tipo de desastre como terremoto por estar suscetível à ser afetado por ele. Desta forma, a origem do autor e o tipo de desastre podem andar juntos quando da escolha do desastre e do problema a ser estudado. Por exemplo, um autor brasileiro se dedicará à questões como enchentes, enquanto um japonês irá levantar pontos sobre terremotos.

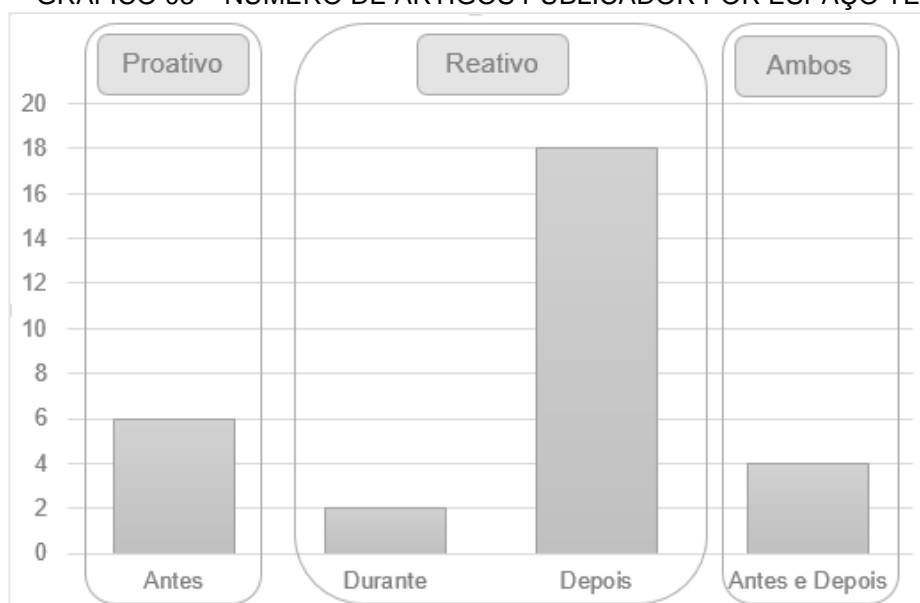
Neste trabalho, podemos notar que quase metade dos artigos considerados apresenta seu foco em resolução de um problema em caso de ocorrência de terremoto, especificamente. Considerando a classificação de Van Wassenhove (2006), há uma tendência na escolha para estudo de desastres naturais, de caráter repentino.

Ainda assim, alguns artigos foram caracterizados como tendo um enfoque nos problemas considerando não só um tipo de desastre, mas vários. No caso, estes foram classificados como tipo de desastre geral.

Os artigos que consideram esta generalização apresentam soluções que devem ser adequadas de acordo com os tipos de problema e nem sempre consideram as singularidades de cada situação.

Para o espaço temporal, foi notada uma grande quantidade de trabalhos que apresentam modelos para um momento pós desastre, ou seja, de caráter reativo. Os artigos que apresentam modelo proativos representam apenas 20% do total.

GRÁFICO 03 – NÚMERO DE ARTIGOS PUBLICADOR POR ESPAÇO TEMPORAL



FONTE: O autor (2016)

Para a subcategoria “durante”, apenas dois tipos de desastres foram adequados: ataque químico e epidemia. Nestes casos o desastre tem um tempo de duração consideravelmente maior, visto que não acontecem de uma vez, como terremotos ou tsunamis. Outros tipos de desastres poderiam ser colocados nesta categoria como guerras, crises de refugiados e fome. Desta forma, as ações podem ser tomadas enquanto os diversos ataques químicos ocorressem, ou durante uma epidemia se espalha em determinada área. Não foram encontrados outros estudos com este caráter.

Artigos que foram caracterizados como “antes e depois” são interessantes por combinar duas fases de um desastre e, como modelos de caráter proativo, trazem uma preparação para tentar minimizar os impactos de um desastre. Se este modelo proativo for combinado com mecanismos de auxílio pós desastre, a possibilidade de menos vítimas ou estruturas serem impactadas é maior.

Quatro tipos de problemas logísticos foram apresentados para classificação dos artigos e seus modelos:

- (1) localização de estrutura física;
- (2) controle de inventário;
- (3) fluxo de transporte;
- (4) geral, que abrange 3 ou mais problemas no mesmo artigo/resolução.

Neste trabalho foram encontradas as quantidades de artigos voltados para cada tipo de problema conforme exposta na tabela 01:

TABELA 01 – NÚMERO DE ARTIGOS PUBLICADOR POR PROBLEMA

<b>Tipo de problema logístico</b>	<b>Artigos</b>
Localização de estrutura física	5
Controle de Inventário	6
Fluxo de Transporte	17
Geral	5

FONTE: O autor (2016)

Nota-se que o controle de fluxo de transporte é o mais estudado entre os artigos analisados. Na logística humanitária, o risco no transporte é muito alto devido as condições instáveis do pós desastre como o estado em que as rotas estarão, a quantidade disponível de veículos e pessoas e a possibilidade de outros desastres ocorrerem enquanto o veículo está em trânsito. Ainda, há a necessidade de atender

as demandas das vítimas a fim de evitar maior sofrimento, então as rotas deverão ser as melhores para atender a questões de tempo, bem como de quantidade e qualidade.

Da mesma forma, a preparação para a localização de estruturas físicas, bem como a determinação de estoques prévios para emergências podem se adequar a um modelo proativo mais facilmente. Como visto previamente, a literatura apresenta um número maior de modelos reativos, condizendo com um maior número de artigos voltados para apresentação de modelos de resolução de problemas para fluxo de transporte.

Nos trabalhos analisados, foram sugeridos métodos/modelos para resolução de problemas relacionados à logística quando ocorre um desastre. Os modelos matemáticos são a grande maioria recomendada.

Os modelos não matemáticos, através de recolhimento de informações sobre experiências anteriores em bancos de dados, reportagens e entrevistas, totalizaram um total de três artigos.

Os modelos não matemáticos são um caminho adequado a ser percorrido, porém o auxílio de modelos matemáticos pode trazer mais exatidão ao objetivo buscado. Nos modelos matemáticos, considerar a variação entre as características de cada tipo ou localização de desastre já é habitual e natural, através de variáveis ou restrições. Em caso de modelos não matemáticos, a recomendação de adequará a determinadas situações e o modelo deverá ser revisado para incluir as variações.

É relevante que a literatura apresente formas de solução de problemas que possam ser adequadas à realidade de cada tipo de desastre, sendo através de modelo matemáticos, estes mais facilmente adaptáveis as características específicas, ou através de modelos não matemáticos, mais direcionados a determinadas situações.

De certa forma, todos os modelos apresentados trazem um aprendizado ao tema. Se o resultado for positivo, ocorrem avanços ao desenvolvimento de técnicas para resolução de problemas, através do aperfeiçoamento ou criação de modelos. Se apresenta problemas ou pontos a melhorar, fica a tentativa como referência para outros autores a fim de aprimorarem a pesquisa de outra forma. O entendimento do que de fato é eficaz, é relevante para compreender o que poderá ser utilizado em possíveis situações futuras.

Aproximadamente 75% dos artigos obtiveram resultados positivos, comprovados através da aplicação do modelo sugerido em algum caso, real ou hipotético, ou comparando com outras práticas.

No restante dos casos, há a necessidade de adequação do modelo para atender eventos de maior escala, ou diferentes tipos de desastres e características.

## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Neste artigo foi apresentada uma revisão bibliográfica, considerado alguns critérios que foram aplicados na classificação dos artigos selecionados, a fim de analisar tendências, quantidade de estudos e melhores práticas.

As categorias escolhidas reúnem as características principais dos artigos e foram dispostas da seguinte maneira: país de origem do autor, tipo de desastre, espaço temporal, tipo de problema logístico, tipo de modelo aplicado e resultado.

Da análise destes dados, algumas conclusões foram tiradas, bem como recomendações para outros trabalhos a serem feitos.

Baseado nesta revisão, fica evidente a baixa contribuição de artigos de origem brasileira para a comunidade internacional no período: justamente pelas diferentes características de desastres no Brasil, o reforço das publicações brasileiras pode contribuir com os estudos de logística humanitária de forma geral, adicionando uma perspectiva diferenciada a literatura encontrada sobre o tema.

A falta de estudo sobre situações de apoio logístico à desastres também ocorre quando estes são de caráter previsível. Por ser uma operação de maior continuidade, questões como fome ou pobreza, classificados de acordo com van Wassenhove (2006) como desastres, não estão tão evidentes dentro dos estudos de logística humanitária, às vezes, não sendo consideradas como desastres, mas sim um problema pontual em determinado local ou região. Este tipo de desastre conta com outros fatores além do impacto à determinada população, como a situação socioeconômica local, de forma mais complexa.

A logística humanitária voltada para desastres gerados pelo ser humano também merece mais atenção nos estudos logísticos. Mesmo que tendo caráter repentino ou previsível, há a necessidade de maior apoio acadêmico para que sejam evitados e remediados de forma mais efetiva. Os atentados terroristas, por exemplo, que são um tema relevante no século XXI, não foram citados na literatura encontrada.

Apesar do conhecimento logístico aplicado pelos governos, militares ou ONGs, é importante que haja a contribuição acadêmica, de estudiosos especialistas

na área de logística, de preferência humanitária, a fim de estipular as melhores práticas em todos os tipos de desastre, independente a sua classificação.

O enfoque dos artigos produzidos se volta, principalmente para estratégias reativas, ou seja, após o acontecimento do desastre. É de extrema importância que o planejamento prévio seja considerado mais frequentemente a fim de prever as necessidades futuras, estabelecendo antes do desastre quais possíveis práticas podem ser adotadas. Da mesma forma, algumas informações são muito complicadas de prever, por isso, o planejamento para desastres deve cogitar tanto uma preparação a fim de mitigar riscos e surpresas, deixando um plano base estabelecido, como considerar o pós desastre com as informações necessárias para atender a todas as necessidades.

Para os problemas logísticos, nota-se que a literatura em geral aborda principalmente a questão de rotas, com enfoque no pós desastre. Há uma necessidade de mais pesquisas que considerem os problemas de controle de inventário e locações de armazéns, considerando as características humanitárias e não aplicando os conceitos da logística comercial.

Artigos com enfoque generalizado nos problemas podem não trazer modelos completos e confiáveis para resolução, porém uma vez comprovada sua eficiência, podem ser muito úteis para a solução combinada de problemas logísticos.

Em relação aos modelos, eles se distinguem pela especificidade de problema atendido. Os modelos matemáticos podem ser mais facilmente aplicáveis em diversas situações, pois de antemão já consideram possíveis variações de características e restrições. Por sua vez, os modelos não-matemáticos, por se basearem em detalhes de uma determinada situação de desastre, como local, intensidade e estrutura, todos anteriores a possíveis novas ocorrências, e o modelo deverá ser mais uma vez adaptado para uma nova situação.

Considerando que a maioria dos modelos apresentados obteve resultados positivos, ou necessita de alguns ajustes para melhor atender os problemas, foram tiradas algumas boas práticas que devem ser consideradas para a elaboração de novos modelos.

Cada desastre ocorrido possui as suas especificidades, sendo estas a magnitude, localização, ativos disponíveis, impacto local, entre outras. Para a formulação de modelos, matemáticos ou não, a consideração destas características e

sua variabilidade é de extrema importância para apresentar um modelo que possa atender da forma mais exata possível as necessidades pós desastre.

Outro ponto amplamente recomendado é a preparação para o desastre. Por mais que algumas características são imprevisíveis antes de um impacto, é relevante considerar um planejamento prévio, indicando prováveis locais e rotas a serem utilizados, por exemplo, e preparando a população local para possíveis ocorrências. Em regiões onde há maior vulnerabilidade, é interessante também considerar um fundo monetário que possa ser utilizado em caso de desastre.

Para que o planejamento, organização ou resposta ao desastre seja feito de maneira coerente e eficaz, é indicado que, apesar de várias instituições colaboradoras, como diversas ONGs, os militares e até os órgãos governamentais, seja centralizado em apenas um líder. A ação descoordenada entre diversos atores pode resultar numa ação de distribuição desigual, conflito entre as partes, estoques incorretos devido a falsa informação de demanda, entre outros desentendimentos.

Para futuras pesquisas, recomenda-se que sejam considerados os pontos acima como relevantes, a fim de suprir espaços de conhecimento e poder desenvolver cada vez mais o campo de estudos referentes à logística humanitária.

## REFERÊNCIAS

- ABOUNACER, R.; REKIK, M.; RENAUD, J. An exact solution approach for multi-objective location-transportation problem for disaster response. **Computers and Operations Research**, v. 41, n. 1, p. 83–93, 2014.
- ALTAY, N.; GREEN, W. G. OR/MS research in disaster operations management. **European Journal of Operational Research**, v. 175, n. 1, p. 475–493, 2006.
- AZZI, A.; BATTINI, D.; PERETTI, U.; PERSONA, A.; SGARBOSSA, F. **The Haitian case**: an application of a last mile distribution model in relief operations. Trabalho apresentado na 5th Conference on Operations and Supply Chain Management, 2012.
- BALDINI, G.; OLIVERI, F.; SEUSCHEK, H.; HESS, E.; BRAUN, M. Secure RFID for Humanitarian Logistics. **Designing and Deploying RFID Applications**. p.42–58, 2004.
- BARZINPOUR, F.; SAFFARIAN, M.; MAKOUI, A.; TEIMOURY, E. Metaheuristic Algorithm for Solving Biobjective Possibility Planning Model of Location-Allocation in

- Disaster Relief Logistics. **Journal of Applied Mathematics**, v. 2014, p. 1–17, 2014.
- BERKOUNE, D.; RENAUD, J.; REKIK, M.; RUIZ, A. Transportation in disaster response operations. **Socio-Economic Planning Sciences**, v. 46, n. 1, p. 23–32, 2012.
- BOZORGI-AMIRI, A.; JABALAMELI, M. S.; MIRZAPOUR AL-E-HASHEM, S. M. J. A multi-objective robust stochastic programming model for disaster relief logistics under uncertainty. **OR Spectrum**, v. 35, n. 4, p. 905–933, 2011.
- CAMACHO-VALLEJO, J. F.; GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ, E.; ALMAGUER, F.-J.; GONZÁLEZ-RAMÍREZ, R. G. A bi-level optimization model for aid distribution after the occurrence of a disaster. **Journal of Cleaner Production**, v. 105, p. 134–145, 2015.
- CAYMAZ, E.; AKYON, F. V.; ERENEL, F. A model proposal for efficient disaster management: the Turkish sample. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 99, p. 609–618, 2013.
- CHAKRAVARTY, A. K. Humanitarian relief chain: Rapid response under uncertainty. **International Journal of Production Economics**, v. 151, p. 146–157, 2014.
- DAS, R.; HANAOKA, S. An Agent-based Model for Resource Allocation During Relief Distribution. **Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management**, v. 4, n. 2, p. 265–285, 2014.
- DUHAMEL, C.; CHATELET, E.; SANTOS, A. C.; BIRREGAH, B. An optimization model for the post-disaster response in terms of system resilience. **Agence Nationale Recherche**, 2013.
- EM-DAT. The international disaster database. Disponível em: <<http://www.emdat.be/>>. Acesso em: 23 set.2016.
- ESMAEILI, V.; BARZINPOUR, F. Integrated decision making model for urban disaster management: A multi-objective genetic algorithm approach. **International Journal of Industrial Engineering Computations**, v. 5, n. 1, p. 55–70, 2014.
- HADIGUNA, R. A.; KAMIL, I.; DELATI, A.; REED, R. Implementing a web-based decision support system for disaster logistics: A case study of an evacuation location assessment for Indonesia. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, v. 9, p. 38–47, 2014.
- HAMED, 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, 2012.
- HE, X.; HU, W.; WU, J. H.; WANG, C. Improving Emergency Goods Transportation

- Performance in Metropolitan Areas under Multi-echelon Queuing Conditions. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 96, n. Cictp, p. 2466–2479, 2013.
- HOLGUÍN-VERAS, J.; TANIGUCHI, E.; JALLER, M.; et al. The Tohoku disasters: Chief lessons concerning the post disaster humanitarian logistics response and policy implications. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, v. 69, p. 86–104, 2014.
- HU, J.; ZHAO, L. Emergency logistics strategy in response to anthrax attacks based on system dynamics. **International Journal of Mathematics in Operational Research**, v. 3, n. 5, p. 490–509, 2011.
- KHORSI, M.; BOZORGI-AMIRI, A.; ASHJARI, B. A Nonlinear Dynamic Logistics Model for Disaster Response under Uncertainty. **Journal of Mathematics and Computer Science**, v. 7, p. 63–72, 2013.
- KILCI, F.; KARA, B. Y.; BOZKAYA, B. Locating temporary shelter areas after an earthquake: A case for Turkey. **European Journal of Operational Research**, v. 243, p. 323–332, 2015.
- KOVÁCS, G.; SPENS, K. Identifying challenges in humanitarian logistics. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v. 39, n. 6, p. 506–528, 2009.
- LEIRAS, A.; BRITO JR, I. DE; 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.
- LIN, Y.; BATTA, R.; ROGERSON, P. A.; BLATT, A.; FLANIGAN, M. A logistics model for delivery of critical items in a disaster relief operation: heuristic approaches. **Transportation Research Part E**, 2009.
- LIN, Y.-H.; BATTA, R.; ROGERSON, P. A.; BLATT, A.; FLANIGAN, M. **Application of a humanitarian relief logistics model to an earthquake disaster**. Trabalho apresentado no TRB's 628 89th Annual Meeting, Washington D.C., 2010.
- MANOPINIWES, W.; NAGASAWA, K.; IROHARA, T. Humanitarian Relief Logistics with Time Restriction: Thai Flooding Case Study. **Industrial Engineering and Management Systems**, v. 13, n. 4, p. 398–407, 2014.
- MORENO, A.; ALEM, D.; FERREIRA, D. Heuristic approaches for the multiperiod location-transportation problem with reuse of vehicles in emergency logistics. **Computers and Operations Research**, v. 69, p. 79–96, 2015.

- OPIT, P. F.; NAKADE, K. Distribution Model of Disaster Relief Supplies by Considering Route Availability. **Japan Industrial Manage Association**, v. 66, p. 154–160, 2015.
- ÖZDAMAR, L.; PEDAMALLU, C. S. A comparison of two mathematical models for earthquake relief logistics. **International Journal Logistics Systems and Management**, v. 10, n. 3, p. 361–373, 2011.
- OZGUVEN, E. E.; OZBAY, K. A secure and efficient inventory management system for disasters. **Transportation Research Part C: Emerging Technologies**, v. 29, p. 171–196, 2013.
- RENNEMO, S. J.; RO, K. F.; HVATTUM, L. M.; TIRADO, G. A three-stage stochastic facility routing model for disaster response planning. **Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review**, v. 62, p. 116–135, 2014.
- REZAEI-MALEK, M.; TAVAKKOLI-MOGHADDAM, R. Robust humanitarian relief logistics network planning. **Uncertain Supply Chain Management**, v. 2, n. 2, p. 73–96, 2014.
- ROTTKEMPER, B.; FISCHER, K. Decision making in humanitarian logistics: A multi-objective optimization model for relocating relief goods during disaster recovery operations. In: 10th International ISCRAM Conference. **Anais...** Hamburg University of Technology, May 2013, p. 647–657.
- SEURING, S.; MÜLLER, M.; WESTHAUS, M.; MORANA, R. Conducting a literature review: the example of sustainability in supply chains. **Research Methodologies in Supply Chain Management: In Collaboration with Magnus Westhaus**, p. 91–106, 2005.
- SRJ. Scimago Journal and Country Rank. Disponível em: <<http://www.scimagojr.com/>>. Acesso em: 23 set. 2016.
- TRANFIELD, D.; DENYER, D.; SMART, P. Towards a Methodology for Developing Evidence-Informed Management Knowledge by Means of Systematic Review. **British Journal of Management**, v. 14, 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, 2011.
- WYK, E. VAN; BEAN, W. L.; YADAVALLI, S. Modelling of Uncertainty in Minimising the cost of Inventory for Disaster Relief. **South African Journal of Industrial Engineering**, v. 22, n. 1, p. 1–11, 2011.

## APÊNDICE A – QUADRO DE INFORMAÇÕES DESCRITIVAS

Nº	Referência	Ano de Publicação	Institutos de Pesquisa	Jornais de Publicação
1	CAMACHO-VALLEJO, J. F.; GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ, E.; ALMAGUER, F.-J.; GONZÁLEZ-RAMÍREZ, R. G. A bi-level optimization model for aid distribution after the occurrence of a disaster.	2015	Universidad Autonoma de Nuevo Leon; Pontificia Universidad Católica de Valparaíso	Journal of Cleaner Production
2	HOLGUÍN-VERAS, J.; TANIGUCHI, E.; JALLER, M.; et al. The Tohoku disasters: Chief lessons concerning the post disaster humanitarian logistics response and policy implications.	2014	Rensselaer Polytechnic Institute; Kyoto University; University of California	Transportation Research Part A: Policy and Practice
3	KILCI, F.; KARA, B. Y.; BOZKAYA, B. Locating temporary shelter areas after an earthquake: A case for Turkey.	2015	Bilkent University; Sabanci University	European Journal of Operational Research
4	RENNEMO, S. J.; RO, K. F.; HVATTUM, L. M.; TIRADO, G. A three-stage stochastic facility routing model for disaster response planning.	2014	Norwegian University of Science and Technology; Universidad Complutense de Madrid	Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review
5	ABOUNACER, R.; REKIK, M.; RENAUD, J. An exact solution approach for multi-objective location-transportation problem for disaster response.	2014	Interuniversity Research Center on Enterprise Networks, Logistics and Transportation (CIRRELT); Laval University; Ibnou Zohr University	Computers and Operations Research
6	VITORIANO, B.; ORTUÑO, M. T.; TIRADO, G.; MONTERO, J. A multi-criteria optimization model for humanitarian aid distribution.	2011	Universidad Complutense de Madrid	Journal of Global Optimization
7	HADIGUNA, R. A.; KAMIL, I.; DELATI, A.; REED, R. Implementing a web-based decision support system for disaster logistics: A case study of an evacuation location assessment for Indonesia.	2014	Andalus University; Deakin University	Journal of Disaster Risk Reduction
8*	BOZORGI-AMIRI, A.; JABALAMELI, M. S.; MRZAPOUR AL-E-HASHEM, S. M. J. A multi-objective robust stochastic programming model for disaster relief logistics under uncertainty.	2011	Iran University of Science and Technology	OR Spectrum
9	BARZINPOUR, F.; SAFFARIAN, M.; MAKOU, A.; TEIMOURY, E. Metaheuristic Algorithm for Solving Biobjective Possibility Planning Model of Location-Allocation in Disaster Relief Logistics.	2014	Iran University of Science and Technology	Journal of Applied Mathematics
10	KHORSI, M.; BOZORGI-AMIRI, A.; ASHJARI, B. A Nonlinear Dynamic Logistics Model for Disaster Response under Uncertainty.	2013	Tafresh University; University of Tehran	Journal of Mathematics and Computer Science
11	HAMED, M.; HAGHANI, A.; YANG, S. Reliable Transportation of Humanitarian Supplies in Disaster Response: Model and Heuristic.	2012	University of Maryland; Beijing Normal University	Procedia - Social and Behavioral Sciences
12	REZAEI-MALEK, M.; TAVAKKOLI-MOGHADDAM, R. Robust humanitarian relief logistics network planning.	2014	University of Tehran	Uncertain Supply Chain Management
13	ÖZDAMAR, L.; PEDAMALLU, C. S. A comparison of two mathematical models for earthquake relief logistics.	2011	Yeditepe University	International Journal Logistics Systems and Management
14	OZGUVEN, E. E.; OZBAY, K. A secure and efficient inventory management system for disasters.	2013	Rutgers University	Transportation Research Part C: Emerging Technologies
15	ROTTKEMPER, B.; FISCHER, K. Decision making in humanitarian logistics – A multi-objective optimization model for relocating relief goods during disaster recovery operations.	2013	Institute for OR and IS Hamburg University of Technology	Apresentado em 10th International ISCRAM Conference
16*	ESMAEILI, V.; BARZINPOUR, F. Integrated decision making model for urban disaster management: A multi-objective genetic algorithm approach.	2014	Iran University of Science and Technology	International Journal of Industrial Engineering Computations
17	MANOPINIWES, W.; NAGASAWA, K.; IROHARA, T. Humanitarian Relief Logistics with Time Restriction: Thai Flooding Case Study.	2014	Sophia University	Industrial Engineering and Management Systems
18	CAYMAZ, E.; AKYON, F. V.; ERENEL, F. A model proposal for efficient disaster management: the Turkish sample.	2013	Marmara University; Çanakkale Onsekiz Mart University; Istanbul Kemerburgaz University	Procedia - Social and Behavioral Sciences
19	DAS, R.; HANAOKA, S. An Agent-based Model for Resource Allocation During Relief Distribution.	2014	Tokyo Institute of Technology	Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management
20*	MORENO, A.; ALEM, D.; FERREIRA, D. Heuristic approaches for the multiperiod location-transportation problem with reuse of vehicles in emergency logistics.	2015	Universidade Federal de São Carlos	Computers and Operations Research
21	LIN, Y.; BATT, A.; ROGERSON, P. A.; BLATT, A.; FLANIGAN, M. A logistics model for delivery of critical items in a disaster relief operation : heuristic approaches.	2009	Center for Transportation Injury Research (CUBRC); University at Buffalo	Transportation Research Part E
22	BERKOUNE, D.; RENAUD, J.; REKIK, M.; RUIZ, A. Transportation in disaster response operations.	2012	Interuniversity Research Center on Enterprise Networks, Logistics and Transportation (CIRRELT); Laval University	Socio-Economic Planning Sciences
23	HU, J.; ZHAO, L. Emergency logistics strategy in response to anthrax attacks based on system dynamics.	2011	China Southeast University	International Journal of Mathematics in Operational Research
24	HE, X.; HU, W.; WU, J. H.; WANG, C. Improving Emergency Goods Transportation Performance in Metropolitan Areas under Multi-echelon Queuing Conditions.	2013	Shanghai Maritime University; Tongji University	Procedia - Social and Behavioral Sciences
25	DUHAMEL, C.; CHATELET, E.; SANTOS, A. C.; BIRREGAH, B. An optimization model for the post-disaster response in terms of system resilience.	2013	Université de Technologie de Troyes	Agence Nationale Recherche
26	LIN, Y.-H.; BATT, A.; ROGERSON, P. A.; BLATT, A.; FLANIGAN, M. Application of a humanitarian relief logistics model to an earthquake disaster.	2010	Center for Transportation Injury Research (CUBRC); University at Buffalo	Apresentado em TRB's 628 89th Annual Meeting, Washington DC
27	CHAKRAVARTY, A. K. Humanitarian relief chain: Rapid response under uncertainty.	2014	Northeastern University	International Journal of Production Economics
28	WYK, E. VAN; BEAN, W. L.; YADAVALLI, S. Modelling of Uncertainty in Minimising the cost of Inventory for Disaster Relief.	2011	University of Pretoria; CSIR Built Environment	South African Journal of Industrial Engineering
29	AZZI, A.; BATTINI, D.; PERETTI, U.; PERSONA, A.; SGARBOSSA, F. The Haitian case : an application of a last mile distribution model in relief operations.	2012	University of Padua	The 5th Conference on Operations and Supply Chain Management
30	OPIT, P. F.; NAKADE, K. Distribution Model of Disaster Relief Supplies by Considering Route Availability.	2015	Nagoya Institute of Technology	Japan Industrial Manage Association

## APÊNDICE B – QUADRO DE CLASSIFICAÇÃO DE ARTIGOS

Nº	Referência	Case	Objetivo	País de origem do(s) Autor(es)	Tipo de desastre	Espaço temporal	Tipo de Problema	Modelo	Resultado
1	CAMACHO-VALLEJO, J. F.; GONZALEZ-RODRIGUEZ, E.; ALMAGUER, F.-J.; GONZÁLEZ-RAMÍREZ, R. G. A bi-level optimization model for aid distribution after the occurrence of a disaster. <i>Journal of Cleaner Production</i> .	Chile 2010	Otimizar decisões relacionadas a distribuição de ajuda internacional	México/Chile	Terremoto	Depois	Fluxo de Transporte	Modelo matemático	Modelo funciona no caso apresentado; sugestão de centralização de planejamento em uma agência
2	HOLGUÍN-VERAS, J.; TANGUCHI, E.; JALLER, M.; et al. The Tohoku disasters: Chief lessons concerning the post disaster humanitarian logistics response and policy implications. <i>Transportation Research Part A: Policy and Practice</i> .	Japão 2011	Elaborar de um plano de logística humanitária	EUA, Japão, Austrália	Terremoto	Depois	Geral	Modelo não-matemático	Sugeriu-se uma melhor estruturação das políticas de preparação e resposta a eventos
3	KILCI, F.; KARA, B. Y.; BOZKAYA, B. Locating temporary shelter areas after an earthquake: A case for Turkey. <i>European Journal of Operational Research</i> .	Turquia 2011	Selecionar a localização de abrigos temporários	Turquia	Terremoto	Depois	Localização de estrutura física	Modelo matemático	Comparando com a solução da Turkish Red Crescent, a apresentada no artigo é ligeiramente melhor.
4	RENNEMO, S. J.; RO, K. F.; HVALTUM, L. M.; TIRADO, G. A three-stage stochastic facility routing model for disaster response planning. <i>Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review</i> .	Haiti 2010	Otimizar a escolha de localização de depósitos e rotas	Noruega; Espanha	Terremoto	Depois	Localização de estrutura física e Fluxo de Transporte	Modelo matemático	Modelo válido e pode ser resolvido através de softwares de otimização de logística comercial
5	ABOLNACER, R.; REKIK, M.; RENAUD, J. An exact solution approach for multi-objective location-transportation problem for disaster response. <i>Computers and Operations Research</i> .	Nenhum caso específico foi apresentado	Otimizar o tempo de entrega e a quantidade de agentes necessários para dar o suporte nos centros de distribuição, e minimizar o número de áreas de demanda não atendidas	Canadá; Marrocos	Todos	Depois	Fluxo de Transporte	Modelo matemático	Modelo adequado para problemas de otimização, porém pode levar mais tempo quando aplicado a casos de maior escala
6	VITORIANO, B.; ORTUÑO, M. T.; TIRADO, G.; MONTERO, J. A multi-criteria optimization model for humanitarian aid distribution. <i>Journal of Global Optimization</i> .	Haiti 2010	Apresentar um sistema de tomada de decisões que dê suporte na seleção de veículos e rotas	Espanha	Terremoto	Depois	Fluxo de Transporte	Modelo matemático	O modelo mostrou resultados rápidos e positivos, sendo eficaz no caso apresentado
7	HADIGUNA, R. A.; KAMIL, I.; DELATI, A.; REED, R. Implementing a web-based decision support system for disaster logistics: A case study of an evacuation location assessment for Indonesia. <i>International Journal of Disaster Risk Reduction</i> .	Padang, Indonesia	Criar um sistema que auxilie no processo de tomada de decisão sobre evacuações	Indonésia; Austrália	Terremoto; Tsunami	Antes	Fluxo de Transporte	Modelo não-matemático	O modelo pode produzir resultados de acordo com as suposições criadas.
8	BOZORGI-AMIRI, A.; JABALAMELI, M. S.; MIRZAPOUR ALE-HASHEM, S. M. J. A multi-objective robust stochastic programming model for disaster relief logistics under uncertainty. <i>OR Spectrum</i> .	Irã	Minimizar custos e maximizar a satisfação das áreas afetadas	Irã	Terremoto	Antes e Depois	Fluxo de Transporte e controle de inventário	Modelo matemático	Redução nos custos de operação
9	BARZINPOUR, F.; SAFFARIAN, M.; MAKOUJ, A.; TEIMOURY, E. Biobjective Possibility Planning Model of Location-Allocation in Disaster Relief Logistics. <i>Journal of Applied Mathematics</i> .	Nenhum caso específico foi apresentado	Minimizar custos e maximizar a satisfação das áreas afetadas através de uma distribuição justa	Irã	Todos	Depois	Fluxo de Transporte	Modelo matemático	Foi confirmada a precisão e confiabilidade do modelo
10	KHORSI, M.; BOZORGI-AMIRI, A.; ASHJARI, B. A Nonlinear Dynamic Logistics Model for Disaster Response under Uncertainty. <i>Journal of Mathematics and Computer Science</i> .	Tehran, Irã (hipotético)	Diminuir de falta de atendimento das áreas afetadas e minimizar dos custos da operação	Irã	Terremoto	Antes	Fluxo de Transporte	Modelo matemático	Resultados satisfatórios através da geração de diferentes configurações, ajudando o tomador de decisão a determinar as melhores estratégias

## APÊNDICE B – QUADRO DE CLASSIFICAÇÃO DE ARTIGOS

Nº	Referência	Case	Objetivo	País de origem do(s) Autor(es)	Tipo de desastre	Espaço temporal	Tipo de Problema	Modelo	Resultado
11	HAMED, M.; HAGHANI, A.; YANG, S. Reliable Transportation of Humanitarian Supplies in Disaster Response: Model and Heuristic. Procedia - Social and Behavioral Sciences.	Nenhum caso específico foi apresentado	Determinar a rota e organizar o transporte através de uma frota de caminhões para a distribuição de suprimentos	EU/A; China	Todos	Depois	Fluxo de Transporte	Modelo matemático	O modelo inicial se mostra eficaz apenas para situações de pequeno porte. É sugerido um algoritmo genérico que se mostra eficaz para atender problemas de maior tamanho
12	REZAEI-NALEK, M.; TAVAKKOLI-MOGHADAMI, R. Robust humanitarian relief logistics network planning. Uncertain Supply Chain Management.	Seattle, US (hipotético)	Otimizar planejamento de logística humanitária referente à localização de armazéns, quantidade de suprimentos e plano de distribuição	Irã	Terramoto	Antes	Geral	Modelo matemático	Através da proposição do método RLTP, foi considerado adequado para lidar com o problema
13	ÖZDAMAR, L.; PEDAMALLU, C. S. A comparison of two mathematical models for earthquake relief logistics. International Journal of Logistics Systems and Management.	Nenhum caso específico foi apresentado	Buscar a melhor solução para a coordenação das práticas de recolher e entregar suprimentos	Turquia	Terramoto	Depois	Fluxo de Transporte	Modelo matemático	Após comparação com outro modelo, concluiu-se que o modelo apresentado é mais eficiente que o anterior quando do tempo e qualidade das soluções.
14	ÖZGUVEN, E. E.; ÖZBAY, K. A secure and efficient inventory management system for disasters. Transportation Research Part C: Emerging Technologies.	Nenhum caso específico foi apresentado	Determinar os níveis otimizados de estoque para prevenir possíveis rupturas	EU/A	Todos	Antes	Controle de Inventário	Modelo matemático	Através da combinação do modelo proposto e a utilização de maior frequência, constatou-se que o método é válido, principalmente por poder ser usado em caráter off-line.
15	ROTKEMPER, B.; FISCHER, K. Decision making in humanitarian logistics – A multi-objective optimization model for relocating relief goods during disaster recovery operations. Hamburg University of Technology. 10th International ISCRAM Conference.	Malaria in Central Africa	Criar um modelo para a realocação de itens de auxílio à desastres que dá suporte aos tomadores de decisão	Alemanha	Epidemia	Durante	Localização de estrutura física e fluxo de transporte	Modelo matemático	Houve a diminuição de necessidades não atendidas em todos os cenários considerados
16	ESMAELI, V.; BARZINPOUR, F. Integrated decision making model for urban disaster management: A multi-objective genetic algorithm approach. International Journal of Industrial Engineering Computations.	Tehran (hipotético)	Estimar a demanda de determinada área em caso de desastre	Irã	Terramoto	Depois	Controle de Inventário	Modelo matemático	O modelo inicial se mostra eficaz apenas para situações de pequeno porte. É sugerido um algoritmo genérico que se mostra eficaz para atender problemas de maior tamanho
17	MANOPINIWES, W.; NAGASAWA, K.; IROHARA, T. Humanitarian Relief Logistics with Time Restriction: Thai Flooding Case Study. Industrial Engineering and Management Systems.	Tailandia	Determinar melhores localizações para centros de distribuição e quantidades predeterminadas de estoque para cada um deles, minimizando custos	Japão	Enchente	Antes	Localização de estrutura física	Modelo matemático	O modelo é capaz de diminuir as deficiências de performance de um sistema logístico; sugestão de melhor preparação do governo para possíveis desastres
18	CAYMAZ, E.; AKYON, F. V.; ERENEL, F. A model proposal for efficient disaster management: the Turkish sample. Procedia - Social and Behavioral Sciences.	Turquia	Apresentar um plano de preparação e resposta a desastres a fim de diminuir o risco e o impacto nas vítimas	Turquia	Geral	Antes e depois	Geral	Modelo não-matemático	Foi apresentado um modelo estratégico para mitigar riscos atuando em ambas as fases de pré e pós desastre, considerando todos os tipos de desastres.
19	DAS, R.; HANAOKA, S. An Agent-based Model for Resource Allocation During Relief Distribution. Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management.	Japão 2011	Distribuir os recursos de forma a suprir diversas zonas impactadas, tentando evitar a sua alocação inadequada	Japão	Terramoto	Antes e Depois	Fluxo de Transporte	Modelo matemático	Melhora a análise dos efeitos das medidas nos transportes e pode servir como base para a confecção de futuros contratos de frotas
20	MORENO, A.; ALEM, D.; FERREIRA, D. Heuristic approaches for the multiperiod location-transportation problem with reuse of vehicles in emergency logistics. Computers and Operations Research.	Rio de Janeiro 2011	Determinar a parcela de demanda necessária para cada área afetada que deverá ser suprida pelos centros de distribuição	Brasil	Enchente	Depois	Controle de Inventário	Modelo matemático	Constatou-se que há uma dificuldade em prever a demanda para futuros desastres, visto que podem possuir características diferentes, como a escala do desastre.

## APÊNDICE B – QUADRO DE CLASSIFICAÇÃO DE ARTIGOS

Nº	Referência	Caso	Objetivo	País de origem do(s) Autor(es)	Tipo de desastre	Espaço temporal	Tipo de Problema	Modelo	Resultado
21	LIN, Y.; BATTIA, R.; ROGERSON, P. A.; BLATT, A.; FLANIGAN, M. A. Logistics model for delivery of critical items in a disaster relief operation: heuristic approaches. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Research. Review.	Nenhum caso específico foi apresentado	Minimizar custos e maximizar o atendimento adequado às vítimas	EUA	Todos	Depois	Geral	Modelo matemático	Foi possível estabelecer um intervalo de valores de custo de operação que pode ser utilizado sem afetar significativamente no atendimento às vítimas e a multa estabelecida.
22	BERKUN, D.; RENAULT, J.; REKIK, M.; RUIZ, A. Transportation in disaster response operations. Socio-Economic Planning Sciences.	Nenhum caso específico foi apresentado	Diminuir o tempo total de transporte de suprimentos	Canadá	Todos	Depois	Fluxo de Transporte	Modelo matemático	O modelo inicial se mostra eficaz apenas para situações de pequeno porte. É sugerido um algoritmo genérico que se mostra eficaz para atender problemas de maior tamanho
23	HU, J.; ZHAO, L. Emergency logistics strategy in response to anthrax attacks based on system dynamics. International Journal of Mathematics in Operational Research.	Anthrax	Analisar os comportamentos da cadeia de suprimentos relacionada ao auxílio de vítimas de ataques químicos; fontes de fornecimento; recabimento nos armazéns e locais de descarte de itens, para auxiliar na criação de estratégias dos tomadores de decisão	China	Ataque químico	Durante	Geral	Modelo matemático	Conclui-se que este modelo pode ser utilizado para outros casos, principalmente ligados a epidemias e ataques químicos. Porém, ainda limita-se por considerar um evento de escala pequena e deverá ser desenvolvido
24	HE, X.; HU, W.; WU, J. H.; WANG, C. Improving Emergency Goods Transportation Performance in Metropolitan Areas under Multi-scale During Conditions. Procedia - Social and Behavioral Sciences.	Shanghai, China	Otimizar o tempo de transporte de suprimentos e evitar a perda de tempo	China	Tufão	Depois	Fluxo de Transporte	Modelo matemático	Verificou-se que tanto o tempo de resposta da cadeia, como o de resposta dos pontos de demanda, ficam dentro de um intervalo aceitável. Porém, é recomendado que o governo local invista mais no assunto
25	DUHAMEL, C.; CHATELET, E.; SANTOS, A. C.; BIRREGAH, B. An optimization model for the post-disaster response in terms of system resilience. Agence Nationale Recherche.	Nenhum caso específico foi apresentado	Determinar locais apropriados para distribuição de suprimentos para as vítimas	França	Todos	Depois	Localização de Estrutura Física	Modelo matemático	É necessário que o modelo seja validado, porém promete uma quantificação adequada do aspecto da resiliência
26	LIN, Y.-H.; BATTIA, R.; ROGERSON, P. A.; BLATT, A.; FLANIGAN, M. Application of a humanitarian relief logistics model to an earthquake disaster. Apresentado em TRB's 628 89th Annual Meeting, Washington D.C	Estados Unidos, CA	Otimizar o tempo de entrega de suprimentos críticos	EUA	Terramoto	Depois	Fluxo de Transporte	Modelo matemático	Encontrou-se a melhor localização para um depósito na área afetada; foi constatado que a performance seria melhorada se fossem colocadas mais frotes, porém os custos da operação poderão ser afetados.
27	CHAKRAVARTY, A. K. Humanitarian relief chain: Rapid response under uncertainty. International Journal of Production Economics.	Nenhum caso específico foi apresentado	Verificar o impacto de uma pronta resposta no índice de sobrevivência	EUA	Todos	Antes e Depois	Controle de Inventário	Modelo matemático	Conclui-se que a intensidade dos desastres é diferente em cada caso, e desta forma, as variáveis do problema deverão ser ajustadas para adequar o modelo para uso; resalta a necessidade de reservar uma parte do orçamento para a operação logística humanitária, a fim de maximizar o valor social.
28	WYK, E.; VAN, BEAN, W. L.; YADAVALLI, S. Modelling of Uncertainty in Minimising the cost of Inventory for Disaster Relief. South African Journal of Industrial Engineering.	Nenhum caso específico foi apresentado	Determinar o melhor posicionamento de estoque de emergência, minimizando custos	África do Sul	Todos	Antes	Controle de Inventário	Modelo matemático	O modelo pode ser usado para estabelecer tipos e quantidades de suprimentos para emergências, sugestão para que sejam criadas estratégias de preparo a possíveis desastres
29	AZZI, A.; BATTINI, D.; PERETTI, U.; PERSONA, A.; SGARROSSA, F. The Haitian case: an application of a last mile distribution model in relief operations. The 5th Conference on Operations and Supply Chain Management.	Haiti 2010	Auxiliar os tomadores de decisão no caso do problema de distribuição last mile	Itália	Terramoto	Depois	Fluxo de Transporte	Modelo matemático	Apontou que é possível utilizar de princípios básicos da logística comercial em operações de logística humanitária, apesar de algumas das suas características distintas
30	Distribution Model of Disaster Relief Supplies by Considering Route Availability. Japan Industrial Manage Association.	Nenhum caso específico foi apresentado	Otimização da distribuição de suprimentos de emergência considerando a disponibilidade das rotas dando suporte aos tomadores de decisão	Japão	Todos	Depois	Fluxo de Transporte	Modelo matemático	O modelo gerou diversos cenários, que após uma análise de sensibilidade poderão indicar a melhor solução.