

Fabiana Santos Lima

**LOGÍSTICA HUMANITÁRIA:  
MODELAGEM DE PROCESSOS PARA A FASE DE  
AQUISIÇÃO NA RESPOSTA A DESASTRES NATURAIS.**

Tese submetida ao Programa de Pós  
Graduação em Engenharia de  
Produção da Universidade Federal de  
Santa Catarina para a obtenção do  
Grau de Doutora em Engenharia de  
Produção.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Mirian Buss  
Gonçalves, Dr<sup>a</sup>.

Florianópolis,  
2014

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária  
da UFSC.

Lima, Fabiana Santos

Logística Humanitária: Modelagem de Processos para a  
Fase de Aquisição na Resposta a Desastres Naturais /  
Fabiana Santos Lima ; orientadora, Mirian Buss Gonçalves -  
Florianópolis, SC, 2014.

233 p.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa  
Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em  
Engenharia de Produção.

Inclui referências

1. Engenharia de Produção. 2. Logística Humanitária. 3.  
Modelo de Fluxo em Redes. 4. BPMn. 5. Desastres. I.  
Gonçalves, Mirian Buss. II. Universidade Federal de Santa  
Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de  
Produção. III. Título.

Este trabalho é dedicado aos meus amigos invisíveis e, aos meus dois grandes amores, minha querida filha Isadora e meu companheiro Marko.



Fabiana Santos Lima

**LOGÍSTICA HUMANITÁRIA:  
MODELAGEM DE PROCESSOS PARA A FASE DE  
AQUISIÇÃO NA RESPOSTA A DESASTRES NATURAIS.**

Esta Tese foi julgada adequada para obtenção do Título de “Doutora em Engenharia de Produção”, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção.

Florianópolis, 02 de julho de 2014.

---

Prof<sup>a</sup> Lucila Maria de Souza Campos, Dr<sup>a</sup>.  
Coordenadora do Curso

**Banca Examinadora:**

---

Prof<sup>a</sup>. Mirian B. Gonçalves, Dr<sup>a</sup>.  
Orientadora  
Universidade Federal de Santa  
Catarina

---

Prof. Ricardo Villarroel Dávalos, Dr.  
Universidade Federal de Santa  
Catarina

---

Prof. João Carlos Souza, Dr.  
Universidade Federal de Santa  
Catarina

---

Prof<sup>a</sup>. Márcia M. A. Samed, Dr<sup>a</sup>.  
(Avaliadora externa)

---

Prof. Sérgio Fernando Mayerle, Dr.  
Universidade Federal de Santa  
Catarina

---

Prof<sup>a</sup>. Adriana Leiras, Dr<sup>a</sup>  
(Avaliadora externa)



## AGRADECIMENTOS

À professora Mirian Buss Gonçalves pela dedicação em seus ensinamentos, fez mais que orientar, apoiando-me, incentivando-me e acreditando no desenvolvimento deste trabalho.

Ao professor Sérgio Fernando Mayerle, pela especial atenção dada na elaboração desta tese, mostrando o caminho do trabalho e estando sempre disponível para auxiliar.

Aos demais professores do Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, pela atenção dada, por suas sugestões e questionamentos quando necessários e, principalmente, pela motivação proporcionada.

À professora Márcia M. Altimari Samed (UEM) por seu companheirismo, incentivo e envolvimento no trabalho, sem medir esforços para isso.

Aos funcionários do Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, em especial, à Rosimeri Maria de Souza (a Meri) por seu auxílio, segurança e disponibilidade no ótimo atendimento.

À reitoria da Universidade Federal de Santa Catarina ao apoio à participação em eventos. Aos colegas do ORLAB, que me auxiliaram e contribuíram no desenvolvimento da tese.

A todo grupo NPLOG, em especial, aos colegas Thiago Maciel, Leonardo Varella, Silviana Cirino, Daniel de Oliveira, Vanina Silva, que sempre me apoiaram, ensinaram e contribuíram para minha formação.

Ao amigo Daniel de Oliveira, além do seu apoio, ensino e dedicação, também por sua parceria e apoio a publicações.

À CAPES, ao financiamento do programa de capacitação.

Ao professor coorientador Bernd Hellingrath pela oportunidade concedida à realização do doutorado sanduíche na Universidade de Münster (Westfälische Wilhelms), no grupo ERCIS - European Research Center for Information Systems.

Ao colega do grupo ERCIS Jan-Hendrik Fischer por sua importante contribuição computacional referente ao desenvolvimento da etapa de programação em linguagem Java e adaptação ao Anylogic. Ao colega Adam Widera do grupo ERCIS, por sua dedicação e cuidado em me receber, além de suas contribuições, indagações e sugestões dispensadas ao desenvolvimento da tese.

Aos professores e pesquisadores do CEPED/UFSC (Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres) por permitir a utilização da base de dados dos desastres ocorridos no território

nacional. Em especial, ao Prof. Dr. Antônio Edésio Jungles por suas importantes colocações e contribuições no desenvolvimento da primeira etapa do trabalho.

Aos especialistas da SECRETARIA DE ESTADO DA DEFESA CIVIL, que contribuíram com importantes informações para o desenvolvimento do trabalho.

Ao professor Edson Bez (UNIVALI), ao apoio e auxílio dispensados na primeira fase da pesquisa. Ao colega Jhonatas Vicente de Jesus por seu auxílio computacional no desenvolvimento inicial da pesquisa.

A todos os professores da banca, por seus comentários, sugestões e avaliação.

Gostaria de agradecer aos meus pais a concessão e o incentivo ao meu estudo, nunca medindo esforços para isso e, também, aos meus irmãos Débora, Sabrina e Leonardo o incentivo durante esta jornada. Em especial, agradeço a minha filha Isadora por sua paciência, seu incentivo emocional e a compreensão pela minha ausência em alguns momentos devido à minha dedicação a esta jornada. Agradeço ao meu companheiro, Eng. Marko Stellenberg, que além de sua empolgação e incentivo pessoal, ajudou na elaboração da tese com sua experiência profissional e computacional, junto com o colega Jan-Hendrik Fischer, na adaptação do modelo e com suas importantes sugestões para essa etapa de minha vida.

## RESUMO

As organizações humanitárias trabalham em ambientes voláteis, envolvendo uma variedade de atores com diferentes habilidades e conhecimentos. O serviço de emergência às vítimas de desastres naturais exige uma rápida tomada de decisão. É difícil distribuir tarefas para quem é menos experiente e há poucas ferramentas para auxiliar os tomadores de decisão nestes ambientes de alta pressão.

O objetivo desta tese é apresentar um modelo matemático e computacional para apoiar as operações humanitárias em eventos de desastres naturais, com destaque para a função de aquisição de suprimentos durante a fase de resposta em caso de desastres naturais. Esta abordagem evidencia a integração de ferramentas para os fluxos de trabalhos e processos utilizando um modelo de referência de tarefas existente para a Logística Humanitária (LH) na notação BPMN. Essa ferramenta incorpora a clusterização de tipos de desastres de acordo com as regiões geográficas com base em um algoritmo *K-means*, a fim de predeterminar artigos de socorro. Com esta estrutura de demanda, determinados fornecedores são selecionados com a possibilidade de entregar os itens em curto prazo, utilizando um modelo de fluxo em redes adaptado e considerando-se, ainda, o menor custo.

A fim de facilitar a tomada de decisão em situações de emergência, utilizou-se técnicas de simulação e otimização, de modo a estudar o impacto da aplicação das atividades sugeridas, na gestão dos processos em uma cadeia de suprimentos humanitária.

Com o intuito de exemplificar uma aplicação do modelo, estudou-se o cenário de um desastre ocorrido no estado de Santa Catarina. Na aplicação verificou-se que decisões podem ser tomadas para gerir de forma eficiente o fluxo de materiais ao longo da cadeia de suprimentos em operações humanitárias, minimizando o tempo de resposta para a fase emergencial em eventos de desastres naturais.

**Palavras-chave:** Logística Humanitária, Desastres Naturais, Modelagem de Processos, *Business Process Modeling Notation*, Clusterização, Modelo de Fluxo em redes.



## ABSTRACT

Humanitarian organizations working in volatile environments, involve a variety of actors with different abilities and knowledge. The emergency services to victims of natural disasters requires a quick decision. It's difficult to allocate tasks to those who are less experienced and there are few tools to support decision makers in these high-pressure environments.

The aim of this thesis is to present a mathematical and computational model to support humanitarian operations in natural disaster events, with emphasis on the procurement function of supplies during the phase of response in case of disasters. This approach highlights the integration of tools for workflows and processes using an existing reference tasks model for Humanitarian Logistics (HL) in the BPMN notation.

This tool incorporates clustering of types of disasters according to the geographic regions based on a K-means algorithm with goal to predetermine relief items. With this demand structure, certain suppliers are selected with the possibility to deliver the items in a short time, using a networks flow model adapted and considering, also, the lowest cost.

To facilitate decision making in emergency situations, we used techniques of simulation and optimization with purpose to study the impact of the application of the suggested tasks, in the business processes management, in a humanitarian supply chain.

With the intention to exemplify an application of the proposed model, we study the scene of a disaster in the state of Santa Catarina.

In the application example shows that decisions can be taken to manage efficiently the flow of materials throughout the supply chain in humanitarian operations, minimizing the response time for the emergency phase in natural disaster events.

**Keywords:** Humanitarian Logistics, Natural Disasters, Process Modeling, Business Process Modeling Notation, Clustering, Networks Flow Model.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Metodologia da Pesquisa .....	32
Figura 2- Fluxos da cadeia de abastecimento.....	54
Figura 3- Modelo das Três Fases .....	59
Figura 4- Ciclo Contínuo de Gestão de Desastres.....	60
Figura 5- Ciclo de resposta em emergência das organizações humanitárias .....	61
Figura 6- Ciclo de vida de uma missão de ajuda.....	62
Figura 7- Relação das etapas no ciclo de gestão de desastres .....	64
Figura 8- Cinco Blocos de construção para a preparação. ....	66
Figura 9- Sistema Internacional de alívio de desastres .....	72
Figura 10- Coordenação do ciclo de Vida.....	74
Figura 11- Ciclo de Vida da Operação Humanitária .....	75
Figura 12- Dimensões do BPM.....	89
Figura 13- Modelagem e implantação de processos utilizando BPM ...	92
Figura 14- Ciclo de Vida BPM .....	94
Figura 15- Categorias dos Elementos de BPM.....	98
Figura 16- Processo de compra em BPMN .....	100
Figura 17- Modelo de processo logístico de socorro em catástrofes internacionais. ....	102
Figura 18- Modelo de Referência – RTM.....	104
Figura 19- Etapas do Processo MD.....	112
Figura 20- Representação de uma rede através de um grafo G.....	118
Figura 21- Configuração do SUMA.....	123
Figura 22- Metodologia de construção do modelo.....	126
Figura 23- Processo de Integração .....	129
Figura 24- Inserção dos métodos quantitativos .....	130
Figura 25- Esquema dos passos da metodologia proposta .....	131
Figura 26- Modelo do grafo proposto .....	135
Figura 27- Dados de Entrada.....	137
Figura 28- Representação gráfica do resultado do problema de fluxos de rede.....	138
Figura 29- Esquema geral utilizado no processo de simulação.....	142
Figura 30- Esquema da etapa entrada de dados.....	143
Figura 31- Esquema das etapas de Processo e Análise .....	144
Figura 32- Fluxograma de etapas do processo de aplicação do modelo .....	150
Figura 33- Modelagem BPMN no modelo proposto.....	156
Figura 34- Processo de integração de tarefas no nível estratégico da função avaliação.....	160

Figura 35- Determinação dos Clusters.....	161
Figura 36- Distribuição anual de eventos registrados em Santa Catarina .....	162
Figura 37- Soma absoluta dos eventos registrados por Tipo de Desastre .....	162
Figura 38- Caracterização dos clusters .....	164
Figura 39- Média de desastres por cluster e média geral .....	165
Figura 40- Distribuição geográfica dos clusters.....	166
Figura 41- Processo de integração de tarefas no nível estratégico da função avaliação.....	168
Figura 42- Etapas para a determinação dos suprimentos por clusters.	169
Figura 43- Processo de integração de tarefas para a seleção de fornecedores.....	171
Figura 44- Inputs e Outputs do Problema de Fluxo em Redes.....	173
Figura 45- Modelo de Grafo Aplicado.....	178
Figura 46- Resultado Geral .....	180
Figura 47- Demanda não totalmente atendida .....	181
Figura 48- Demanda totalmente atendida .....	182
Figura 49- Demanda atendida por dia.....	183
Figura 50- Resultado Geral B .....	184
Figura 51- Indicador referente à demanda atendida por dia.....	185
Figura 52- Relação do Custo de falta (R\$) com o índice de tempo ....	188
Figura 53- Relação do custo total com o custo de falta .....	189
Figura 54- Relação da capacidade/demanda com índice de tempo.....	191
Figura 55- Relação dos custos com capacidade/demanda .....	191
Figura 56- Relação da variação do preço com o índice de tempo.....	193
Figura 57- Relação dos custos com a variação do preço.....	194

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Conceitos dos Termos em Desastres .....	40
Tabela 2- Classificação dos Desastres Naturais .....	44
Tabela 3-Desafios à Logística Humanitária .....	50
Tabela 4- Logística Humanitária <i>versus</i> Logística Empresarial.....	51
Tabela 5- Triplo A - Humanitária versus Comercial.....	55
Tabela 6- Agências da ONU envolvidas no Setor Humanitário.....	69
Tabela 7- Apoio empresarial nas atividades humanitárias .....	78
Tabela 8- Desafios das Parcerias.....	79
Tabela 9- Modelo de Referência de Tarefas para LH .....	104
Tabela 10- Responsabilidades do Cluster e organização líder em LH	109
Tabela 11- Representações BPMN.....	145
Tabela 12- Dados dos efeitos das inundações de julho de 1983 e agosto de 1984 no Estado de Santa Catarina .....	152
Tabela 13- Dados de 1983 e projeção para o cenário atual objeto de estudo .....	153
Tabela 14- Resultados do algoritmo <i>K-means</i> .....	164
Tabela 15- Itens de Assistência Humanitária .....	169
Tabela 16- Itens de Assistência Humanitária por Clusters.....	170
Tabela 17- Quantidade solicitada do produto.....	174
Tabela 18- Dados empíricos dos Fornecedores.....	175
Tabela 19- Resultados cenário A.....	187
Tabela 20- Resultados cenário B.....	190
Tabela 21- Resultados simulação C .....	192



## LISTA DE SIGLAS

ACE	<i>Assessment and Classification of Emergencies</i>
BPM	<i>Business Process Management</i>
BPMN	<i>Business Process Modelling Notation</i>
CEPED	Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres
CHIM	<i>Clustering Hybrid Inundation Model</i>
DC	Defesa Civil
DHL	<i>Dalsey, Hillblom and Lynn</i>
DPN	Desenho de Processos de Negócios
ECHO	<i>European Community Humanitarian Office</i>
ERM	<i>Entity-Relationship Model</i>
ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i>
FCM	<i>Fuzzy C-Means</i>
FICV	Federação Internacional da Cruz Vermelha
HLS	<i>Humanitarian Logistics Software</i>
IASC	<i>Inter Agency Standing Committee</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IFRC	<i>International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies</i>
INGO	<i>International non-governmental organisation</i>
KDE	<i>Kernel Density Estimed</i>
KPI	<i>Key Performance Indicator</i>
LH	Logística Humanitária
LSS	<i>Logistics Support System</i>
MD	Mineração de Dados
MIP	<i>Mixed Integer Program</i>
MIT	Massachuttes Institute of Technology
MPLSCI	Modelo de Processo Logístico de Socorro em Catástrofes Internacionais
MSD	Modelo de Sistema Dinâmico
NFI	<i>Non Food Items</i>
ONGs	Organização não Governamental
OCHA	<i>(United Nations) Office for the Coordination of Humanitarian Affairs</i>
OMG	<i>Object Management Group</i>
ONU	Organização das Nações Unidas
PNDC	Política Nacional de Defesa Civil
PP	Problema de Pesquisa
PPE	Plano de Preparação de Emergência

RFID	<i>Radio-frequency identification</i>
RMU	<i>Resource Mobilization Unit</i>
RNA	<i>Redes Neurais Artificiais</i>
RTM	<i>Reference Task Model</i>
SCM	<i>Supply Chain Management</i>
SINDEC	<i>Sistema Nacional de Defesa Civil</i>
SN	<i>Sociedade Nacional</i>
SUMA	<i>Supply Management System</i>
TI	<i>Tecnologia da Informação</i>
TNT	<i>Thomas Nationwide Transport</i>
UML	<i>Unified Modelling Language</i>
UN	<i>United Nations</i>
UNDHA	<i>United Nations Department of Humanitarian Affairs</i>
UNDP	<i>United Nations Development Programme</i>
UNEP	<i>United Nations Environment Programme</i>
UNHCR	<i>United Nations High Commissioner for Refugees</i>
UNICEF	<i>United Nations International Childrens Emergency Fund</i>
UNJLC	<i>United Nations Joint Logistics Center</i>
UPS	<i>United Parcel Service</i>
WFP	<i>World Food Programme</i>
WHO	<i>World Health Organization</i>

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>23</b>	
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO .....	23	
1.2	OBJETIVOS.....	25	
<b>1.2.1</b>	<b>Objetivo Geral</b> .....	<b>25</b>	
<b>1.2.2</b>	<b>Objetivos Específicos</b> .....	<b>25</b>	
1.3	MOTIVAÇÃO E JUSTIFICATIVA DA TESE.....	26	
1.4	CONTRIBUIÇÕES .....	28	
<b>1.4.1</b>	<b>Contribuições para a ciência</b> .....	<b>28</b>	
<b>1.4.2</b>	<b>Contribuições para a sociedade</b> .....	<b>29</b>	
1.5	MÉTODO DE PESQUISA .....	30	
1.6	LIMITAÇÕES DA PESQUISA .....	32	
1.7	ESTRUTURA DO TRABALHO .....	35	
FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA I - DESASTRES NATURAIS E LOGÍSTICA HUMANITÁRIA .....			37
<b>2</b>	<b>DESASTRES</b> .....	<b>39</b>	
2.1	CONCEITO DE DESASTRES.....	39	
2.2	CLASSIFICAÇÃO DE DESASTRES .....	41	
2.3	CLASSIFICAÇÃO DOS DESASTRES NATURAIS.....	42	
2.4	GERENCIAMENTO EM DESASTRES.....	45	
<b>2.4.1</b>	<b>Gestão em Desastres</b> .....	<b>45</b>	
<b>3</b>	<b>LOGÍSTICA HUMANITÁRIA</b> .....	<b>49</b>	
3.1	DEFINIÇÃO DA LOGÍSTICA HUMANITÁRIA (LH) .....	49	
3.2	CADEIA DE SUPRIMENTOS EM OPERAÇÕES HUMANITÁRIAS	51	
3.3	FASES E CICLOS DE ALÍVIO DE DESASTRES. ....	58	
<b>3.3.1</b>	<b>Preparação</b> .....	<b>63</b>	
<b>3.3.2</b>	<b>Coordenação</b> .....	<b>67</b>	
<b>3.3.3</b>	<b>Níveis de Coordenação</b> .....	<b>71</b>	
<b>3.3.4</b>	<b>Gestão da Informação</b> .....	<b>75</b>	
<b>3.3.5</b>	<b>Parcerias</b> .....	<b>76</b>	
3.4	ATIVIDADES LOGÍSTICAS NA CADEIA DE SUPRIMENTOS HUMANITÁRIA.....	80	
<b>3.4.1</b>	<b>Avaliação</b> .....	<b>80</b>	
<b>3.4.2</b>	<b>Aquisição</b> .....	<b>81</b>	
<b>3.4.3</b>	<b>Armazenagem</b> .....	<b>83</b>	
<b>3.4.4</b>	<b>Transporte</b> .....	<b>84</b>	

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA II- MÉTODOS APLICÁVEIS PARA A CONSTRUÇÃO DO MODELO.....	85
<b>4 BUSINESS PROCESS MANAGEMENT (BPM) .....</b>	<b>87</b>
4.1 INTRODUÇÃO .....	87
4.2 VISÃO GERAL DO BPM NA LH.....	87
4.3 CONCEITO.....	88
4.4 CICLO DE VIDA BPM.....	93
4.5 VISÃO POR PROCESSO VERSUS VISÃO TRADICIONAL .....	94
4.6 TÉCNICA DE PROCESSO DE MODELAÇÃO .....	97
4.7 MODELOS DE PROCESSOS EM LOGÍSTICA HUMANITÁRIA..	100
<b>4.7.1 Tufinkgi (2006): Modelo de Processo Logístico de Socorro em Catástrofes Internacionais .....</b>	<b>100</b>
<b>4.7.2 McGuire (2006): Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos para produtos de saúde .....</b>	<b>102</b>
<b>4.7.3 Blecken (2010) : Modelo de Referência de Tarefas (RTM).....</b>	<b>103</b>
<b>5 MÉTODOS DE AGRUPAMENTO EM LH.....</b>	<b>107</b>
5.1 INTRODUÇÃO .....	107
5.2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	107
5.3 MINERAÇÃO DE DADOS.....	111
<b>5.3.1 Definição .....</b>	<b>111</b>
<b>5.3.2 Método <i>K-means</i> para análise de <i>Clusters</i> .....</b>	<b>113</b>
<b>6 PROBLEMA DE FLUXO EM REDES .....</b>	<b>115</b>
6.1 INTRODUÇÃO .....	115
6.2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....	115
6.3 MÉTODO SIMPLEX PARA O PROBLEMA DE FLUXO EM REDES .....	117
6.4 TÉCNICAS DE SIMULAÇÃO EM LH .....	120
<b>7 CONSTRUÇÃO DO MODELO .....</b>	<b>125</b>
7.1 INTRODUÇÃO .....	125
7.2 PROCEDIMENTOS INICIAIS DA CONSTRUÇÃO DO MODELO	125
7.3 DESCRIÇÃO DAS ETAPAS DE MODELAGEM.....	127
<b>7.3.1 Identificação do Modelo de Processo de Tarefas.....</b>	<b>127</b>
<b>7.3.2 Integração dos Modelos Quantitativos com o Modelo de Processos .....</b>	<b>128</b>
7.3.2.1 Método de Clusterização para LH.....	130
7.3.2.2 Problema de Fluxo em Redes.....	131
7.4 ANYLOGIC .....	141
7.5 NOTAÇÃO DE MODELAGEM - BPMN.....	145
<b>8 APLICAÇÃO E VALIDAÇÃO DO MODELO .....</b>	<b>149</b>

8.1	INTRODUÇÃO.....	149
8.2	DESCRIÇÃO DO CENÁRIO .....	150
8.3	QUADRO DAS TAREFAS EM BPMN .....	154
8.4	INSERÇÃO DOS MÉTODOS QUANTITATIVOS NAS TAREFAS..	159
<b>8.4.1</b>	<b>Função Avaliação no nível Estratégico.....</b>	<b>159</b>
8.4.1.1	Experimento Computacional.....	161
8.4.1.2	Resultados e Análise do Processamento de Dados.....	163
<b>8.4.2</b>	<b>Função Avaliação no Nível Tático.....</b>	<b>167</b>
8.4.2.1	Suprimentos por tipo de desastres .....	169
8.4.2.2	Definição dos Itens de Assistência humanitária por <i>Clusters</i> .....	170
<b>8.4.3</b>	<b>Função Aquisição no Nível Operacional .....</b>	<b>171</b>
8.4.3.1	Implementação computacional .....	172
8.4.3.2	Análise dos resultados obtidos .....	179
8.4.3.3	Validação do fluxo em redes para LH no nível operacional .....	186
8.5	ANÁLISE DOS RESULTADOS .....	194
<b>9</b>	<b>CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....</b>	<b>199</b>
9.1	CONCLUSÕES .....	199
9.2	PROPOSTAS PARA NOVAS PESQUISAS .....	202
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>205</b>
	<b>APÊNDICE.....</b>	<b>223</b>



# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

Organizações de ajuda humanitária coordenam bilhões de dólares, anualmente, no auxílio a vítimas de catástrofes naturais, conflitos civis e guerras. Sua tarefa principal é a mobilização de financiamentos e de bens de doadores internacionais e administração de alívio para os beneficiários vulneráveis em locais de desastres em todo o globo. Várias atividades são destinadas à recuperação de desastres, redução da pobreza e promoção dos direitos humanos. Alguns pesquisadores (Rodriguez *et al.*, 2011; Tatham e Pettit, 2010; Olsen *et al.* 2003) destacam o quanto os desastres naturais afetam o sistema econômico da região atingida e afirmam que a ausência de uma boa gestão em desastres ocasiona uma grande perturbação política e social, o que reflete no relacionamento com outros países. Conforme Olsen *et al.* (2003), países desenvolvidos investem na preparação e na mitigação dos desastres, reduzindo, assim, os riscos.

Nos últimos dez anos, o Japão, a China, os Estados Unidos, Filipinas, Índia e Indonésia são os países que mais frequentemente foram atingidos por desastres naturais como inundações, deslizamentos de terra, tempestades, terremotos, temperaturas extremas, tsunamis e furacões. Episódios como o terremoto da China, em 2008, os terremotos no Haiti, em 2010, terremoto e tsunami no Japão, em 2011, tufão nas Filipinas, em 2013 e ainda, em termos de Brasil, as enchentes e os deslizamentos ocorridos no sul, em 2008, enchentes no nordeste, em 2009, as enchentes e deslizamentos de terra ocorridos no Rio de Janeiro, em janeiro de 2011, entre outros, demonstram a gravidade dos desastres naturais em anos recentes.

As consequências materiais podem ser exemplificadas pela destruição de estabelecimentos de saúde, instituições educacionais, unidades habitacionais, fazendas, infraestrutura pública, entre outros. Da mesma forma, os danos humanos são numerosos e podem ser destacados os casos de mortes, feridos, doentes, sem-teto, desalojados e desaparecidos. Este contexto sugere a introdução de um planejamento logístico para o desenvolvimento das tarefas para avaliar a situação do desastre, a compra de itens de ajuda humanitária, o armazenamento destes itens e o respectivo transporte. Essas ações de planejamento constituem a essência da LH.

No atendimento à resposta em desastres naturais, muitas variáveis são consideradas e a variável tempo, em geral, é um dos principais fatores a ser levado em consideração, ou seja, quando o tomador de decisão da organização responsável consegue desenvolver a agilidade e a flexibilidade na tomada de decisão, isto reflete na redução do tempo ao atendimento da região atingida e, em consequência, um maior número de vítimas poderão ser socorridas.

Assim sendo, várias atividades voltadas ao gerenciamento da cadeia de suprimentos em organizações humanitárias como, por exemplo, armazenagem, transporte e aquisição auxiliam neste processo de decisão. O objetivo da aquisição é assegurar que a organização humanitária tenha os recursos materiais necessários para atender os requisitos operacionais e os requisitos de suporte operacional (Blecken, 2009). O processo de aquisição nas cadeias de abastecimento humanitário procura garantir que as organizações humanitárias tenham os suprimentos necessários para atender as necessidades de alívio (PAHO, 2001). As tarefas da aquisição incluem a identificação e a seleção de fornecedores adequados de forma a garantir a disponibilidade e a execução de atividades de compra.

Overstreet *et al.* (2011) desenvolveram uma estrutura para a revisão da literatura em LH. Utilizaram a teoria das restrições e gestão de informações em revisão de literatura sistemática para, então, desenvolver um quadro para a investigação, onde foi constatado que os pesquisadores de LH estão começando a desenvolver uma base para um corpo central do conhecimento e ainda, que estudos de gestão de estoques poderão enfrentar os desafios de determinar a quantidade de suprimentos para ajuda humanitária e onde posicionar.

É importante ter sistemas e processos nos locais que possam facilitar a colaboração entre os atores para manter altos níveis de eficiência no momento da resposta.

De acordo com Blecken (2010), os processos da cadeia de suprimentos não são ainda devidamente documentados e sistemas de tecnologia de informação (TI), que poderiam ser usados para acelerar, automatizar e medir esses processos, não foram exaustivamente descritos, nem avaliados.

Desenvolver um modelo aplicável no processo de gestão da cadeia de organizações humanitárias na emergência e na fase de preparação do pré-desastre, torna-se um grande desafio. Sendo assim, pode ser possível analisar como essas cadeias de suprimentos alcançam sua capacidade de resposta em curto prazo e a flexibilidade na resposta, garantindo apoio logístico para operações a médio e longo prazo. Além disso, um modelo

de referência, pode definir as bases para a análise e avaliação de sistemas de TI, na gestão da cadeia de suprimentos, para auxiliar os processos em operações humanitárias.

A padronização de âmbito setorial dos processos essenciais proporciona um ponto de partida para o desenvolvimento de setores específicos de soluções de TI que pode permitir a medição e a melhoria no desempenho e redução de custos (Blecken,2009).

Neste contexto, tem-se o seguinte problema de pesquisa:

Como as organizações responsáveis ao atendimento emergencial em desastres naturais poderiam desenvolver um processo logístico sistemático de atendimento eficiente e eficaz, com foco na fase de aquisição de suprimentos na resposta aos desastres ?

Neste capítulo, serão abordados os objetivos desta tese, sua justificativa e a motivação para sua realização, bem como as contribuições esperadas, o método de pesquisa empregado, as limitações e a estruturação da mesma.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo Geral

Esta tese tem como objetivo apresentar um modelo matemático e computacional para apoiar as operações humanitárias em eventos de desastres naturais, com destaque para a função de aquisição de suprimentos.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

No intuito de atingir o objetivo geral proposto nesta tese, os seguintes objetivos específicos serão considerados:

- (a) pesquisar modelos de processos existentes em LH, escolhendo um modelo de referência de processos para o desenvolvimento da modelagem do problema em estudo;
- (b) definir e integrar métodos quantitativos com o modelo de referência;
- (c) consolidar as etapas propostas numa visão sistêmica, usando alguma notação de modelação;
- (d) aplicar a metodologia sugerida para o cenário de um desastre em Santa Catarina caracterizado por algum tipo de desastre natural;
- (e) analisar os resultados obtidos no intuito de gerar recomendações às organizações humanitárias.

### 1.3 MOTIVAÇÃO E JUSTIFICATIVA DA TESE

A tomada de decisão referente a eventos emergenciais pode apresentar uma série de desafios que precisam ser tratados conforme sua especificidade, a qual pode vir representada segundo métodos de investigação, procedimentos de análise, sistema de informação, bem como, uma rotina de desempenho de processos e estudo de caso (Ferreira, 2010).

Entende-se por sistema de informação todo conjunto de dados e informações que são organizados de forma integrada, com o objetivo de atender e antecipar as necessidades dos usuários (Guimarães e Évora, 2004).

Na LH, as situações de emergência são altamente imprevisíveis. Assim, o sucesso de uma operação depende de uma boa estratégia logística. A velocidade de resposta em caso de emergência é essencial e depende do desempenho da logística para receber, transportar e entregar os suprimentos para a área afetada.

Grande parte da condução da tomada de decisão para a aquisição de auxílio é experiência qualitativa, que é desenvolvida pela experiência dos especialistas em conduzir operações de socorro. Isso significa que é difícil distribuir tarefas para quem é menos experiente e há poucas ferramentas para apoiar os tomadores de decisão nestes ambientes de alta pressão e em movimento rápido.

O uso de conceitos que focam aspectos comportamentais de uma organização adaptados às especificidades da cadeia de assistência e gestão humanitária, pode ser o diferencial para minimizar ações de improvisação, maximizar a eficiência e minimizar o tempo de resposta às situações de emergência. Segundo alguns pesquisadores (Blecken, 2010, Becker *et al.*, 2000, Widera e Hellingrath, 2011), utilizar modelos de processos oferece uma série de benefícios para as organizações uma vez que melhoram a transparência e apoiam a harmonização das relações entre os diversos setores. Também servem para reforçar as capacidades institucionais, a fim de gerenciar o seu crescimento.

Modelos de processos são usados, principalmente, em engenharia de software e segundo Becker *et al.* (2000), estão sendo utilizados, também, para fins organizacionais como a reorganização do processo, a certificação, a atividade de planejamento de recursos humanos.

Poucos e recentes trabalhos relacionados à gestão de processos de emergências têm sido apresentados para as operações humanitárias e de gestão de resposta a desastres (Blecken, 2010; Widera e Hellingrath,

2011). Em geral, requerem diferentes abordagens de gerenciamento de processos. Para Tomasini e Van Wassenhouve (2009), é importante ter sistemas e processos nos locais que possam facilitar a colaboração entre os atores para manter altos níveis de eficiência no momento da resposta. Estes modelos apresentam vários benefícios, como por exemplo, colaboração e cooperação bem como a otimização de processos.

Com a utilização do conceito BPM e a notação BPMN tem-se a base para uma implementação de TI de um modelo de referência de tarefas adaptável que poderia reduzir ainda mais o tempo de desenvolvimento para a organização dos processos específicos da cadeia de abastecimento. Com a utilização destes conceitos e através de ampla revisão teórica, foram identificadas oportunidades de pesquisa nas áreas de LH e sistemas de informação. Blecken (2009) desenvolveu um modelo de referência aplicável para a emergência e pós-emergência na gestão da cadeia de organizações humanitárias e indicou novos desafios entre os quais se destacam as questões de colaboração e coordenação em organizações humanitárias.

Com a extensão e a integração do modelo de referência proposto por Blecken (2009), desenvolve-se uma metodologia para operacionalizar a estratégia de ação das organizações responsáveis ao atendimento à resposta aos desastres, o que pode ser considerado como uma abordagem para melhorar a agilidade, a adaptabilidade e a flexibilidade na cadeia de suprimentos, por meio da gestão eficiente do fluxo de materiais ao longo da cadeia de suprimentos em operações humanitárias. Com isto, o desenvolvimento do modelo com o uso de ferramentas quantitativas busca reduzir o tempo para a tomada de decisão, a fim de limitar o impacto dos desastres naturais. Reduzir o sofrimento das pessoas e acelerar a recuperação é um dos objetivos na gestão de desastres. Isto requer trabalhar com cenários que estão em constante mudança, ou seja, é necessário um sistema de gestão que consiga incorporar a flexibilidade e busque, no menor tempo possível, desenvolver esta mudança de estado. No entanto, existem poucos métodos quantitativos que, integrados com uma rotina de processos, auxiliem nas tarefas de operações de socorro.

Poucas abordagens quantitativas têm sido propostas na bibliografia sobre a aquisição em operações de ajuda humanitária. Destaca-se o trabalho desenvolvido por Trestrail *et al.* (2009), que descrevem uma ferramenta de apoio à decisão MIP (Mixed-Integer Program), a fim de melhorar o transportador marítimo e a estratégia de preços de licitação dos fornecedores de alimentos, e o estudo de Falasca e Zobel (2011) que

desenvolveram modelos de decisão de compras para a ajuda humanitária. Ambos os trabalhos visam situações específicas, sendo que, uma orientação geral para o uso de métodos quantitativos em operações de socorro para auxiliar no processo de aquisição de itens de alívio, não foi encontrada na literatura.

Diante deste contexto, uma ferramenta de apoio à decisão para a LH será apresentada. Utilizando e ampliando um modelo de tarefas existente para a LH, será feita a integração da ferramenta quantitativa que incorpora clusters por tipos de desastres, de acordo com as regiões geográficas com base em algoritmos *K-means*, a fim de predeterminar artigos de socorros necessários. Com base nesta estrutura de demanda, fornecedores são selecionados para entregar os itens em curto prazo, utilizando uma adaptação do modelo de fluxo em redes.

Os procedimentos necessários para o desenvolvimento da metodologia, as ferramentas quantitativas, são elementos que auxiliam a tomada de decisão na resposta humanitária.

## 1.4 CONTRIBUIÇÕES

### 1.4.1 Contribuições para a ciência

O presente trabalho de pesquisa propõe uma análise da LH e apresenta um modelo matemático e computacional para apoiar as operações humanitárias em eventos de desastres naturais, com foco no gerenciamento de processos de forma a auxiliar a tomada de decisão em situações emergenciais. Para alcançar tal objetivo, inicialmente, foi necessária uma pesquisa bibliográfica em diversos aspectos que norteiam a LH, neste sentido, trabalhou-se com questões como desastres naturais e a LH, optou-se pelo aprofundamento de temas como o gerenciamento em desastres, a cadeia de suprimentos em operações humanitárias e suas atividades logísticas, as fases e os ciclos de alívio de desastres e a gestão da informação. Para fundamentar o estudo, foram necessários levantamentos teóricos sobre o gerenciamento de processos, técnicas de modelagem e modelos de processo em LH. A identificação de modelos e métodos quantitativos utilizados em operações de ajuda humanitária foi necessária para a modelagem do problema e especificamente, trabalhou-se com a metodologia para clusters e problemas de fluxo em redes adaptados para LH.

Especifica-se que, a contribuição científica está, primeiramente, na complementação e extensão do Modelo de Referências de Tarefas (RTM) desenvolvido por Blecken (2010) para as atividades de avaliação e

aquisição e suas respectivas subtarefas no BPMN. A segunda contribuição é representada pela proposta de inclusão de novas subtarefas em tarefas de avaliação e aquisição de modelos quantitativos associados a tarefas para o modelo de Blecken (2010). Para isso, são propostos métodos de clusters e de fluxo em redes.

O BPMN permite uma melhor compreensão das ações estratégicas, táticas e operacionais no que diz respeito às atividades. Assim, torna possível visualizar as tarefas e as subtarefas em uma sequência lógica, bem como as relações entre elas. Os métodos quantitativos permitem melhorar a precisão para a determinação dos itens de emergência necessários em situações de emergência e também para a seleção dos fornecedores que atendam a demanda no menor tempo possível.

A terceira contribuição está na modelagem do problema de fluxo em redes adaptado à LH em que o programa busca atender no tempo mais próximo da data de demanda, utilizando para isto, o fornecedor com capacidade suficiente para atender na data solicitada ou o mais próximo possível desta data. Quanto menor o tempo para atender totalmente a demanda, melhor o desempenho do sistema. Para medir o desempenho no cenário foi introduzido o índice de tempo (*time index*).

#### 1.4.2 Contribuições para a sociedade

Crises humanitárias exigem uma rápida tomada de decisão. Perante a necessidade de agilidade decisória, as organizações humanitárias não podem perder tempo com duplicidade de trabalhos e informações desencontradas.

Ambientes de socorro humanitário envolvem um grande número e variedade de atores, cada um com missão, interesses, capacidades e conhecimentos de logística diferentes. Embora os mecanismos de coordenação no domínio da gestão comercial da cadeia de abastecimento têm sido bem estudados, a coordenação em cadeias de ajuda humanitária ainda está muito incipiente.

A presente pesquisa busca investigar elementos da LH que contribuem para minimizar ações de improvisação para a gestão de desastres. Esta abordagem possibilita a padronização de processos e atividades de referência para apoiar as organizações humanitárias. As organizações humanitárias procuram atender de forma adequada ao apelo da população na resposta aos desastres. De uma forma geral, percebe-se que a falta de profissionais especializados, o uso inadequado da tecnologia, a falta da aprendizagem e principalmente, a colaboração limitada entre os mais

diversos tipos de organizações: humanitárias, governamentais, militares, empresas privadas que atuam no atendimento aos desastres, dificultam o desenvolvimento eficiente e eficaz do processo.

Com o foco em aperfeiçoar o tratamento de problemas emergenciais que têm impactos severos em termos sociais e econômicos, esta tese investiga os elementos da LH que contribuem na gestão de desastres dando ênfase à integração de modelos quantitativos nas atividades de processos para o gerenciamento de um sistema operacional na resposta ao desastre.

A contribuição social desta tese está direta e indiretamente relacionada com a redução do sofrimento das pessoas e com a aceleração da recuperação da normalidade. Isto requer trabalhar com cenários que estão em constante mudança, ou seja, é necessário um sistema de gestão que consiga incorporar esta flexibilidade e busque no menor tempo possível desenvolver esta mudança de estado.

## 1.5 MÉTODO DE PESQUISA

De uma forma geral, uma série de métodos, conceitos, modelos e estruturas têm sido propostos, desenvolvidos e são amplamente aceitos na abrangente teoria de logística e gestão da cadeia de suprimentos.

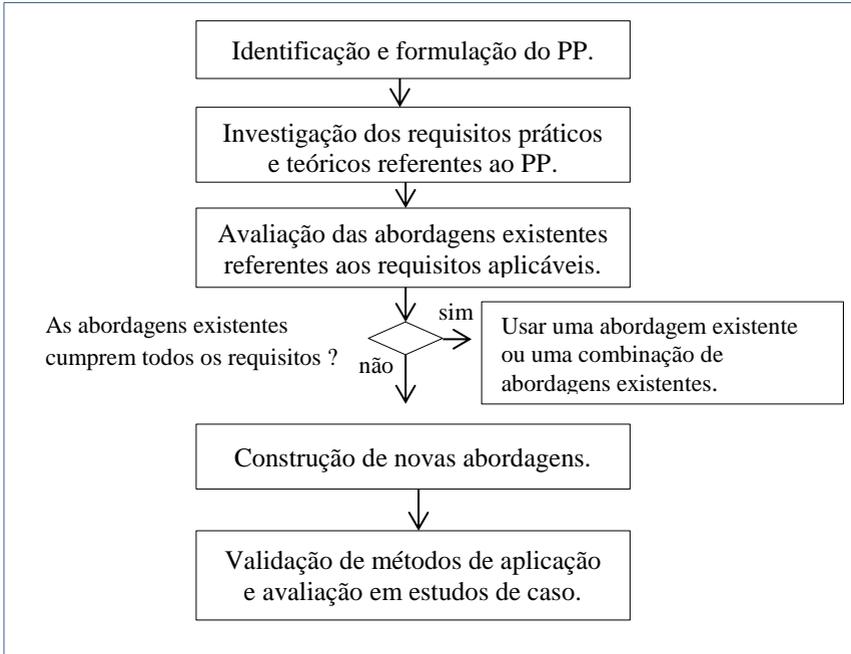
Esta pesquisa tem a intenção de analisar e utilizar métodos e modelos científicos existentes para adaptar e recriar no contexto da assistência humanitária. Por conseguinte, utiliza-se a abordagem da pesquisa empírica quantitativa, na qual, segundo Cauchick (2010), nesta linha de pesquisa a preocupação é assegurar que exista adesão entre observações e ações na realidade e o modelo elaborado da realidade.

A pesquisa empírica procura criar modelos que se adequem bem às relações causais existentes no problema real. Esta ação é no sentido de contribuir para as necessidades práticas das pessoas que estão inseridas na situação-problema e para acumulação de conhecimento em relação ao assunto, dentro de uma estrutura de trabalho mutuamente aceitável (Coughlan e Coughlan, 2002).

Com o intuito de entender como o método pode facilitar a tomada de decisões para diferentes indivíduos, bem como para tirar conclusões gerais e discutir as limitações e oportunidades para apoio à decisão, durante eventos de emergência, essa pesquisa faz uso de análise de cenários, onde se procura emular, por meio de relações lógicas, o funcionamento do sistema de forma a estudar o impacto da aplicação da adaptação do modelo de processo no gerenciamento de processos de negócios ao longo de uma cadeia de assistência humanitária.

Foi feita uma análise das diferentes e possíveis abordagens para o problema proposto, através da revisão da literatura e determinação do objeto de estudo. A metodologia científica projetada foi implementada para esta tese da seguinte forma (Figura 1). Depois de identificado e formulado um problema de pesquisa (PP) relevante, requisitos relativos à investigação do problema são planejados de forma a refletir as necessidades organizacionais e o conhecimento teórico. As abordagens existentes são avaliadas e quais soluções podem ser utilizadas são analisadas. Se as soluções existentes satisfazem plenamente as exigências, uma abordagem única ou uma combinação de tais abordagens pode ser usada para tratar o problema de pesquisa. Se abordagens existentes não satisfazem plenamente os critérios, um novo modelo pode ser construído, que atende a todas as exigências. O modelo é, então, validado por avaliação em estudos de caso.

Figura1- Metodologia da Pesquisa



Fonte: Adaptado de Blecken (2009)

## 1.6 LIMITAÇÕES DA PESQUISA

O tema de pesquisa está sob a ciência da logística com o foco em atividades logísticas humanitárias. Conforme Holguín Veras *et al.* (2012), “Atividade logística pode ser pensada como um processo técnico-social em que uma rede social de indivíduos orchestra uma série de atividades técnicas que utilizam sistemas de apoio, tais como transportes e comunicações.”

Um dos fatores mais importantes que afetam LH é a natureza do evento em si. Holguín-Veras *et al.* (2012) apresentam as diferenças entre um desastre e uma catástrofe. De forma geral, definem catástrofe como eventos de alta consequência que geram impactos generalizados e debilitantes, onde a capacidade da sociedade impactada a responder é severamente comprometida. Tecnicamente, um evento catastrófico é aquele em que a maior parte ou a totalidade da infraestrutura na comunidade é muito atingida. Instalações e bases operacionais da maioria

das organizações de emergência são abatidas. As autoridades locais são incapazes de realizar o seu papel habitual de trabalho, a ajuda de comunidades vizinhas não pode ser fornecida, a maioria, se não todas, as funções do cotidiano da comunidade são bruscamente e simultaneamente interrompidas ( Quarantelli , 2006; Wachtendorf *et al.* , 2012).

Um desastre não catastrófico é aquele em que a população, as autoridades locais e as organizações humanitárias podem lidar com as consequências. Apesar de significativas, há pouca destruição da infraestrutura. A resposta envolve menos entidades convergentes, existe interface entre os setores público e privado, e permite maior autonomia e liberdade de ação (Quarantelli , 2006).

Em caso de uma catástrofe, a maioria das fontes (produtos, bens) tem que ser trazidas de fora da área impactada, enquanto que em um cenário não-catastrófico alguns recursos permanecem (por exemplo, caminhões, estruturas de liderança, estoques em empresas) que poderiam se tornar a primeira onda de ajuda aos necessitados (Wachtendorf *et al.*, 2012).

Apesar do elevado número de pessoas e regiões atingidas, o Brasil ainda apresenta um cenário não catastrófico, ou seja, ainda não foi necessário solicitar ajuda externa. Como o país lida com o evento, depende muito do governo, da sociedade, e da vulnerabilidade da população. Desta forma, é importante salientar que, a aplicação e o desenvolvimento da modelagem proposta nesta pesquisa limitam-se às características apresentadas pelo conceito de desastre, ou seja, cenário não catastrófico.

Existem grandes diferenças qualitativas e quantitativas entre os esforços necessários à LH durante e após desastres e catástrofes, por exemplo, quanto ao impacto do evento no estoque local (empresas). Após um desastre estes são susceptíveis de sobreviver em quantidades significativas, especialmente, fora das áreas diretamente afetadas, enquanto que uma catástrofe vai destruir ou danificar a grande maioria das fontes locais. Assim, o abastecimento local desempenha um papel fundamental na resposta a um desastre, mas quase nenhum papel na resposta a uma catástrofe (Holguín-Veras *et al.*,2012). Este ponto influencia diretamente a modelagem quantitativa, em que, para determinar o conjunto de fornecedores é necessário obter informações fornecidas pelas fontes (empresas) em nível local, regional ou interestadual para o momento do atendimento na resposta ao desastre.

Quanto à demanda por suprimentos para satisfazer as necessidades da população sobrevivente e do processo de resposta, respectivamente chamados por Dynes *et al.* (1972) de *disaster agentgenerated* e *disaster*

*response-generated*, depois de um evento catastrófico a demanda por suprimentos é muito maior devido à magnitude dos impactos e, embora muito significativa, a demanda por suprimentos no caso de um desastre pode aumentar devido à tendência dos indivíduos e empresas para comprar suprimentos essenciais na expectativa de escassez, sendo assim, a quantidade demandada sofre fortes influências específicas por região atingida. Ainda, no caso de um desastre, onde apenas parte da comunidade é severamente impactada, cadeias de suprimentos do setor privado podem continuar a funcionar. Aqueles que foram atingidos podem se recuperar de forma relativamente rápida e começar a trazer suprimentos (Holguín-Veras *et al.*, 2012). Para a aplicação do modelo proposto, os dados referentes à quantidade demandada são calculados conforme as informações geradas pela organização responsável pelo atendimento no momento da resposta ao desastre.

A metodologia proposta pode ser utilizada na fase de preparação, a fim de melhorar a resposta aos desastres naturais. Um dos objetivos na modelagem é identificar e classificar regiões similares por tipo e frequência de desastres e identificar o que é necessário em termos de suprimentos (bens de socorro) como, por exemplo, cesta básica, kit higiene, água, produtos de higiene, entre outros. Pessoas afetadas por emergências complexas exigem uma ampla gama de bens e serviços, a pesquisa será limitada aos bens necessários para o atendimento à resposta aos desastres, mas considera-se, a fim de limitação da pesquisa, somente produtos sem qualquer fim medicinal ou de cuidados de saúde.

Diversas são as variáveis que atuam em um sistema de atendimento logístico humanitário e assim, devido à extensão do assunto, esta tese não pretende exaurir as possibilidades de abordagens do mesmo, comprometendo-se em estudar as abordagens de planejamento propostas que podem ser configuradas na fase de preparação com antecedência a possíveis desastres, permitindo que as organizações humanitárias se adaptem a diferentes cenários de crise. A proposta refere-se ao processo de aquisição em operações de ajuda humanitária.

Neste trabalho, devido à indisponibilidade de alguns dados, não se leva em conta a representatividade da área geográfica afetada por desastres naturais, bem como a vulnerabilidade das regiões no momento do desastre. Isso demonstra a fraqueza nas políticas públicas brasileiras que abordam o planejamento para crises humanitárias. Assim, outra questão que este trabalho tem como objetivo é contribuir e demonstrar a importância de se ter metodologias detentoras de dados históricos para auxiliar no atendimento aos desastres naturais.

## 1.7 ESTRUTURA DO TRABALHO

Considerando que a temática trata de um assunto muito segmentado, optou-se por iniciar o texto com uma abordagem mais generalista até chegar a uma abordagem específica. Dessa maneira, segmentou-se em duas fundamentações teóricas, no primeiro momento, apresenta-se uma fundamentação teórica voltada aos desastres naturais e LH, no segundo momento, fundamenta-se teoricamente os métodos utilizados para a modelagem do problema em estudo.

O tema é explorado gradativamente em nove capítulos, incluindo este introdutório. Na primeira parte, apresenta-se a Fundamentação Teórica I, na qual se relacionam, no capítulo 2, os conceitos, a classificação, o gerenciamento dos desastres naturais e suas características. No capítulo 3, define-se a LH, relata-se sobre a cadeia de suprimentos em operações humanitária e suas atividades logísticas.

Na segunda parte, é apresentada a Fundamentação Teórica II onde são descritos os métodos utilizados para a modelagem do problema estudado e suas definições, técnicas e fundamentações teóricas. Sendo assim, no capítulo 4, são introduzidos de uma forma geral os conceitos de BPM e a fundamentação teórica referente a processos em LH é apresentada. Tipos de visão de processos são diferenciados, algumas técnicas de modelagem em LH são demonstradas até chegar aos modelos de processos em LH.

No capítulo 5, desenvolve-se a fundamentação teórica referente à metodologia *clustering*, conceitos e definições referentes à mineração de dados são relatados e o método *K-means* para análise de clusters é apresentado. O problema de fluxo em redes é introduzido e fundamentado teoricamente no capítulo 6, onde se apresenta também o método *simplex* para o problema de fluxo em redes. Apresenta-se, neste capítulo, uma seção referente às técnicas de simulação em LH, é feita uma fundamentação teórica e apresentam-se os conceitos utilizados, referenciando alguns softwares de avaliação para LH. O capítulo 7 refere-se à construção e à descrição do modelo proposto. No capítulo 8, é apresentada a aplicação do modelo. Para finalizar, o capítulo 9 apresenta as conclusões de uma forma geral e identifica as propostas para novas pesquisas.



**FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA I - DESASTRES NATURAIS E  
LOGÍSTICA HUMANITÁRIA**



## **2 DESASTRES**

### **2.1 CONCEITO DE DESASTRES**

Segundo a Política Nacional de Defesa Civil (PNDC, 2007, pag.8), “Desastre é o resultado de eventos adversos, naturais ou provocados pelo homem, sobre um ecossistema vulnerável, causando danos humanos, materiais e ambientais e consequentes prejuízos econômicos e sociais.”

A PNDC esclarece que a intensidade de um desastre depende da interação entre a magnitude do evento adverso e a vulnerabilidade do sistema e é quantificada em função de danos e prejuízos.

A Tabela 1 apresenta o conceito dos principais termos utilizados na definição de desastres na PNDC .

Tabela 1- Conceitos dos Termos em Desastres

<b>Termos</b>	<b>Conceito</b>
Risco	Medida de danos ou prejuízos potenciais, expressa em termos de probabilidade estatística de ocorrência e de intensidade ou grandeza das consequências previsíveis. É a relação existente entre a probabilidade de que uma ameaça de evento adverso ou determinados acidentes se concretizem, com o grau de vulnerabilidade do sistema receptor a seus efeitos.
Dano	Intensidade das perdas humanas, materiais ou ambientais induzidas às pessoas, comunidades, instituições, instalações e/ou ecossistemas, como consequência de um desastre.
Vulnerabilidade	Condição intrínseca ao corpo ou sistema receptor que, em interação com a magnitude do evento ou acidente, caracteriza os efeitos adversos, medidos em termos de intensidade dos danos prováveis. É a relação existente entre a magnitude da ameaça, caso ela se concretize, e a intensidade do dano consequente.
Ameaça	Estimativa de ocorrência e magnitude de um evento adverso, expressa em termos de probabilidade estatística de concretização do evento e da provável magnitude de sua <u>manifestação</u> .
Segurança	Estado de confiança, individual ou coletivo, baseado no conhecimento e no emprego de normas de proteção e na convicção de que os riscos de desastres foram reduzidos, em virtude de terem sido adotadas medidas minimizadoras.
Defesa Civil	Conjunto de ações preventivas, de socorro, assistenciais e reconstrutivas, destinadas a evitar ou minimizar os desastres, preservar o moral da população e restabelecer a normalidade social.
Situação de Emergência	Reconhecimento legal pelo poder público de situação anormal, provocada por desastre, causando danos suportáveis à comunidade afetada.
Estado de Calamidade Pública	Reconhecimento legal pelo poder público de situação anormal, provocada por desastre, causando sérios danos à comunidade afetada, inclusive à incolumidade ou à vida de seus integrantes.

Desenvolvimento Sustentável	É o uso e gestão responsáveis dos recursos naturais, de modo a propiciar maior benefício às gerações atuais, mantendo, porém, suas potencialidades para atender às necessidades e aspirações das gerações futuras, pelo maior espaço de tempo possível.
-----------------------------	---

Fonte: PNDC, 2007

## 2.2 CLASSIFICAÇÃO DE DESASTRES

Segundo a PNDC (2007) os desastres, ameaças e riscos são classificados quanto: à evolução, à intensidade e quanto à origem.

Quanto à evolução, os desastres são classificados em:

- (a) desastres súbitos ou de evolução aguda - caracterizam-se pela velocidade com que o processo evolui e, normalmente, pela violência dos eventos adversos, causadores dos mesmos. Pode-se citar como exemplo: deslizamentos, enxurradas, vendavais, terremotos, erupções vulcânicas, enchentes, chuvas de granizo e outros;
- (b) desastres de evolução crônica ou gradual- caracterizam-se por serem insidiosos e evoluírem através de etapas de agravamento progressivo, por exemplo: seca, enchente, erosão ou perda de solo, poluição ambiental e outros;
- (c) desastres por soma de efeitos parciais - caracterizados pela soma de numerosos acidentes ou ocorrências, com características semelhantes, os quais, quando somados, ao término de um período definem um grande desastre. Cita-se como exemplo: cólera, malária, acidentes de trânsito, acidentes de trabalho e outros.

A intensidade pode ser definida em termos absolutos ou a partir da proporção entre as necessidades de recursos e as possibilidades dos meios disponíveis na área afetada, para dar resposta cabal ao problema. O estudo da intensidade dos desastres é extremamente importante para facilitar o planejamento da resposta e da recuperação da área atingida (PNDC,2007).

De acordo com o PNDC (2007), os desastres são classificados quanto à intensidade em:

- (a) acidentes: são caracterizados quando os danos e prejuízos consequentes são de pouca importância para a coletividade como um

todo, já que, na visão individual das vítimas, qualquer desastre é de extrema importância e gravidade.

- (b) desastres de médio porte: os desastres de médio porte são caracterizados quando os danos e prejuízos, embora importantes, podem ser recuperados com os recursos disponíveis na própria área sinistrada.
- (c) desastres de grande porte : exigem o reforço dos recursos disponíveis na área sinistrada, através do aporte de recursos regionais, estaduais e, até mesmo, federais. Normalmente são decretados pelo Poder Público como, situações de emergência.
- (d) desastres de muito grande porte: para garantir uma resposta eficiente e cabal recuperação, exigem a intervenção coordenada dos três níveis do Sistema Nacional de Defesa Civil (SINDEC) e, até mesmo, de ajuda externa. Usualmente, são decretados pelo Poder Público como, estados de calamidade pública.

Quanto à causa primária do agente causador (a origem), de acordo com o PNDC (2007), os desastres são classificados em:

- (a) desastres naturais- são aqueles provocados por fenômenos e desequilíbrios da natureza. São produzidos por fatores de origem externa que atuam independentemente da ação humana.
- (b) desastres humanos ou antropogênicos - são aqueles provocados pelas ações ou omissões humanas. Relacionam-se com a atuação do próprio homem, enquanto agente e autor.
- (c) desastres mistos- ocorrem quando as ações e/ou omissões humanas contribuem para intensificar, complicar ou agravar os desastres naturais. Além disso, também se caracterizam quando intercorrências de fenômenos adversos naturais, atuando sobre condições ambientais degradadas pelo homem, provocam desastres.

### 2.3 CLASSIFICAÇÃO DOS DESASTRES NATURAIS

O escopo desta pesquisa está relacionado aos desastres naturais, assim sendo, pretende-se descrever, segundo o PNDC (2007), como os desastres naturais são classificados.

Em função de sua natureza ou causa primária, os desastres naturais são classificados em:

- (a) desastres naturais de origem sideral: dizem respeito ao impacto de corpos oriundos do espaço sideral sobre a superfície da Terra,
- (b) desastres naturais relacionados com a geodinâmica terrestre externa: são aqueles provocados por fenômenos atmosféricos,
- (c) desastres naturais relacionados com a geodinâmica terrestre interna: são relativos às forças atuantes nas camadas superficiais e profundas da litosfera,
- (d) desastres naturais relacionados com desequilíbrios na biocenose: são aqueles relacionados com a ruptura do equilíbrio dinâmico presente.

A Tabela 2 relaciona esta classificação com o tipo de desastre.

Tabela 2- Classificação dos Desastres Naturais

<b>Origem Sideral</b>	<b>Geodinâmica Terrestre externa</b>			
<b>Meteoritos</b>	<b>Causa Eólica</b>	<b>Temperaturas Extremas</b>	<b>Hídricas e Inundações;</b>	<b>Precipitações Hídricas</b>
-asteróides; -fragmentos de cometas.	-vendavais ou tempestades; -vendavais muito intensos ou ciclones extratropicais; -vendavais extremamente intensos, furacões, tufões ou ciclones tropicais; -tornados e trombas d'água.	-ondas de frio intenso; -nevadas; -nevascas ou tempestades de neve; -aludes ou avalanches de neve; -granizos; -geadas; -ondas de calor; -ventos quentes e secos.	-enchentes ou inundações graduais; -enxurradas ou inundações bruscas; - alagamentos; inundações litorâneas provocadas pela brusca invasão do mar.	-estiagens; -secas; -queda intensa da umidade relativa do ar; -incêndios florestais
<b>Geodinâmica Terrestre interna</b>			<b>Desequilíbrios Biocenose</b>	
<b>Sismologia</b>	<b>Vulcanologia</b>	<b>Geomorfologia</b>	-Biosfera; -pragas animais; -pragas vegetais.	
-terremotos, sismos e/ou abalos sísmicos; -maremotos e tsunamis.	-grandes movimentos tectônicos que ocorrem em áreas instáveis, onde as forças de deformação provocam fraturas e superficialização de camadas magmáticas.	-movimentos gravitacionais de massas: escorregamentos ou deslizamentos; corridas de massa; rastejos; quedas, tombamentos e/ou rolamentos de rochas e/ou matacões. -processos de transporte de massas: erosão;.		

		laminar;  erosão linear, sulcos, ravinas e voçorocas ou boçorocas; subsidência do solo; erosão marinha; erosão fluvial, desbarrancamento de rios e fenômeno de terras caídas; soterramento por dunas.	
--	--	---	--

Fonte: PNDC, 2007

A IFRC e do Crescente Vermelho, simplificam, e dividem os desastres em dez tipos: furacões, ciclones e tufões, inundações, seca, terremotos, erupção, epidemias, fome, desastre criado pelo homem, movimento da população, desastre tecnológico: acidentes nucleares, bombardeios e bioterrorismo. (Aslanzadeh *et al.*, 2009).

Na seqüência será dissertado sobre o gerenciamento dos desastres de uma forma geral com direcionamento para a LH.

## 2.4 GERENCIAMENTO EM DESASTRES

### 2.4.1 Gestão em Desastres

A gestão de desastres pode ser definida como o conjunto de atividades destinadas a manter o controle sobre as situações de desastre e emergência e fornecer uma estrutura para ajudar pessoas em situação de risco, para evitar ou recuperar os efeitos do desastre. A gestão de desastres trata de situações que ocorrem antes, durante e depois do desastre.

Os objetivos da gestão de desastres são: evitar ou reduzir as perdas humanas, físicas e econômicas sofridas pelas pessoas, pela sociedade e pelo país em geral; reduzir o sofrimento das pessoas; acelerar a recuperação da área afetada (Schultz, 2008).

Durante muito tempo, a administração de desastres esteve concentrada apenas nas ações desenvolvidas após o impacto do evento adverso, ou

seja, na prestação de socorro e assistência às pessoas atingidas (PNDC, 2007).

Atualmente, a administração de desastres é vista como um ciclo composto por quatro fases (Defesa Civil, 2011):

a) Prevenção de desastres: Conjunto de ações destinadas a reduzir a ocorrência e a intensidade de desastres.

A prevenção de desastres é implementada por meio de dois processos importantes: a **análise** e a **redução** dos riscos de desastres.

b) Preparação para emergências e desastres: Conjunto de ações desenvolvidas pela comunidade/instituições governamentais e não governamentais, para minimizar os efeitos dos desastres. Dentre elas pode-se citar:

- Formação e capacitação de recursos humanos;
- Educação e treinamento das populações vulneráveis;
- Articulação de órgãos e instituições com empresas e comunidades;
- Sistemas de monitorização, alerta e alarme; e
- Planejamento para desastre.

c) Resposta aos desastres: Conjunto de ações desenvolvidas imediatamente após a ocorrência de um desastre e caracterizadas pelas seguintes atividades:

- Atividades de socorro - ocorrem com mais intensidade nas áreas próximas ao local mais impactado pelo evento adverso. Elas se dividem em ações:

de combate a sinistros (conter os efeitos do evento adverso, isolar as áreas de risco, atuação direta sobre o evento, segurança da área sinistrada, controle de trânsito); e

de socorro às populações afetadas (busca e salvamento, atendimento pré-hospitalar).

- Atividades de assistência às populações afetadas: estas atividades compreendem ações de:

logística - suprimento de água potável, roupas e calçados, provisão de alimentos, suprimento de material de limpeza

e higienização, administração de abrigos, apoio às equipes empenhadas nas operações;

assistência social - triagem socioeconômica e cadastramento das famílias afetadas, ações de mobilização das comunidades, liderança de mutirões de reabilitação e reconstrução;

promoção, proteção e recuperação da saúde – saneamento básico de caráter emergencial, assistência médica primária, vigilância epidemiológica e sanitária, proteção da saúde mental, higiene da alimentação e atividades de saúde pública nos abrigos.

- Atividades de reabilitação de cenários - têm por objetivo iniciar o processo de restauração das áreas afetadas pelos desastres e permitir o retorno das comunidades a uma situação próxima à normalidade após o restabelecimento das condições mínimas de segurança e habitabilidade.

d) Reconstrução: Conjunto de ações destinadas a recuperar a infraestrutura e a restabelecer, em sua plenitude, os serviços públicos, a economia da área e o bem-estar da população.

Diante do exposto, pode-se observar que, segundo a Defesa Civil (2011), a logística está inserida somente na resposta aos desastres, ou seja, é considerada como uma função de *back-office* - um serviço de suporte para os programas e atividades da linha de frente.

Alguns pesquisadores (Schultz, 2008, Thomas e Kopczak 2005, Van Wassenhove, 2006) afirmam que a falta de reconhecimento da importância da logística é apenas um dos desafios que o domínio da LH tem enfrentado, assim como a falta de pessoas especializadas na área de logística, o uso inadequado da tecnologia, a falta de aprendizagem e a colaboração limitada entre as organizações humanitárias.

A logística pode ser uma das partes mais caras de resposta aos desastres. Thomas (2004); Trunick (2005); Van Wassenhove (2006) estimam que até 80% dos recursos gastos em uma resposta a desastres é referente à logística. Isso mostra a importância da logística em termos de custos.

Segundo Schultz (2008) as organizações humanitárias precisam decidir se consideram a logística como sua competência, ou como uma função de apoio importante que pode ser parcial ou totalmente terceirizada. Essa

decisão influencia fortemente na cadeia de fornecimento e na gestão antes e durante as operações de resposta aos desastres .

No próximo item será dissertado sobre a LH e pretende-se mostrar a importância deste tema no atendimento aos desastres naturais dando ênfase à cadeia de suprimentos em operações humanitária.

### 3 LOGÍSTICA HUMANITÁRIA

#### 3.1 DEFINIÇÃO DA LOGÍSTICA HUMANITÁRIA (LH)

Segundo a IFRC, LH são processos e sistemas envolvidos na mobilização de pessoas, recursos e conhecimento para ajudar comunidades vulneráveis, afetadas por desastres naturais ou emergências complexas. Visa atender o maior número de pessoas, evitar falta e desperdício, organizar as diversas doações que são recebidas nestes casos e, principalmente, atuar dentro de um orçamento limitado. Engloba uma série de atividades, incluindo compras, transporte, detecção e acompanhamento, desembaraço aduaneiro, transporte interno, armazenamento e entrega de última milha (Thomas, 2007).

LH propõe-se a estudar os problemas relacionados com os desastres naturais, catástrofes provocadas ou não pelo homem, emergências complexas, situações de conflito e guerra (Oloruntoba e Gray, 2006). Para Beamon (2004), a LH é a função que organiza o fluxo de pessoas e materiais de forma adequada e em tempo oportuno na cadeia de alívio, com o principal objetivo de atender ao maior número de pessoas. É a implementação de uma ação que visa melhorar a situação de um grupo de pessoas temporária ou permanentemente em uma situação de emergência ou em uma situação que não lhes permite satisfazer as suas necessidades específicas de primeiros socorros (Zejli *et al.*, 2012)

Neste sentido, é importante destacar algumas das características que apontam grandes desafios à LH (Tabela 3).

Tabela 3-Desafios à Logística Humanitária

DESAFIOS À LOGÍSTICA HUMANITÁRIA	
Materiais	O que é necessário? Para onde deve ser enviado? Acúmulo de doações nas primeiras semanas, gerando assim desperdícios e avarias, devido a itens inadequados.
Ausência de Processos coordenados	Informações, Pessoas e Materiais.
Infraestrutura	Na maior parte dos casos destruída, dificultando assim o acesso, a chegada de recursos e a saída de pessoas.
Recursos Humanos	Excesso de pessoas (voluntários) sem treinamento adequado. O pessoal humanitário muitas vezes carece de adequada formação e habilidades, e o campo de tensão leva a uma alta rotatividade. Celebidades que só querem aparecer neste momento, pessoas que vão para o local e não conhecem a magnitude do problema.

Fonte: Meirim (2005)

Em resumo, pode-se dizer que a LH propõe o uso efetivo dos conceitos logísticos adaptados às especificidades da cadeia de assistência humanitária. Esses conceitos podem ser o grande diferencial no sentido de minimizar ações de improvisação, muito comuns nessas ocorrências, maximizando a eficiência e o tempo de resposta à situação de emergência.

Embora a LH tenha que tratar de circunstâncias especiais e de enormes desafios, os princípios básicos da logística comercial permanecem válidos e podem ser adaptados e aplicados. A característica específica neste contexto é o envolvimento da vida humana, a qual depende do desempenho eficiente e eficaz das operações de resposta, o que significa que na LH o auxílio deve chegar ao seu destino de maneira correta e em tempo oportuno, sempre com foco no alívio do sofrimento e na preservação da vida.

Nogueira *et al.*, (2009), traçaram um comparativo entre a logística humanitária e a logística comercial o qual é apresentado na Tabela 4.

Tabela 4- Logística Humanitária *versus* Logística Empresarial

	<b>Comercial</b>	<b>Humanitária</b>
<b>Demanda</b>	Relativamente estável, ocorre para locais pré-determinados em quantidades pré –fixadas.	Gerada por eventos aleatórios, na maior parte imprevisíveis em termos de tempo, localização, tipo e tamanho. É estimada após a ocorrência da necessidade.
<b>Lead time</b>	Determinado nas necessidades. Fornecedor até consumidor final.	<i>Lead time</i> requerido é praticamente zero. (Zero entre a ocorrência da demanda e a necessidade da mesma).
<b>Centrais de distribuição ou assistência</b>	Bem definidas em termos do número e localização.	Desafiadoras pela natureza desconhecida (localização, tipo e tamanho); Considerações de “última Milha”.

Fonte: Nogueira *et al.* (2009).

### 3.2 CADEIA DE SUPRIMENTOS EM OPERAÇÕES HUMANITÁRIAS

A coordenação de fluxos de materiais e de informação dentro e entre os intervenientes da cadeia de abastecimento tem sido amplamente abordada no domínio da gestão da cadeia de abastecimento comercial. A falta de coordenação entre os membros da cadeia aumenta os custos de estoque, alonga os prazos de entrega e compromete o serviço ao cliente (Togar. *et al.*, 2002).

O desastre do Tsunami da Ásia em 2004, por exemplo, reforça o que foi levantado anteriormente. Grande número de aviões com suprimentos sendo desviados, atrasos na distribuição, agências de assistência se esforçando para localizar depósitos e acomodar pessoas. Segundo vários relatos de pessoas envolvidas em operações de emergência verifica-se que não compreendem a complexidade logística até o momento em que ocorre um episódio dessa magnitude (Nogueira *et al.*, 2009).

Segundo Tomasini e Van Wassenhove (2009), o Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos em emergência é também um resultado dos seguintes fatores:

- **A revolução da informação:** a informação é tão rápida que em tempo real a notícia já está no ar.
- **O pedido perfeito:** a cadeia de fornecimento humanitária deve ser mais reativa à mudança súbita. Ineficiências e erros nessa cadeia são menos tolerados. Existe uma pressão para executar Pedidos Perfeitos (*perfect orders*).
- **Relacionamentos interorganizacionais:** o aumento da pressão de pedidos perfeitos força as agências humanitárias independentes a construir novas relações estratégicas entre os setores envolvidos.

Essas novas formas de relações inter organizacionais são fundamentais para gerir eficazmente uma demanda crescente da sociedade civil de ajuda em situações de emergência. A coordenação interagências é fundamental para prevenir um sistema entupido com boas intenções, mas por vezes mal geridas e descoordenadas.

Pode-se definir segundo Tomasini e Van Wassenhove (2009) 5Bs que auxiliam na classificação do Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos:

- **Boxes - material:** fluxo de produtos físicos

Devido a urgência no início de um desastre, as mercadorias devem estar disponíveis o mais rápido possível, independente do custo e mais tarde, entre 90 a 100 dias, a resposta torna-se mais eficaz, ou seja, pode-se neste momento trabalhar com um custo razoável e priorizar a compra de produtos a nível local.

Uma quantidade significativa de bens e recursos (às vezes até 95%) é desperdiçada à espera que as mercadorias cheguem à cena. E ainda doações não solicitadas podem tornar-se um fardo para o sistema. O fluxo de bens deve ser monitorado e comunicado para melhorar a eficiência e eficácia da resposta.

- **Byte - informação limitada:** transmissão de pedidos; coordena o fluxo de produtos.

A informação no início do desastre é limitada, mas é fundamental para entender o impacto em áreas específicas e as necessidades em diferentes níveis; é essencial para projetar e coordenar a resposta.

É preciso identificar a necessidade da população; evitar a duplicação de esforços; saber quem vai estar envolvido na resposta e isto depende do compartilhamento da informação.

- **Bucks – fluxo financeiro** (doações, pagamentos);

As imagens das áreas de desastres são fundamentais para as agências de captação de recursos, mas somente as crises com grande exposição na mídia são capazes de levantar fundos significativos para uma resposta imediata.

- **Bodies** – pessoas envolvidas na cadeia

Existe pouca disponibilidade de pessoas com habilidades, por exemplo, nos Terremotos em El Salvador em 2001 muitos funcionários treinados localmente foram vítimas e sendo assim não conseguiram auxiliar no momento da resposta.

As organizações humanitárias precisam contar com as equipes estrangeiras que avaliam e ajudam na resposta, formam agentes locais e estrangeiros e integram voluntários em diferentes níveis.

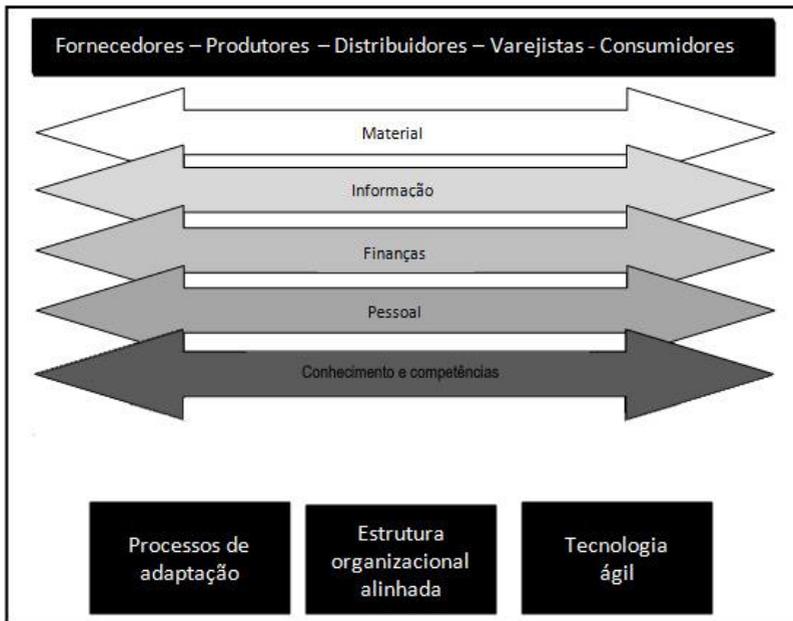
- **Brain – conhecimento e habilidades:** Necessidade de rapidez no reconfiguramento da cadeia.

Há necessidade de rapidez no reconfiguramento da cadeia. Precisam-se disponibilizar conhecimentos para criar soluções.

Cada desastre deve ser uma oportunidade para a transferência de conhecimento e capacitação. É necessário conhecimento especializado para uma rápida tomada de decisão.

A Figura 2 ilustra esta relação.

Figura 2- Fluxos da cadeia de abastecimento



Fonte: Tomasini e Van Wassenhove (2009)

Os 5Bs dessa cadeia necessitam de um modelo coerente de negócios e um design apropriado para o sistema, executado do início ao fim da cadeia.

Assim como na atual visão do SCM, que representa o esforço de integração dos diversos participantes do canal de distribuição, através da administração compartilhada de processos-chave de negócios, que interligam as diversas unidades organizacionais e membros do canal, a cadeia humanitária preserva esta abordagem sistêmica, o que implica em alta interação entre os participantes.

As considerações de “última milha” também são extremamente importantes. Em outras palavras: como fazer chegar ajuda ao povoado mais distante, ou a um lugar sem infraestrutura e sem transporte. Em alguns casos, o volume da ajuda oferecida é muito grande, mas não há como fazê-la chegar aos lugares atingidos. A distribuição final, em geral talvez seja um dos desafios logísticos mais cruciais, já que grande parte da infraestrutura encontra-se destruída ou danificada (Nogueira *et al.*, 2007).

Conforme Tomasini e Van Wassenhove (2009) a chave para a competitividade na cadeia humanitária é estender a preocupação com a eficiência de custos e velocidade, de modo a incluir agilidade, adaptabilidade e alinhamento.

Lima e Gonçalves (2011) apresentaram o triplo A na cadeia de suprimentos comercial e na cadeia humanitária, conforme Tabela 5.

Tabela 5- Triplo A - Humanitária versus Comercial

	<b>Humanitária</b>	<b>Comercial</b>
<b>Agilidade</b>	Habilidade de fornecer uma resposta rápida às mudanças de demanda ou perturbações externas ao fornecimento.	Reagir rapidamente a mudanças de curto prazo em demanda ou oferta. Processar sem atropelos distúrbios externos.
<b>Adaptabilidade</b>	Habilidade de se ajustar para atender às mudanças estruturais nos mercados e modificar a rede de abastecimento se necessário.	Ajustar o modelo da cadeia de suprimento a mudanças estruturais nos mercados. Modificar a rede de suprimento conforme estratégias, produtos e tecnologias.
<b>Alinhamento</b>	Criar condições para um melhor desempenho requer intercâmbio de informações com todos os parceiros relevantes. Aqui se definem as responsabilidades de todos os atores para criar o senso de unidade e identificação.	Criar incentivos para melhor desempenho.

Fonte: Lima e Gonçalves (2011)

De acordo com Lee (2004) para que uma empresa apresente uma cadeia de suprimento triplo A é necessário uma nova postura e uma nova cultura. Lee (2004, p.84) afirma: “(...) Deve estar preparada para alterar as redes. E, em vez de defender apenas seus interesses, deve assumir a responsabilidade por toda a cadeia.”

Diante deste contexto se observa que o crescimento da complexidade de sistemas de logística exige uma maior flexibilidade dos atores para se ajustarem a situações mutantes e frequentemente não previstas pelo

modelo, podendo assim utilizar as três vias da flexibilidade: informação, capacitação e governança.

Também é importante trabalhar a sincronia entre os elos da cadeia e relacionar quanto este tempo influencia no gerenciamento da sincronização para garantir, por exemplo, a integração na cadeia logística de um produto ou serviço de uma empresa em relação à outra empresa.

Na LH pode-se relatar, como exemplo, o caso da IFRC que tem sede em Genebra, três unidades de logística (no Panamá, Dubai e Kuala Lumpur) e mais de 180 sociedades nacionais em todo o mundo. Quando ocorre uma crise, a sede tem que garantir a coerência e acima de tudo a eficiência da ação global da rede em crise. As unidades humanitárias devem sincronizar suas ações, a fim de ser cada vez mais efetiva e ágil globalmente, este é um problema de sincronização (Charles e Lauras, 2011).

Pode-se relacionar estes conceitos com a gestão em LH, como uma estrutura organizacional heterárquica que requer uma cooperação organizacional integrada, tendo como foco o funcionamento do todo, sendo esta a base de operacionalização da cadeia de suprimento.

Heterarquia é uma estrutura organizacional em que cada entidade compartilha a mesma posição "horizontal" de poder e autoridade, nenhuma sendo subordinada a outra. A tomada de decisão é mútua e uma entidade pode atuar em colaboração com qualquer das entidades vizinhas, sem orientação ou autorização de uma entidade mestre (Duffie, 2008, p.7).

Conforme Bowersox e Closs (2001) quando as organizações trabalham de forma independente, desenvolvem ineficiência nas interfaces. Para serem competitivas as cadeias de suprimentos necessitam de colaboração com as outras entidades da cadeia. De uma forma geral para uma maior integração da cadeia de suprimentos é necessário haver um maior investimento na tecnologia da informação e na capacitação dos colaboradores para a utilização desta tecnologia. Pode-se também ressaltar que a troca de informação e a troca de conhecimento entre os atores envolvidos pode ser um facilitador para oxigenar a integração na cadeia, aumentando assim a agilidade e conseqüentemente, a flexibilidade.

Alguns autores desenvolveram trabalhos referentes à gestão de logística em desastres (Van Wassenhove, 2006; Kovács e Spens, 2007; Balcik *et al.*, 2010; Chandes e Paché, 2010). Nesses trabalhos apresentaram

diversas características da LH em operações de ajuda humanitária, definiram e desenvolveram modelos conceituais, analisaram desafios e definiram mecanismos para a coordenação nas cadeias de ajuda humanitária, descreveram as práticas atuais e emergentes na coordenação de socorro.

A incapacidade de gerenciar as eventualidades no campo humanitário determina um enfoque sobre os aspectos mais importantes e viáveis de uma cadeia de suprimentos ágil (Oloruntoba e Gray, 2006). Existe pouco tempo para refletir e melhorar os sistemas de abastecimento e, portanto, as lições que podem ser apreendidas de um desastre para os próximos são frequentemente perdidas (Van Wassenhove e Samii, 2003). A experiência logística é difícil de transmitir de uma situação de campo para a próxima. A natureza do pessoal humanitário, os seus diversos fundos e o clima organizacional em muitas organizações humanitárias agem contra o processo de integração.

Pode-se citar, algumas características na cadeia humanitária de suprimentos (Tomasini e Van Wassenhove, 2009):

**Objetivos ambíguos** – dificuldade de avaliar o nível de comprometimento dos diversos atores e seu relacionamento na cadeia.

**Recursos limitados:**

- **Humano:** alta rotatividade, pesadas exigências físicas e emocionais, poucas pessoas qualificadas;
- **Capital:** nem sempre disponível no tempo e local necessário;
- **Infra-estrutura:** frequentemente afetada por catástrofes, inexistente ou insuficiente para a magnitude das necessidades.

**Alta incerteza:** constante mudança de fornecedores, incerteza nas quantidades doadas por cada agente;

**Urgência:** intervenções após desastres são caracterizadas pela urgência;

**Ambiente politizado:** as ações humanitárias são altamente políticas em toda a cadeia de abastecimento, a partir de doações para distribuição. É difícil manter e proteger o espaço humanitário, no qual os atores podem fazer seu

trabalho de apoio independentemente das pressões externas.

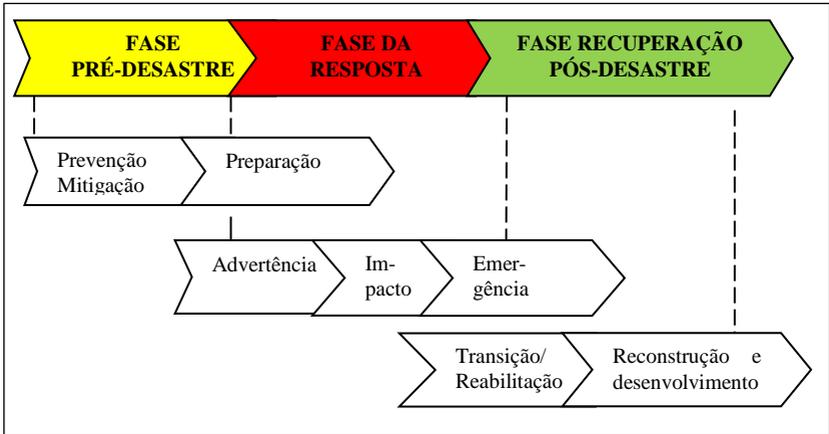
### 3.3 FASES E CICLOS DE ALÍVIO DE DESASTRES.

Pesquisas referentes à gestão de desastres estão sendo desenvolvidas com o intuito de diminuir as dificuldades encontradas na coordenação dos diversos tipos de catástrofes.

Segundo Tufinkgi (2006) a gestão em situações emergenciais envolve três fases, conforme ilustra a Figura 3:

1. Pré-desastre (prevenção, mitigação e preparação);
2. Resposta (advertência, impacto e resposta de emergência);
3. Pós-desastre (transição, reabilitação e reconstrução).

Figura 3- Modelo das Três Fases

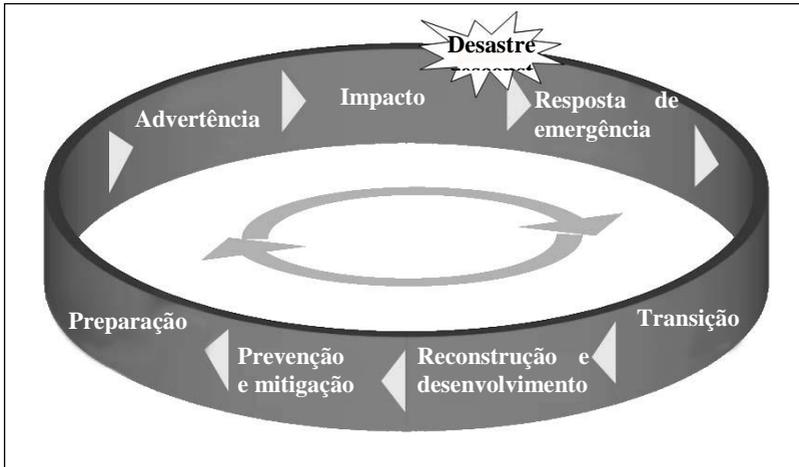


Fonte : Adaptado de Tufinkgi (2006).

O desempenho de qualquer resposta ao desastre depende do nível de preparação, ou seja, da fase de pré-desastre. Segundo um modelo de simulação criado pelo *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), as pequenas despesas relativas à preparação para as catástrofes diminuí significativamente o tempo e o custo da logística de resposta (Gralla,2007).

Uma vez que uma melhor prevenção e mitigação dos desastres podem e devem fazer parte da etapa de reconstrução e desenvolvimento, o Modelo das Três Fases pode ser convertido em um ciclo contínuo de gestão de desastres, como mostrado na Figura 4.

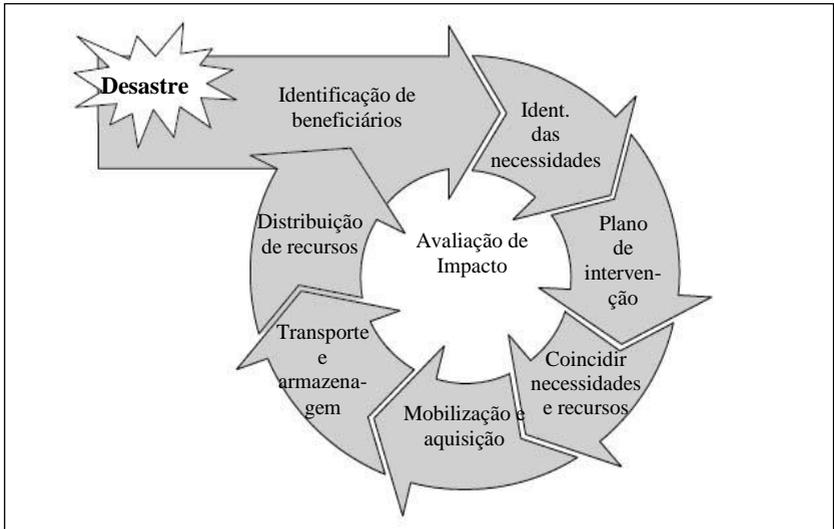
Figura 4- Ciclo Contínuo de Gestão de Desastres



Fonte : Adaptado de Schultz (2008).

Cada uma das etapas do Modelo de Três Fases pode ser tomada com maior profundidade. Por exemplo, a fase de resposta de emergência pode ser estruturada como um ciclo, com diferentes etapas desde a identificação dos beneficiários para a distribuição de recursos até a avaliação de impacto como mostra a Figura 5.

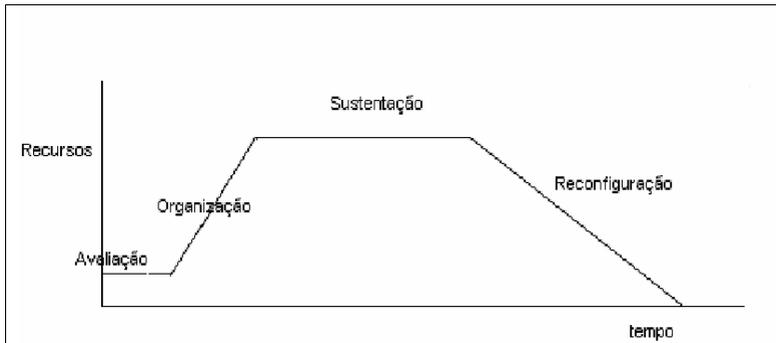
Figura 5- Ciclo de resposta em emergência das organizações humanitárias



Fonte : Adaptado de Schultz (2008)

O Ciclo Contínuo de Gestão de Desastres pode ser adaptado à necessidade de recursos em diferentes fases. Beamon (2004) desenvolveu o ciclo de vida de uma missão de socorro e identificou a necessidade de recursos durante quatro etapas, conforme mostra a Figura 6.

Figura 6- Ciclo de vida de uma missão de ajuda



Fonte: Adaptado de Beamon (2004)

1. Avaliação: Identificação das necessidades baseada nas características específicas da ocorrência. Nesta fase são necessários poucos recursos;
2. Organização: Necessidade crescente de recursos, de encontro às características levantadas na fase 1;
3. Sustentação: Período de tempo no qual as operações são sustentadas e os recursos mantidos;
4. Reconfiguração: As operações e recursos são reduzidos até finalizarem por completo.

As fases do ciclo de desastres descrevem um ambiente emergencial, são consideradas a partir do momento em que ocorre o desastre natural e a classificação dos ciclos dá-se quanto aos recursos e quanto à coordenação das organizações responsáveis no atendimento aos desastres.

Alguns casos de gestão em desastres naturais encontrados na literatura relatam que quando a fase do pré desastre não é bem trabalhada dificulta todo o processo de resposta. Ou seja, respostas bem sucedidas não são improvisadas (Balcik *et al.*, 2010; Coppola, 2011; Oloruntoba e Gray, 2006; Tomasini e Van Wansenhouse, 2009).

Pode-se relatar o caso do Furacão Mitch que aconteceu em 1998 no Golfo do México que destruiu cerca de 400 pontes, mudou o curso dos rios, deixou uma camada de três metros de lama em aeródromos. Estimou-se que 10000 pessoas morreram, enquanto 2 milhões ficaram, ao menos, sem casa. Devastou a economia de Honduras, Nicarágua e Guatemala.

A IFRC levou semanas antes de tomar a iniciativa de coordenar as contribuições de donativos da Sociedade Nacional (NS), técnicos e representantes chegaram atrasados injustificadamente na região. As Unidades de Emergência de Resposta que incluem equipamentos especializados, especialistas em logística, saúde (cuidados básicos de saúde e hospitais de referência), telecomunicações, água e saneamento foram implantados muito tarde em Genebra. Levou semanas para mobilizar e distribuir suprimentos básicos como comida, água e abrigo para a população. (Tomasini e Van Wansenhouse, 2009).

Diante do exposto questiona-se como sob elevada incerteza e complexibilidade enfrentadas pelas organizações humanitárias, a gestão de desastres pode resultar em um processo estruturado e estratégico (preparação) com execução bem sucedida (resposta)?

No próximo item será relatada a fase de preparação aos desastres com o intuito de apresentar estratégias utilizadas para facilitar o processo e conseqüentemente auxiliar para uma resposta mais eficaz. Também se apresentam ações da IFRC onde, com um processo estruturado e com estratégia de preparação conseguiu executar uma resposta com melhores resultados.

### 3.3.1 **Preparação**

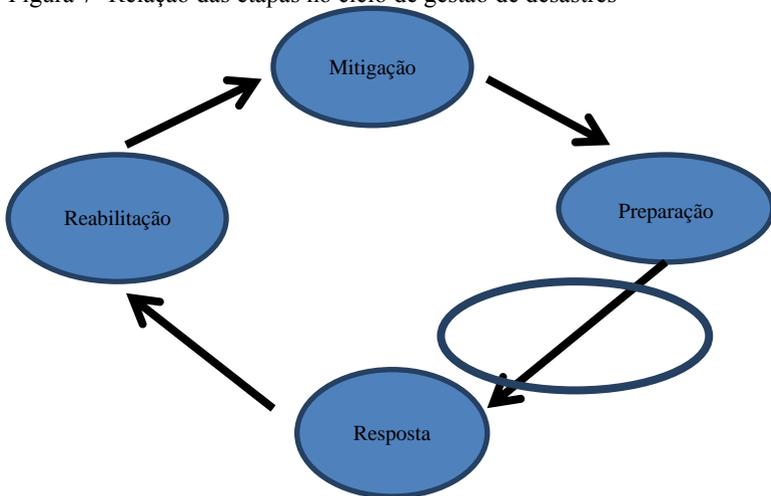
Conforme descrito em Tomasini e Van Wansenhouse (2009), durante os desastres não existe tempo suficiente para resolver todos os problemas, as soluções são incompletas. Os problemas se repetem em cascata, a urgência substitui a importância, muitos problemas tornam-se crises, o desempenho cai.

A preparação aborda uma estratégia que permite a implementação de uma resposta operacional bem sucedida.

Na gestão de desastres, a preparação se torna, um mini-ciclo em que as organizações trabalham não apenas durante os desastres, mas também entre eles, constantemente aprendendo e se adaptando a novos desafios.

Tomasini e Van Wassenhove (2009) argumentam que a gestão de desastres é o resultado de um projeto longo e estruturado de processos estratégicos (preparação), que estão fortemente relacionados com a execução bem sucedida (resposta). As fases de preparação e resposta tem uma forte conexão assim, a preparação discute a estratégia, cuja implementação é a resposta. A Figura 7 apresenta esta relação.

Figura 7- Relação das etapas no ciclo de gestão de desastres



Fonte: Tomasini e Van Wansenhouse (2009)

Segundo Coppola (2011) as Nações Unidas é considerada a organização mais envolvida na mitigação, preparação, resposta e recuperação de desastres em todo o mundo. É considerada a melhor equipada para fazê-lo devido as suas fortes relações com a maioria dos países, especialmente os países em desenvolvimento onde a assistência é mais necessária. Quando ocorrem grandes desastres, a ONU é uma das primeiras organizações para se mobilizar, e permanece nos países afetados durante o período de recuperação.

Para a preparação, como colocado anteriormente, considera-se o trabalho entre desastres que implica estabelecer processos, mecanismos e materiais que podem ser confiáveis para responder ao ambiente dinâmico de desastres e apoiar uma resposta ágil, adaptável e alinhada.

O início de um desastre é um grande desafio. A resposta de demanda imediata necessita da mercadoria certa, na hora certa, no lugar certo, e distribuído para as pessoas certas.

Conforme comentado anteriormente, na resposta aos desastres naturais, 80% é responsabilidade da logística (considerando o número de atividades, os recursos alocados e as habilidades necessárias). Logo, a logística como função central das organizações humanitárias seria um grande facilitador no processo de atendimento aos desastres.

Tomasini e Van Wansenhouse (2009) ilustram esta afirmação ao relatar o caso da IFRC, que utilizando a logística como função central melhorou seu processo no atendimento aos desastres.

A reestruturação da IFRC deu-se em duas partes:

- 1º parte: foi destacada a diferença entre desenvolvimento contínuo e gerenciamento de desastres (emergência)- foram criadas duas divisões: Partilha de Conhecimento, Gestão e Coordenação de Desastres.
- 2º parte: foi reconhecida a necessidade da logística e da gestão da cadeia de suprimentos estar no coração das operações. Isso implicou na criação da Unidade de Logística e Mobilização de Recursos, Logistics and Resource Mobilization Unit (RMU).

O RMU tornou-se parte da divisão de Gestão de Desastres e Coordenação, também incluiu um novo departamento de Resposta e Emergência e três Gerentes de Operações responsáveis pela coordenação de emergências em escala global (Tomasini e Van Wasenhouse, 2009)

O RMU ficou encarregado de encontrar formas mais eficientes de obter fundos, bens e pessoas e se mobilizar o mais rápido possível.

Esta reestruturação da IFRC refletiu positivamente no atendimento ao terremoto de Gujarat de magnitude 7,9 na escala Richter ocorrido em 26 de janeiro de 2001 na Costa oeste da Índia. Este desastre devastou o país destruindo cinco distritos e matando mais de 20.000 pessoas.

A IFRC encontrou como dificuldades na resposta: o alto grau de incerteza e falta de informações confiáveis; a falta de dados precisos o que tornou difícil avaliar quantas pessoas haviam sido afetadas e quais suas necessidades imediatas.

Diante da reestruturação da IFRC alguns fatores de sucesso foram identificados como a mobilização de uma cadeia de fornecimento global de uma forma muito ágil e flexível, onde foi constatado, que:

- (a) dentro de 30 dias a organização fretou 45 aviões , armazenou 255 mil cobertores, 34mil tendas e 120 mil *plastic sheets*;
- (b) dentro de 100 dias garantiram a assistência de 300mil pessoas e 23 milhões de euros;
- (c) enquanto mobilizavam recursos para Gujarat eles ainda estavam envolvidos com outros desastres como o terremoto em El Salvador, a seca no Tajiquistão, a atividade vulcânica no Monte Merapi (na Indonésia) e o ciclone Orissa (na Índia).

Ao contrário do atendimento ao Furacão Mitch (relatado no item 2.2.3), a IFRC com uma preparação onde considerou a logística como função central da organização, conseguiu um processo de atendimento mais eficiente e eficaz sendo mais ágil, adaptável e alinhada.

Sintetizando o processo, Tomasini e Van Wansenhouse (2009), apresentaram os cinco principais blocos de construção para a preparação, conforme apresenta a Figura 8.

Figura 8- Cinco Blocos de construção para a preparação.



Fonte: Tomasini e Van Wansenhouse (2009)

De acordo com a Figura 8, Recursos humanos consistem em selecionar e treinar adequadamente a equipe, e devido à alta rotatividade existe uma forte dependência de voluntários, requer devoção e motivação dos participantes e ainda, devido à participação de uma equipe internacional, requer uma análise das questões multiculturais.

Na gestão do conhecimento, o fato de ir de um desastre a outro com pouco tempo para documentar o que foi aprendido mostra a necessidade de construir a lição e comunicá-la na organização e desenvolver um nível de competências em todas as especialidades.

A logística exige competências adequadas no processo e gerenciamento, assim como novas funções logísticas para o planejamento, a gestão de armazém, treinamento e comunicação.

Nos recursos financeiros um dos desafios propostos por Tomasini e Van Wansenhouse (2009) está em ampliar a base de doadores e permanecerem

livres de agendas políticas para garantir a neutralidade e a transparência na prestação de contas.

A comunidade pode encontrar maneiras eficazes de colaboração com outros intervenientes chave (governo, empresas, militares e outras organizações humanitárias), trabalhar com o conhecimento e experiência de cada grupo em vez de duplicar esforços. Para uma melhor preparação os cinco blocos precisam estar interconectados.

O próximo item apresenta a coordenação em desastres naturais, relaciona algumas agências ligadas a ONU e procura relatar a abordagem *clusters* como ferramenta estratégica.

### 3.3.2 Coordenação

“Em situações de emergência humanitária a falta de água, as doenças, a desnutrição e o tempo são variáveis vitais muito importantes que devem ser observadas, mas nada disto é tão fatal quanto a má administração” (TELFORD ,2008).

Ambientes de socorro humanitário envolvem uma variedade de atores, cada um com missões, interesses, capacidades e conhecimentos logísticos diferentes. Embora os mecanismos de coordenação no domínio da gestão comercial da cadeia de abastecimento tenham sido bem estudados, a coordenação em cadeias de ajuda humanitária ainda é muito incipiente.

O termo coordenação tem interpretações variadas dentro do ambiente de alívio ao desastre. Por exemplo, pode referir-se à coordenação de recursos e partilha de informação, centralização das decisões, a realização de projetos comuns, a divisão regional de tarefas, ou um sistema baseado em *clusters*, em que cada *cluster* representa uma área de setor diferente (por exemplo: alimentos, água, saneamento e tecnologia da informação). Trabalha-se também na coordenação de *clusters* por região, que permite analisar a frequência e o alcance geográfico dos eventos, resultando num perfil de classificação dos desastres (Lima *et al.*,2011; Almeida e Zarate, 2007; Russell,2005; Souza, 2004).

A literatura aborda vários aspectos da coordenação do setor de emergência, destacando as complexidades e desafios associados com a coordenação da assistência humanitária. Um grupo de pesquisas descreve os esforços de coordenação observados durante as operações de alívio de desastres anteriores e avalia os fatores que levam ao sucesso ou ao fracasso desses esforços. Há também recursos não-acadêmicos, tais como relatórios de médicos, guias, documentos de treinamento, web sites, agências e blogs que descrevem as práticas atuais e novas iniciativas de

coordenação da cadeia de alívio. No entanto, a literatura carece de estudos que, de forma ampla e sistemática, definam a coordenação da cadeia humanitária (Balcik *et al.*, 2010).

Segundo estudos feitos por Tomasini e Van Wasenhouse (2009) os sistemas eram divididos em agências e programas para cada especialidade/situação ( Ex. UNICEF – crianças, WHO – saúde, WFP – comida, etc.). No entanto as agências da ONU sentiram falta de um mecanismo que fomentasse o diálogo ou ajudasse nas operações de coordenação. Destacam-se como deficiência as operações ineficientes, o retrabalho, o trabalho duplicado, entre outras situações.

Hoje, grande parte dos programas da ONU são implementados através de ONGs parceiras com suporte das comunidades locais e governos. Dessa forma, esses também devem ser incluídos no processo de coordenação.

A coordenação de várias agências de ajuda, diferentes fornecedores locais e regionais, todos com suas próprias formas de funcionamento e estruturas próprias, pode ser desafiadora. A falta de coordenação leva, muitas vezes, à confusão na última milha. Portanto, a fase de preparação é o momento em que as agências de ajuda podem desenvolver algo como uma plataforma de colaboração (Kovács e Spens, 2007).

Nesse sentido foram direcionados esforços para que fosse criada uma plataforma para a coordenação onde as agências pudessem interagir, discutir, trocar experiências e recursos. Essa plataforma é composta, principalmente, pelo OCHA e o UNJLC.

Na Tabela 6 são apresentadas algumas agências da ONU envolvidas no Setor Humanitário.

Tabela 6- Agências da ONU envolvidas no Setor Humanitário

Nome	Abreviação	Descrição
<i>United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs</i>	OCHA	É a parte do Secretariado das Nações Unidas responsável por reunir os atores humanitários para garantir uma resposta coerente para emergências.
<i>United Nations Development Program</i>	UNDP	É a rede global de desenvolvimento da ONU, uma organização na qualidade de advogado para a mudança e ligando os países ao conhecimento, experiência e recursos para ajudar as pessoas a trabalhar em suas próprias soluções para o desenvolvimento nacional e local.
<i>United Nations High Commissioner for Refugees</i>	UNHCR	Lidera e coordena a ação internacional para proteger e resolver os problemas dos refugiados em todo o mundo.
<i>United Nations Children's Fund</i>	UNICEF	Trabalha para superar os obstáculos da pobreza, violência, doença e discriminação no caminho de uma criança.
<i>World Food Programme</i>	WFP	O WFP é o braço de ajuda alimentar do sistema das Nações Unidas. Ele intervém permanentemente ou durante períodos de crise. Suas políticas são orientadas para o objetivo de erradicar a fome e a pobreza.
<i>World Health Organization</i>	WHO	Coordena as autoridades de saúde no âmbito do sistema das Nações Unidas.

Fonte: adaptado de Schultz (2008)

Recentemente, muitas empresas "tradicionais" de transporte e logística, como a DHL ou TNT Logistics entraram em cena nas operações de socorro de desastres às vítimas de desastres, estabelecendo parcerias com as Nações Unidas. O IASC garante a tomada de decisões entre agências em emergências de maior complexidade. Essas respostas compreendem os recursos necessários, desenvolvimento de políticas humanitárias, entre outras.

Devido aos problemas para fornecer cobertura suficiente nas operações de resposta no atendimento à grandes catástrofes como, por exemplo, o tsunami asiático em 2004 e a crise no Darfur em 2004/2005, os *clusters* começaram a ser utilizados como ferramenta estratégica na resposta aos desastres (Jahre e Jensen, 2010).

No fim de 2005, o IASC recomendou a todos os países, com coordenadores humanitários, a implementação da abordagem por *clusters* como ferramenta estratégica (ONERESPONSE, 2011).

No conceito clássico definido por Porter (1998), afirma-se que *clusters* estão sendo utilizados para a concentração geográfica de indústrias do mesmo ramo e seus fornecedores. Incluem, por exemplo, fornecedores de materiais especializados, tais como componentes de máquinas e serviços e fornecedores de infra-estrutura especializada. Alguns *clusters* consideram instituições governamentais e outras instituições tais como universidades, instituições de formação profissional e associações comerciais que fornecem treinamento especializado, educação, informação, pesquisa e apoio técnico. Estas concentrações beneficiam cada membro, os quais passam a ter uma maior dimensão, permitindo assim trabalhar em conjunto sem que a sua flexibilidade seja afetada.

A principal razão para a formação dos *clusters* esta na capacidade competitiva, que é fruto do relacionamento entre as empresas. A rivalidade entre as empresas de um mesmo setor do *clusters* contribui para manter a competitividade entre as empresas correlatas (clientes e fornecedores) por intermédio de troca de informações, estimulando novas tecnologias e inovações (Saldanha,2009).

Alguns trabalhos referentes ao atributo cooperação na formação de *clusters* foram desenvolvidos (Altenburg T. e Meyer S.,1999; Humphrey e Schmitz,1996; Iglioni,2001; Porter,1999; Schmitz e Navid,1999). Alguns destes autores enfatizam a importância da cooperação, pois, gera mútuo aprendizado e custos mais baixos, outros afirmam a necessidade de haver confiança suficiente para sustentar as relações de cooperação, outros ainda, afirmam que as empresas combinam a concorrência com a cooperação.

Existem várias abordagens distintas em relação a *clusters*. Segundo Saldanha (2009) a confiança entre os atores dos *clusters* é uma importante característica e influencia diretamente nas ações que são realizadas pelas empresas do aglomerado de forma cooperada.

Diante deste contexto pode-se ressaltar que a logística cooperativa se define como a prática de gestão logística onde os parceiros buscam compartilhar soluções, aproximar interesses e introduzir vantagens para

todas as partes envolvidas. Esta cooperação pode se dar tanto entre os parceiros de uma mesma cadeia de abastecimento, ao formar a logística integrada, quanto entre parceiros de diferentes cadeias.

Os *clusters* foram introduzidos na LH no fim de 2005, como ferramenta estratégica para melhorar a eficácia da resposta humanitária, garantindo uma maior previsibilidade, responsabilização e parceria. Buscam uma melhor eficiência nas áreas de capacidade global para atender emergências atuais e futuras; nas áreas de liderança previsível a nível global e local; no reforço de parcerias entre os organismos das Nações Unidas, ONGs e outras organizações internacionais. Assumem responsabilidade, tanto para a resposta como para a prestação de conta aos beneficiários, coordenação estratégica e a definição de prioridade em determinadas áreas de resposta, deixando a responsabilidade pela liderança e coordenação destas questões com os órgãos operacionais competentes (Ocha,2007).

Segundo o Projeto de Avaliação e Classificação de Emergência (*Assessment and Classification of Emergencies -ACE project*) foram definidos onze *clusters*: agricultura, coordenação e gestão, recuperação, educação, abrigo de emergência, telecomunicações de emergências, saúde, logística, nutrição, proteção, água e saneamento; os quais operam em vinte e cinco países (Oneresponse, 2011).

Segundo Holmes (2007) a abordagem cluster leva a promover a acumulação de capacidade de resposta humanitária global através da construção de ações, partilha de recursos, e normas comuns de procedimentos operacionais.

Para Schultz (2008), uma série de iniciativas aconteceu nos últimos anos, a fim de desenvolver e conduzir a cooperação entre as organizações humanitárias em geral e em particular no âmbito da logística.

Com base no reconhecimento de que nenhuma organização pode lidar com os desafios de uma resposta humanitária por si só (Ferris, 2007), no próximo item apresentam-se em relatar as relações entre as principais organizações envolvidas utilizando os níveis de coordenação segundo o sistema internacional de alívio aos desastres.

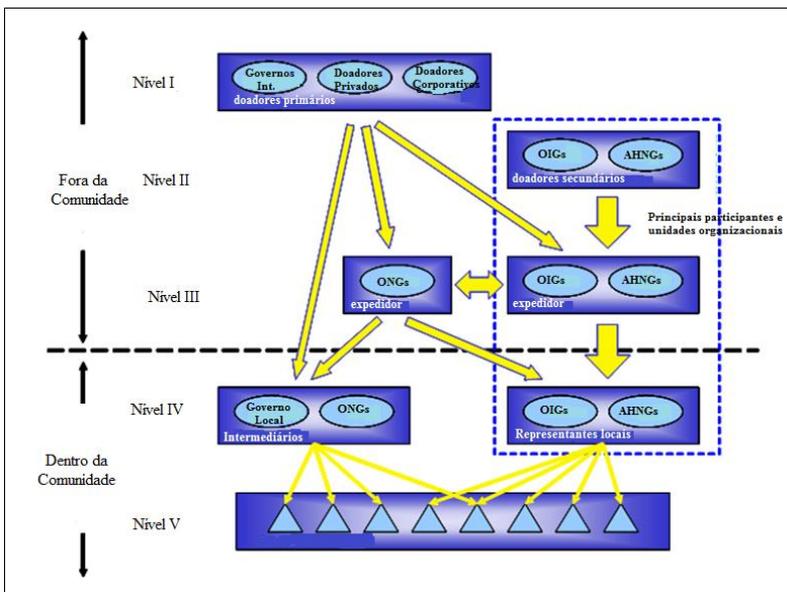
### 3.3.3 Níveis de Coordenação

Quanto ao sistema internacional de alívio aos desastres Tufinkgi (2006) considera três níveis principais:

- **Nível internacional:** Inclui o Conselho de Segurança das Nações Unidas, governos nacionais, líderes das agências participantes e seus respectivos doadores;
- **Nível Nacional:** Inclui as autoridades locais, sociedade civil, militares e os representantes locais das agências e ONGs;
- **Nível de campo:** Inclui trabalhadores de campo e os beneficiados.

A Figura 9 representa a classificação proposta por Tufinkgi (2006).

Figura 9- Sistema Internacional de alívio de desastres



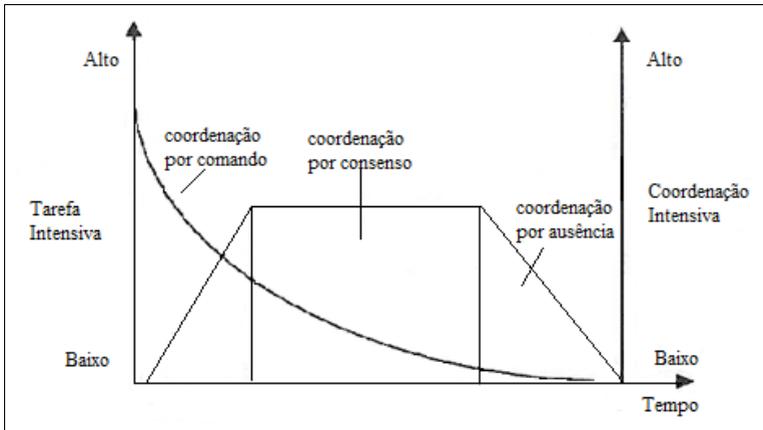
Fonte: Adaptado de Tufinkgi (2006)

Conforme a proposta de Tufinkgi (2006), o sistema internacional de alívio de desastres, pode ser classificado segundo os níveis de atuação dos participantes e das principais unidades organizacionais dentro e fora da comunidade afetada, sendo que nos níveis **I, II e III** as fontes de recursos e os movimentos ocorrem fora da comunidade afetada pelo desastre, enquanto os níveis **IV e V** cobrem os recursos e movimentos dentro da comunidade afetada:

- **no nível I** estão localizados os principais doadores, como os governos internacionais, a igreja ou organizações particulares e empresas.
- **o nível II** inclui os doadores secundários que são consideradas as organizações humanitárias ou instituições com seus próprios recursos dedicados para uso em caso de catástrofe.
- **o nível III** inclui todas as organizações humanitárias e instituições que recebem fundos primários e / ou doadores secundários, sendo que os fundos são transmitidos para o governo local ou ONGs locais. Através do nível III, o repasse de recursos é feito diretamente aos beneficiários ou outros atores locais. Existe neste nível, uma ampla rede de troca de recursos e encaminhamento inter-cooperação organizacional . Além disso, determinadas tarefas, como transporte ou armazenamento podem ser terceirizadas para empresas comerciais que atuam como prestadores de serviços.
- **o nível IV** abrange todos os atores envolvidos na área afetada, do desastre: o governo local, ONGs locais e representantes locais . Neste nível, as decisões são feitas a respeito de como o material de socorro e de recursos financeiros serão distribuídos e quem está no comando dos programas individuais. Este nível representa, portanto, a interface entre o externo e interno da comunidade de recursos internacionais, e sua coordenação.
- **o nível V** é onde ocorre a execução operacional dos programas definidos . Isso envolve principalmente a distribuição física de recursos para os beneficiários de acordo com suas necessidades identificadas. Os atores são normalmente os mesmos que no nível IV.

Ainda analisando a coordenação, verifica-se a necessidade de uma classificação conforme o momento em que está ocorrendo o desastre. Pode-se considerar na gestão dos desastres tipos específicos de coordenação. Tomasini e Van Wansenhouse (2009) relacionam para cada fase do ciclo de desastres coordenações específicas. A Figura 10 ilustra esta relação.

Figura 10- Coordenação do ciclo de Vida



Fonte: Tomasini e Van Wansenhouse (2009)

Segundo Tomasini e Van Wansenhouse (2009), no início do ciclo o tempo é crítico e há uma necessidade urgente de remover os gargalos para que a comunidade humanitária consiga chegar ao local do desastre rapidamente. Neste momento a coordenação é dada pelo comando, o que descreve uma abordagem centralizada onde um coordenador reúne os recursos, tarefas e informações e gera uma solução que é implementada por agências individuais. Neste caso, uma organização deve assumir a liderança e resolver as questões para todos os envolvidos.

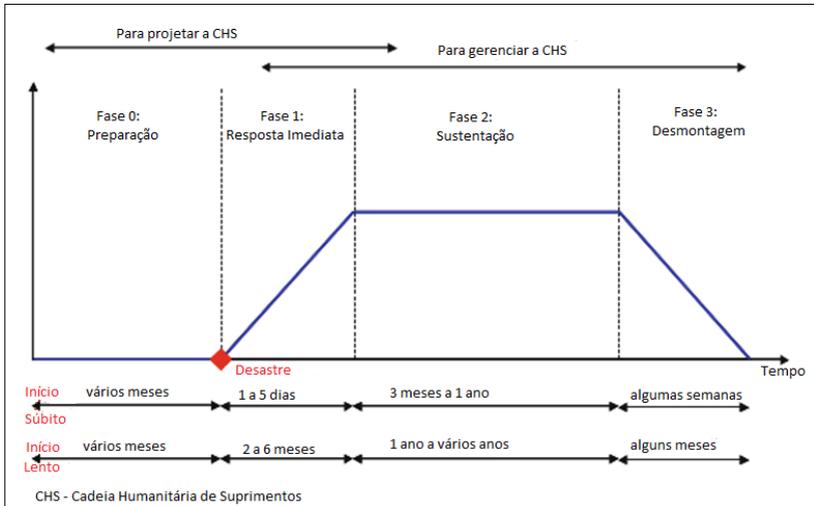
Já a fase de sustentação descreve um ambiente de consenso. A coordenação por consenso, é quando as organizações têm acesso compatível ao compartilhamento de equipamentos de comunicação, de ligação inter-agência, de pré-avaliações. O foco está em cumprir o seu mandato próprio e específico (por exemplo, alimentos, saúde e água) e garantir uma operação sustentável.

Na fase de desaceleração, a gestão é focada na saída, a coordenação ainda vai acontecer, mas apenas ocasionalmente.

As fases do ciclo de desastres descrevem um ambiente emergencial que é considerado a partir do momento em que ocorre o desastre natural e a classificação dos ciclos dá-se quanto aos recursos (

Figura 6), quanto ao tipo coordenação de atendimento aos desastres (Figura 10) e também quanto ao tempo de duração para o atendimento em determinada fase conforme ilustra a Figura 11.

Figura 11- Ciclo de Vida da Operação Humanitária



Fonte: Charles e Lauras, 2011

### 3.3.4 Gestão da Informação

Segundo afirmam Tomasini e Van Wassenhove (2009) a informação, na cadeia de suprimento humanitário, é o alicerce sobre a qual ela é projetada, formada e gerida. Os autores consideram a visibilidade, a transparência e a responsabilização três aspectos da informação importantes na cadeia de abastecimento humanitário onde:

- a visibilidade ajuda a determinar quais recursos estão faltando para melhorar a resposta. Quando a informação é comparada com as necessidades, pode-se identificar se a cadeia de suprimentos está fazendo a coisa certa e, assim, medir a sua eficácia;
- a transparência proporciona um *insight* sobre os processos, ou seja, a capacidade de entender como o processo de interação dentro da cadeia de abastecimento melhora o seu desempenho;

- a responsabilidade identifica quem é o responsável pelas ações no âmbito do processo e como elas são realizadas.

Segundo Aslanzadeh *et al.* (2009) existem várias ferramentas de sistemas de informação que podem ser utilizadas para fins diferentes, tais como: software de gerenciamento de inventário, software de gerenciamento de projetos, software de acompanhamento e rastreamento e ainda, como novas tecnologias, pode-se considerar códigos de barras e RFID.

Segundo Russell (2005), o monitoramento e o rastreamento não estão bem desenvolvidos na logística de socorro, onde o acompanhamento é feito geralmente em Excel. É importante saber o que foi prometido, o que foi ordenado, o que está a caminho, e o que já chegou.

Alguns softwares auxiliam nas etapas de atendimento em operações humanitárias, como por exemplo o HLS, o SUMA e o programa LSS. No capítulo 6, item 6.3 apresenta-se com maior detalhe estes softwares.

Finalmente, de uma forma geral pode-se considerar que o desenvolvimento de um sistema de tecnologia pode facilitar o processo logístico na resposta atuando diretamente com as agências humanitárias, podendo assim descrever uma metodologia de integração mais eficiente e eficaz entre as agências humanitárias.

O item seguinte define o que se considera como parceria em LH e de que forma as empresas, os fornecedores, as organizações em geral poderão exercer a sua responsabilidade social.

### 3.3.5 Parcerias

Tomasini e Van Wassenhose (2009) desenvolveram um estudo em que identificaram que as organizações humanitárias analisadas, em um primeiro momento, consideravam que as organizações privadas poderiam ajudar somente com dinheiro, como forma de dar utilidade corporativa no momento de alguma catástrofe. Depois do desenvolvimento do estudo referente à parceria entre estas organizações humanitárias e algumas organizações privadas puderam reconhecer que as empresas privadas têm mais a oferecer em termos de recursos, conhecimentos e tecnologia. Questiona-se: Como os dois setores podem aprender um com o outro através de parcerias? Quais são os desafios? Como se dá o processo de transferência das “boas práticas”, sendo este um dos principais fatores para este tipo de envolvimento?

Ao longo das últimas três décadas, os conceitos de confiança inter-organizacional, organizacional e interpessoal foram estudados em

profundidade significativa e de uma série de perspectivas, incluindo aspectos econômicos, psicológicos e sociológicos (Rousseau *et al.*, 1998). Estes conceitos são tratados para a formação de parcerias.

Stewart *et al.*, (2009) desenvolveram um trabalho onde as parcerias público-privadas são utilizadas para melhorar a resiliência da comunidade, ou seja, a capacidade de resistir às crises e retomar suas atividades em situações de desastre e identificaram oportunidades de melhorar a resistência, na seqüência de catástrofes.

Segundo Tomasini e Van Wassenhove (2009), as empresas perceberam que podem ter algo a aprender com as organizações humanitárias, especialmente sobre como ser ágil e adaptável em circunstâncias difíceis. O setor privado funciona com incentivos diferentes do setor humanitário, com o objetivo de obter lucros ao invés de salvar vidas. Muitas empresas do setor logístico (TNT, DHL, UPS, FEDEX) identificaram uma correspondência entre as suas competências e atividades com as das agências humanitárias.

As organizações humanitárias são especialistas em serem ágeis e adaptáveis, implementam uma complexa cadeia de fornecimento sob altos níveis de incerteza, com recursos e infra-estrutura limitados.

Enquanto a alta velocidade e o baixo custo podem ser necessários para uma cadeia de fornecimento bem sucedida, eles não são suficientes para garantir uma vantagem competitiva e sustentável. Tal vantagem só vem quando a cadeia de abastecimento é também ágil, adaptável e alinhada (Tomasini e Van Wassenhove, 2009).

Em termos operacionais a LH pode se beneficiar das suas parcerias em duas áreas: prevenção e assistência. Na prevenção deve-se considerar a preocupação das empresas de logística e organizações humanitárias em coordenar de forma eficiente e eficaz portos, ferrovias, rodovias, armazéns e silos. Para estarem preparadas, as pessoas envolvidas necessitam trabalhar também entre os desastres, desenvolvendo acordos, estabelecendo políticas e processos para operar rapidamente durante desastres. Neste momento, o alinhamento, é uma área na qual o setor privado está habilitado para transferir conhecimento e experiência para o setor humanitário. As atividades do *front-office* das operações de assistência em uma crise real permanecem nas mãos das agências humanitárias, uma vez que é a sua principal competência.

Para Tomasini e Van Wassenhove (2009) durante uma emergência o setor privado pode fornecer bens acessíveis (aviões, empilhadeiras, espaço em

depósitos, equipamentos de telecomunicações) e profissionais (programadores, especialistas em comunicação, pilotos).

Ainda, como forma de apoio empresarial para as atividades humanitárias, uma empresa pode fornecer: dinheiro, produtos, recursos humanos, conhecimento e experiência, ou uma combinação destes, cada qual com prós e contras. Tipicamente esse suporte é fornecido após o desastre, mas seria interessante que existisse uma parcela disponível para a fase de preparação.

A Tabela 7 destaca formas de apoio empresarial para as atividades humanitárias.

Tabela 7- Apoio empresarial nas atividades humanitárias

	O que?	Como?
<b>Cash</b>	É a doação mais importante e apropriada; permite a compra de produtos essenciais.	As empresas parceiras podem organizar eventos para captação de fundos, e determinar qual agência receba os fundos e demonstrar como dar confiança em quem administra esses fundos.
<b>Produtos</b>	As empresas frequentemente não conseguem perceber que tipo de produto é baseado em demanda ou definido pelo governo. As doações não solicitadas causam gargalos e despesas desnecessárias.	A chave para as empresas é trabalhar de perto com as agências, embaixadas locais, ou se possível montar uma cadeia de fornecimento local.
<b>Voluntários</b>	Os voluntários de uma empresa, assim como as doações, podem atrapalhar mais do que ajudar se não estiverem equipados com habilidades, experiência ou conhecimento.	Necessitam conhecer o local, o contexto e ter fluência no idioma.
<b>Parceiros</b>	As parcerias empresa-organizações humanitárias que dividem conhecimento, experiência e “melhores práticas” podem resultar em mais formas eficientes de lidar com as respostas aos desastres.	Ter um potencial significativo proporcionar benefícios em todos os níveis para os parceiros e para a comunidade afetada pelo desastre.

Fonte: adaptado de Tomasini e Van Wassenhove (2009)

O Tabela 8 destaca alguns desafios nas parcerias.

Tabela 8- Desafios das Parcerias

<b>Desafios</b>	<b>Soluções</b>
Falta de compreensão mútua.	Especificar as necessidades assim que os canais de participação sejam predefinidos, afim de que as expectativas sejam satisfeitas quando e onde for necessário.
Falta de transparência e responsabilidade	Acordar com os responsáveis do setor de relações públicas as estratégias de comunicação para evitar mensagens conflitantes que possam comprometer a validade da parceria.
Nível de comprometimento	Desenvolver regras de engajamento que definam as necessidades com antecedência e que possam ser cumpridas pela parceria, juntamente com protocolos e diretrizes para chegar ao acordo sobre níveis de serviço e esclarecer as expectativas dos diferentes níveis e etapas.
Funções e responsabilidades	Determinar áreas para alavancar competências e permitir que cada parte foque onde eles podem contribuir melhor.
Gestão de relações	Desenvolver parcerias em períodos de não emergência. Construir a relação e conhecer uns aos outros requer um investimento significativo em ambos os lados.

Fonte: Adaptado de Tomasini e Van Wassenhove (2009)

Pode-se exemplificar o caso da TNT, empresa líder mundial no correio e entrega expressa que desenvolveu um modelo de coordenação para formar parceria com uma agência humanitária. Formou parceria com o WFP da ONU, conhecido em português como Programa Alimentar Mundial (PAM). É a maior agência humanitária do mundo que luta contra a fome mundial. É parte do sistema das Nações Unidas e é financiado voluntariamente. E conforme relatado anteriormente as empresas buscam na parceria não somente dinheiro mas sim troca de conhecimento.

### 3.4 ATIVIDADES LOGÍSTICAS NA CADEIA DE SUPRIMENTOS HUMANITÁRIA

Logística humanitária consiste em um conjunto de atividades que incluem: preparação, planejamento, aquisição, armazenamento, transporte de bens de socorro, de informação, desde o ponto de origem até o ponto de consumo, com o objetivo de aliviar o sofrimento de pessoas vulneráveis (Thomas, 2004).

Thomas (2004) separa diferentes categorias de atividades associadas à LH e desenvolve um modelo para representar o fluxo de material: preparação, avaliação/recursos, mobilização de recursos, aquisição, execução de transporte, rastreamento e localização, estoque / gerenciamento de patrimônio, ponto de entrega, e avaliação de desempenho.

Blecken (2010), no contexto de planejamento e implementação de processos da cadeia de suprimentos para as operações humanitárias, investiga as tarefas e as responsabilidades das organizações humanitárias e seus parceiros da cadeia de suprimentos. Desenvolve um modelo de referência de tarefa e diferencia essas tarefas nos níveis estratégico, tático e operacional e as separa por função, utilizando um quadro comum de gestão de cadeia de suprimentos para a adaptação das tarefas. Nesta abordagem, apresenta o desenvolvimento de um modelo de tarefa global para os processos da cadeia de suprimentos humanitária. O capítulo 4 apresenta com maior detalhe este modelo.

Algumas das funções logísticas utilizadas: avaliação, aquisição, transporte, armazenagem são apresentadas e discutidas nos itens seguintes, sendo dado maior ênfase à função aquisição.

#### 3.4.1 Avaliação

Avaliação é executada em todos os níveis administrativos (estratégico, tático e operacional), é feita de forma contínua, durante todo o ciclo de vida da operação. Tem como principal objetivo verificar rápida e precisamente as necessidades de uma comunidade afetada. Fornece uma base para a decisão, se deve ou não começar, continuar ou fechar uma operação. Define as prioridades para o planejamento e a implementação destas prioridades. Fornece informações para a comunidade internacional, os doadores e outros atores presentes na crise.

Na fase de emergência, a previsão de demanda, parte das etapas de identificação de beneficiários e das necessidades. Organizações humanitárias como, por exemplo, a IFRC utilizam equipes de avaliação rápida, mobilizadas imediatamente após uma catástrofe, para avaliar as

necessidades e as incógnitas como, o tipo de bens necessários, o número de beneficiários, a janela de tempo durante a qual a ajuda é necessária e a resiliência da população.

O uso da tecnologia auxilia na organização do esforço de ajuda. Por exemplo, no OCHA, escritório das Nações Unidas, utilizaram sistemas de informação georreferenciados para descrever uma região de desastre em diferentes escalas. Os mapas são acompanhados por planilhas que podem compilar o número de desalojados, feridos, mortos e desaparecidos; áreas de cobertura para vários grupos de ajuda humanitária, a localização de hospitais, clínicas e farmácias, e os surtos de doença mais comuns em cada região (Blecken, 2010).

Assim, a identificação e a compreensão da real situação do desastre é um processo que auxilia a eficácia da capacidade de resposta na fase de emergência, com a integração eficiente da tecnologia da informação e dos mecanismos adequados em nível local e regional. A antecipação da informação pode auxiliar na agilidade do processo o que possibilita uma rápida adaptação para possíveis alterações referente às necessidades do beneficiários.

#### 3.4.2 **Aquisição**

O objetivo da aquisição é assegurar que a organização humanitária tenha os recursos materiais necessários para atender os requisitos operacionais e os requisitos de suporte operacional (Blecken, 2010). O processo de aquisição nas cadeias de abastecimento humanitário procura garantir que as organizações humanitárias têm os suprimentos necessários para atender as necessidades de alívio (PAHO, 2001). Segundo Schulz e Heigh (2009), 65% do orçamento total de alívio de desastre é destinado à aquisição de suprimentos e equipamentos de socorro. A complexidade das operações de aquisição deve-se a alguns fatores como, por exemplo, os mecanismos de financiamento, as esperas e expectativas dos doadores, a diversidade das partes interessadas, a imprevisibilidade dos desastres, a escassez de recursos e o excesso de oferta (Balcik *et al.* 2010). Essa complexidade apresenta árduas questões às organizações humanitárias referentes a "que tipo, quanto, quando, onde e como" bens de socorro podem ser adquiridos.

No que diz respeito às operações de socorro, os métodos de aquisição em LH podem ser classificados quanto à localização dos fornecedores e quanto ao tempo de aquisição. Tanto localmente como globalmente, a aquisição antes do início do desastre aborda as fases de mitigação e

preparação enquanto que a aquisição após o início do desastre aborda as fases de resposta e recuperação. Os procedimentos operacionais como, por exemplo, tipos de contrato, disponibilidade de recursos, qualidade e preço dos produtos mudam de acordo com a localização dos fornecedores. Antes do início de desastres, as organizações humanitárias têm tempo suficiente para pesquisar vários fornecedores, comparar a sua qualidade e disponibilidade. (Ertem e Buyurgan, 2013).

As tarefas da aquisição incluem a identificação e a seleção de fornecedores adequados de forma a garantir a disponibilidade do produto nas áreas afetadas, no momento certo. É necessário que sejam atendidas as especificações mínimas que satisfazem os critérios para condições específicas de operação e com o melhor preço disponível, tendo em conta o custo, prazo de entrega e qualidade, bem como o transporte razoável, seguro de transporte e os custos ligados à importação (Blecken, 2010).

O processo de aquisição de fornecedores locais é pouco aplicado antes do início do desastre, pois como a localidade do desastre é desconhecida não há como diferenciar fornecedores locais e fornecedores globais. Uma forma de incentivar a economia local seria a localização de um armazém global, desta forma, o contrato de fornecedores locais perto do armazém pode ser considerado, o que pode ser útil para o desenvolvimento econômico da região (Ertem e Buyurgan, 2013). Os baixos custos de transporte e a entrega rápida podem ser outras vantagens do uso de fornecedores locais. Por outro lado, a qualidade pode não ser a esperada ou a capacidade dos fornecedores locais pode não ser suficiente para alta demanda de volume (Balcik e Beamon 2008).

Depois do início do desastre, as organizações humanitárias buscam decisões mais táticas e operacionais. Citam-se as doações em espécie que devem ser classificadas, priorizadas e armazenadas (Duran *et al.* 2011a). Aquisição a partir de fornecedores globais é mais praticada após o início do desastre, grandes organizações humanitárias enviam seu pessoal para a área de desastre e avaliam as necessidades das pessoas e, dependendo do nível de gravidade do desastre é decidido se adquire-se localmente ou globalmente. A infraestrutura normalmente é destruída após o desastre, fornecedores locais podem não ser de fácil acesso.

“Grandes organizações humanitárias geralmente distribuem kits (por exemplo, médico, higiene, família, e cozinha), como uma forma de ajuda. Estes kits embalados podem não estar no espectro de produtos de fornecedores locais. Por isso, eles teriam que produzir tais kits a partir da demanda zero. Portanto, as grandes organizações humanitárias normalmente obtêm bens

de socorro de fornecedores globais, mas usam o transporte local e os serviços de armazenagem ad-hoc.” (Ertem. e Buyurgan, 2013, p 7)

Outra forma de aquisição após o início do desastre está em estabelecer contratos de longo prazo com fornecedores globais para fornecer certa quantidade de bens de socorro sob demanda. É desenvolvida uma plataforma comum entre fornecedores globais e organizações humanitárias para a qualidade, preço, embalagem e rotulagem, prazo de entrega e capacidade e então, utiliza-se um mecanismo de multi-leilão (Ertem e Buyurgan, 2013). Segundo UNHRD (2011), as organizações humanitárias podem se beneficiar com esta abordagem visto que eles não têm que fazer o pagamento com antecedência e estocar os bens de socorro. Nesta abordagem, os fornecedores globais têm para estocar certa quantidade de inventário nas suas instalações para um possível desastre. O custo de gestão de estoque é então transferido para o fornecedor.

Assim como na logística comercial, a função de aquisição incorpora muitas ações como, por exemplo, o pedido e fornecimento de bens, a avaliação de ofertas, os contratos de compra, os contratos técnicos, as tarefas relacionadas com os processos de entrega e pagamento, código de conduta, os procedimentos de contratação pública, as relações de fornecedores, os pedidos de compra. Incluem, também, a identificação, qualificação e seleção de fornecedores adequados, planejamento e reserva de capacidades e ações para garantir a disponibilidade; iniciação e execução de atividades de compras; e cooperação com fornecedores e clientes.

### 3.4.3 **Armazenagem**

A armazenagem de mercadorias em armazéns tem como objetivo proteger e armazenar. Proteger os produtos contra as deteriorações, os danos e roubos. Armazenar, verificando as variações dos prazos antes de ser transportado.

Blecken (2010) referencia que o armazenamento de mercadorias é geralmente abaixo do ideal, o uso de recursos financeiros, logísticos e de pessoal é escasso e precisa estar em equilíbrio com a economia de escala no transporte de longo curso de mercadorias.

O processo de armazenagem implica várias tarefas desde o recebimento de mercadorias, o controle de qualidade, a consolidação até o transporte. Inclui também a gestão de armazéns e estoques nos diversos níveis (internacional, regional ou local). Cadeias de suprimentos humanitários

geralmente utilizam para os fluxos de mercadorias armazéns localizados globalmente com produtos posicionados para serem utilizados em situações de emergência. A consolidação para a distribuição em algumas regiões é feita em armazéns regionais e dentro do país afetado geralmente ficam localizados os armazéns locais. O transporte das mercadorias até a última milha normalmente é feito a partir de um armazém local central (Blecken, 2010).

#### 3.4.4 Transporte

A utilidade das redes de transporte para responder a desastres é fundamental para salvar vidas, reduzindo custos e aumentando a resiliência das comunidades para se recuperar de eventos de crise.

Temas como a seleção do caminho mais curto, confiabilidade da rede, avaliação de risco, modelagem de evacuação e Sistemas de Informação Geográfica (SIG) são abordados por diversos pesquisadores nesta área (Oliveira *et al.*, 2014, Cherrie e Dickson, 2006; Liu *et al.* , 2006a, 2006b; Nicholson, 2007, Fu *et al.*, 2007; Moriarty *et al.*, 2007). Segundo Ferreira (2010), estes estudos desenvolvem um conhecimento muito consistente sobre como emergências podem ser melhor geridas ao longo das fases de mitigação , preparação, resposta e recuperação.

Na rede de organização humanitária, o transporte compreende todas as entregas, incluindo a última milha. Transporte pode incluir tanto um único modal nacional ou internacional como transporte multi-modal. As mercadorias a serem transportadas através da cadeia de fornecimento humanitária dependem, principalmente, da prioridade destes produtos, da quantidade em volume e peso, do destino das mercadorias, das capacidades exigidas em armazenagem, requisitos especiais de transporte, por exemplo, para mercadorias perigosas ou frágeis ou bens com restrições de importação, tais como remédios e questões de segurança (Blecken, 2010).

No próximo capítulo, serão apresentados os métodos utilizados no modelo de processo proposto, em que se busca definir etapas de forma lógica e trabalhar com ferramentas conhecidas na área de logística comercial, mas agora adaptáveis à LH.

**FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA II- MÉTODOS APLICÁVEIS  
PARA A CONSTRUÇÃO DO MODELO**



## 4 BUSINESS PROCESS MANAGEMENT (BPM)

### 4.1 INTRODUÇÃO

BPM é um conjunto de metodologias, ferramentas e tecnologias usadas para construir, analisar e controlar processos empresariais. É uma abordagem centrada no processo, que reúne tecnologia da informação (TI) e governança a fim de melhorar o desempenho das organizações. BPM envolve a colaboração das pessoas de negócio e de TI como forma de viabilizar processos eficientes e transparentes (GARIMELLA *et al.*, 2008). Buscou-se assim, identificar, de uma forma geral como os pesquisadores de LH referenciam estes conceitos.

### 4.2 VISÃO GERAL DO BPM NA LH

De acordo com Tatham e Pettit (2010), a aplicação da teoria e da prática de gerenciamento de redes de abastecimento comercial tem recebido pouca atenção dentro da literatura em LH. Neste sentido, destacam-se algumas pesquisas sobre processo, modelagem e desempenho em LH. Beamon e Balcik (2008) compararam medição de desempenho na cadeia de alívio com medição de desempenho na cadeia de abastecimento comercial, desenvolveram indicadores de desempenho para a cadeia de ajuda humanitária e apresentaram um quadro de medidas de desempenho para a cadeia de alívio, o qual pode ser utilizado como base para um sistema de medidas de desempenho no setor de alívio. Schulz e Heigh (2009) desenvolveram um modelo de sistema dinâmico (MSD) para auxiliar na tomada de decisão complexa em empresas do setor privado que teria impacto sobre as operações da empresa ao longo do tempo. Os autores apresentam um subsistema bem definido em operações humanitárias para demonstrar o MSD numa complexidade de sistemas humanitários e ilustram a capacidade de MSD para previsão de decisões de longo prazo. Banomyong e Sopadang (2011) apresentaram um quadro para o desenvolvimento de modelos de respostas em emergência e usaram modelos de simulação, a fim de ajudar os tomadores de decisão de logística de emergência a ajustarem seu processo de preparação. Besiou *et al.* (2011) examinaram a adequação do sistema de metodologia dinâmica para ajudar as organizações internacionais humanitárias melhorar a eficácia de seus programas de assistência e desenvolvimento por meio de uma tomada de decisão mais bem informada.

Outra área da LH lida com as definições operacionais em diferentes fases, de acordo com o tempo de ocorrência. Kovács e Spens (2007) classificam a LH em fases distintas, a saber: preparação, resposta e reconstrução imediata. Posteriormente, Tomasini e Van Wassenhove (2009) argumentam que a gestão de desastres é o resultado de um projeto longo e estruturado de processos estratégicos (preparação), que estão fortemente relacionados com a execução bem sucedida (resposta). Para esses autores, a gestão de desastres é composta por quatro fases: mitigação, preparação, resposta e reabilitação.

De acordo com Thomas (2004), a logística funciona como uma ponte entre a preparação para desastres e a resposta através do estabelecimento de procedimentos eficazes de compras, relacionamento com fornecedores, estoques preposicionados e conhecimento das condições de transportes locais. E, além disso, a velocidade de resposta para o programa humanitário que envolve saúde, comida, abrigo, água e saneamento dependem das intervenções da logística para adquirir, transportar e receber o material no local de ajuda humanitária. Tarefas de aquisição nas cadeias de abastecimento procuram assegurar que as organizações de ajuda humanitária têm os suprimentos necessários para atender às necessidades de operações de socorro. As tarefas de aquisição incluem a identificação e seleção de fornecedores adequados para garantir a disponibilidade e execução de atividades de compras. Além disso, a ênfase principal para operações de aquisição em ajuda humanitária encontra-se na velocidade e disponibilidade (Falasca e Zobel, 2011).

A implementação de técnicas quantitativas em modelos de atividades de referência e o uso do conceito de BPM, instiga o desenvolvimento de uma metodologia para auxiliar as organizações responsáveis pela resposta aos desastres. Isto pode ser considerado como uma abordagem para melhorar o tempo de resposta, capacidade de adaptação e a flexibilidade nas cadeias de abastecimento humanitárias através de uma gestão eficiente dos materiais e dos fluxos de informações ao longo da cadeia de suprimentos em operações humanitárias.

### 4.3 CONCEITO

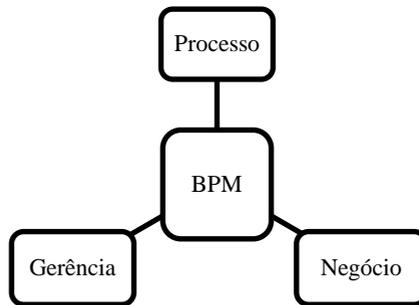
Para Cruz (2006, p. 63), BPM é “o conjunto, formado por metodologias e tecnologias que possibilitam que processos de negócio integrem, lógica e cronologicamente, clientes, fornecedores, parceiros, influenciadores, empregados e todo e qualquer elemento que com eles possam, queiram ou tenham de interagir, dando ao ambiente interno e externo da organização

uma visão completa e essencialmente integrada das suas operações e atuações”.

BPM pode ser definido como uma técnica que suporta processos de negócios usando software para especificar, controlar, executar e analisar processos empresariais que envolvem pessoas, empresas, aplicações, documentos e outras fontes de informações (WESKE, 2007).

O significado de BPM pode ser facilitado a partir da análise geral das suas três dimensões: negócios, processos e gerenciamento, segundo mostra a Figura 12.

Figura 12- Dimensões do BPM



Fonte: adaptado de Garimella (2008)

Mais detalhadamente, tem-se:

- Negócio: é algo que interessa ao cliente e que tem um valor agregado para a empresa;
- Gerenciamento: aplica-se ao uso de ferramentas que permitam produzir ou se chegar ao produto desejado;
- Processo: transforma entradas em saídas, sendo caracterizado pela necessidade de possuir: (i) agilidade; (ii) transparência e (iii) produtividade.

Na dimensão negócio, o BPM facilita o alcance dos objetivos das empresas, através do aumento da inovação e produtividade. Também permite obter um alinhamento entre as atividades operacionais junto às diretrizes e objetivos estratégicos da empresa.

Já a dimensão gerência é a responsável por orquestrar sistemas e pessoas, colocando os processos em ação, também para alcançar os objetivos do negócio (Bezerra,2011).

A dimensão processo é responsável por agregar valor através de atividades estruturadas chamadas de processos. Processos operacionais, por exemplo, transformam recursos e materiais em produtos e serviços. Um processo é uma estrutura para a ação. Trata-se de tarefas e medidas que resultam em um produto específico estruturado. É uma ordenação de atividades no tempo e no espaço, com um começo e fim, bem como as entradas e saídas (Danverport, 1994).

Processo de negócio pode ter um ou vários objetivos, que são derivados a partir dos objetivos estratégicos globais da organização. Geralmente pode ser particionado em tarefas.

As tarefas se encontram dentro da responsabilidade dos gestores de tarefas que estão associados com as unidades organizacionais.

Um processo de negócio normalmente cruza as fronteiras organizacionais, ou seja, envolve uma série de departamentos, precisa de informação e outros recursos da organização de vários tipos para a sua execução e a realização de tarefas (Blecken, 2009)

Blecken (2009) considera que a origem dos processos de negócios não é a entrada do processo em si, mas sim algumas entidades. Uma entidade é geralmente um cliente, mas também pode ser um fornecedor, o público em geral, os órgãos do governo ou qualquer parte interessada. O processo de negócio pode se estender por vários departamentos ou mesmo por limites interorganizacionais e incluem tarefas de fornecedores, clientes ou outros parceiros na cadeia de abastecimento.

Baldam *et al.* (2007) afirmam que o gerenciamento adequado dos processos de negócios tornou-se importante, o que traz uma necessidade às empresas em se adaptarem a um ambiente cada vez mais ágil e dinâmico.

Simchi-Levi e Kaminsky (2003) destacam alguns fatores que influenciam para o gerenciamento dos processos como, por exemplo: a necessidade de transferência rápida de informações e tomada de decisão; a necessidade de se adaptar rapidamente às mudanças e a maior competição internacional.

Diante deste contexto e em um ambiente onde as mudanças são cada vez mais rápidas e profundas, surge uma série de barreiras, as quais Hurbean (2007) enumera: a falta de pessoal capacitado para ajustar os processos de negócio na velocidade exigida pelo mercado; a implementação adequada das mudanças ao nível de software, a identificação do custo e da

tecnologia para garantir as mudanças nos processos. Este mesmo autor enfatiza a necessidade do alinhamento entre processos de negócios e TI, assim como trabalhar questões referentes ao desenvolvimento de habilidades para atualizar, integrar, personalizar e implantar aplicações rapidamente de forma a fornecer condições para que seus clientes tenham um acesso rápido às informações.

Para Ko *et al.* (2009), fazer o gerenciamento dos processos empresariais através do uso de sistemas computacionais é uma das formas de lidar com estas questões, ou seja, fazer o BPM o que pode proporcionar uma visão organizacional em que a ênfase está na execução de tarefas através de um fluxo horizontal, que envolve sistemas, pessoas, departamentos etc.

GARIMELLA et al.(2008) citam alguns princípios presentes na abordagem BPM:

- Centrar no Processo – o que permite unificar a visão de negócios e TI, através do uso de convenções e notações padrões para a modelagem do processo;
- Alinhamento entre Negócios e TI – BPM facilita a colaboração direta entre esses profissionais no desenvolvimento, implementação e otimização de processos.
- Melhoramento contínuo do processo – através de KPI's (*key performance indicators*) é possível monitorar e controlar o processo a fim de melhorá-lo continuamente;
- Composição de soluções – BPM facilita a elaboração, a construção e o desenvolvimento da aplicação;
- Transparência – permite ver quais atividades são atribuídas a cada participante do processo além de permitir que tanto o analista de negócios quanto o analista de sistemas monitorem o processo, cada um sob sua perspectiva;
- Sistemas Existentes e Camada de Processos – torna possível o uso de recursos e sistemas existentes, os quais são anexados a uma camada de processo que expõe suas funcionalidades. Dessa forma, eles podem ser usados e coordenados pelos analistas que elaboram o processo.

A implantação e a modelagem de processos BPM é feita geralmente pelo departamento de TI da empresa. Essa implantação se dá, segundo KO (2009), através de seis etapas, conforme apresenta a Figura 13

Figura 13- Modelagem e implantação de processos utilizando BPM



Fonte: KO (2009)

A seguir são descritas as etapas desse processo de implantação segundo KO (2009):

- Etapa 1 - Identificação das Necessidades do Negócio: nesse passo, é identificada qual a necessidade num nível mais amplo do processo que será modelado;
- Etapa 2 - Definição dos Requisitos: nesse passo deverá ser detalhado aos analistas de negócios de que forma o processo ocorre, quais são os seus requisitos, etc.;
- Etapa 3 - Detalhamento do Processo em Diagramas: considera-se nessa fase que o analista de negócios já tem um conhecimento do processo, sendo assim, pode modelá-lo numa notação gráfica (como BPMN);
- Etapa 4 - Conversão do Processo para um formato executável: com o auxílio de uma ferramenta automatizada, o processo é transformado numa linguagem técnica e que seja executável;
- Etapa 5 – Codificação: nessa fase, a equipe de TI da empresa irá fazer os ajustes no código executável, adicionando, se necessário, mais lógica de programação.
- Etapa 6 - Execução do Processo: após o processo ter sido validado, ele será implantado num software chamado servidor de aplicações, que contém um motor de execução capaz de executar o processo de negócio.

A execução da tarefa no fluxo horizontal (visão por processos) se caracteriza por uma visão dinâmica em que uma organização faz o necessário para produzir valor para os seus clientes. Significa visualizar a organização a partir da ótica de processos, focando mais a ação (atividade

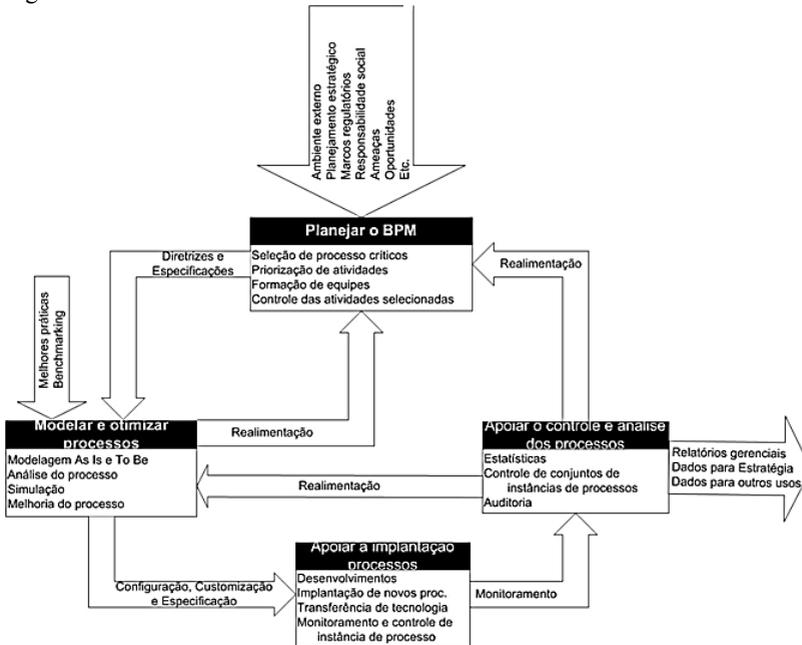
de trabalho) do que sua estrutura (funções e departamentos) (Valle e Oliveira, 2009).

#### 4.4 CICLO DE VIDA BPM

O processo de negócio é formado pela junção de vários elementos, como pessoas, máquinas e sistemas que trabalham juntos para buscar um objetivo de negócio em comum (KO, 2009).

O BPM possui um ciclo de vida subdividido em diversas etapas, inicia com a definição da metodologia a ser aplicada, em que dúvidas devem ser entendidas e equacionadas para um correto alinhamento com as necessidades do cliente. A próxima etapa é referente à fase de documentação, desenho e análise do atual processo, em que as deficiências e as qualidades são formalmente documentadas e analisadas, servindo como base para a etapa seguinte. Após, tem-se a fase de análise, redesenho e modelagem do novo processo, em que as oportunidades de melhoria são colocadas em prática, gerando um novo processo caso seja necessário. Por último, é realizada a implementação do novo processo, em que sua execução é monitorada, verificando, assim, seu correto funcionamento. (CRUZ, 2010; BALDAM *et al.*, 2010). A Figura 14 exhibe este ciclo.

Figura 14- Ciclo de Vida BPM



Fonte: Baldam *et al.*, (2010).

A etapa planejar o BPM refere-se à definição das atividades para o alcance das metas organizacionais; modelar e otimizar processos requer gerar informações do processo atual (AS IS) e proposta de projeto futuro (TO BE); na fase de implantar processo é necessário o suporte a implantação e a execução; o controle e análise do processo ocorrem por meio de recursos e indicadores para otimização e planejamento das atividades.

#### 4.5 VISÃO POR PROCESSO VERSUS VISÃO TRADICIONAL

A visão por processos quebra o paradigma funcional, possibilitando uma visão integrada dos processos ponta a ponta. Os processos nas organizações horizontais precisam estar em primeiro lugar, devem nortear e influenciar a estrutura, sistemas, comportamentos e pessoas não enfatizando mais a estrutura tradicional hierárquica (Angeloni, 2009). Já a visão fragmentada (vertical) funcional e departamental torna difícil para os integrantes de uma organização a compreensão de como as tarefas

individuais se combinam para gerar resultado. A falta da visão do todo e não só das partes tem como consequência serviços e produtos movimentando-se por meio das funções empresariais de forma descoordenada, lenta e ineficiente (Angeloni, 2009).

Segundo Tregear *et al.* (2011), uma empresa deve executar sua estratégia através de seus processos de negócios. Portanto, estes processos precisam ser geridos e otimizados continuamente. O autor enfatiza que, antes da adoção do BPM, estabeleça-se o escritório de processos, que deve possuir as seguintes etapas: preparar e planejar, conscientizar sobre BPM, desenvolver a competência interna, comunicar, gerenciar as mudanças, demonstrar a melhoria de processo e melhorar continuamente.

Conforme Tregear *et al.* (2011), as responsabilidades de um escritório de processo são: traduzir a visão estratégica para a operação; promover a melhoria contínua dos processos de negócios; fomentar a inovação e criatividade nas ações de processos; coordenar as atividades de melhoria e inovação de processos por meio de uma abordagem de gestão de portfólio; acompanhar os benefícios entregues a partir da melhoria e da gestão do dia a dia dos processos; definir e manter métodos e ferramentas de apoio para as iniciativas de BPM; dar apoio às atividades de gestão da mudança durante os projetos de melhoria de processos; fornecer recursos internos para o estudo, pesquisa e evolução de BPM na organização; apoiar o uso de sistemas e outras tecnologias relacionadas à BPM; compartilhar e disseminar conhecimentos relacionados a processos e a resultados bem sucedidos com BPM.

Segundo Garimella *et al.* (2008, p. 20-21), as organizações que utilizam BPM ganham velocidade, agilidade e qualidade o que possibilita uma melhora no rendimento do negócio. Para o desenvolvimento de possíveis soluções de melhorias de processos, segundo Barnes (1982), há quatro enfoques que devem ser considerados: eliminar todo trabalho desnecessário; combinar operações ou elementos; modificar a sequência das operações; simplificar as operações essenciais. Desta forma, fazer o mapeamento pode ajudar a identificar as fontes de desperdício, utilizando uma linguagem comum para tratar dos processos de manufatura e serviços, tornando as decisões mais claras e concretas, de modo que se possa discuti-las.

Trazer este conceito para a gestão em LH pode vir de encontro a uma estrutura organizacional heterárquica que requer uma cooperação organizacional integrada com foco no funcionamento do todo.

Uma das etapas da modelagem e implantação é o detalhamento do processo em diagramas em que deve ser modelado numa notação gráfica. Existe um grande número de técnicas de modelagem com foco na representação e análise do processo. Linguagens de modelagem, também conhecidas como técnicas de modelagem são construções artificiais que consistem em um conjunto de elementos e regras que descrevem a relação com o outro, estabelecendo, assim, as bases para uma disposição dos elementos.

As técnicas de modelagem devem oportunizar a modelagem em várias camadas de abstração, de forma que, diferentes níveis possam ser abordados. Isto possibilita lidar com a complexidade de grandes modelos. Devem também reduzir as barreiras entre a representação de processos e análise de processos e otimização, permitindo métodos automatizados de gerenciamento de processo (Blecken, 2010).

Diante do problema de pesquisa proposto, utilizar BPM em operações humanitárias em que, assim como nas operações comerciais, precisa-se de respostas rápidas e eficientes aos estímulos do mercado, com estruturas organizacionais flexíveis e com tecnologias integradoras, torna-se uma estratégia de ação primordial.

Observando esses conceitos de processos e fazendo uma aproximação com os desafios à LH conforme apontados por Meirim (2005), na Tabela 3, em que evidencia a ausência de processos coordenados para auxiliar a execução e realização de tarefas em operações humanitárias, percebe-se a importância do BPM e como existe uma forte tendência para a área de LH.

Ressalta-se que a integração e a adaptação de processos a um sistema de gerenciamento da cadeia de suprimentos em operações humanitárias poderá ocorrer, segundo uma das políticas de preparação para a situação de desastres da Central de Inteligência de Suporte de Caráter Permanente proposta por Nogueira (2010) e que atue como indutora de políticas de preparação para situações de desastre, fazendo, assim, o papel de escritório de processo.

Algumas técnicas para os processos de modelação são conhecidas e utilizadas em organizações empresariais como, por exemplo: Fluxograma, Integration Definition, , Event-driven Process Chains, Linguagem Unificada de Modelagem, Business Process Modeling Notation. Como forma de identificar os padrões utilizados em ferramentas comerciais e para verificar a sua adaptação em operações humanitárias a BPMN que será utilizada no decorrer do trabalho é apresentada a seguir.

#### 4.6 TÉCNICA DE PROCESSO DE MODELAÇÃO

BPMN é uma linguagem de notação para modelagem de processos de negócios desenvolvida pela coordenação do Object Management Group (OMG). BPMN pode ser empregada em diferentes fins, facilita a compreensão e a organização de modelagem (Juric *et al.*, 2009)

Segundo Valle e Oliveira (2009), por meio da notação BPMN, diversos tipos de processos, desde os mais globais aos mais específicos, podem ser modelados como processos administrativos (vendas, compras, controle de materiais), financeiro (empréstimos, controle de capital), desenvolvimento de *software*, entre outros.

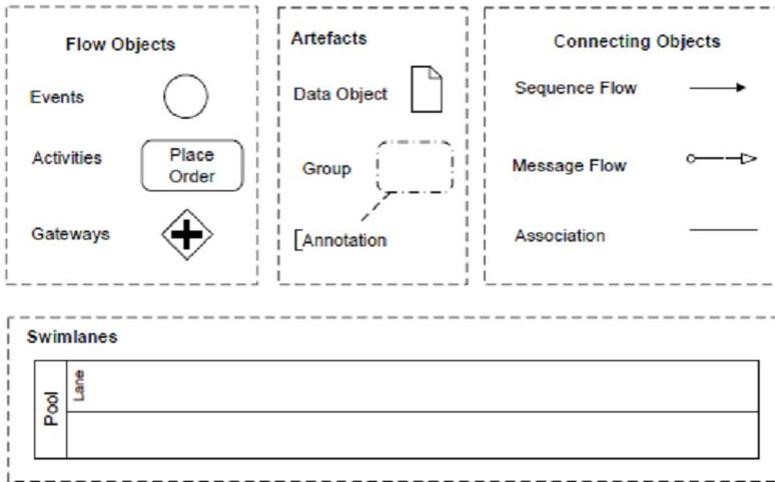
O principal objetivo do BPMN é prover uma notação que seja facilmente compreensível por todos os envolvidos na concepção dos processos, desde os analistas de negócio, responsáveis por modelar o processo, até os analistas de TI, que irão implementá-los com auxílio de soluções tecnológicas (OMG, 2006).

Ouyang (2006) afirma que mais de trinta ferramentas comerciais suportam o padrão BPMN. Portanto, é considerado um padrão para modelagem de processos de negócio.

Um dos pontos fortes do BPMN é a possibilidade de conectar o desenho dos processos de negócio (DPN) e a automação e execução desses processos em um ambiente operacional, criando um elo de comunicação padronizado entre ambos (Valle e Oliveira, 2009).

Em BPMN, os modelos de processos de negócio são expressos através de diagramas (WESKE, 2007). Os elementos utilizados para se fazer a modelagem são divididos em quatro categorias, conforme a Figura 15.

Figura 15- Categorias dos Elementos de BPM



Fonte: Weske (2007).

Bezerra (2011) classifica cada categoria como:

Flow Objects- definem atividades, eventos e gateways sendo que:

- as atividades: podem ser tarefas ou subprocessos.
- os eventos: podem ser de início, intermediários e de fim.
- os gateways: controlam a quebra de fluxos sequenciais em fluxos paralelos e a sua posterior convergência novamente em fluxos sequenciais;

Connecting Objects: são usados para conectar objetos de fluxo entre si;

Swimlanes: são usadas para organizar atividades em categorias visuais, de forma a ilustrar claramente as diferentes responsabilidades e papéis dos envolvidos na execução do processo;

Artefacts: são usados para adicionar contextos específicos no processo que está sendo modelado. Podem ser classificados em:

- objetos de dados: são considerados artefatos porque eles não têm efeito direto no Fluxo de Sucessão ou Fluxo de Mensagem do processo. Os objetos de dados fornecem informação sobre o que as atividades exigem para serem

executadas e/ou o que elas produzem. São utilizados para mostrar os documentos que são produzidos ou consumidos pelo processo.

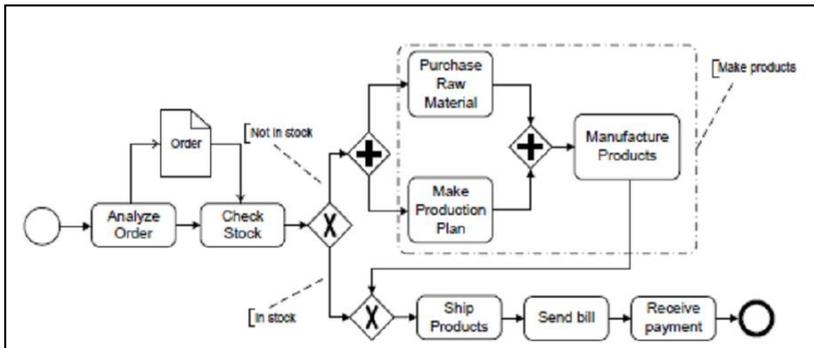
- grupos: são usados para agrupar atividades semelhantes. Não afetam a sequência do fluxo. O grupo pode ser usado para documentação ou propósito de análise. Também podem ser usados grupos para identificar as atividades de uma transação distribuída que é mostrada através de diversos pools.
- anotações: são usadas para anexar descrições textuais junto ao diagrama do processo. Anotações de texto são um mecanismo para um modelador fornecer informação adicional para o leitor de um Diagrama de BPMN. (BPMN,2004)

BPMN pode ser utilizado com diferentes níveis de detalhamento. Pode-se modelar processos inteiros ou partes de um processo (Juric *et al.*, 2007) é também adequado para se modelar processos internos da empresa ou processos colaborativos, que envolvem diferentes parceiros comerciais Business to Business (B2B).

“O uso de BPMN torna-se uma estratégia de extrema importância em operações humanitárias, em que, como em operações de negócios, é preciso respostas rápidas e eficientes aos estímulos de mercado, incluindo as estruturas organizacionais flexíveis e integradores de tecnologia.” (Blecken, 2010).

Weske (2007) exemplifica um processo de compra utilizando BPMN o qual é representado na Figura 16

Figura 16- Processo de compra em BPMN



Fonte: Weske (2007).

## 4.7 MODELOS DE PROCESSOS EM LOGÍSTICA HUMANITÁRIA

Nesta seção, apresentam-se alguns modelos de processos desenvolvidos na LH. A intenção é analisar como esses modelos foram desenvolvidos e identificar o estado da arte para o objetivo proposto.

### 4.7.1 Tufinkgi (2006): Modelo de Processo Logístico de Socorro em Catástrofes Internacionais

Tufinkgi (2006) descreve processos de modelagem logística em desastres, desenvolvendo um Modelo de Processo Logístico de Socorro em Catástrofes Internacionais (MPLSCI) em que considera o gerenciamento logístico de desastres sob dois focos: de um lado, não específico (genérico), em que as atividades que estão incluídas ocorrem antes que exista uma situação de crise, não sendo voltadas para um desastre específico. O prazo é longo e dispõe-se de medidas estratégicas e genéricas. Esta fase está dividida em quatro etapas: Região de Clusterização e Análise de Risco, Pré-avaliação, Planejamento e Implementação de Estruturas, Gestão dos Suprimentos e Procedimentos. Com a utilização das informações e as experiências passadas, são feitas estimativas concretas para a ocorrência de determinados tipos de desastres e os recursos necessários são então planejados de acordo com o tipo de desastre. Para o escopo deste trabalho, volta-se para a primeira

etapa, ou seja, o foco na Região de Clusterização e Análise de Risco. Esta etapa apresenta três funções distintas:

- Estabelecer o perfil da extensão de cada desastre, tomando como base a análise de dados obtidos a partir de catástrofes no passado. O perfil pode ser identificado por meio de uma análise histórica;
- Identificar regiões ameaçadas e principais ameaças, resultando em diferentes cenários com relação ao impacto dos diferentes tipos de desastres, os recursos e as necessidades previstas;
- A combinação das informações obtidas a partir do desempenho das duas primeiras funções permite criar perfis de necessidades de recursos, dependendo da região, bem como do tipo de catástrofe. Diferentes regiões com níveis similares de critérios serão reunidas para formar clusters.

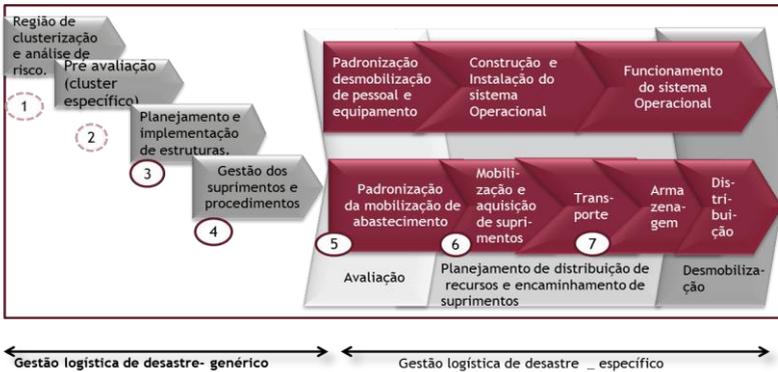
O lado específico do modelo MPLSCI é representado pelo início de um determinado desastre. A fase genérica finaliza logo que a operação de desastre específico é iniciada.

A fase de gestão específica consiste de três camadas principais, as quais estão representadas nas cadeias de processos referentes ao suporte às operações, aos suprimentos de desastres específicos, e ao processo de controle e planejamento integrado.

Nesta fase, suprimentos padronizados que foram repositionados para situações de emergência são mobilizados na medida indicada como necessária por uma pré-avaliação. O tempo de salvamento tem maior prioridade, e os modos de transporte rápido são escolhidos para trazer o material de socorro para os beneficiários tão rapidamente quanto necessário. Informações e entregas de fornecimentos são coordenadas entre as organizações humanitárias, a entrega dos suprimentos muda de um sistema empurrado para um sistema puxado. Com base na melhoria contínua dos dados de avaliação, as entregas são priorizadas e entregues não só dos armazéns centrais, mas também diretamente a partir das instalações de órgãos internacionais, fornecedores locais e regionais. As distribuições de recursos são feitas a partir de diferentes fontes, os recursos são trazidos aos pontos de transbordo, onde são consolidados e transportados conjuntamente aos pontos de entrada.

A Figura 17 apresenta este modelo.

Figura 17- Modelo de processo logístico de socorro em catástrofes internacionais.



Fonte: Tufinkgi (2006)

O modelo de Tufinkgi faz uma descrição de todo o domínio da logística na gestão de desastres. Um dos pontos que Tufinkgi destaca refere-se à estrutura de rede. O autor afirma que configurações de estrutura de redes mais eficientes e eficazes poderiam melhorar as deficiências no sistema atual.

#### 4.7.2 McGuire (2006): Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos para produtos de saúde

Com a intenção de auxiliar as organizações humanitárias a melhorar a eficácia e a eficiência de suas operações, McGuire (2006) desenvolveu um quadro para gestão da cadeia de suprimentos de produtos de saúde fornecidos como assistência humanitária em emergências complexas. A estrutura é um sistema de apoio à decisão para a logística e gestão da cadeia de abastecimento que pode ser aplicado a programas específicos de saúde de uma determinada organização humanitária em um contexto específico. O quadro indica os fatores que favorecem determinadas decisões, mas não utiliza deduções matemáticas para as melhores soluções. A tomada de decisão considera dez objetivos de logística e de gestão da cadeia de suprimentos (minimizar os riscos de segurança e proteção, garantir a alta qualidade dos produtos de cuidados de saúde prestados, simplicidade e redução da complexidade, eficácia, confiabilidade e consistência, flexibilidade e capacidade de resposta, independência, resposta inicial rápida, eficiência e responsabilidade) que são resumidos em custo (recursos), risco (insegurança) e diminuição do

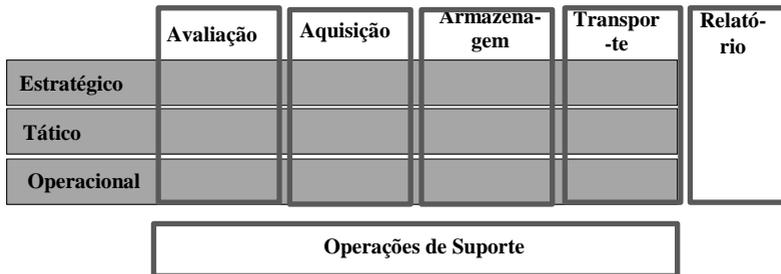
sofrimento (atendimento ao cliente). Estes três grupos estão relacionados inversamente e permitem determinar o efeito de favorecer qualquer um dos objetivos.

A fim de responder à principal questão de como as organizações humanitárias podem gerenciar a cadeia de suprimentos de bens de saúde em emergências complexas, a pesquisa é colocada na estrutura de planejamento hierárquico do contexto de Thorn (2002), o qual é modificado e estendido antes de adicionar os aspectos de tempo, distância e criticalidade. O aspecto tempo considera a situação de emergência, reabilitação e reconstrução, e a fase de desenvolvimento. A distância para a zona de crise está relacionada com o nível de riscos de segurança. O terceiro aspecto refere-se à criticidade de itens, sua importância e consequências prejudiciais associadas de escassez e falta de estoque. No nível das operações da cadeia de suprimentos, McGuire somente discute questões que são de particular importância para as operações da cadeia de suprimentos de bens de saúde em assistência humanitária (Blecken,2010).

#### 4.7.3 **Blecken (2010) : Modelo de Referência de Tarefas (RTM)**

O modelo de referência de tarefas (*Reference Task Model-RTM*) é uma ferramenta que suporta a padronização das tarefas executadas pela organização e seus parceiros humanitários na cadeia de abastecimento. O RTM envolveu 39 grandes organizações humanitárias internacionais sem fins lucrativos que operam em todo o mundo e, portanto, reflete as atividades do mundo real em gestão humanitária da cadeia de suprimentos. Foi desenvolvido para tarefas de emergência e de pós-emergência para as organizações humanitárias (Blecken, 2010). O modelo distingue as tarefas na cadeia de abastecimento humanitário ao longo de dois eixos: a decomposição hierárquica do horizonte de planejamento de tarefas estratégicas, táticas e operacionais e uma divisão no eixo funcional referente à avaliação, aquisição, armazenagem, transporte, geração de relatórios e operações de suporte foram separados. A Figura 18 mostra o quadro de RTM para a logística humanitária.

Figura 18- Modelo de Referência – RTM



Fonte: Blecken (2010)

O quadro gerado por estes dois eixos foi concluído com mais de 100 tarefas de referência para a gestão da cadeia de suprimentos no contexto das operações humanitárias. A Tabela 9 apresenta a relação das tarefas por função.

Tabela 9- Modelo de Referência de Tarefas para LH

Estratégico/avaliação	Criar declaração de missão, preparação do plano de emergência e do plano estratégico
Estratégico /aquisição	Negociar quadros de acordo. Preparar: plano estratégico de suprimentos de emergência, plano de <i>kits</i> , plano de catálogos de itens padrão e plano estratégico de suprimentos.
Estratégico /armazenagem	Preparação do plano de capacidades dos armazéns e do plano de rede de armazéns.
Estratégico /transporte	Preparar: plano de capacidades de transporte, plano de rede de transporte e plano estratégico de transporte.
Tático/avaliação	Plano de demanda, plano de equipe de emergência, plano de projeto de atividades, planejar lista de itens padrão e selecionar os locais dos projetos.
Tático /aquisição	Planejar a lista de itens do programa, planejar os métodos de compra, planejar os métodos de fornecimento, planejar as ofertas de operações regionais e de operações locais, planos de licitação e pré-qualificação de fornecedores.
Tático/armazenagem	Plano de posicionamento de estoque de emergência, plano de garantia da qualidade, plano do layout do armazém e definir a política

	de controle de estoques.
Tático/transporte	Plano de política de consolidação, plano de transporte de mercadorias especiais, planejar modais de transporte e plano de rotas de transporte.
Operacional/ avaliação	Avaliar as capacidades locais, avaliar os recursos locais, avaliar as fontes locais de abastecimento, implantar equipe de emergência, implantar equipe exploratória, prever a demanda, identificar as necessidades e o número dos beneficiários, identificar o tipo e a magnitude do desastre, iniciar a avaliação das necessidades, iniciar a busca e o salvamento, solicitação dos pedidos dos produtos, priorizar as necessidades.
Operacional/ aquisição	Reconhecimento do pedido, analisar e comparar as propostas, consolidar os pedidos, justificativa para executar o procedimento, executar licitações, mobilizar suprimentos (ad hoc), monitorar, obter as cotações, comprar os produtos, qualificar os fornecedores, registrar os pedidos e enviar informações, selecionar fornecedores, definir o status de prioridade para, os bens de origem externas e bens de origem interna, especificar produtos especiais, especificar produtos padronizados, validar ordem de itens não-padrão e validar ordem de itens padrão (catálogo)
Operacional/ armazenagem	Montar kits, garantir a qualidade, controlar as mercadorias recebidas, verificar a qualidade, expedir mercadorias, contar estoque, criar lista de embalagem ( <i>packing list</i> ), criar <i>waybill</i> , dispor produtos, emitir pedido de reabastecimento, marcar e rotular produtos, monitorar os estoques, escolher e embalar as mercadorias, preparar os documentos de embarque, preparar certificados especiais, preparar a transferência de estoque, recepção de mercadorias, receber as mercadorias (não solicitadas), devolver o produto, armazenar as mercadorias, transportar bens de/para estoques, atualizar o inventário e verificar informações de envio..
Operacional/ transporte	Consolidar o transporte, exportação de bens, entrega de bens, importação de bens e

	desembarço alfandegário, carregamento e descarregamento de bens, preparação de documentos aduaneiros, programar entregas, programar transportes, selecionar o modo de INCOTERMS, selecionar o modo de transporte, selecionar a rota de transporte, enviar aviso de envio de antecedência, controlar e rastrear embarque.
Relatórios	Criar relatórios de ativos, criar relatórios de doadores, criar relatórios de inventários, criar relatórios de perdas /danos, criar relatórios de necessidades de avaliação e criar relatórios de pedidos pendentes.
Operações de suporte	Implementar infra-estrutura básica, mobilizar equipamentos auxiliares, mobilizar equipamentos, mobilizar o pessoal, operar os sistemas, priorizar e alocar recursos do sistema operacional

Fonte: Blecken (2010)

O RTM suporta a padronização dessas tarefas por regras claras, responsabilidades e definições. Para facilitar a coordenação e a cooperação, o modelo possibilita às organizações humanitárias comunicar as suas tarefas e os processos com os seus parceiros da cadeia de suprimentos. Uma série de processos de referência foi construída com o modelo e ilustrou a aplicação flexível em diferentes cenários de operações humanitárias.

Os processos de referência do RTM podem servir como um *framework* de modelagem adequada para o problema de fluxo de rede da ferramenta de apoio à decisão quantitativa. A formalização de BPMN fornece a base para uma implementação de TI de um modelo de tarefa de referência adaptável que poderia reduzir ainda mais o tempo de desenvolvimento de processos da cadeia de suprimentos específicos da organização.

A especificação do RTM para as tarefas de avaliação e aquisição e suas respectivas subtarefas no BPMN é uma das contribuições propostas, assim como a inclusão de novas subtarefas em tarefas de avaliação e aquisição e, a integração de modelos quantitativos associados a tarefas para o modelo de Blecken (2010). Para isso, são utilizados problemas de *clusters* e de fluxo de rede.

## 5 MÉTODOS DE AGRUPAMENTO EM LH

### 5.1 INTRODUÇÃO

A melhoria no desempenho das atividades relacionadas à fase de resposta no contexto da LH requer um entendimento do tipo de desastre e suas consequências. Os dados sobre os *clusters* permitem extrair informações que podem ser utilizadas na fase de preparação, bem como para identificar e padronizar o fornecimento de itens de emergência necessários para atender cada *cluster*. Na próxima seção (5.2) é apresentada a fundamentação teórica e são referenciados os trabalhos de pesquisas utilizados na LH para uma abordagem de clusterização.

Na seção 5.3 são descritos, de uma forma geral, os conceitos sobre a mineração de dados, o método *cluster* utilizado para a modelagem do problema e suas definições.

### 5.2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para a abordagem cluster existem vertentes distintas, uma voltada para a área de administração em que, de uma forma geral, é utilizado o conceito clássico de clusters como introduzido por Porter (1998) e refere-se a uma concentração geográfica de indústrias na mesma área do comércio e seus fornecedores. Estas concentrações beneficiam cada um dos membros, permitindo-lhes, assim, trabalhar em conjunto, sem que a sua flexibilidade seja afetada.

Outra vertente refere-se à formação de clusters como utilizada pela ONU, em que segmenta e agrupa organizações por áreas-chaves de atividades para o atendimento em situações de emergência humanitária é uma tentativa de melhorar os processos de capacidade de resposta e coordenação na gestão de desastres.

Por outro lado, há outra abordagem que trata as metodologias de clusters com uma perspectiva computacional. Neste sentido, as metodologias de clusters são descritivas e destinam-se a identificar, dada uma determinada base de dados, um conjunto finito de agrupamentos chamados clusters com base na similaridade de cada uma das amostras disponíveis. Com o foco nessa perspectiva computacional, busca-se formar clusters de maneira a extrair informações de acordo com as regiões e tipos de desastres.

Conforme visto no item 4.6.1, Tufinkgi (2006) propõe uma metodologia que consiste em uma ferramenta que pode ser incorporada à fase de

preparação para desastres , com o objetivo de melhorar a resposta a situações de catástrofe. Como resultado da metodologia Tufinkgi (2006), existem várias regiões com características particulares, que podem ser combinadas de modo a formar aglomerados. Esta metodologia consiste em três etapas principais:

- determinar o perfil de desastres através da análise de dados de desastres anteriores;
- identificar as regiões em risco e quais as principais ameaças dos desastres, resultando em diferentes cenários;
- combinar as informações das etapas anteriores, a fim de criar os perfis de suprimentos que são necessários de acordo com as regiões e tipos de desastres.

Os *clusters* foram introduzidos na LH no final de 2005 como uma ferramenta estratégica para melhorar a eficácia da resposta humanitária, garantindo maior previsibilidade, responsabilização e parceria (OCHA, 2014). A abordagem de clusters em LH é uma tentativa de melhorar os processos de capacidade de resposta e coordenação na gestão de desastres. No campo humanitário, clusters têm sido sugeridos como uma solução para a falta de resposta a desastres coordenados. *Clusters* são utilizados para diversas funções, incluindo abrigo, logística, água e saneamento e podem ser vistos como um esforço para alcançar uma coordenação funcional. O conceito de *cluster* envolve a organização de ajuda humanitária de acordo com um número de setores com uma liderança predefinida. *Clusters* foram introduzidos para melhorar a eficiência nas cinco seguintes áreas-chave (Oneresponse, 2011):

1. capacidade global suficiente para atender emergências atuais e futuras,
2. liderança previsível em nível global e local ,
3. fortalecer parcerias entre ONU , ONGs e autoridades locais;
4. prestação de contas, e
5. coordenação em nível estratégico e priorização (Jahre e Jensen, 2010).

Em setembro de 2005, o Comitê Permanente da Agência Internacional (IASC) concordou em designar líderes de clusters globais, especificamente, para situações de emergência humanitária em nove setores ou áreas de atividade, como mostra a Tabela 10

Tabela 10- Responsabilidades do Cluster e organização líder em LH

Cluster	Líder
Coordenação e gestão dos campos	UNHCR (para os deslocados internos IDPs, gerados por conflitos)
Telecomunicações de emergência	OCHA para o processo global de propriedade UNICEF para coleta de dados WFP para o serviço de segurança de telecomunicações
Recuperação precoce (formalmente chamado de reintegração e recuperação)	UNDP
Abrigo de Emergência	UNHCR (para IDPs gerados por conflitos)
Saúde	WHO
Logística	WFP
Nutrição	UNICEF
Proteção	UNHCR (para IDPs gerados por conflitos)
Água e Saneamento	UNICEF

Fonte: Pettit *et al.*(2011)

No sentido da perspectiva computacional, foram encontradas algumas pesquisas que usam a metodologia de *clusterização* por meio de dados históricos em LH. Pode-se destacar trabalhos apresentados por Liu *et al.* (2013), no qual eles interpretaram e analisaram imagens dos incêndios florestais e determinaram um procedimento padrão para o processamento e a interpretação das imagens. O método de máxima verossimilhança e o método *K-means* foram adotados para determinar rapidamente os tamanhos e intervalos das zonas queimadas. De forma similar, Li *et al.* (2013) investigaram os estudos sobre padrões espaciais e padrões temporais das características da seca e com a utilização da Análise de Componentes Principais e métodos de clusterizações *K-means* sugeriram a divisão de regiões geográficas de acordo com o padrão de evolução temporal das secas. De outra forma Chu *et al.* (2012), usaram métodos de análise de cluster: *k-means*, *fuzzy c-means* (FCM), *clusterização* hierárquica, técnica de redução normalizada e a função de densidade estimada (*kernel density estimate*, KDE) para delinear os trajetos dos grupos e as áreas de hotspot de várias faixas de tufão na região de

Taiwan. Os autores consideram que a informação poderia ser usada no planejamento de gestão de desastres. Chang *et al.* (2010), apresentam um processo subjacente de dois estágios: modelo híbrido de inundação baseado em agrupamento (*clustering-based hybrid inundation model - CHIM*), que é composto por modelos de regressão linear e redes neurais artificiais (RNAs) para a construção do modelo regional de previsão de cheias e inundações. Em alguns casos, na fase de pré-processamento de dados, *K-means* é usado para categorizar os pontos de diferentes características de inundação na área em estudo e para identificar ponto (s) de inundações específicas. Wan (2012) focou-se sobre os problemas de deslizamento de terra em uma área localizada em Taiwan, estudou como gerar um mapa de suscetibilidade confiável com base em modelos de elevação digital e dados de sensoriamento remoto por meio de técnica de clusters. Acosta *et al.* (2011) propõem uma ferramenta capaz de apoiar os especialistas na descoberta de zonas de risco. É uma ferramenta construída em cima de uma base de dados meteorológica, que implementa uma abordagem de mineração de dados semi-supervisionado para descobrir regiões com observações meteorológicas semelhantes. Mithal *et al.* (2011), apresentaram uma visão geral das oportunidades e desafios no desenvolvimento e na aplicação de abordagens de mineração de dados para fornecer informações críticas para a floresta e gestão do uso do solo. Também neste contexto, Race *et al.* (2010) usaram técnicas de clusters para vincular as temperaturas da superfície do mar e as frequências de furacões. Steinbach *et al.* (2003) apresentam uma alternativa de clusters numa metodologia para a descoberta de índices climáticos a qual é baseada em clusters que representam as regiões com comportamento relativamente homogêneo.

A análise destes artigos permitiu a identificação de diferentes ferramentas utilizadas para o desenvolvimento de clusters com base em dados de desastres naturais. Entre essas ferramentas, os mais citados são: *K-means*, *fuzzy clustering*, *C-means* e *hierarchical methods*. Neste contexto, destaca-se o trabalho de Jahre e Navangul (2011). Em seus trabalhos, os meios de oferta e demanda de serviços de previsão foram elaboradas no contexto da LH. Os dados históricos relacionados à informação sobre a assistência humanitária foram considerados. Estes dados permitem a compreensão e a previsão da demanda futura, bem como a identificação dos padrões fundamentais em termos de resposta às necessidades e demanda.

Estudos apresentados na literatura com uma perspectiva computacional, como relatado acima, utilizam a metodologia *clusters* apenas para tipos

específicos de desastres, por exemplo, secas, tufões, incêndios, inundações, deslizamento de terra. Não foram identificados na literatura estudos utilizando abordagem clusters para identificar a frequência de vários tipos de desastres em uma determinada região. Diante deste contexto, este estudo visa contribuir para a LH através do uso de uma metodologia para formar grupos por meio da análise de dados históricos de desastres, usando o método de agrupamento como uma ferramenta para análise de padrões. A ferramenta pode ajudar na coordenação estratégica, na priorização e troca de experiências entre as cidades, sugere um método de prevenção e, assim, pode contribuir para melhorar e auxiliar os processos de tomada de decisão em relação aos eventos de LH.

### 5.3 MINERAÇÃO DE DADOS

#### 5.3.1 Definição

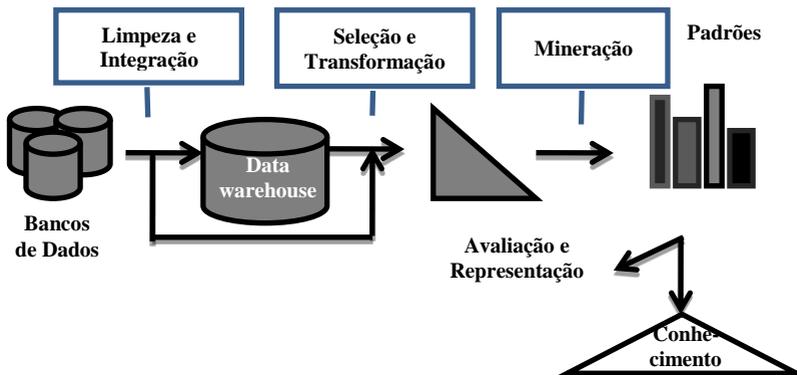
Segundo Fayyad *et al.* (1996), Mineração de Dados (MD) é um processo de extração do conhecimento de Bases de Dados que tem o objetivo de encontrar o conhecimento a partir de um conjunto de dados para ser utilizado no processo decisório.

A MD é uma atividade multidisciplinar e engloba o desenvolvimento de modelos aplicáveis a fenômenos em engenharia nas diversas escalas: espacial, temporal e multivariada. Consiste das seguintes etapas as quais estão ilustradas na Figura 19

- Limpeza dos dados: etapa onde são eliminados ruídos e dados inconsistentes;
- Integração dos dados: etapa onde diferentes fontes de dados podem ser combinadas produzindo um único repositório de dados;
- Seleção: etapa onde são selecionados os atributos que interessam ao usuário;
- Transformação dos dados: etapa onde os dados são transformados num formato apropriado para a aplicação de algoritmos de mineração (p.e. agrupamento de dados-clusterização);
- Mineração: etapa essencial do processo, que consiste na aplicação de técnicas inteligentes a fim de se extrair os padrões de interesse;

- Avaliação ou Pós-processamento: nesta etapa são identificados os padrões interessantes de acordo com algum critério do usuário;
- Visualização dos Resultados: nesta etapa são utilizadas técnicas de representação de conhecimento a fim de apresentar ao usuário o conhecimento minerado.

Figura 19- Etapas do Processo MD



Fonte: Souza (2004)

A MD reúne várias técnicas, entre as quais pode-se destacar (Fayyad *et al.*, 1996):

- Classificação e Predição: Classificação é o processo de encontrar um conjunto de funções que descrevem e distinguem classes. Utiliza o modelo para prever a classe de objetos que ainda não foram classificados. Predição indica os valores ausentes nos dados.
- Agrupamento de Dados (*clusterização*): Os agrupamentos de dados ou *clustering* são atividades em mineração de dados, que consistem em agrupar os dados dentro de classes ou *clusters* tais que os objetos dentro de uma classe tenham alta similaridade em comparação com um outro objeto dessa classe (Han e Kamber, 2000), mas têm baixa similaridade a objetos de outras classes. A árvore de agrupamento (ou árvore hierárquica) usa as dissimilaridades ou distâncias entre os objetos para formar as classes. O cálculo das distâncias Euclidianas é o método mais

direto de calcular as distâncias entre os objetos num espaço multidimensional.

- Análise de *Outliers* (exceções): Um banco de dados pode conter dados que não apresentam o comportamento geral da maioria. Estes dados são denominados *outliers* e, em geral, são retirados para a análise.

A seguir o método de agrupamento *K-means*, utilizado na proposta é descrito.

### 5.3.2 Método *K-means* para análise de *Clusters*

O método *K-means*, para análise de *clusters*, recebe como *input* um banco de dados de objetos e um número  $k$  que representa o número de *clusters* que se deseja formar entre os objetos do banco de dados (Souza, 2004).

O banco de dados é apresentado em forma de uma matriz de dissimilaridade entre os objetos. Nessa matriz, o elemento da coluna  $j$  e linha  $i$  da matriz é o número  $d(i, j)$  que representa a distância entre os objetos  $i$  e  $j$ . Várias funções distância podem ser utilizadas, destacando-se: distância euclidiana, de Manhattan e a de Minkowski (Souza, 2004). A técnica para construir a matriz de dissimilaridade depende do tipo de dados presentes no banco de dados.

O algoritmo *K-means* realiza uma sequência de procedimentos iterativos que formam  $k$  *clusters* esféricos compactos com o objetivo de minimizar a Equação 1.

$$J = \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^K \mu_{kj} D^2(z_k, x_j) \quad (1)$$

em que  $D^2(z_k, x_j)$ , no atual trabalho, é a distância euclidiana de  $x_j$  para  $z_k$ ; e  $z_1, z_2, \dots, z_k$  são os centroides dos *clusters*.

De acordo com Bandyopadhyay (2011), o algoritmo, em primeiro lugar, inicializa aleatoriamente os  $k$  centróides. Esses são utilizados para dividir os dados, atribuindo cada ponto para o seu centro mais próximo. Sucessivamente, para cada *cluster*, o valor médio de todos os pontos de dados que lhe foram atribuídas é calculado, e isto é considerado como o novo centro. Isso completa uma iteração do *K-means clustering*. Em seguida, a iteração usa os centros recém-calculados para reatribuição dos pontos de dados aos  $K$  *clusters* e o processo continua até que a medida de

$J$  cai abaixo de um determinado limite ou um número máximo de iterações já foram executadas. O algoritmo é descrito como segue:

Passo 1: Obter  $K$  centróides, selecionados aleatoriamente.

Passo 2: Atribuir cada objeto no banco de dados para o centro do *cluster*.

Passo 3: Calcular os novos centros dos  $K$  *clusters* pela média dos pontos de dados atribuídos a cada grupo.

Etapa 4: Atualizar os centros dos *clusters* com a média.

Passo 5: Calcular  $J$  dado pela Equação 1.

Passo 6: Se um critério de parada é satisfeito, pare, caso contrário, volte ao Passo 2.

A grande vantagem do método é sua eficiência em tratar extensos conjuntos de dados e suas desvantagens são: o fato de o usuário fornecer o parâmetro  $K$  de *clusters*, não descobrir *clusters* de formatos não convexos e de ser sensível a ruídos. Assim, objetos com valores altos podem causar uma grande alteração no centro da gravidade dos *clusters* e distorcer a distribuição dos dados.

A metodologia proposta para a formação de clusters usando uma ferramenta computacional é apresentada no capítulo 8. Estas etapas são aplicadas no estudo de caso para a descoberta do conhecimento na base de dados com o intuito de explicar sobre a sua aplicabilidade e referenciar os *clusters* na LH.

No próximo capítulo, dando continuidade à ferramenta quantitativa proposta na modelagem dos processos, alguns conceitos referentes a problemas de fluxo em redes e técnicas de simulação em LH são apresentados referenciando alguns softwares de avaliação para LH.

## 6 PROBLEMA DE FLUXO EM REDES

### 6.1 INTRODUÇÃO

Segundo Hiller e Lieberman (2010), em diversas áreas como produção, distribuição, planejamento de projetos, posicionamento de instalações, administração de recursos e planejamento financeiro as representações em formato de rede são amplamente usadas. Fluxo em redes é uma ferramenta que descreve as relações entre os componentes de sistemas e pode ser usada no campo científico, social e econômico.

Considera-se que a LH propõe o uso dessas diversas áreas (produção, distribuição, planejamento de projetos, posicionamento de instalações, administração de recursos e planejamento financeiro) e utiliza os conceitos logísticos adaptados às especificidades da cadeia de assistência e gestão humanitária, que podem ser o diferencial para minimizar ações de improvisação e maximizar a eficiência e o tempo de resposta às situações de emergência. O fator resposta é uma questão-chave para a LH, tal que possibilite que o auxílio chegue o mais rápido possível, no lugar certo, na condição certa para ajudar vítimas de desastres (Banomyong e Sodapang, 2011).

Diante deste contexto, é apresentado na seção 6.2 o referencial teórico que aborda os modelos quantitativos utilizados em operações de ajuda humanitária e também especifica as pesquisas utilizadas para as atividades de aquisição.

Na seção 6.3, são apresentados, de uma forma geral, os conceitos referentes aos modelos de fluxo em redes utilizados para a modelagem do problema proposto.

### 6.2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Caunhye *et al.* (2012), analisaram modelos de otimização utilizados na logística de emergência e, a maior parte da literatura pesquisada, visa uma melhor capacidade de resposta através do uso de objetivos, como minimizar o tempo de resposta, distância e demanda reprimida ao longo do tempo.

De acordo com esses autores, a partir de uma perspectiva de cadeia de abastecimento, modelos quantitativos, existentes na literatura para auxiliar a tomada de decisão em operações humanitárias, podem ser classificados em três categorias principais: (1) aplicações de gestão de

estoque, (2) localização de instalações, (3) distribuição de socorro e transporte de vítimas.

A literatura de gestão de estoques (inventário) no contexto das operações de ajuda humanitária é focada em gestão de armazéns, ou seja, determinar o tamanho e a frequência de pedidos, bem como os níveis de estoques de segurança, como apresentados por Beamon e Kotleba (2006a). Modelos determinísticos como apresentado por Dessouky *et al.* (2006), Horner e Downs (2010), Iakovou *et al.* (1997), Jia *et al.* (2005; 2007), McCall (2006), Sherali *et al.* (1991), Kongsomsaksakul *et al.* (2005) e modelos estocásticos como apresentados por Balcik e Beamon (2008), Chang *et al.* (2007), Duran *et al.* (2011), Psaraftis *et al.* (1986), Wilhelm e Srinivasa (1996), Rawls e Turnquist (2010), Belardo *et al.* (1984), Mete e Zabinsky (2010), Maciel Neto *et al.* (2012) determinam a localização de armazéns e centros de distribuição, no contexto do alívio humanitário. A distribuição de socorro e transporte de vítimas, especifica modelos que determinam fluxos de mercadorias ao longo de arcos. Obras de Sheu (2007), Tzeng *et al.* (2007), e Yan e Shih (2009) são colocados nesta categoria. Sheu (2007) desenvolveu uma pesquisa voltada a problemas de distribuição de mercadorias a partir de centros de distribuição para áreas de desastre. Dois modelos de otimização foram propostos, um para vários itens e outro para grupos homogêneos de itens. Tzeng *et al.* (2007) escolheram dinamicamente a quantidade de itens de alívio a serem transportados a partir de depósitos e três objetivos são considerados: o custo total mínimo, o tempo mínimo de viagem e a máxima satisfação. Yan e Shih (2007) modelam o transporte de equipes de trabalho para realizar reparos de estradas no menor tempo possível. Segundo Caunhye *et al.* (2012), modelos de alocação de recursos e fluxo de mercadorias consideram atividades que podem ser realizadas em diferentes períodos de tempo sobre os modos de transporte e mercadorias. Özdamar *et al.* (2004), Yi e Kumar (2007), e Yi e Özdamar (2007) minimizam em seus modelos a soma das demandas não satisfeitas ao longo do tempo para otimizar prazos de resposta.

O objetivo da aquisição é assegurar que a organização humanitária tenha os recursos materiais necessários para atender os requisitos operacionais e os requisitos de suporte operacional (Blecken, 2009). O processo de aquisição nas cadeias de abastecimento humanitário procura garantir que as organizações humanitárias têm os suprimentos necessários para atender as necessidades de alívio (PAHO, 2001).

As tarefas da aquisição incluem a identificação e a seleção de fornecedores adequados de forma a garantir a disponibilidade dos itens de

alívio nas áreas afetadas, no momento certo. Segundo Whybark (2007) há dois aspectos para a aquisição de itens de ajuda humanitária. A primeira é a aquisição e armazenamento dos itens de alívio, em antecipação de um desastre. O segundo é o desenvolvimento de fontes de aquisição de itens para distribuição durante uma operação de socorro. Esta segunda atividade envolve encontrar fontes para itens comumente necessários que estejam preferencialmente localizadas perto de áreas de potenciais desastres.

Neste estudo, com base numa determinada estrutura de demanda, fornecedores serão selecionados de forma a poder entregar os itens em curto prazo, utilizando um modelo de fluxo em rede adaptado.

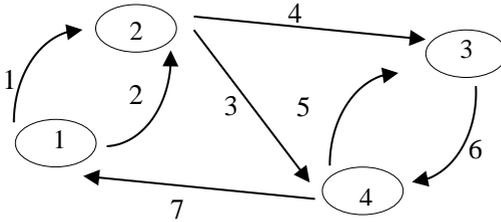
Apresentam-se, a seguir, os conceitos básicos para o problema de fluxo em redes utilizados na formulação para aplicação em LH.

### 6.3 MÉTODO SIMPLEX PARA O PROBLEMA DE FLUXO EM REDES

Uma rede é composta de dois tipos de entidades: arcos e nós. Os arcos podem ser vistos como meios unidirecionais de transporte de mercadorias, e os nós podem ser interpretados como locais ou terminais conectados por arcos. Uma rede pode ser representada por um grafo  $G$  que consiste de um número finito de nós e arcos, respectivamente. Uma rede contendo  $\bar{I}$  nós e  $\bar{J}$  arcos deve possuir nós e arcos ordenados de forma que exista uma correspondência biunívoca entre os nós da rede e os números inteiros, com  $1, \dots, \bar{I}$ . A mesma correspondência biunívoca deve existir para os arcos da rede, com  $1, \dots, \bar{J}$  (Kennington and Helgason, 1980).

A estrutura da rede é ilustrada através da Figura 20, onde os nós são representados por círculos e os arcos por linhas orientadas que conectam dois nós. A seta na linha indica a direção de fluxo no arco da rede. Por exemplo, o primeiro e o segundo arcos estão direcionados a partir do nó 1 na direção do nó 2.

Figura 20- Representação de uma rede através de um grafo G



Fonte: Kennington e Helgason (1980)

A estrutura da rede pode também ser descrita por uma matriz A de dimensão  $\bar{I} \times \bar{J}$ , definida como segue

$$a_{ij} = \begin{cases} +1 & \text{se o arco } j \text{ sai do nó } i \\ -1 & \text{se o arco } j \text{ chega no nó } i \\ 0 & \text{caso contrário} \end{cases}$$

A matriz A definida acima é chamada de matriz de incidência nó-arco. A matriz de incidência A, correspondente à rede da Figura 20, é mostrada a seguir:

$$A = \begin{matrix} & \overbrace{\begin{matrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 \end{matrix}}^{\text{arcos}} \\ \left. \begin{matrix} \begin{bmatrix} 1 & 1 & & & -1 \\ -1 & -1 & 1 & 1 & & \\ & & -1 & -1 & 1 & \\ & & -1 & 1 & -1 & 1 \end{bmatrix} \\ 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \end{matrix} \right\} \text{ nós} \end{matrix}$$

Definições de outras quantidades associadas à rede são necessárias: A variável de decisão  $x_j$  denota a quantidade de fluxo através do arco  $j$ , com o vetor  $x$  de dimensão  $\bar{J}$  denotando o fluxo em todos os arcos da rede.

O custo unitário de fluxo através do arco  $j$  é denotado por  $c_j$ , com o correspondente vetor  $c$  de dimensão  $\bar{J}$ .

As capacidades mínima e máxima de fluxo através do arco  $j$  denotadas por  $l_j$  e  $u_j$ , respectivamente, com os correspondentes vetores  $l$  e  $u$  de dimensão  $\bar{J}$ .

As quantidades de oferta e demanda para o nó  $i$  denotadas por  $r_i$ , com o correspondente vetor  $r$  de dimensão  $\bar{I}$ . Se  $r_i > 0$ , o nó  $i$  é um ponto de oferta, com oferta igual a  $r_i$ . Se,  $r_i < 0$ , o nó  $i$  é um ponto de demanda, com demanda igual a  $|r_i|$ . Nós da rede possuindo  $r_i = 0$  são chamados pontos de transbordo.

Assim o problema de fluxo em rede de mínimo custo pode ser formulado genericamente como segue:

$$\begin{aligned} & \text{Min } cx \\ \text{s. a. } & Ax = r \\ & l \leq x \leq u \end{aligned}$$

onde,  $A$  é a matriz de incidência nó-arco,  $x$  é o fluxo através dos arcos,  $r$  o vetor de ofertas e demandas associados aos nós da rede,  $c$  o vetor de custos,  $l$  e  $u$  representando as capacidades mínimas e máximas de fluxo nos arcos da rede.

Considerando este modelo genérico, utiliza-se uma mudança de notação para desenvolver especificamente o problema de fluxo em redes modelado para LH.

No desenvolvimento deste trabalho foi adaptado à LH o problema de fluxo em redes, onde a função objetivo é minimizar o custo total de enviar a provisão disponível através da rede a fim de satisfazer a demanda dada, sujeito à restrição de conservação de fluxo:

$$\text{Minimizar } \sum_{(i,j) \in A} c_{ij} x_{ij} \quad (2)$$

s.a.

$$\sum_{(i,k) \in A} x_{ik} - \sum_{(k,j) \in A} x_{kj} = r_k \quad \forall k \in \aleph \quad (3)$$

$$0 \leq x_{ij} \leq u_{ij} \quad \text{para cada arco } i \rightarrow j \quad (4)$$

Onde:

$c_{ij}$  é o custo unitário por fluxo através do arco  $i \rightarrow j$ ;

$x_{ij}$  representa o fluxo através do arco  $i \rightarrow j$ ;

$r_k$  define o fluxo líquido demandado no nó  $k$

$u_{ij}$  é a capacidade dada no arco  $i \rightarrow j$ .

Considera-se ainda que se  $r_k > 0$ , o nó  $k$  é um nó de demanda com demanda igual a  $r_k$ ; se  $r_k < 0$ , o nó  $k$  é de oferta, com oferta igual a  $|r_k|$  e, finalmente, se  $r_k = 0$ ,  $k$  é um ponto de transbordo.

O capítulo 8 apresenta o desenvolvimento desta aplicação no modelo proposto.

A próxima seção descreve sobre técnicas de simulação utilizadas em LH, e destaca o uso de alguns softwares específicos na gestão de desastres.

## 6.4 TÉCNICAS DE SIMULAÇÃO EM LH

Com o intuito de entender como o método pode facilitar o apoio à decisão para diferentes indivíduos, bem como para tirar conclusões gerais e discutir as limitações e oportunidades de apoio à decisão durante os eventos de emergência é usada simulação discreta, onde, tenta-se alinhar o funcionamento do sistema nos processos de aquisição no nível operacional da gestão ao longo de uma cadeia de fornecimento humanitário. É definida uma metodologia para organizar as atividades com o objetivo principal de reduzir o tempo de tomada de decisão nas operações humanitárias.

No contexto da LH, modelos de simulação estão sendo desenvolvidos tendo como principal objetivo auxiliar no processo de atendimento logístico.

Ertem *et al.* (2010) abordam a ineficiência na alocação de recursos para as operações de aquisição de socorro. Apresentam um quadro de leilões baseado em aquisição que inclui entre outras coisas a construção dos lances e as fases de avaliação da proposta. O quadro é verificado por técnicas de simulação e otimização usando como *inputs* as características do sistema do ambiente de alívio de desastres. Moorhead e Campbell (2010) apresentam uma ferramenta de simulação para analisar as opções de movimento. Esta ferramenta foi desenvolvida para avaliar um desdobramento da equipe de Assistência de Resposta aos Desastres das Forças Canadenses do Haiti. É utilizada a simulação para estimar o tempo e o custo da mudança para vários planos possíveis de movimento. Gibbons e Samaddar (2009) utilizam simulação para identificar atributos de rede referenciada e regras de decisão para agilizar o encaminhamento de pessoas para serviços emergenciais. Martens *et al.* (2012) desenvolveram um sistema de apoio a decisão que foi projetado para ajudar os empresários de sementes na região de Moçambique, Malawi, Quênia e Tanzânia a tomar decisões sobre onde localizar as empresas de sementes e onde armazenar as sementes. Otimização e simulação foram utilizados para avaliar as variáveis de infraestrutura, tais como distância, custo de transporte, perda de armazenamento e custo. Os autores relatam que o sistema de apoio à decisão pode ser utilizado em aplicação humanitária e oferece implicações gerenciais importantes sobre a infraestrutura da cadeia de suprimentos para organizações não-governamentais e grupos humanitários. Rauner *et al.* (2012) desenvolveram um modelo de simulação para eventos discretos. É aplicado para serviços de ambulância no atendimento aos desastres na Áustria. O modelo é apresentado para melhorar a programação e os resultados em níveis operacionais e *online*. Os autores utilizaram o pacote de *software* AnyLogic para implementar o modelo proposto.

A tomada de decisão referente a eventos emergenciais pode vir representada segundo métodos de investigação, procedimentos de análise e sistema de informação, assim como, segundo uma rotina de desempenho de cenários, processos sistêmicos e estudo de caso. Sistemas de informação são conjuntos de dados e informações organizados de forma integrada, com o objetivo de atender, de antecipar as necessidades dos usuários (Guimarães e Évora, 2004).

Para Tomasini e Van Wassenhove (2009) uma operação humanitária bem-sucedida mitiga a necessidade urgente de uma população com uma redução sustentável da sua vulnerabilidade no mais curto espaço de

tempo e com a menor quantidade de recursos. A informação, na cadeia de suprimentos humanitária, é o alicerce sobre a qual ela é projetada, formada e gerida. Os autores consideram a visibilidade, a transparência e a responsabilização três aspectos importantes da informação na cadeia de abastecimento humanitário onde:

- a visibilidade ajuda a determinar quais recursos estão faltando para melhorar a resposta. Quando a informação é comparada com as necessidades, pode-se identificar se a cadeia de suprimentos está fazendo a coisa certa e, assim, medir a sua eficácia;
- a transparência proporciona um *insight* sobre os processos, ou seja, a capacidade de entender como o processo de interação dentro da cadeia de abastecimento melhora o seu desempenho;
- a responsabilização identifica quem é o responsável pelas ações no âmbito do processo e como elas são realizadas.

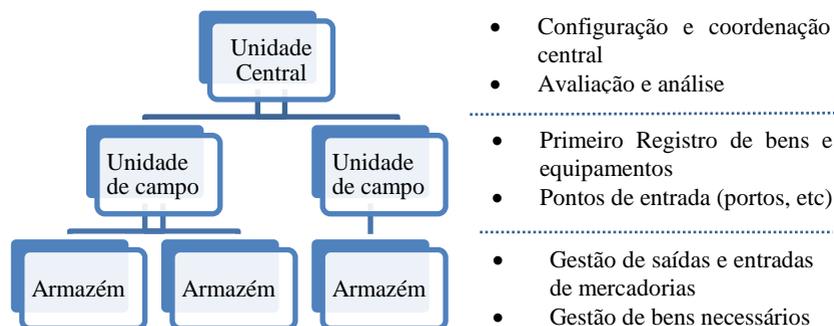
Segundo Aslanzadeh *et al.* (2009) existem várias ferramentas de sistemas de informação que podem ser utilizadas para fins diferentes, tais como: software de gerenciamento de inventário, software de gerenciamento de projetos, software de acompanhamento e rastreamento e ainda, como novas tecnologias, pode-se considerar códigos de barras e RFID.

É importante saber o que foi prometido, o que foi ordenado, o que está a caminho, e o que já chegou. Alguns softwares auxiliam nas etapas de atendimento em operações humanitárias, como por exemplo, o *Humanitarian Logistics Software* (HLS), desenvolvido pelo Instituto Fritz para uso pela FICV, que é uma solução baseada na Web e fornece visibilidade a partir da origem para o transporte. Consiste em quatro módulos: contratos, mobilização, relatórios, transporte e acompanhamento. Ele se conecta a sistemas financeiros para fornecer visibilidade em tempo real para os custos, compras e doações em espécie (Aslanzadeh *et al.*, 2009).

Pode-se também citar o SUMA como um sistema de gerenciamento de provisões, o qual tem como principal função preparar relatórios e manter informados tanto os administradores do desastre e organismos humanitários como também os doadores, a imprensa e os beneficiados sobre o que será recebido; identifica e classifica rapidamente a ajuda humanitária que é recebida e define as prioridades sobre cada provisão de acordo com as necessidades da população afetada a fim de manter um controle de inventários nos armazéns e dar sequência a distribuição das

provisões de emergência desde os armazéns centrais ou centros de distribuição até o nível local (SUMA, 2000). Essas funções estão divididas em três módulos. Durante a resposta ao evento, estes módulos são usados em diferentes níveis organizacionais: unidade central, unidade de campo e armazém. A Figura 21 ilustra esta relação

Figura 21- Configuração do SUMA



Fonte: Blecken (2010)

Ainda, o programa *Logistics Support System (LSS)*, Sistema de Apoio Logístico, foi criado em 1992 pela Área de Preparação para Situações de Emergências e Socorro em Caso de Desastre da Organização Pan-americana da Saúde, com o apoio de um grande número de países, ONGs e seis agências das Nações Unidas (OMS, Unicef, PMA, OCHA e ACNUR) é um sucessor direto do SUMA. O principal objetivo do LSS é usar o estoque disponível e a capacidade de transporte de forma mais eficiente. Os bens recebidos são reconhecidos e classificados ao chegar no campo, criando informações detalhadas sobre as ações (Blecken,2010). O LSS permite dispor de informações sobre o fluxo das ações, o tipo e as características, além de preparar informes que podem ser compartilhados com doadores, autoridades, agências humanitárias e com os meios de comunicação. O programa já foi utilizado em situações de risco em países como Iraque, Indonésia e Índia.

Finalmente, de uma forma geral pode-se considerar que o desenvolvimento de um sistema de informação pode facilitar o processo logístico na resposta, atuando diretamente com as agências humanitárias, podendo, assim, descrever uma metodologia de ação mais eficiente e eficaz nas organizações humanitárias (Lima *et al.*, 2012a).

O próximo capítulo disserta sobre a construção do modelo proposto e referencia teoricamente sua aplicabilidade na LH. Esta abordagem está direcionada de forma a estudar a aplicação da adaptação do modelo proposto ao longo de uma cadeia de assistência humanitária.

## **7 CONSTRUÇÃO DO MODELO**

### **7.1 INTRODUÇÃO**

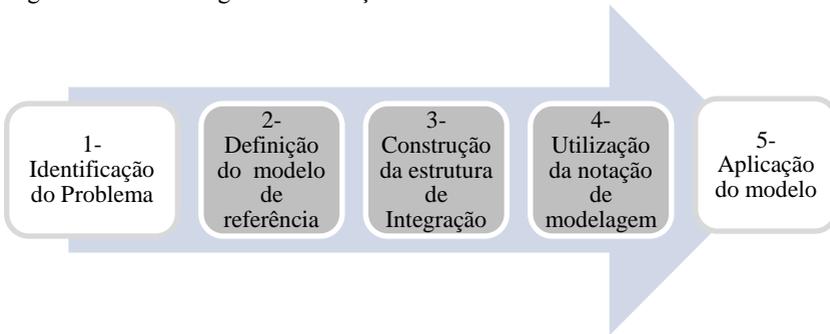
Neste capítulo, são desenvolvidas as etapas do modelo que podem ser usadas para a construção da modelagem de processos da cadeia de suprimentos de organizações humanitárias. O desenvolvimento destas etapas segue a metodologia de construção como formalizada na seção 7.2. É apresentado como base um modelo de referência de tarefas que separa nível estratégico, tático e operacional, aborda tarefas nestes níveis e estabelece uma distinção de tarefas de acordo com sua função. Este modelo é então estendido e adaptado para a integração de ferramentas quantitativas para tomada de decisão (7.3.2). A ênfase é colocada sobre as operações de aquisição.

O modelo incorpora tarefas em ambientes de pré-desastre e emergência e permite a visualização e a análise dos processos na fase de aquisição. Sendo assim, contribui para a padronização e melhor comunicação das organizações nas operações humanitárias. Uma linguagem de modelagem de processos de negócio é formalizada e utilizada para a construção dos processos nas funções de avaliação e aquisição de suprimentos humanitários.

### **7.2 PROCEDIMENTOS INICIAIS DA CONSTRUÇÃO DO MODELO**

A metodologia para a construção do modelo proposto é definida genericamente em cinco etapas sendo desenvolvida na seguinte sequência (Figura 22).

Figura 22- Metodologia de construção do modelo



Fonte: Autora

Na primeira etapa, a identificação do problema tem como objetivo definir a questão abordada, deixando claro quais as recomendações ou soluções devem ser direcionadas. A definição do problema também deve incluir uma descrição do domínio de aplicação. Esta fase tem sido abordada no Capítulo 1.

Com base na definição do problema, um modelo global deve ser redigido e detalhado. Este modelo global é construído com base no conhecimento existente a partir de disciplinas científicas, do referencial bibliográfico e do conhecimento detalhado de quem está modelando.

A segunda, terceira e quarta etapas referem-se ao “o que” fazer e “como” fazer. Estas etapas estão diretamente correlacionadas. São consideradas as etapas de modelagem do problema.

A segunda etapa referencia um modelo de referência de tarefas já existente. Este modelo deve representar uma sequência lógica e ordenada de tarefas para as funções logísticas no contexto humanitário (avaliação, aquisição, armazenagem e transporte) desenvolvidas nos diversos níveis administrativos (estratégico, tático e operacional) de forma que retrate o mais fielmente possível a realidade das organizações humanitárias (governamentais ou não governamentais).

A terceira etapa consiste na integração de modelos quantitativos com as tarefas de referência selecionadas no modelo de referência de tarefas já existente. Esta etapa depende de quais funções logísticas são definidas para a aplicação do modelo quantitativo. Funções diferentes requerem tarefas diferentes e conseqüentemente modelos quantitativos diferentes. A quarta etapa utiliza uma notação de modelagem de forma a permitir uma melhor compreensão no que diz respeito à integração das duas etapas

anteriores. Assim, torna-se possível visualizar as tarefas e as subtarefas em uma sequência lógica, bem como as relações entre elas.

A quinta etapa aborda a aplicação do modelo proposto. De uma forma geral, a fase de aplicação é fundamental para garantir que o modelo ofereça soluções eficientes para problemas do domínio da aplicação. Estas fases (construção e aplicação) devem se integrar de tal modo que exemplos possam ser utilizados e, eventualmente, o modelo possa ser estendido. O modelo proposto é aplicado no próximo capítulo num estudo de caso de operações humanitárias em cenário de desastre natural.

Os desenvolvimentos das etapas de modelagem (segunda, terceira e quarta etapas) são descritos individualmente, de forma mais genérica, para assim proporcionar possíveis aplicações e adaptações para a LH.

Alguns requisitos básicos referentes aos conceitos de LH devem ser considerados e definidos anteriormente ao desenvolvimento do modelo. Os requisitos devem definir a fase do ciclo de vida do desastre que deverá ser implantado (pré-desastre, resposta ao desastre, pós-desastre), especificar para qual ou quais funções logísticas (avaliação, aquisição, armazenagem, transporte) e quais níveis administrativos (estratégico, tático ou operacional).

### 7.3 DESCRIÇÃO DAS ETAPAS DE MODELAGEM

O modelo proposto está direcionado para as fases de pré-desastre (prevenção, mitigação e preparação) e resposta (advertência, impacto e resposta de emergência) as quais estão relacionadas conforme visto no Capítulo 3 (seção 3.3).

As abordagens de planejamento propostas podem ser configuradas na fase de pré desastres, especificamente, para a preparação com antecedência de possíveis desastres, permitindo que as organizações humanitárias se adaptem a diferentes cenários de crise.

#### 7.3.1 Identificação do Modelo de Processo de Tarefas

Identificaram-se modelos de processos de modo a serem utilizados como modelos de referência para tarefas de LH, conforme ilustrado na seção 4.6 do Capítulo 4.

Definiu-se por uma ferramenta que suporta a padronização de tarefas e funções desempenhadas pelas organizações e seus parceiros humanitários na cadeia de abastecimento. O RTM proposto por Blecken (2010), foi desenvolvido com a participação de mais de 30 organizações humanitárias e, portanto, reflete as atividades do mundo real em gestão da

cadeia de suprimentos humanitária. Os processos de referência do RTM podem figurar como um *framework* de modelagem adequada para os problemas quantitativos. Assim, tanto a abordagem do mundo real dos problemas quantitativos quanto a tarefa de design tornam-se possível graças à integração com o RTM.

"O RTM distingue cerca de cento e vinte tarefas em uma cadeia de suprimentos humanitária ao longo da decomposição hierárquica do horizonte de planejamento (estratégico, tático e operacional) e uma divisão de acordo com a função (avaliação, aquisição, armazenagem e transporte)" (Widera e Hellgrath 2011).

As decisões sobre a estrutura da cadeia de suprimentos são feitas no nível estratégico, em que o horizonte de tempo pode ir além de dois anos. No nível tático, que abrange um horizonte de tempo de seis meses a dois anos, toda a cadeia de abastecimento é planejada e otimizada. Uma utilização otimizada dos recursos, que são alocados no nível tático, é o principal objetivo no nível operacional. Cada tarefa neste nível se estende até seis meses.

As decisões para a inclusão de cada tarefa do RTM no modelo foram feitas com o auxílio de planilhas eletrônicas de forma a organizar o processo de análise.

No primeiro nível identificou-se a divisão das tarefas por tipo de função e por planejamento horizontal (por exemplo, função avaliação no nível estratégico, no nível tático e no nível operacional), definiu-se pela inclusão ou não da tarefa, em qual segmento do modelo e por que. No segundo nível identificou-se o que estava faltando e assim foi proposto o nome para as subtarefas. No terceiro nível verificou-se qual modelo quantitativo pode ser usado para as tarefas selecionadas. No quarto nível desenvolveu-se uma avaliação para indicar quais as equações para a tarefa quantitativa e suas variáveis (Lima *et al.*, 2013).

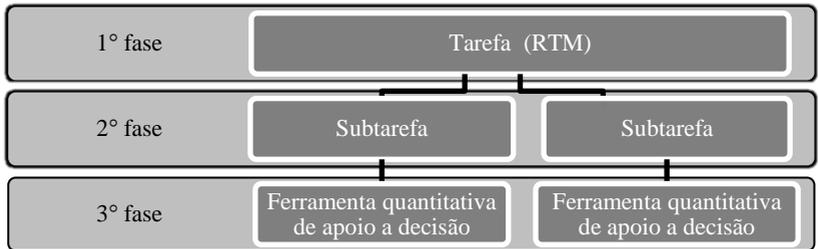
A análise das atividades propostas no RTM e, conforme relatado anteriormente, a aplicação deste modelo refere-se às tarefas relacionadas com as funções de aquisição as quais podem ser adaptadas e estendidas para serem aplicadas, utilizando-se ferramentas quantitativas para apoio à decisão em LH.

### 7.3.2 **Integração dos Modelos Quantitativos com o Modelo de Processos**

A integração de modelos quantitativos com o RTM é dividida em três fases. Na primeira fase, são identificadas quais tarefas do RTM podem ser suportadas pelas ferramentas quantitativas de apoio à decisão (conforme

análise feita na etapa anterior). Na segunda fase, novas subtarefas são propostas para a extensão do RTM, a fim de tornar possível a integração do RTM com ferramentas quantitativas de apoio à decisão. Na terceira fase, a ferramenta quantitativa é formulada e adaptada às necessidades das organizações de ajuda humanitária. A Figura 23 mostra o processo de integração.

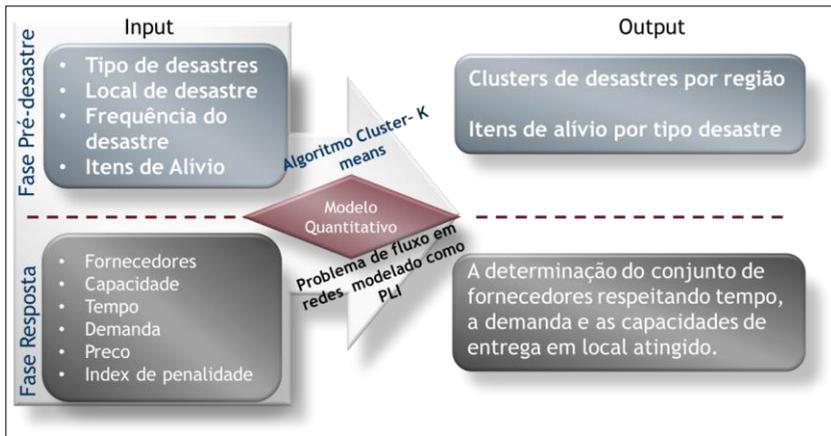
Figura 23- Processo de Integração



Fonte: Autora

O processo de integração ocorre com análise do modelo de referência (RTM), com a identificação das tarefas de avaliação e aquisição que estão relacionadas com as ferramentas quantitativas de apoio à decisão sobre o nível estratégico, tático e operacional. Com base nestes resultados, as ferramentas quantitativas de apoio à decisão são descritas. Com isto é desenvolvido o método de clusterização e um modelo de fluxo em rede adaptado. Especificamente, cada um dos métodos quantitativos propostos será descrito com adaptações para a LH. A Figura 24 ilustra a inserção dos métodos quantitativos.

Figura 24- Inserção dos métodos quantitativos



Fonte: Autora

### 7.3.2.1 Método de Clusterização para LH

Esta fase visa contribuir para a LH através de uma metodologia voltada a formar *clusters* por combinação de frequência de desastre. Com isso, pode-se verificar a frequência por tipo de desastre em determinada região e identificar regiões semelhantes, assim como definir o que é necessário em termos de bens de socorro, para então, poder padronizar um método. Esta metodologia pode ser utilizada para a fase de pré-desastre especificamente para as atividades de preparação e mitigação. Tal metodologia precisa ser implementada com dados históricos, os quais precisam ser atualizados em uma base anual ou próximo disto. É uma metodologia que não precisa ser implementada quando um desastre acontece, mas quando os planos de preparação e estratégias de mitigação de risco estão sendo desenvolvidos.

Este procedimento segue a metodologia *K-means* para análise de *Clusters* conforme apresentada na seção 5.3.2 desta tese.

A Figura 25 esquematiza as etapas da metodologia proposta nesta fase.

Figura 25- Esquema dos passos da metodologia proposta



Conforme já apresentado na seção 5.3.2, o método *K-means*, recebe como *input* um banco de dados de objetos e um número  $K$  que representa o número de *clusters* que se deseja formar. O banco de dados é apresentado em forma de uma matriz de dissimilaridade entre os objetos. Esta matriz contém a frequência de cada tipo de desastres naturais, por região. A matriz, em seguida, torna-se o banco de dados a ser explorado pelo algoritmo *K-means* com vistas à formação de clusters com base no número de municípios afetados por desastres naturais.

No capítulo 8, apresenta-se a aplicação do modelo com o objetivo de ilustrar cada uma destas etapas para o estado de Santa Catarina.

### 7.3.2.2 Problema de Fluxo em Redes

Segundo o Projeto Esfera (2011), a resposta humanitária deve ser planejada e executada em coordenação com as autoridades competentes, as organizações humanitárias e organizações da sociedade civil que devem executar juntos uma ação humanitária imparcial para a eficiência, eficácia e máxima cobertura.

“...o setor privado pode contribuir com as organizações humanitárias na eficiência do negócio, nas competências e nos recursos complementares. Trocar informações é necessário para evitar a duplicação de esforços e promover as boas práticas humanitárias. As parcerias entre o setor privado e o setor humanitário devem perseguir objetivos estritamente humanitários.”

(Proyecto Esfera, 2011, pag. 66)

Frente à complexidade intrínseca aos elementos envolvidos nas operações de LH, é necessário adotar algumas considerações antes de apresentar a modelagem do problema:

- (a) a existência de parceria entre empresas privadas e organizações humanitárias em que, de alguma forma, comprometam-se em informar e atualizar seus dados de identificação, localização, capacidade de fornecimento e preço;

- (b) o uso do sistema *Cost Insurance and Freight* (CIF) - transporte por conta do fornecedor ;

Considera-se que enquanto a região não se encontra na situação de normalidade, qualquer tipo de ação de ajuda gera um custo. Por exemplo, as pessoas que estão desabrigadas precisam ser hospedadas em algum local como: barracas, ginásios, escolas, hotéis etc. e, quanto maior o tempo para atingir a situação de normalidade, maior o custo total do desastre. Para melhor exemplificar a definição do custo de falta por dia do produto pode-se procurar responder a seguinte pergunta: quanto a falta deste produto custará por dia para a região atingida?

Depois de esclarecidos os pré-requisitos necessários para preparar a modelagem do problema, busca-se definir quais serão os fornecedores que deverão ser acionados pela organização humanitária no momento da resposta, sendo primordial que os suprimentos requeridos estejam nas áreas atingidas o mais rápido possível.

O objetivo neste momento é atuar na fase de resposta imediata numa operação humanitária e considerando que, na prática, o termo imediato significa atender as demandas das áreas afetadas no menor tempo possível, sob pena de vidas serem perdidas. Sendo assim, a modelagem deve ser flexível o bastante para considerar o tempo como variável e assim, ponderar negativamente os possíveis atrasos.

Com isso, a solução caminhará de modo a escolher fornecedores que entreguem os suprimentos o mais rápido possível, mesmo que num custo mais alto, pois do ponto de vista de vidas em risco, é a melhor opção frente a um fornecedor mais barato, mas que não conseguirá atender a demanda na data solicitada. Desta forma, o modelo deve conter o custo de falta por dia não atendido, para que o procedimento de solução busque aqueles fornecedores de menor custo, com disponibilidade do produto no tempo solicitado, ou mais próximo disso.

Dessa forma, propõem-se um modelo de grafo onde:

$T$  = horizonte de tempo discretizado em períodos, por exemplo,  
um período é igual a um dia.

$K$  = número de fornecedores.

$M$  = número de localidades.

Fornecedores:  $1, 2, \dots, k, \dots, K$

Localidades:  $1, 2, \dots, m, \dots, M$

Tempo:  $1, 2, \dots, t, \dots, T$

$F_k$  = vetor com a capacidade do fornecedor  $k$  no horizonte de planejamento  $T$

$$F_k = (F_{1k}, F_{2k}, \dots, F_{Tk}), \quad k = 1, \dots, K$$

$D_m$  = vetor com a demanda da localidade  $m$  no horizonte de planejamento  $T$

$$D_m = (D_{1m}, D_{2m}, \dots, D_{Tm}), \quad m = 1, \dots, M$$

Isso é uma matriz do tipo  $(M + K) \times T$ :

	1	2	...	t	...	T	
Fornecedores $k$	$F_{11}$	$F_{12}$	...	$F_{1t}$	...	$F_{1T}$	}
	$F_{21}$	$F_{22}$	...	$F_{2t}$	...	$F_{2T}$	
	$\vdots$					$\vdots$	
	$F_{k1}$	$F_{k2}$	...	$F_{kt}$	...	$F_{kT}$	
	$\vdots$					$\vdots$	
	$F_{K1}$	$F_{K2}$	...	$F_{Kt}$	...	$F_{KT}$	
Localidades $m$	$D_{11}$	$D_{12}$	...	$D_{1t}$	...	$D_{1T}$	}
	$D_{21}$	$D_{22}$	...	$D_{2t}$	...	$D_{2T}$	
	$\vdots$					$\vdots$	
	$D_{m1}$	$D_{m2}$	...	$D_{mt}$	...	$D_{mT}$	
	$\vdots$					$\vdots$	
	$D_{M1}$	$D_{M2}$	...	$D_{Mt}$	...	$D_{MT}$	

Têm-se dois tipos de nós e três tipos de arcos:

- Tipos de nós:

nós do tipo 1 = par ordenado (fornecedor, tempo)

nó (tipo 1) =  $(F, t)$

nós do tipo 2 = par ordenado (localidade, tempo)

nó (tipo 2) =  $(D, t)$

- Três tipos de arcos – representando os fluxos possíveis

arco (tipo 1) = fluxos associados ao estoque

arco (tipo 1) =  $((F_k, t), (F_k, t + 1))$

arco (tipo 2) = fluxos associados à falta

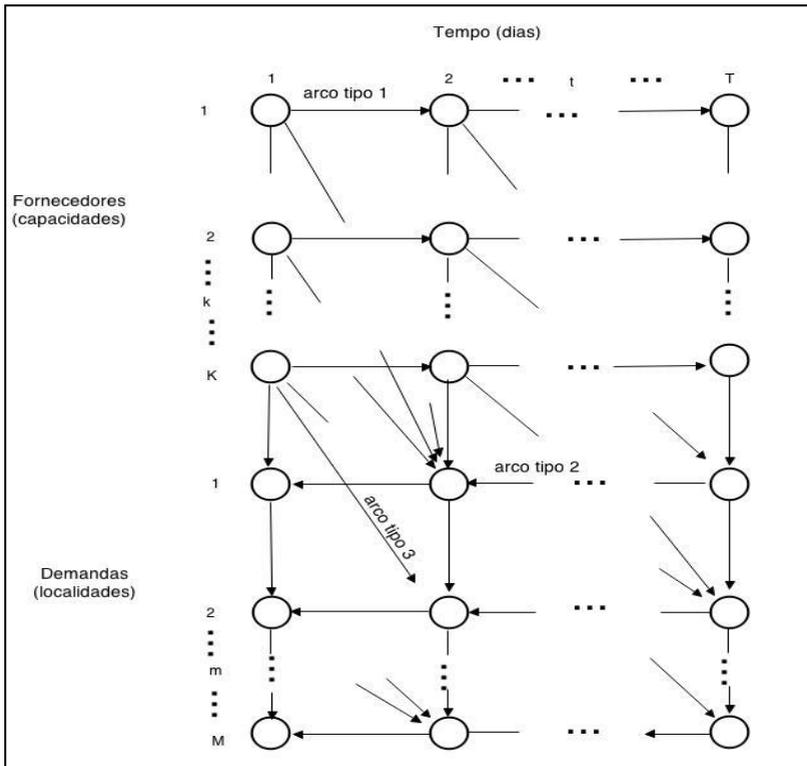
arco (tipo 2) =  $((D_m, t), (D_m, t - 1))$

arco (tipo 3) = fluxos de transporte

$$\text{arco (tipo 3)} = \left( (F_k, t), (D_m, t + \text{tempo}(k, m)) \right)$$

A Figura 26 representa o grafo considerado:

Figura 26- Modelo do grafo proposto



Fonte: Autora

O rótulo do nó (fornecedor, tempo) representa a quantidade de produto disponível a pronta entrega naquele dia. O rótulo do nó (localidade, tempo) representa a quantidade necessária do produto no local do desastre no dia solicitado. O objetivo é determinar quais fornecedores poderão atender ao evento de forma que o custo total de enviar o produto (suprimento) disponível através da rede seja minimizado, a fim de satisfazer a demanda dada.

O método simplex especializado para resolver o problema de fluxo em redes, baseado na estrutura clássica em Kennington e Helgason (1980), foi então implementado conforme apresentado anteriormente na seção 6.3 em que a função objetivo minimiza o custo total de transporte da provisão

disponível através da rede a fim de satisfazer a demanda dada, sujeito à restrição de conservação de fluxo:

$$\text{Minimizar } \sum_{(i,j) \in A} c_{ij} x_{ij} \quad (2)$$

s.a.

$$\sum_{(i,k) \in A} x_{ik} - \sum_{(k,j) \in A} x_{kj} = r_k \quad \forall k \in \aleph \quad (3)$$

$$0 \leq x_{ij} \leq u_{ij} \quad \text{para cada arco } i \rightarrow j \quad (4)$$

Onde

$c_{ij}$  é o custo unitário por fluxo através do arco  $i \rightarrow j$ ;

$x_{ij}$  representa o fluxo através do arco  $i \rightarrow j$ ;

$r_k$  define o fluxo líquido demandado no nó  $k$

$u_{ij}$  é a capacidade dada no arco  $i \rightarrow j$ .

Considera-se ainda que se  $r_k > 0$ , o nó  $k$  é um nó de demanda com demanda igual a  $r_k$ ; se  $r_k < 0$ , o nó  $k$  é de oferta, com oferta igual a  $|r_k|$  e, finalmente, se  $r_k = 0$ ,  $k$  é um ponto de transbordo.

Para facilitar o entendimento desta etapa, apresenta-se um pequeno exemplo.

### Dados de Entrada

A Figura 27, representa os dados de entrada, com os municípios  $D_1$ ,  $D_2$  e  $D_3$ . Os fornecedores considerados foram  $F_1$ ,  $F_2$  e  $F_3$ .

Figura 27- Dados de Entrada

<b>Horizonte de tempo em dias (<math>t</math>)</b>				
	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	
<b>Quantidade demandada (<math>D_m</math>):</b>				
<b><math>D_1</math></b>	0	2000	0	
<b><math>D_2</math></b>	800	0	0	
<b><math>D_3</math></b>	5000	0	0	
<b>Capacidade do fornecedor (<math>F_k</math>)</b>				<b>Preço (R\$) p/unidade</b>
<b><math>F_1</math></b>	0	2700	4300	6,4
<b><math>F_2</math></b>	800	0	0	8,00
<b><math>F_3</math></b>	1800	2000	2000	7,00

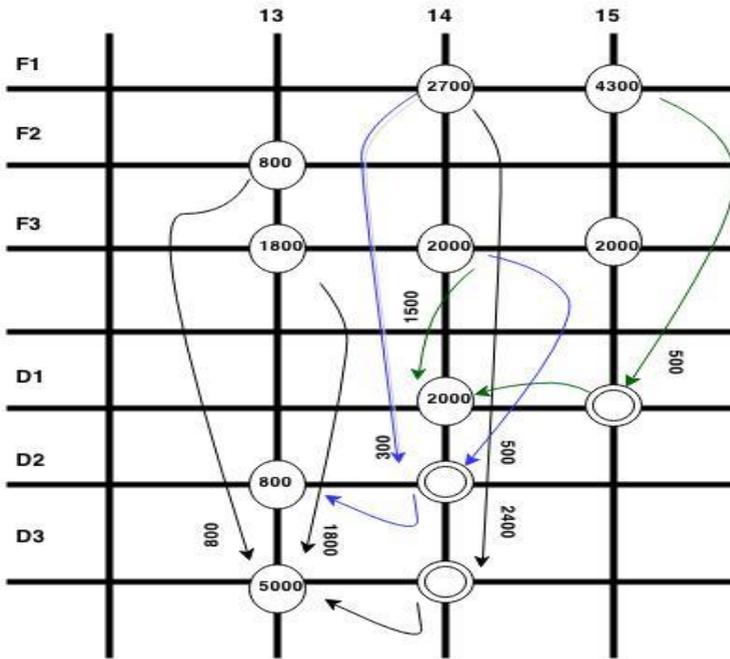
A fim de experimentação do modelo, arbitrou-se que a falta de cada produto por dia na região representa um custo de R\$ 2,00. Este valor é adicionado ao preço de cada unidade do produto a cada dia em que o produto não se encontra no local específico. Utiliza-se o sistema CIF, ou seja, o custo de frete não está sendo incorporado porque a organização responsável na tomada de decisão considera que este custo já está inserido no preço do fornecedor.

Na elaboração do problema, o custo de falta do produto por dia não atendido auxilia na escolha do fornecedor no sentido de que, quando o fornecedor não tem a quantidade solicitada para aquela data, mas para outra data posterior é atribuído este custo de falta ao preço do fornecedor representado no arco do fluxo de transporte. Assim, o modelo define aqueles fornecedores com disponibilidade do produto o mais próximo do tempo solicitado e considera o menor custo total.

O método simplex especializado para resolver o problema de fluxo em redes, baseado em Kennington e Helgason (1980), foi implementado utilizando a linguagem de programação Object Pascal (Mayerle, 2011). Dessa forma, o grafo resultante do modelo obteve 20 nós e 58 arcos e o método simplex desenvolvido chegou à solução após um total de 20 iterações em menos de 1 segundo, num computador de processador Intel Celeron de 2.2 GHz, memória de 2 GB e sistema operacional Windows 7 de 32 Bits. O valor total dado na solução final foi de R\$ 60880,00 sendo que R\$ 7400,00 refere-se ao custo de falta e R\$ 53480,00 ao custo do produto (custo efetivamente pago).

Na representação gráfica do resultado do problema de fluxo em redes (ver Figura 28), os dados referentes à quantidade demandada são representados pelos nós de demanda na data específica e a capacidade por dia de cada fornecedor está representada nos nós do fornecedor na referente data. Os valores ao lado dos arcos representam o quanto da capacidade do respectivo fornecedor foi utilizado no dia, por exemplo, a demanda D3 de 5000 unidades do produto solicitado no dia 13, foi atendida pelos fornecedores F1, F2 e F3 sendo que, foram utilizadas 1800 unidades do fornecedor F3, no dia 13, como esta quantidade foi enviada na data solicitada não sofreu nenhum custo de falta. Ainda no mesmo dia foram adquiridas 800 unidades do fornecedor F2 e foram 2400 unidades do produto, no dia 14, do fornecedor F1, que sofreu o custo de falta por um dia.

Figura 28- Representação gráfica do resultado do problema de fluxos de rede



Fonte: Autora

Para atender a demanda D1 de 2000 unidades do produto, no dia 14, foram fornecidos, no mesmo dia, 1500 unidades do produto do fornecedor F3 e 500 unidades do fornecedor F1, no dia 15, sendo neste incorporado o custo de falta por um dia. Já para atender a demanda D2 de 800 unidades solicitadas, no dia 13, foram adquiridas, no dia 14, 500 unidades do produto do fornecedor F3 e 300 unidades do fornecedor F1, considerou-se, então, o custo de falta por um dia. Assim, as necessidades de cada município foram atendidas e devido ao custo de falta imposto, o programa atendeu no tempo mais próximo da data de demanda, utilizando, para isto, o fornecedor com capacidade suficiente para atender na data solicitada.

Este pequeno exemplo aborda o problema referente ao processo de aquisição em LH. Para tanto, definiu-se o melhor conjunto de fornecedores, respeitando o tempo, a demanda e a capacidade de entrega no lugar atingido, desenvolvendo um modelo adaptado ao problema do fluxo em redes. Verificou-se que a condição de o produto estar o mais rápido possível no local de demanda foi satisfeita e foi utilizada a capacidade dos fornecedores nas datas mais próximas aos eventos com o menor custo.

Globalmente, o método calcula o custo total e é importante salientar que este custo é gerado, incorporando, também, o valor do custo de falta, mas no valor final a ser efetivamente pago, este valor do custo de falta é desconsiderado. Este custo de falta pode ser um índice que retrata o quanto a falta deste produto custa por dia para a região atingida. Isto mostra a importância do problema de fluxo em redes adaptado num contexto de LH em desastres naturais.

Ressalta-se a importância de formar parcerias com empresas privadas, com as organizações humanitárias onde, de alguma forma, comprometam-se em informar e atualizar seus dados. A fim de entender como este modelo pode apoiar a tomada de decisão em situações de emergência, foram utilizadas técnicas de simulação e otimização que refletem o funcionamento do sistema, para estudar o impacto da aplicação do modelo na gestão dos processos de negócio na cadeia de suprimentos humanitária.

O método simplex especializado para resolver o problema de fluxo em redes, baseado em Kennington e Helgason (1980), foi implementado utilizando a linguagem de programação Java. Para representar os processos da modelagem proposta, utilizou-se o simulador Anylogic®, o qual possibilitou a visualização do processo para o cenário analisado. Na

próxima seção, descreve-se uma visão geral referente a esta ferramenta de simulação (Anylogic®).

## 7.4 ANYLOGIC

O AnyLogic é uma ferramenta de simulação que permite a modelação de sistemas através de três métodos: Sistemas Dinâmicos (System Dynamics), Simulação Orientada a Eventos Discretos (Discrete Event Simulation) e Modelagem Baseada em Agentes (Agent-Based Modeling). A ferramenta pode ser aplicada em diversas áreas como: Sistemas de Produção, Gerenciamento da cadeia de Suprimentos (Supply Chain Management), Transportes e Logística, Defesa Militar e Aeroespacial, Processos de Negócio, Economia, Planos de Emergência e Evacuação, Redes e Comportamentos Sociais, Movimento de Pessoas e Veículos, Análise de Estratégias de Negócio, Indústria Automóvel, Saúde e Biologia (Anylogic, 2014). O AnyLogic é baseado na framework Eclipse (Eclipse, 2014), na linguagem de programação Java (Java, 2014) e na de modelação Unified Modeling Language (UML). Na aplicação desenvolvida nesta tese, utilizou-se a ferramenta Anylogic para a visualização do processo do modelo de fluxo em redes. A Figura 29 apresenta o fluxograma geral utilizado no processo de simulação e, na sequência, a Figura 30 e a Figura 31 apresentam, respectivamente, cada etapa (etapa de entrada de dados e a etapa de processos e análise)

Figura 29- Esquema geral utilizado no processo de simulação

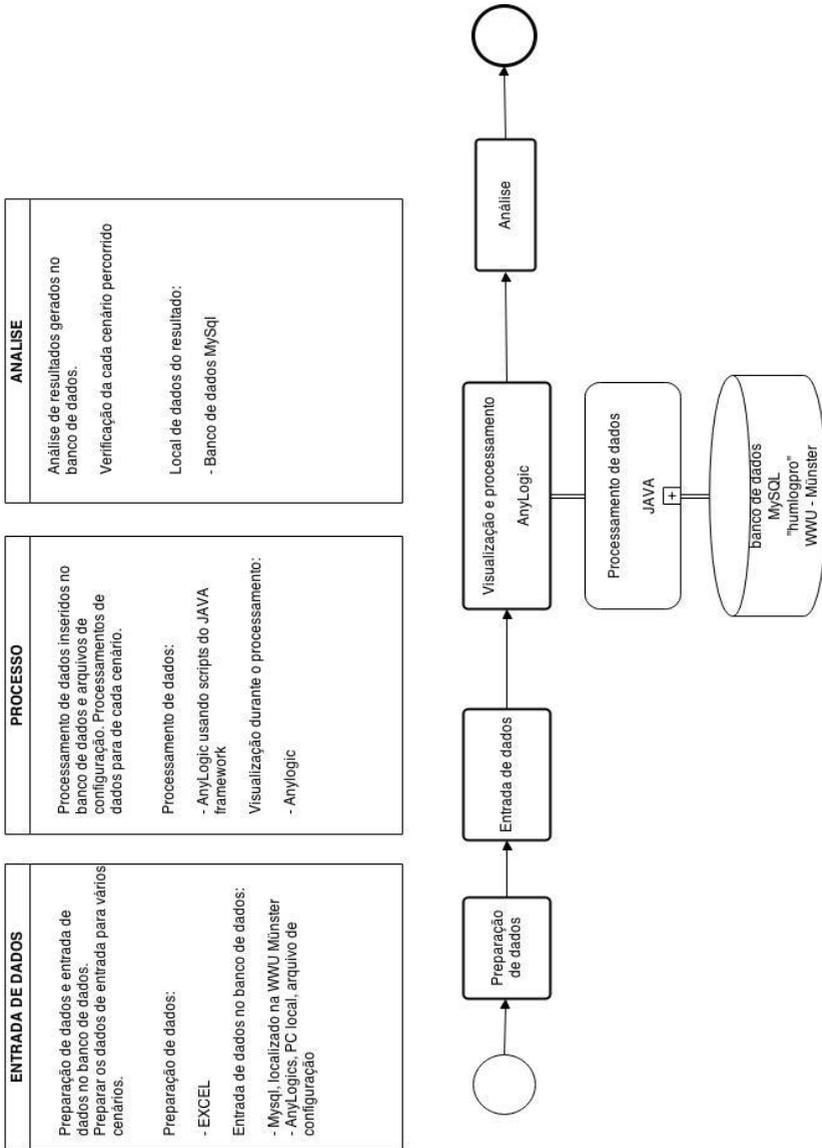


Figura 30- Esquema da etapa entrada de dados

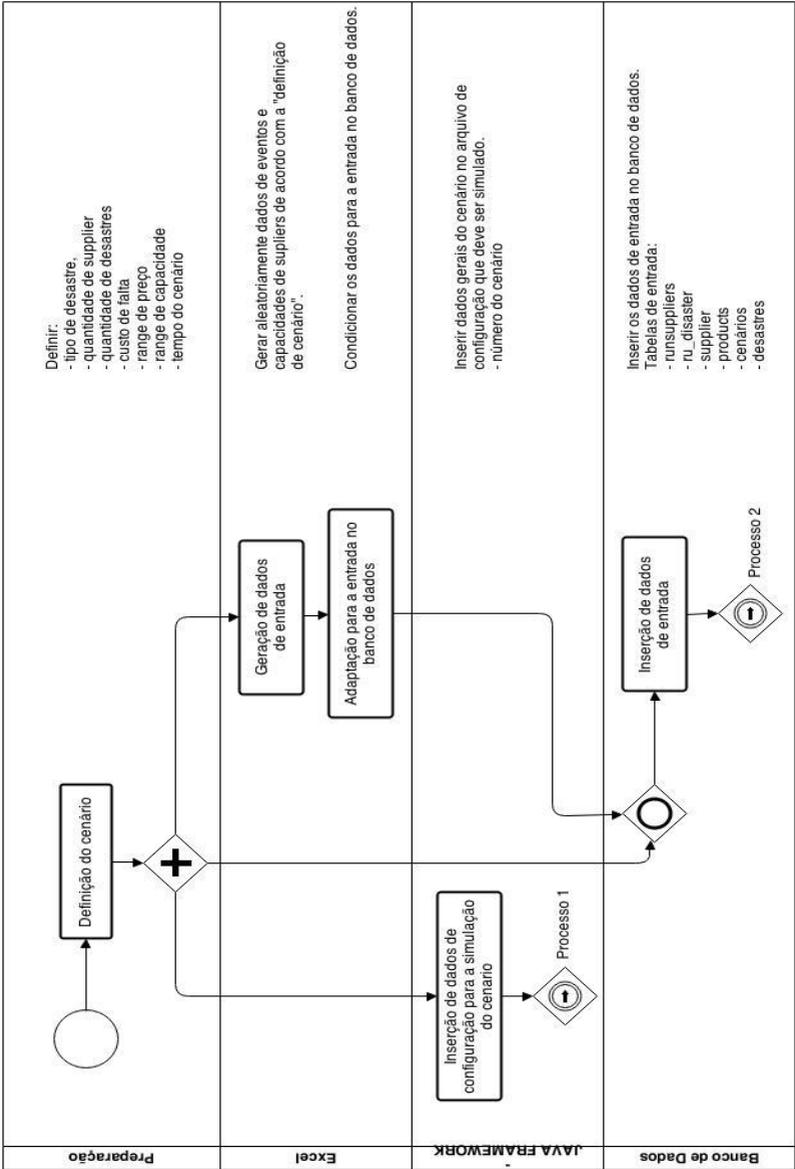
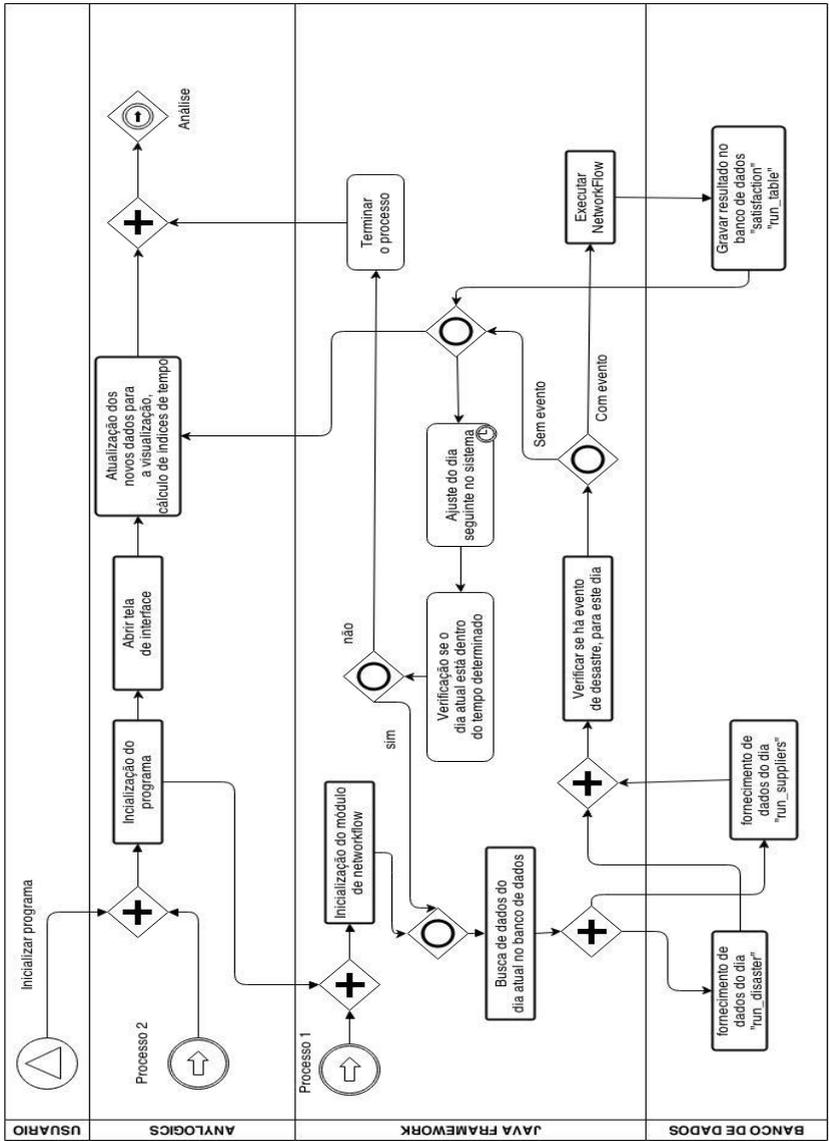


Figura 31- Esquema das etapas de Processo e Análise



7.5 NOTAÇÃO DE MODELAGEM - BPMN

Conforme apresentado no Capítulo 4, BPMN é uma linguagem de notação para modelagem de processos de negócios que pode ser empregada em diferentes fins, facilitando a compreensão e a organização da modelagem.

Esta etapa está em função das tarefas do RTM e da integração com os modelos quantitativos. A aplicação está desenvolvida para as tarefas de avaliação e aquisição. Ocorre nos três níveis (estratégico, tático e operacional). Cada tarefa do RTM é composta de várias subtarefas que podem ser expandidas para novas subtarefas para a integração dos modelos quantitativos.

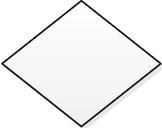
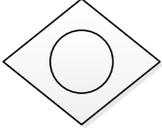
A notação BPMN segue uma modelagem padrão para representar o processo e sendo assim, será seguida para definir o desenvolvimento do designer.

Conforme apresentado anteriormente na seção 4.6, BPMN poder ser dividido em categorias como: *Flow Objects*, *Connecting Objects*, *Swimlanes e Artefacts*. Cada categoria tem tipos específicos de representação em BPMN.

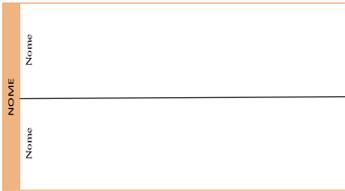
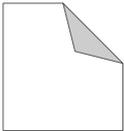
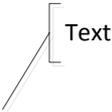
A Tabela 11 ilustra algumas das representações utilizadas, no entanto, esta abordagem pode ser ampliada conforme o processo a ser desenvolvido.

Tabela 11- Representações BPMN

<i>Flow Objects</i>		
<b>Tipo</b>	<b>Representação</b>	<b>Definição</b>
<b>Atividades</b>		<b>Tarefa:</b> é uma unidade de trabalho, a tarefa a ser realizada.
		<b>Subprocesso:</b> indica que a atividade é um sub-processo e tem um nível inferior de detalhe.

<b>Eventos</b>		<b>Início do evento:</b> indica onde um determinado processo será iniciado.
		<b>Evento Final:</b> indica onde um processo vai acabar.
		Este objeto irá mostrar onde um fluxo de sequência deixa uma página.
		Este objeto irá mostrar onde um fluxo de sequência reinicia na próxima página.
		<b>Timer:</b> tempo específico, eventos cíclicos, intervalos de tempo
<b>Gateways</b>		<b>Gateway:</b> é usado para controlar a divergência e convergência de sequência de fluxos em um processo. Determina a ramificação, bifurcação, mesclagem e união de caminhos.
		<b>Gateway paralelo:</b> são usadas para sincronização de fluxo paralelo. Ativa todos os caminhos de saída simultaneamente
		<b>Gateway de Inclusão:</b> pode ser usado para criar caminhos alternativos, mas também paralelos dentro de um Fluxo de processo. Ativa um ou mais caminhos.

		<p><b>Gateway de exclusão</b> (decisão): é usado para criar caminhos alternativos dentro de um fluxo de processo. Para uma determinada instância do processo, apenas um dos caminhos podem ser tomados.</p>
<b>Objetos de Conexão</b>		
Tipo	Representação	Definição
<i>Sequence Flow</i>		<p><b>Fluxo de sequência:</b> conecta eventos, atividades e gateways. É usado para mostrar a sequência com que as atividades serão executadas em um processo.</p>
		<p><b>Fluxo de mensagem:</b> liga diagramas, conecta símbolos de mensagens para faixas participantes nas tarefas. É usado para mostrar o fluxo de mensagens entre dois participantes diferentes que enviam e recebem mensagem</p>
		<p><b>Associação:</b> conecta objetos de dados para atividades ou eventos em diagramas de processo. É usado para associar dados, texto e outros artefatos com os objetos de fluxo. São usadas para mostrar as entradas e as saídas das atividades</p>
<b>Swimlanes</b>		
Tipo	Representação	Definição

<b>Pool</b>		<b>Pool:</b> tem a representação gráfica de um container para a participação no processo de uns ou outros Pools. Representa um participante em um processo. Um participante pode ser uma entidade de negócio (ex: uma empresa) pode ser um papel de negócio (ex. vendedor, comprador, fabricante)
		<b>Lane:</b> é uma subdivisão dentro de um Pool usado para organizar e categorizar as atividades. Representa uma função de negócio ou um papel de negócio
<b>Artefatos</b>		
<b>Tipo</b>	<b>Representação</b>	<b>Definição</b>
<b>Artefatos</b>		<b>Grupo:</b> é usado para agrupamento de atividades e tarefas, também pode ser usado com objetivo de documentação ou de análise.
		<b>Objeto de dados:</b> utilizado para representar documentos (por ex.: fatura, nota fiscal, ordem de serviço, requisição, e-mail e etc).
		<b>Anotações:</b> fornece informações adicionais e comentários para o leitor de um diagrama BPMN.

## 8 APLICAÇÃO E VALIDAÇÃO DO MODELO

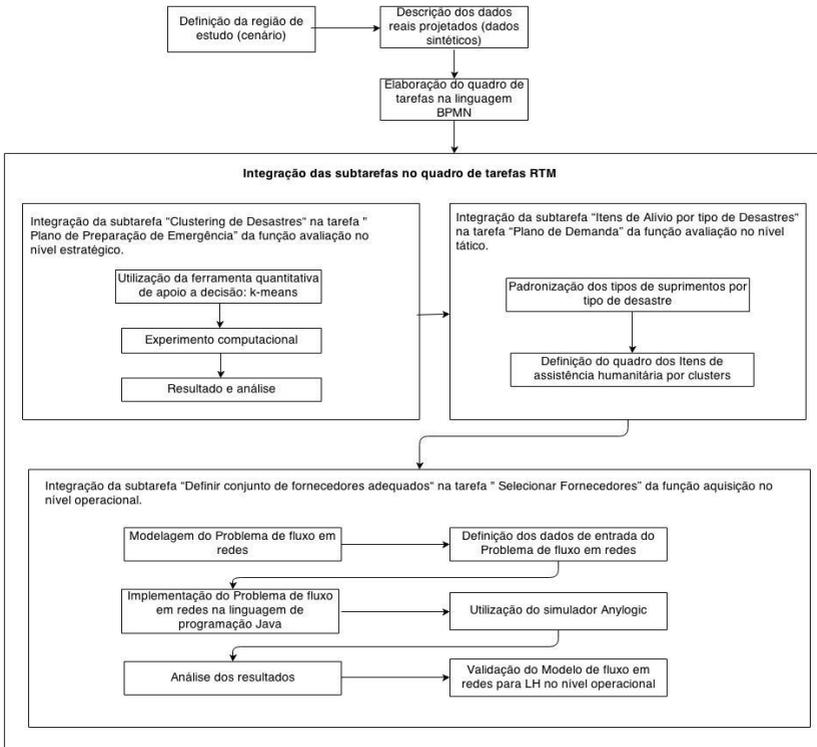
### 8.1 INTRODUÇÃO

De forma geral, para desenvolver uma aplicação prática do modelo proposto, é necessário, primeiro, definir a área de estudo (região). Segundo, verifica-se o tipo de organização humanitária responsável no atendimento à população atingida (governamental ou não governamental). O terceiro momento é referente aos dados de entrada e, o quarto refere-se à implementação computacional. Nenhum destes momentos ocorrem de forma independente, uma vez eles estão fortemente correlacionados, pois para que ocorra a implementação computacional é necessário à disponibilidade dos dados de entrada que, por sua vez, dependem da escolha da área e da organização a ser estudada.

Neste capítulo, descreve-se uma aplicação prática para o modelo proposto, para auxiliar a tomada de decisão conforme apresentado no capítulo anterior. O modelo proposto aborda temas chave para aplicação em LH: modelo de referência de tarefas (RTM) análise de *clusters*, problema de fluxo em redes e BPMN.

A Figura 32 descreve um fluxograma com as etapas utilizadas na aplicação do modelo proposto.

Figura 32- Fluxograma de etapas do processo de aplicação do modelo



Fonte: Autora

Conforme apresentado na Figura 32, descreve-se o cenário, apresentando a região de estudo. Na sequência, os dados de entrada são apresentados e, logo após, desenvolve-se o *framework* em notação BPMN. A integração dos modelos quantitativos nas tarefas do RTM é apresentada e exemplificada no contexto do cenário descrito. Ressalta-se que na integração do modelo de fluxo em redes utiliza-se simulação para validar a sua adequabilidade na LH.

## 8.2 DESCRIÇÃO DO CENÁRIO

Santa Catarina (SC) é um dos estados do Brasil, localizado na região sul do país, com uma extensão de área territorial de 95.736,165 km<sup>2</sup>, com 295

municípios, 6.248.436 habitantes e densidade demográfica de 65,27 hab/km<sup>2</sup> (IBGE, 2013).

Sua capital e sede do governo é a cidade de Florianópolis, localizada na Ilha de Santa Catarina. Os principais rios do Estado são o Rio Canoas, Rio do Peixe, e Rio Itajaí -Açu.

A bacia hidrográfica do rio Itajaí, é a mais extensa bacia da vertente atlântica do Estado de Santa Catarina. Ocupa uma área que corresponde a 16,15% do território catarinense, abrangendo 53 municípios (IBGE, 2013).

Santa Catarina é um dos estados brasileiros que apresenta um conjunto mais forte de elevações e depressões do terreno. O estado é cenário de alagamentos, enchentes, inundações bruscas e graduais, escorregamentos, estiagens, vendavais, tornados, nevoeiros e ressacas (Anuário Brasileiro de Desastres Naturais, 2012).

Segundo o Anuário Brasileiro de Desastres Naturais (2012), o sistema climático na região está associado a eventos adversos (frentes frias, os ciclones extratropicais, os cavados, o posicionamento e intensidade do jato subtropical da América do Sul, os sistemas convectivos de meso escala, a zona de convergência do Atlântico Sul, a convecção tropical e a circulação marítima) e condições de estabilidade. A região é marcada não somente pela ocorrência de grandes desastres, mas também pela frequência e variedade de eventos adversos e pela ocorrência de fenômenos atípicos, como foi o caso do Furacão Catarina em 2004. Anomalias de precipitação podem ainda estar associadas a eventos de escala global, como o fenômeno El Niño-Oscilação Sul.

Em julho de 1983, chuvas intensas fizeram diversos rios transbordarem. Por exemplo, o rio Itajaí-Açu subiu mais de 15 metros, inundando vários municípios do estado, entre eles Blumenau, Itajaí e Rio do Sul. Este evento foi considerado uma das maiores tragédias naturais do estado. Ao todo, foram 51 mortes e aproximadamente, 198 mil desabrigados e desalojados (Zimmermann, 2011). O estado ficou, aproximadamente, durante 25 dias em situação de emergência.

Tachini *et al.* (2009) desenvolveram uma pesquisa para identificar os prováveis danos para a categoria residencial de Blumenau para os eventos dos anos de 1983, 1984, 1992 e 2001 e consideram a premissa de que até o ano de 1983 inexistia um Serviço de Monitoramento e Alerta de Cheias institucionalizado, assim como também não existia qualquer tipo de operações de prevenção ou alguma definição de tipos de processos no atendimento ao desastre na fase emergencial. Os autores identificaram os

ganhos socioeconômicos referentes ao Serviço de Monitoramento e Alerta de Cheias, a partir de análises comparativas dos danos de 1983 e 1984.

No Estado de Santa Catarina, os dados referentes aos prejuízos inerentes às inundações são poucos. Para os eventos de julho de 1983 e agosto de 1984, Tachini *et al.* (2009) obtiveram as informações mostradas na Tabela 12 .

Tabela 12- Dados dos efeitos das inundações de julho de 1983 e agosto de 1984 no Estado de Santa Catarina

Discriminação	Julho de 1983	Agosto de 1984
Pop. do Estado	3.800.000	3.800.000
Pop. Atingida	2.660.000	1.450.000
Pop. Flagelada	219.856	255.885
Pop. ating.Vale do Itajaí	158.000 <sup>(1)</sup>	
Pop. ating.Blumenau	50.000	
Comunidades rurais	11.500	11.500
Comunidades atingidas	6.500	4.370
Número de famílias	845.000	845.000
Famílias Atingidas	210.000	206.150
Indústrias	10.500	10.500
Indústrias atingidas	1.166	1.895
Emp.comerciais atingidas	2.033	965
Casas destruídas	3.320	364
Casas danificadas	12.645	485
Mortos e desaparecidos	65	19
<b>Prejuízos Totais (US\$)</b>	<b>1.103.198.458,00</b>	<b>161.664.031,00</b>

Fonte: Tachini *et al.* (2009)

É importante ressaltar que a inundação de 1983 manteve-se no período de 1 mês com os níveis superiores a 8,5m (referência – Blumenau), sendo que nesse período ocorreram quatro ondas de cheias e a inundação de agosto de 1984 transcorreu entre cinco dias (06/08/84 a 10/08/84). Segundo análise desenvolvida por Tachini *et al.* (2009), os danos de agosto/1984 foram reduzidos 29,7%, comparando ao registrado em julho/1983. Os autores também destacam que, além da diferença temporal entre esses eventos, três fatos favoreceram significativamente na diferença dos prejuízos: os Serviços de Meteorologia Nacionais emitiram boletins de alerta antecipados à região; o Sistema de Monitoramento Hidrometeorológico do Vale do Itajaí estava em fase de testes em agosto de 1984, com três postos telemétricos instalados e, o Sistema de Previsão e Alerta – CEOPS, também iniciou suas atividades com a emissão das primeiras previsões de níveis ao município de Blumenau/SC.

Considerando a grande representatividade deste evento de 1983 para o estado, desenvolveu-se este estudo de caso com base num cenário recriado a partir deste evento, onde os dados foram projetados para a realidade atual.

A Tabela 13 apresenta estes dados atualizados e considerando a mesma porcentagem de pessoas desabrigadas em 1983 projetou-se qual seria o novo número de desabrigados.

Tabela 13- Dados de 1983 e projeção para o cenário atual objeto de estudo

ANO	1983		2010		Desabrigados%	
	Municípios	População	Quant. de Desabrigados	População		Quant. de Desabrigados
	Araranguá	37139	1000	62308	1676	2,69
	Blumenau	170491	50000	309214	90600	29,3
	Caçador	42534	2700	79088	5014	6,34
	Campos Novos	44144	1080	32824	801	2,44
	Canoinhas	49313	5023	52937	5347	10,1
	Chapeco	92982	1280	198188	2715	1,37
	Correia Pinto	12625	1050	14794	1229	8,31
	Gaspar	28012	3981	59728	8481	14,2
	Ireneópolis	9014	2572	10450	2981	28,53
	Itajaí	94449	40000	183388	77573	42,3

Itapiranga	26700	1232	15409	710	4,61
Ituporanga	18149	1820	22255	2226	10
Lontras	7390	4000	10244	5542	54,1
Navegantes	15747	3070	60556	11802	19,49
Porto União	28254	1700	33493	2013	6,01
Rio do Oeste	7280	2820	7090	2744	38,7
Rio do Sul	38616	25000	61198	39620	64,74
Rio Negrinho	22822	6090	39846	10631	26,68
Taio	18809	5079	17260	4660	27
Timbó	19368	1610	36774	3056	8,31
Três Barras	12729	3752	18129	5343	29,47
Trombudo	7404	2980	6553	2637	40,24
Xanxerê	31869	1955	44128	2705	6,13

Fonte: Autora

A ausência de dados reais para a adaptação do cenário à metodologia proposta requer o uso de dados empíricos. Em situações em que os dados reais podem ser difíceis de se obter, devido a vários fatores como, por exemplo, orçamento, tempo e preocupações com a privacidade, utilizar dados empíricos representa uma alternativa viável. A utilização de dados empíricos na LH é pertinente porque os desastres ocorrem em ambientes dinâmicos sujeitos a grandes mudanças, na maioria das vezes, inesperadas. Estes dados geralmente são utilizados como um substituto para os dados reais e podem ser usados para fornecer um ambiente de teste que preencha os requisitos específicos. Foram utilizados dados empíricos para os *inputs* do modelo de fluxo em rede referente aos dados dos fornecedores: localização, preço, capacidade e tempo.

### 8.3 QUADRO DAS TAREFAS EM BPMN

Seguindo a metodologia sugerida no capítulo anterior, as tarefas propostas em RTM foram analisadas e buscou-se identificar as tarefas que se referem a diferentes tipos de desastres por região e aquelas que estão relacionadas com o processo de determinação de fornecedores adequados. Esta abordagem tem como principal objetivo incorporar uma ferramenta de apoio à decisão em processos de LH. Como já discutido anteriormente, é proposto integrar o algoritmo *K-means*, a fim de pré-

determinar artigos de socorro necessários e para a seleção de fornecedores propõe-se utilizar o modelo de fluxo em redes adaptado.

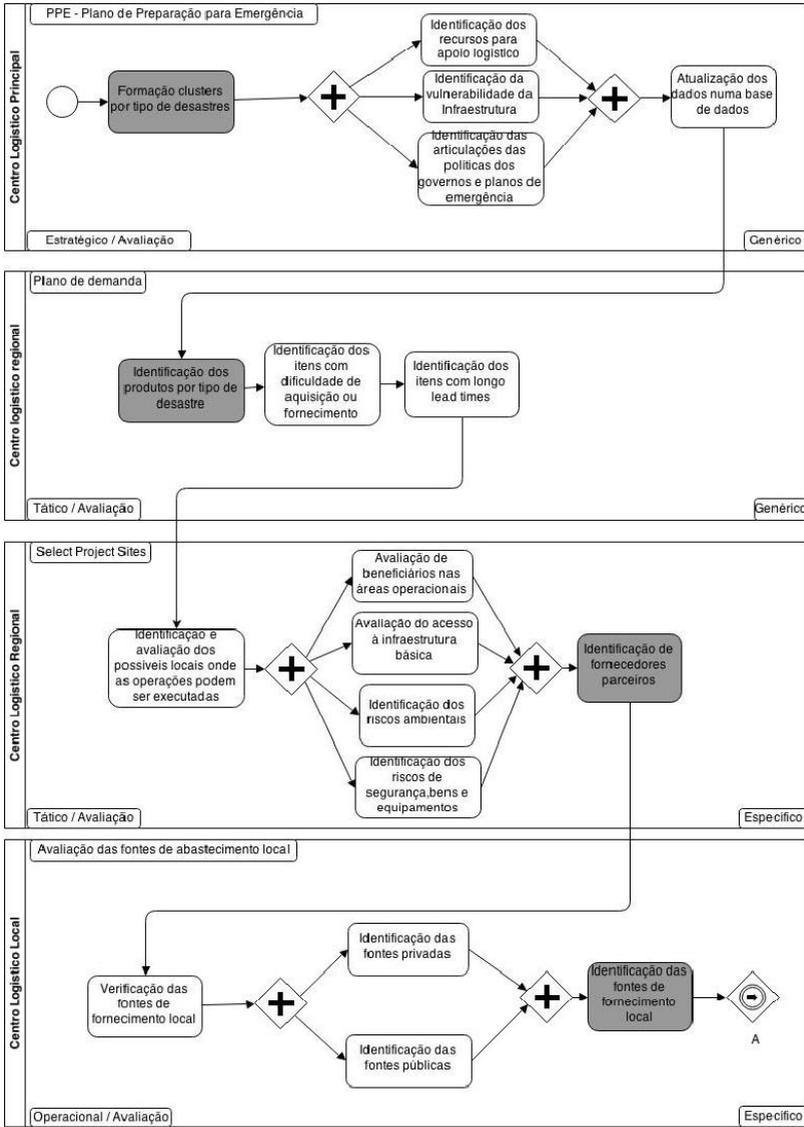
Para ilustrar esta implementação, apresenta-se, primeiramente, o quadro com a modelagem na notação BPMN das tarefas relacionadas em RTM.

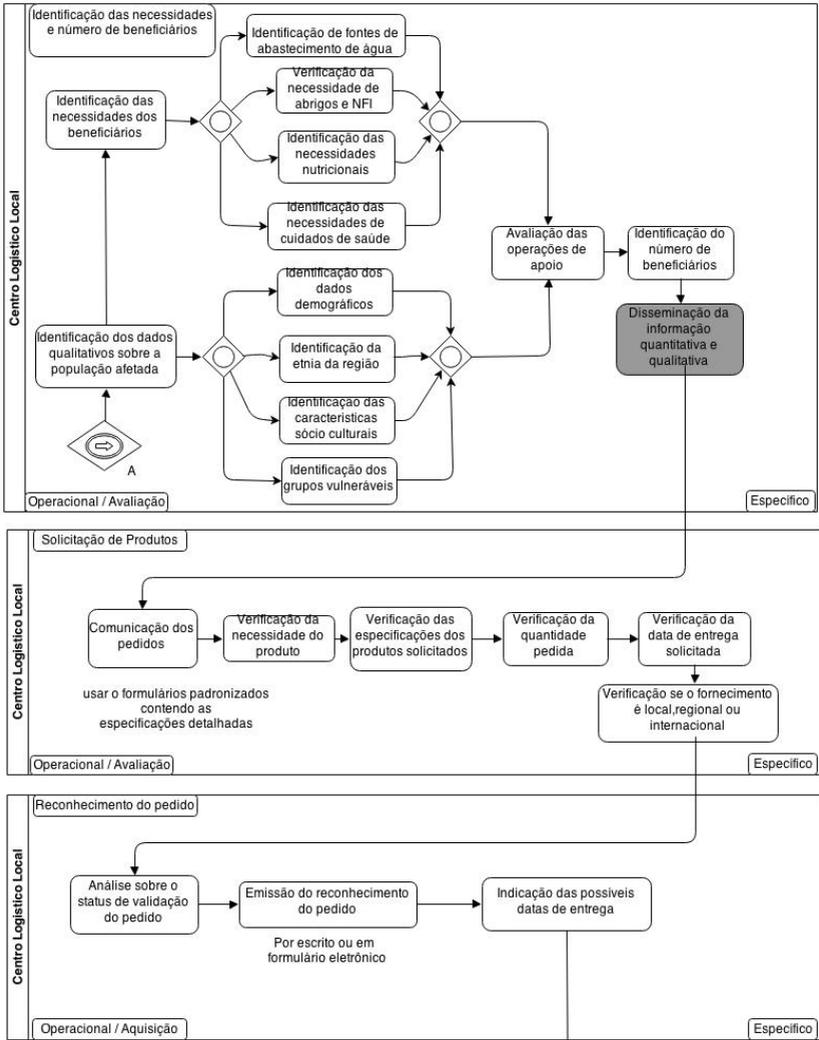
Considera-se a função avaliação nos níveis estratégico, tático e operacional e a função aquisição no nível operacional. A Figura 33 apresenta a notação BPMN para LH no modelo proposto.

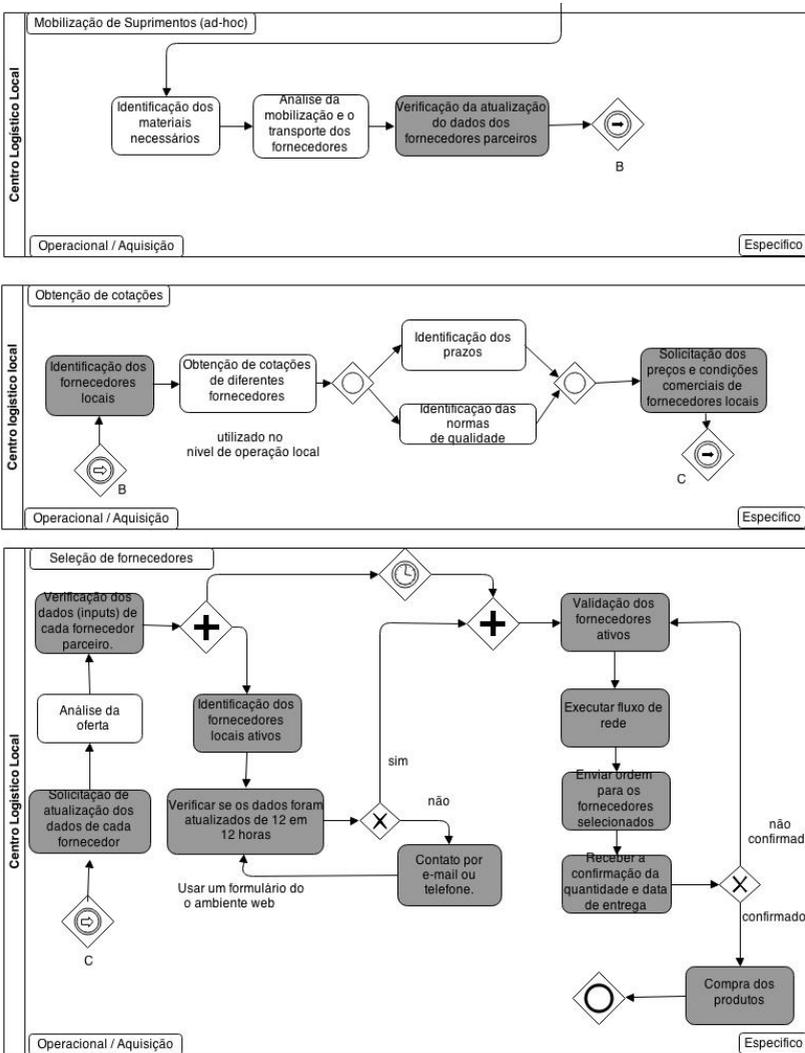
Os resultados dos processos (Figura 33) estão dispostos em uma coluna que indica as tarefas para as funções de avaliação e aquisição. As piscinas (*pools*) representam o Centro Logístico Principal (nível estratégico), Centro Logístico Regional (nível tático) e Centro Logístico Local (nível operacional), hierarquicamente. O canto superior esquerdo indica o nome da tarefa usada por Blecken (2010), no canto inferior direito, declara-se se a tarefa é genérica ou específica e, no canto inferior esquerdo indica-se o nível administrativo (estratégico, tático ou operacional) e a função correspondente (avaliação ou aquisição). No quadro do BPMN cada nova sub tarefa proposta é realçada pela cor.

A integração de novas subtarefas em "Plano de Preparação de Emergência" e "Selecionar Fornecedor" é dado quantitativamente por *clusters*, conforme relatado anteriormente, no item 7.3.2.1, e pelo problema de fluxos em rede, conforme relatado anteriormente, no item 7.3.2.2. Essas abordagens são feitas para auxiliar na fase de preparação para a definição do tipo de mercadorias por tipo de desastre e o processo continua até receber a informação que determina o conjunto de fornecedores respeitando a demanda e a capacidade de entrega no local afetado.

Figura 33- Modelagem BPMN no modelo proposto







Fonte: Autora

O quadro de tarefas na notação BPMN do modelo proposto (Figura 33) segue uma estrutura de processos, sendo que as três primeiras tarefas (Plano de Preparação para Emergência, Plano de Demanda e *Select Project Sites*) podem ocorrer antes de iniciar o desastre e, a partir da quarta tarefa (Avaliação das Fontes de Abastecimento Local), as

atividades podem ocorrer depois do início do desastre. O processo começa no nível estratégico com a sub tarefa formação dos *clusters* por tipo de desastres, e segue passando por níveis táticos e operacionais até a tarefa “Seleção de Fornecedores“ onde o processo é finalizado com a sub tarefa referente a compras dos produtos. A relação existente entre as sub tarefas ocorre segundo uma lógica de ações com uma visão mais geral, que podem ser adaptadas conforme a realidade de cada organização humanitária. Por exemplo, na tarefa “Seleção de Fornecedores“ a sub tarefa referente à solicitação de atualização dos dados de cada fornecedor, tem como principal função a entrada de dados para executar o fluxo em redes, sendo assim, os principais dados que devem ser solicitados referem-se à identificação do fornecedor (nome, local), tipo de produto, capacidade e preço, os quais precisam ser atualizados com certa frequência. Dependendo da organização humanitária, esses dados podem ser modificados e acrescentados de mais informações como tipo de empresa, porte, qualidade dos produtos.

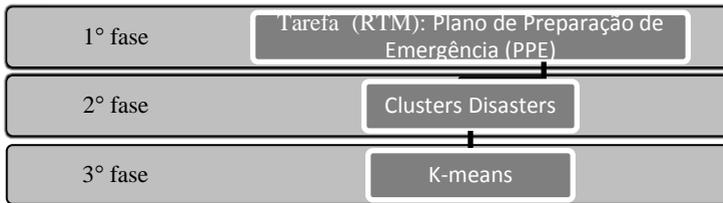
Conforme apresentado no fluxograma de etapas do processo de aplicação do modelo (Figura 32), nos próximos itens, são descritas as etapas para a integração das sub tarefas que estão relacionadas com os métodos quantitativos propostos: a formação dos *clusters* por tipo de desastres, a identificação dos itens de assistência humanitária por tipo de desastres e a seleção dos fornecedores.

## 8.4 INSERÇÃO DOS MÉTODOS QUANTITATIVOS NAS TAREFAS

### 8.4.1 Função Avaliação no nível Estratégico

A Figura 34 mostra o processo de integração da tarefa referente ao Plano de Preparação de emergência (PPE) no nível estratégico.

Figura 34- Processo de integração de tarefas no nível estratégico da função avaliação



Fonte: Autora

### 1º fase - Tarefa: Plano de Preparação de Emergência (PPE)

Na tarefa PPE, Blecken (2010) faz referência à necessidade de identificar os diferentes tipos de desastres que podem ocorrer em determinados países ou regiões. Com esta identificação, pretende-se criar um registro de informações sobre possíveis áreas de atividades que podem ser utilizados em operações de emergência, tais como a disponibilidade de recursos para apoio logístico.

### 2º fase - Subtarefa: Clusterização de Desastres

Na nova subtarefa " Clusterização de Desastres " , a proposta é investigar a frequência de cada tipo de desastre, bem como os municípios afetados e identificar os tipos de desastres semelhantes, a fim de ser capaz de padronizar um método e com isso melhorar a tomada de decisão na LH. Para cada grupo identificado de tipos de desastres semelhantes, a experiência e os conhecimentos adquiridos no manuseio das operações de socorro podem ser compartilhados. Este conhecimento pode ser a base para um planejamento integrado para se preparar para desastres e controlar os processos logísticos na iminência de um desastre.

### 3º fase - Ferramenta quantitativa de apoio à decisão: *K-means*

Nesta fase , uma análise dos dados históricos é usada para formar grupos de desastre por região. O método desenvolve-se como anteriormente descrito, no item 7.3.2.1, Método clustering para LH.

Com o objetivo de facilitar o entendimento, algumas etapas que já foram apresentadas nas fases de construção do modelo, poderão ser repetidas nesta fase da aplicação.

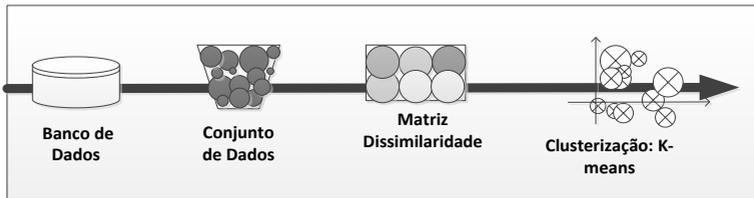
Para a validação e verificação do método, é apresentada uma experiência computacional, utilizando dados reais de desastres naturais, que aconteceram no estado de Santa Catarina, Brasil.

Foi utilizado o gerenciador de banco de dados Postgre SQL 8.2 para organização da base de dados, juntamente com a linguagem de programação Java 1.6; os mapas apresentados são os mapas georreferenciados pelo IBGE (IBGE, 2013).

#### 8.4.1.1 Experimento Computacional

Os dados foram levantados da base de dados do – Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres (CEPED) da UFSC. Esta base de dados utilizou documentos oficiais como Formulário de Avaliação de Danos (AVADANS); Notificação Preliminar de Desastre (NOPRED); Decreto Municipal; portarias; relatórios de danos e outros considerados não oficiais como jornal (DEFESA CIVIL, 2011). Estes documentos estão sendo referenciados como eventos registrados. A Figura 35 ilustra a sequência utilizada para determinar os clusters

Figura 35- Determinação dos Clusters



Fonte: Autora

Inicialmente, as ocorrências de desastres naturais foram separadas de acordo com os municípios do estado. Em seguida, como os dados do CEPED incluíam vários tipos de desastres, foram filtrados das bases de dados somente as ocorrências de desastres naturais, resultando, assim, em 3.247 ocorrências selecionadas. Consideraram-se os tipos de desastres naturais conforme classifica a Secretaria de Defesa Civil Nacional (DEFESA CIVIL, 2011). Pôde-se, com isso, constatar a distribuição anual dos eventos registrados por desastres naturais (Figura 36), e por tipo de desastre (Figura 37).

Figura 36- Distribuição anual de eventos registrados em Santa Catarina

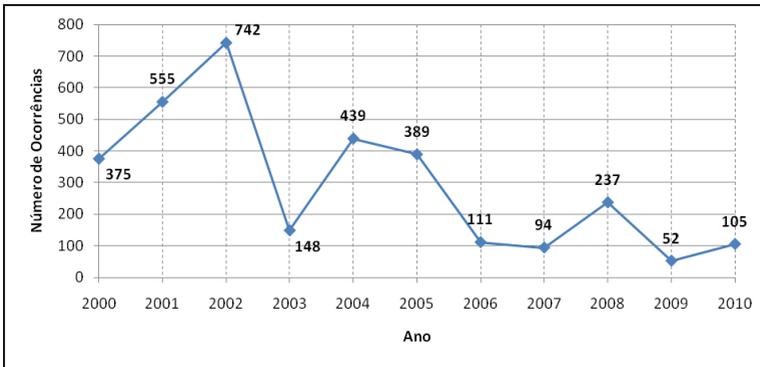
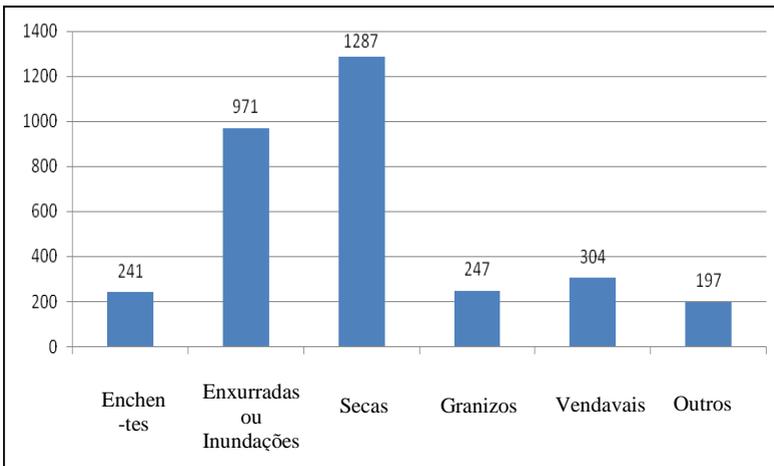


Figura 37- Soma absoluta dos eventos registrados por Tipo de Desastre



Conforme a distribuição anual de eventos registrados em Santa Catarina (Figura 36), no ano de 2002, foi documentado o maior número de ocorrências em comparação com os outros anos. No ano de 2009, foram registrados 52 eventos, neste ano, foi documentado o menor número de desastres naturais do Estado.

As secas (estiagens), as enxurradas ou inundações são os tipos de desastres que ocorrem com maior frequência no Estado, seguidas, respectivamente, pelos vendavais, granizos e enchentes (Figura 37).

Como os dados do CEPED já estavam organizados, não foi necessário pré-processamento ou uma limpeza dos dados antes de proceder à base de dados a mineração de dados, como a remoção de dados incompletos ou eliminação da repetição dos dados. No entanto, para o objetivo deste trabalho, uma conversão dos dados foi necessária para definir a base de dados e os atributos que deveriam ser explorados pelo algoritmo K-means. Com isso, relacionou-se numa matriz cada município com sua devida frequência para cada tipo de desastre natural. Assim, definiram-se como atributos a frequência que cada município de Santa Catarina possuiu em 10 anos para vendaval, granizo, enchente, enxurrada e estiagem.

Em geral, técnicas de agrupamento calculam a partição da matriz  $[\mu_{kj}]_{K \times n}$ , onde  $\mu_{kj}$  representa o grau de pertinência para o  $j$ -th ponto  $x_j$ , do agrupamento  $C_k$ ,  $k = 1, \dots, K$ . Assim,  $\mu_{kj} = 1$  se o ponto  $x_j$  pertence a  $C_k$  e  $\mu_{kj} = 0$ , caso contrário (Bandyopadhyay, 2011). Para realizar o processamento da informação e determinar os clusters, foi utilizado o algoritmo *K-means*. Este algoritmo realiza uma sequência de procedimentos iterativos que formam  $K$  clusters esféricos compactos nos dados de entrada, com o objetivo de minimizar a Equação 1, como apresentado no item 5.3.2 (Método *K-means* para análise de *Clusters*).

#### 8.4.1.2 Resultados e Análise do Processamento de Dados

Para definir o número de *clusters*, foram analisadas a média da distribuição centróide e o cálculo Davies Bouldin (Halkidi *et al.*, 2001), que é baseado na medida de dispersão e uma medida de dissimilaridade entre os clusters. Com base nisso, decidiu-se que o número de quatro clusters responde ao teste computacional esperado. Os resultados do *K-means* são apresentados, de forma resumida, na Tabela 14.

Tabela 14- Resultados do algoritmo *K-means*

Cluster	Ocorrência dos eventos						Total de Eventos	Municípios
	Vendavais	Granizos	Enchentes	Enxurradas e Inundações	Estiagens	Outros		
1	87	73	22	100	845	33	1160	90
2	125	101	133	316	174	36	885	54
3	35	32	33	201	145	78	524	42
4	57	41	53	354	123	50	678	108

Para facilitar a análise dos resultados do *K-means*, apresenta-se o gráfico mostrado na Figura 39, que representa a média de cada conjunto de desastres por comparação com a média total. Além disso, apresenta-se o mapa do Estado de Santa Catarina com a distribuição geográfica dos clusters, como mostrado na Figura 40.

Figura 38- Caracterização dos clusters

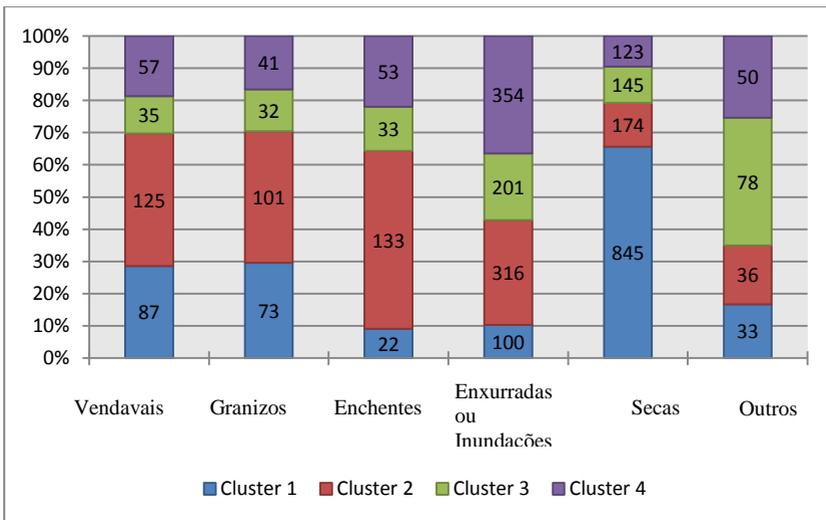


Figura 39- Média de desastres por cluster e média geral

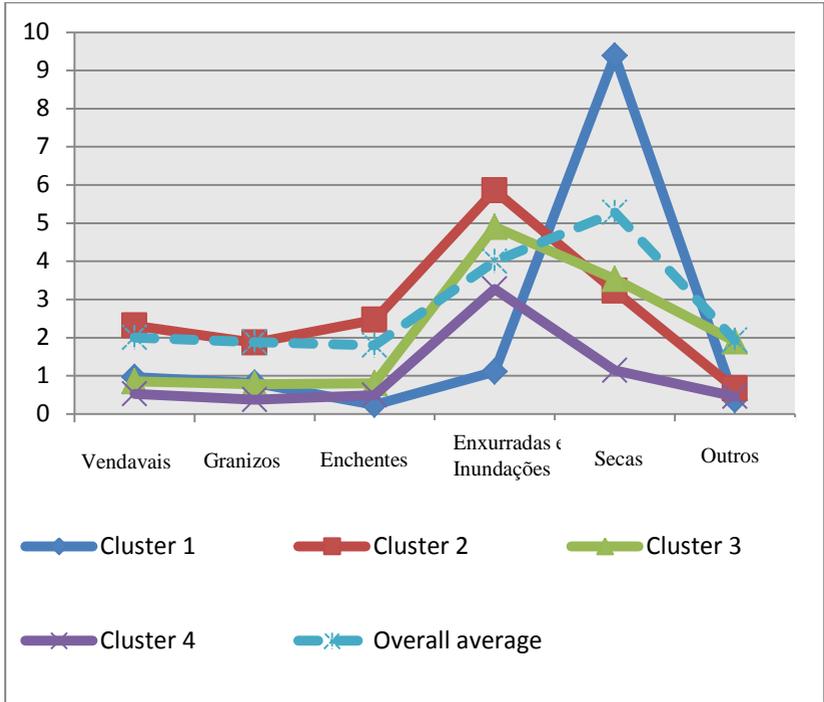
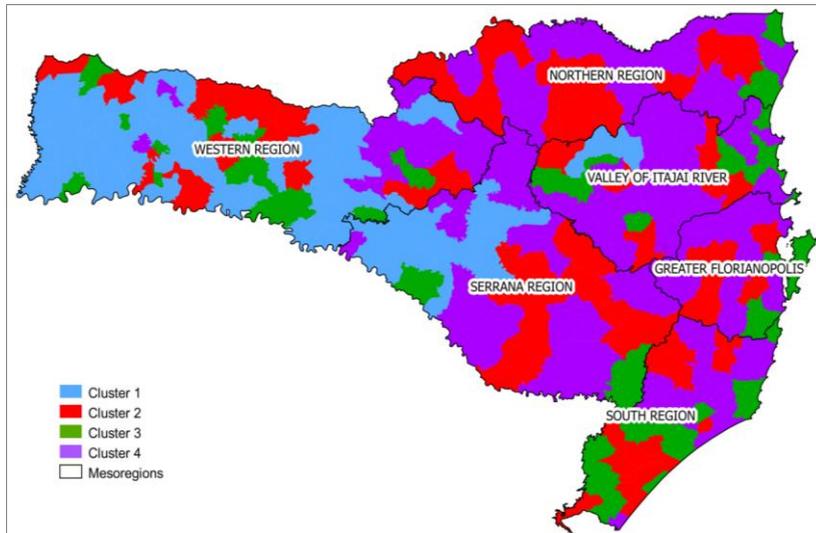


Figura 40- Distribuição geográfica dos clusters



Com base nas Figuras 38,39 e 40 , pode-se concluir que:

- O *cluster 1* é o principal deles em eventos de seca. Na Figura 39, é possível identificar que nos eventos de seca a média é acima da média global para este desastre. Para outros tipos de desastres, os valores estão abaixo da média global. De acordo com a Figura 40, nota-se que a distribuição geográfica deste grupo está concentrada na parte oeste do estado. Os eventos de seca formaram um *cluster* particular, devido à sua maior taxa de recorrência.
- O *cluster 2* difere por ter municípios com ocorrência de desastres com maior frequência de vendavais, enxurradas e inundações e enchentes. Em termos de enchentes, este é o aglomerado mais crítico, representando 37,05% de todas as ocorrências .
- O *cluster 3* é caracterizado por um número menor de municípios afetados , mas tem a segunda maior média de eventos caracterizados como enchentes, com uma frequência concentrada em áreas específicas. De acordo com a Figura 40, este *cluster* inclui os municípios do litoral do estado.
- O *cluster 4* apresenta o maior número de municípios atingidos por enxurradas e inundações, mas tem a menor média nos outros eventos. Este grupo abrange o maior número de municípios que têm uma baixa frequência de desastres.

Os tipos mais importantes de desastres no estado têm características peculiares e são distintos um do outro. As ocorrências de secas estão fortemente concentradas no oeste de Santa Catarina, onde a maioria dos municípios está envolvida em atividades agrícolas. Portanto, este evento provoca grandes perdas econômicas para a região. A maioria dos municípios afetados pelas enchentes localiza-se, principalmente, na região conhecida como Vale do Rio Itajaí; a região da capital do estado, Florianópolis; e na região Norte do Estado. Assim, o impacto gerado atinge as áreas mais urbanizadas. O processo de urbanização, que resulta em várias implicações e a ocupação desordenada agravam os impactos causados pelas enchentes. Pode-se observar que no estado de Santa Catarina os eventos mais representativos são enchentes e secas.

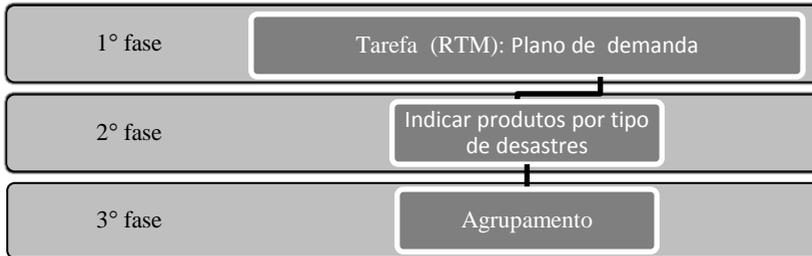
Constata-se que os *clusters* formados apresentam, em algumas regiões, uma grande aproximação espacial, além do mesmo tipo de desastres nos municípios impactados. Isso pode possibilitar as organizações responsáveis criar parcerias para investir no tipo de infraestrutura necessária, facilitar o compartilhamento das experiências, visando cooperação, espelhar soluções e aproximar interesses, gerando, com isso, mútuo aprendizado a custos mais baixos (Lima *et al.*, 2014, 2012b, 2011).

Pode-se, assim, auxiliar na coordenação estratégica, na definição de prioridades, o que poderá servir de base para o planejamento integrado, visando à preparação e os processos logísticos na iminência dos desastres. Esta metodologia deve ser implementada uma vez e, devendo ser atualizada periodicamente em uma base anual (com dados históricos). É uma metodologia que não deve ser implementada quando um desastre acontece, mas quando os planos de preparação e estratégias de mitigação de risco estão sendo desenvolvidos. Ou seja, no nível estratégico da função avaliação conforme proposto. Assim, a abordagem proposta no modelo referente à integração da subtarefa *Clustering* de desastres na tarefa Plano de Preparação de Emergência (PPE) utilizando *K-means* como uma ferramenta quantitativa de apoio à decisão (ver Figura 32) é válida para as fases de preparação e mitigação na gestão do desastre .

#### 8.4.2 Função Avaliação no Nível Tático

A Figura 41 mostra o processo de integração da tarefa referente ao Plano de Demanda no nível tático.

Figura 41- Processo de integração de tarefas no nível estratégico da função avaliação



Fonte: Autora

### 1º fase - Tarefa: Plano de demanda

Nesta tarefa, Blecken (2010) propõe, entre outras, coisas o planejamento da demanda com base nas operações e estratégias do programa de um item individual ou nível de kits. Ressalta a importância do planejamento adequado e preciso da demanda, especialmente, para os itens com importância estratégica para operações, itens com dificuldades de fornecimento ou de aquisição limitada e itens com longos prazos.

### 2º fase - Subtarefa: Itens de alívio por tipo de desastres

Esta subtarefa refere-se à elaboração de um quadro de itens para alívio das necessidades, o qual é desenvolvido para criar uma padronização dos tipos de suprimentos por tipos de desastres. Desta forma, é possível classificar os produtos utilizados por tipo de desastres.

### 3º fase- Agrupamento

Com os resultados da atividade "Clusterização de Desastres" é feita uma análise junto aos especialistas da organização responsável ao atendimento aos desastres referente a quais tipos de produtos são comumente usados para cada tipo de desastre. Assim, monta-se o quadro referenciando o tipo de produto por *clusters*.

A Figura 42 ilustra a sequência utilizada para determinar os tipos de suprimentos por tipos de desastres

Figura 42- Etapas para a determinação dos suprimentos por clusters



Fonte: Autora

#### 8.4.2.1 Suprimentos por tipo de desastres

Para a implementação, foram utilizados os itens que compreendem a Assistência Humanitária prestada pela Secretaria de Estado da Defesa Civil, conforme o artigo 7º da Lei Complementar 381 de 07/05/2007 (Portaria nº 23 em 05/03/2013). A Tabela 15 mostra estes itens.

Tabela 15- Itens de Assistência Humanitária

Itens	Tipo de Produtos	Tipo Desastre
1	Água Potável	Estiagem
2	Cestas de Produtos de Pronto Consumo	Enchentes
3	Cestas Básicas de alimentos	Enchentes
4	Pastilhas Purificadoras de água	Todos*
5	Kit para Higiene pessoal	Todos*
6	Kit limpeza doméstica	Inundações, Enchentes
7	Kit complementar de acomodação para solteiro	Inundações, Enchentes
8	Kit complementar de acomodação para casal	Inundações, Enchentes
9	Colchão para solteiro	Inundações, Enchentes
10	Colchão para casal	Inundações, Enchentes
11	Lona para Cobertura	Vendaval e Granizo
12	Cumeeiras para telha de fibrocimento 4mm	Vendaval e Granizo
13	Cumeeiras para telha de fibrocimento 5mm	Vendaval e Granizo
14	Cumeeiras para telha de fibrocimento 6mm	Vendaval e Granizo
15	Prego telheiro para telha de fibrocimento 4mm	Vendaval e Granizo

16	Parafuso telheiro para telha de fibrocimento de 5mm e 6mm	Vendaval e Granizo
17	Telha de fibrocimento ondulado de 4mm	Vendaval e Granizo
18	Telha de fibrocimento ondulado de 5mm	Vendaval e Granizo
19	Telha de fibrocimento ondulado de 6mm	Vendaval e Granizo
20	Reservatório de água para 5 mil litros	Estiagem
21	Reservatório de água para 10mil litros	Estiagem
22	Fralda descartável infantil	Todos*
23	Fralda descartável geriátrica	Todos*
24	Kit Básico de iluminação de emergência	Inundação, Vendaval

Fonte: Secretaria de Estado da Defesa Civil (Portaria nº23)

Verificou-se junto a especialistas da Secretaria da Defesa Civil do Estado, quais itens normalmente são mais utilizados por tipo de desastre, esta abordagem possibilita a classificação dos Itens de Assistência Humanitária por *Cluster*, conforme ilustra a Tabela 16.

#### 8.4.2.2 Definição dos Itens de Assistência humanitária por *Clusters*

Agruparam-se os itens de assistência por categorias e assim, identificou-se o(s) respectivo(s) *cluster*(s). A Tabela 16 exhibe esta classificação.

Tabela 16- Itens de Assistência Humanitária por Clusters

Grupos de Itens de Assistência	Categoria dos Grupos	Clusters
1,2,3,4*	Subsistência	1,2,3
5*,6,22*,23*	Higiene e Limpeza	2,3,4
7,8,9,10,	Acomodação	2,3,4
11,12,13,14,15, 16,17,18,19,24	Proteção contra intempéries	2
20,21	Reservatórios	1

Esta abordagem auxilia no processo de tomada de decisão antecipando a informação, na fase de preparação e mitigação, ou seja, tendo a informação referente ao tipo de desastres e quais itens de assistência são mais utilizados, o gestor responsável pode ter uma maior agilidade e flexibilidade para vários tipos de decisões, como por exemplo, tipo de

fornecedores, tipo de infraestrutura, tipo de auxílios solicitados e especializados.

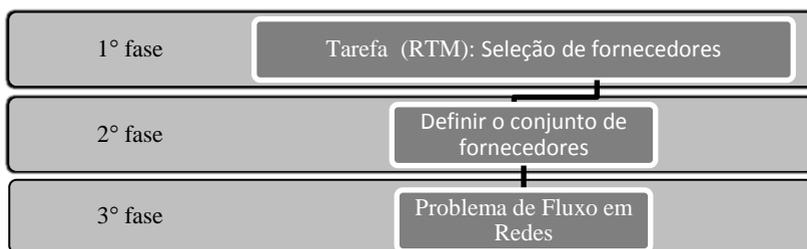
A padronização dos processos da cadeia de suprimentos pode ser a chave para melhorar a eficácia e eficiência operacional, bem como a cooperação e a coordenação em operações humanitárias (Blecken, 2010).

#### 8.4.3 Função Aquisição no Nível Operacional

Este item representa o que foi descrito no Capítulo 7 referente à construção do modelo no item 7.3.2.2.

A Figura 43 mostra o processo de integração da tarefa referente à seleção dos fornecedores no processo de aquisição.

Figura 43- Processo de integração de tarefas para a seleção de fornecedores



Fonte: Autora

##### 1º fase: Tarefa Selecionar Fornecedores

Nesta tarefa, Blecken (2010) afirma: "[...]que os fornecedores devem ser facilmente acessíveis e flexíveis para responder à evolução da procura, de confiança em caso de encomendas de alta prioridade e oferecer um baixo custo total de propriedade de bens e serviços. Isto se reflete nos elementos do processo RTM . "

##### 2º fase: Subtarefa - Definir conjuntos de fornecedores adequados

Conforme já relatado no item 7.3.2.2, é necessária a adoção de considerações, de modo que os potenciais fornecedores sejam capazes de atuar na fase de resposta das operações humanitárias. Considera-se então: (a) existência de parceria entre empresas privadas e organizações humanitárias em que, de alguma forma, comprometam-se em informar e

atualizar seus dados de identificação, localização, capacidade de fornecimento e preço; (b) o uso do sistema *Cost Insurance and Freight* (CIF) - transporte por conta do fornecedor ;

Ressalta-se que a modelagem pode ser flexível o suficiente para considerar o tempo como uma variável e, assim, considerar negativamente possíveis atrasos. Isto é, nesta atividade o modelo contempla o índice de penalidade. Este índice foi definido empiricamente por especialistas da área como uma aproximação do custo de falta. O procedimento de solução procura os fornecedores com a disponibilidade do produto no tempo requerido , ou o mais próximo disto. O custo total é afetado pelo custo de falta.

### **3° fase- Ferramenta quantitativa de apoio à decisão: Problema de Fluxo em redes adaptado a LH**

Este é também um dos temas chave na elaboração do modelo proposto. Utilizando-se a modelagem proposta no item 7.3.2.2, apresenta-se, na sequência, o desenvolvimento do cenário de 1983, replicado para a situação atual.

Utilizaram-se técnicas de simulação e otimização para estudar o impacto da aplicação do modelo quantitativo na gestão de processos de negócio na função aquisição no nível operacional na cadeia de suprimentos humanitária.

#### **8.4.3.1 Implementação computacional**

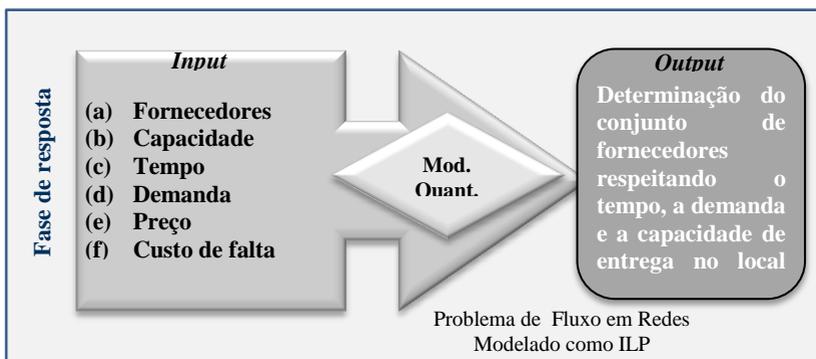
O cenário de 1983 replicado para a situação atual está representado no cluster 2, o qual apresenta como principal desastre as enchentes. Este tipo de evento ocorre, principalmente, na região do Vale do Itajaí, na região da Grande Florianópolis e na região Norte do Estado.

Segundo a Secretaria de Defesa Civil de Santa Catarina, cesta básica é o produto emergencial mais utilizado neste tipo de desastre (ver Tabela 16). Determinou-se, então, cestas básicas como sendo o produto necessário para o atendimento emergencial nas regiões atingidas do estado.

Considerando a emergência da situação é primordial que o produto esteja nas cidades atingidas o mais rápido possível. Busca-se determinar quais fornecedores poderiam entregar o produto no tempo solicitado ou mais próximo disto considerando, ainda, o menor custo.

A Figura 44 ilustra os *inputs* e *outputs* do problema de fluxo em redes

Figura 44- Inputs e Outputs do Problema de Fluxo em Redes



Fonte: Autora

A Tabela 17 representa os dados de entrada referentes às quantidades de demandas de cestas básicas por municípios nas respectivas datas solicitadas. Estes dados foram obtidos utilizando o número projetado de pessoas desabrigadas para o ano de 2010, conforme apresentado na Tabela 13 e segundo informações da Defesa Civil do estado de SC, calcula-se uma cesta básica para cada quatro pessoas desabrigadas. Assim, obtiveram-se os dados referentes à quantidade de demanda por municípios. Utilizaram-se dados empíricos para definir a data solicitada. Ressalta-se que, de uma forma geral, dados referentes à quantidade de demanda são estimados conforme a população da região atingida e devido ao nível de incerteza da avaliação inicial, este dado pode sofrer alterações.

Tabela 17- Quantidade solicitada do produto

Demanda (Dm)	Município	Data Solicitada	Quantidade (unid.)
1	Araranguá	12-jul	250
2	Blumenau	20-jul	2500
3	Blumenau	10-jul	22650
4	Blumenau	23-jul	1250
5	Caçador	12-jul	675
6	Campos Novos	17-jul	270
7	Canoinhas	15-jul	1256
8	Chapeco	22-jul	438
9	Chapeco	14-jul	320
10	Concordia	17-jul	500
11	Correia Pinto	19-jul	263
12	Gaspar	18-jul	995
13	Ireneópolis	12-jul	643
14	Itajaí	18-jul	10000
15	Itapiranga	21-jul	308
16	Ituporanga	16-jul	455
17	Lontras	12-jul	1000
18	Navegantes	15-jul	768
19	Porto União	13-jul	505
20	Porto União	22-jul	425
21	Rio do Oeste	10-jul	705
22	Rio do Sul	11-jul	6250
23	Rio Negrinho	13-jul	1523
24	Taio	12-jul	1270
25	Timbó	10-jul	403
26	Três Barras	23-jul	938
27	Trombudo Central	16-jul	745
28	Videira	24-jul	274

Conforme os dados apresentados na Tabela 17, as cidades de Blumenau e Itajaí solicitaram, em diferentes datas, o maior número de cestas básicas, sendo, respectivamente, um total de 26400 e 10000 unidades. Já as cidades de Videira, Araranguá, Campos Novos e Correia Pinto tiveram as menores quantidades solicitadas, variando entre 250 e 275 unidades. Observa-se também, nesta tabela, que se têm vinte e nove diferentes solicitações que estão distribuídas em datas que variam entre o dia 10 e o dia 24 de julho. .

Em operações de LH no atendimento aos desastres naturais, as organizações devem priorizar o fornecimento local, como forma de incentivo à economia na região atingida (Tomasini e Van Wasenhousse, 2009). Esta abordagem considera que no nível operacional, a organização local responsável ao atendimento emergencial, solicita a atualização dos dados de cada fornecedor, analisa a oferta e verifica os dados de entrada dos fornecedores parceiros. Identifica quais fornecedores locais estão ativos e estão enquadrados nos critérios de qualidade solicitada.

Neste cenário, a gravidade do evento e o número de municípios atingidos no estado, impossibilita que fornecedores locais estejam disponíveis para atender a demanda solicitada, sendo assim, considerou-se também fornecedores de outros estados do Brasil. A Tabela 18 exhibe os dados empíricos utilizados para a implementação computacional referente à identificação do fornecedor, representada no *Id suppliers* e nome, o respectivo local e CEP, a data referente à capacidade (por unidade) informada por cada fornecedor e o preço (R\$) por unidade de cesta básica.

Tabela 18- Dados empíricos dos Fornecedores

Id suppliers	nome	local	CEP	data	capacidade (unid.)	preço (R\$)
66	BX	Águas Frias	89843000	15-jul-83	20	200
64	BU	Belo Horizonte	30000001	20-jul-83	2100	600
62	BS	Belo Horizonte	30000001	21-jul-83	3200	590
63	BT	Belo Horizonte	30000001	22-jul-83	1100	575
40	AS	Bom Jesus	89824000	18-jul-83	15	230

37	AP	Chapecó	89812000	16-jul-83	30	160
37	AP	Chapecó	89812000	20-jul-83	10	160
48	BE	Curitiba	80530000	29-jul-83	5000	220
49	BF	Curitiba	80530000	20-jul-83	7500	225
50	BG	Curitiba	80530000	1-ago-83	1080	220
48	BE	Curitiba	80530000	17-jul-83	1200	220
41	AT	Florianópolis	88010000	16-jul-83	100	115
42	AU	Florianópolis	88010000	24-jul-83	100	115
61	BR	Fortaleza	60010000	17-jul-83	460	790
60	BQ	Fortaleza	60010000	18-jul-83	3780	700
59	BP	Fortaleza	60010000	19-jul-83	4500	680
52	BI	Porto Alegre	90010000	25-jul-83	1100	230
53	BJ	Porto Alegre	90010000	23-jul-83	880	235
54	BK	Porto Alegre	90010000	18-jul-83	4800	200
55	BL	Rio de Janeiro	20211000	13-jul-83	2000	380
57	BN	Rio de Janeiro	20211000	14-jul-83	1000	400
56	BM	Rio de Janeiro	20211000	15-jul-83	970	380
55	BL	Rio de Janeiro	20211000	16-jul-83	3800	380
44	AX	São Jose	88100001	18-jul-83	130	170
43	AV	São Jose	88100001	19-jul-83	100	170
45	AZ	São Paulo	1002000	28-jul-83	1800	300
46	BA	São Paulo	1002000	27-jul-83	500	310
47	BC	São Paulo	1002000	30-jul-83	1500	315

É importante ressaltar que, devido à principal condição ser que o produto esteja nos municípios atingidos o mais rápido possível, considera-se que o fator tempo é o mais importante neste momento.

Custo de falta do produto por dia não atendido auxilia na escolha do fornecedor no sentido de que, quando o fornecedor não tem a quantidade solicitada para aquela data, mas para outra data posterior é atribuído este custo de falta ao preço do fornecedor representado no arco correspondente ao fluxo de falta.

O modelo define aqueles fornecedores com disponibilidade do produto o mais próximo do tempo solicitado e considera o menor custo total.

Assim, arbitrou-se junto a profissionais da defesa civil, a fim de experimentação do modelo, que a falta de cada cesta básica por dia na região representa um custo de R\$148,00.

Seguindo a modelagem proposta na seção 7.3.2.2 tem-se um horizonte de tempo ( $T$ ).

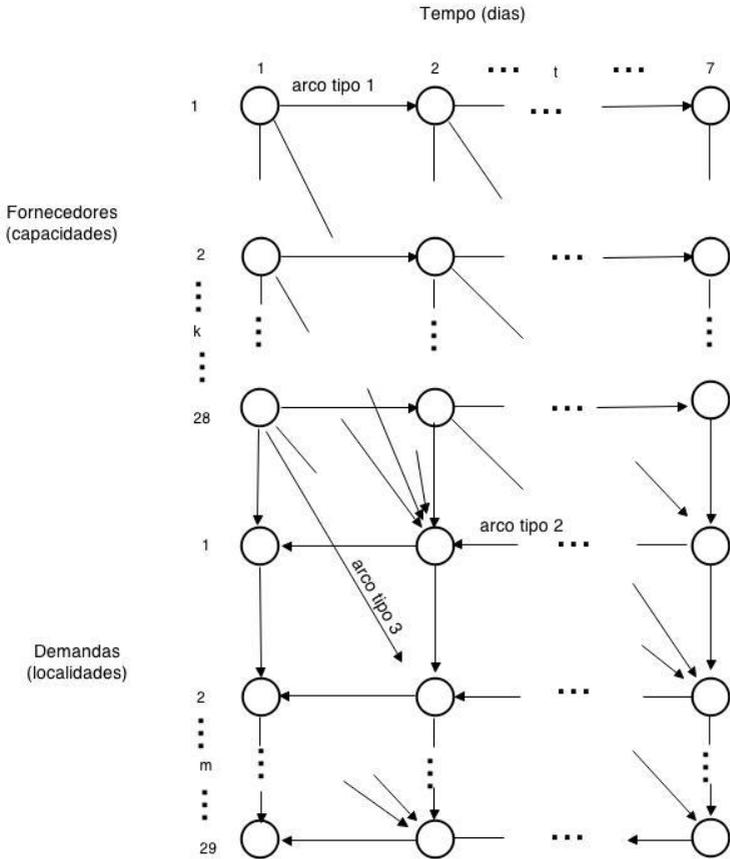
Os nós do tipo 1 representam a capacidade do fornecedor no tempo  $t$ . Os nós do tipo 2 representam demanda do produto no local no tempo  $t$ .

Assim, para este cenário, temos matriz do tipo  $(M + K) \times T$  onde, neste cenário  $M=29$ ;  $K=28$  e  $T=7$

		1	2	...	$t$	...	7	
Fornecedores $k$		$F_{11}$	$F_{12}$	...	$F_{1t}$	...	$F_{17}$	}
		$F_{21}$	$F_{22}$	...	$F_{2t}$	...	$F_{27}$	
		$\vdots$					$\vdots$	
		$F_{k1}$	$F_{k2}$	...	$F_{kt}$	...	$F_{k7}$	
		$\vdots$					$\vdots$	
		$F_{281}$	$F_{282}$	...	$F_{28t}$	...	$F_{287}$	
Localidades $m$		$D_{11}$	$D_{12}$	...	$D_{1t}$	...	$D_{17}$	}
		$D_{21}$	$D_{22}$	...	$D_{2t}$	...	$D_{27}$	
		$\vdots$					$\vdots$	
		$D_{m1}$	$D_{m2}$	...	$D_{mt}$	...	$D_{m7}$	
		$\vdots$					$\vdots$	
		$D_{291}$	$D_{M2}$	...	$D_{Mt}$	...	$D_{297}$	

Utilizando a modelagem proposta tem-se o seguinte grafo (Figura 45):

Figura 45- Modelo de Grafo Aplicado



Fonte: Autora

O método simplex especializado para resolver o problema de fluxo em redes foi implementado utilizando a linguagem de programação Java. Utilizou-se o simulador Anylogic®, para representar os resultados da modelagem proposta o qual possibilitou a visualização na linha do tempo para o cenário analisado. O cenário foi simulado para 22 dias (09/07 até 31/07).

Características do programa:

\_O algoritmo do problema de fluxo em redes roda a cada dia com um horizonte de tempo de 7 dias, ou seja, considera-se sempre os fornecedores disponíveis nos próximos 7 dias.

\_Quando a quantidade de demanda é maior que a quantidade ofertada, aplica-se a regra do fornecedor fantasma (virtual). É definido para este fornecedor um preço muito alto em comparação com os outros de forma que seja descartado na solução do problema de fluxo em redes.

\_Quando o local do desastre e o local do fornecedor são o mesmo, ou seja, quando o CEP do fornecedor é igual ao CEP do local de desastre, arbitra-se um valor percentual para a definição do número de fornecedores a ser considerado na localidade. Por exemplo, se o valor arbitrado foi de 10% e no local do desastre tem-se 100 fornecedores (CEP desastre é igual ao CEP fornecedor) o programa considera aleatoriamente somente 90 fornecedores para aquela região.

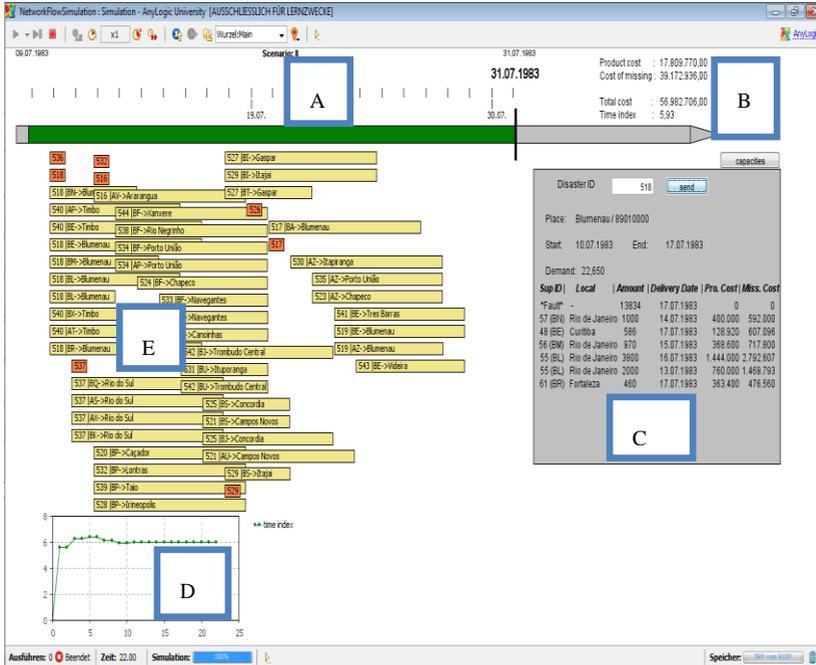
#### 8.4.3.2 Análise dos resultados obtidos

Na elaboração do problema, o custo de falta do produto por dia não atendido auxilia na escolha do fornecedor no sentido de que, quando o fornecedor não tem a quantidade solicitada para aquela data, mas para outra data posterior é atribuído este custo de falta ao preço do fornecedor representado no arco do fluxo de falta. Assim, o modelo define aqueles fornecedores com disponibilidade do produto o mais próximo do tempo solicitado e considera o menor custo total.

Utilizando o problema de fluxo de redes foram identificados, quais fornecedores deverão atender a demanda no prazo máximo de sete dias. Para facilitar o entendimento, considera-se como *lead time* logístico a diferença entre o dia solicitado do produto e o dia de entrega. Por exemplo, se a demanda foi solicitada no dia 15 e foi atendida no dia 20 os produtos tiveram um *lead time* de 5 dias.

A Figura 46 apresenta uma forma geral do resultado do problema de fluxo em redes do cenário analisado.

Figura 46- Resultado Geral



Fonte: Autora

L E G E N D A	<p><b>A:</b> Régua do tempo</p> <p><b>B:</b> Valores dos custos e índice de desempenho através da média do tempo de atendimento</p> <p><b>C:</b> Quadro dos resultados de atendimento específicos por local de demanda</p> <p><b>D:</b> Gráfico do índice do tempo de atendimento por dia</p> <p><b>E:</b> Régua do tempo de atendimento por fornecedor (Id da demanda, nome do fornecedor, local da demanda)</p>
---------------------------------	---

O quadro à direita (item C), representa como foi distribuído o atendimento da demanda no local solicitado. Indica o local da demanda, a data inicial e a data final em que a demanda foi atendida e a quantidade total demandada. Apresenta-se qual fornecedor atendeu àquela demanda, quanto do produto solicitado em qual dia foi atendido e indica, também, o

custo da operação por dia atendido. Este custo é representado separadamente pelo custo do produto (*Pro. cost*) e pelo custo de falta (*Miss. Cost*), sendo que o custo do produto representa o custo efetivamente pago pela operação e o custo de falta, é o custo referente ao *lead time*, um valor virtual utilizado para auxiliar na escolha do fornecedor.

A Figura 47 exibe uma demanda que não foi totalmente atendida e a Figura 48 exibe uma demanda que foi totalmente atendida.

Figura 47- Demanda não totalmente atendida

Disaster ID	518		<input type="button" value="send"/>		
Place:	Blumenau / 89010000				
Start:	10.07.1983	End:	17.07.1983		
Demand:	22,650				
<b>Sup ID</b>	<b>Local</b>	<b>Amount</b>	<b>Delivery Date</b>	<b>Pro. Cost</b>	<b>Miss. Cost</b>
*Fault*	-	13834	17.07.1983	0	0
57 (BN)	Rio de Janeiro	1000	14.07.1983	400.000	592.000
48 (BE)	Curitiba	586	17.07.1983	128.920	607.096
56 (BM)	Rio de Janeiro	970	15.07.1983	368.600	717.800
55 (BL)	Rio de Janeiro	3800	16.07.1983	1.444.000	2.792.607
55 (BL)	Rio de Janeiro	2000	13.07.1983	760.000	1.469.793
61 (BR)	Fortaleza	460	17.07.1983	363.400	476.560

Fonte: Autora

Na Figura 47 lê-se que foi solicitado no dia 10/07 uma quantidade de 22650 unidades de cestas básicas para a cidade de Blumenau. Uma parte desta demanda foi atendida pelos fornecedores parceiros (ID) 57, 48, 56, 55, 55 e 61 tendo respectivamente um *lead time* de 4, 7, 5, 6, 3, e 7 dias mas, a capacidade dos fornecedores parceiros não foi suficiente para atender a demanda solicitada no prazo de 7 dias, ou seja, faltaram 13834 unidades de cestas básicas para atender a região de Blumenau, no período solicitado.

Figura 48- Demanda totalmente atendida

Disaster ID	<input type="text" value="540"/>	<input type="button" value="send"/>			
Place:	Timbo / 89120000				
Start:	10.07.1983	End: 16.07.1983			
Demand:	764				
<b>Sup ID</b>	<b>Local</b>	<b>Amount</b>	<b>Delivery Date</b>	<b>Pro. Cost</b>	<b>Miss. Cost</b>
37 (AP)	Chapeco	30	16.07.1983	4.800	26.640
48 (BE)	Curitiba	614	17.07.1983	135.080	636.104
66 (BX)	Aguas Frias	20	15.07.1983	4.000	14.800
41 (AT)	Florianopolis	100	16.07.1983	11.500	88.800

Fonte: Autora

Na Figura 48, 764 unidades de cestas básicas, solicitadas no dia 10/07, para a cidade Timbó, foram atendidas pelos fornecedores parceiros (ID) 37, 48, 66 e 41 sendo que 5 dias foi menor *lead time*, no qual foram fornecidas 20 unidades de cestas básicas pelo fornecedor ID 66 (BX) de Águas Frias e, o maior *lead time* foi de 7 dias, no qual foram fornecidas 614 unidades de cestas básicas pelo fornecedor de ID 48(BE) da cidade de Curitiba.

As necessidades de cada município foram atendidas conforme a disponibilidade informada por cada fornecedor parceiro e, devido ao custo de falta por dia, o programa atendeu no tempo mais próximo da data de demanda, utilizando para isto, o fornecedor com capacidade suficiente para atender na data solicitada ou o mais próximo possível desta data. Quanto menor o tempo para atender totalmente a demanda melhor o desempenho do sistema.

Para medir o desempenho no cenário foi introduzido o índice de tempo (*time index*). Este índice é calculado utilizando o *lead time* em dias para cada demanda ao longo do tempo do cenário.

Para o cálculo deste índice, utilizou-se uma média simples:

$$time\ index = \frac{\sum lead\ time}{número\ de\ fornecimentos} \quad (5)$$

Para exemplificar calculou-se o *time index* da Figura 48 como sendo:

$$time\ index = \frac{6 + 7 + 5 + 6}{4} = 6\ dias$$

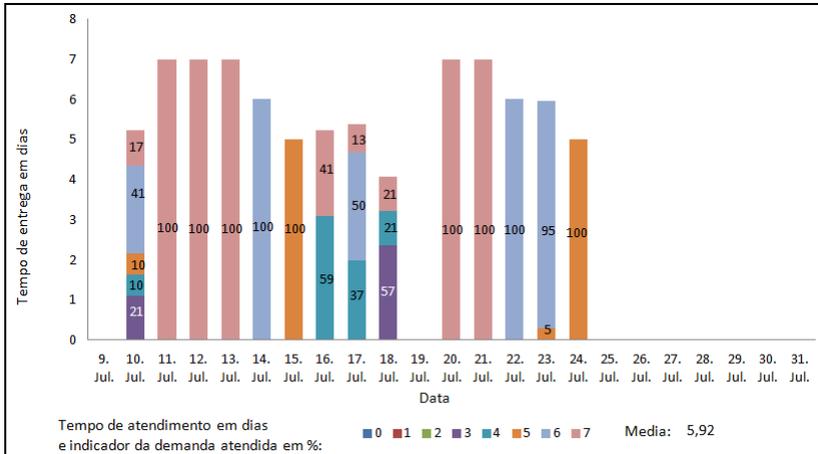
Assim, a demanda de 764 unidades de cestas básicas foi atendida, em média, em 6 dias.

No cenário analisado o *time index* é de 5,93 dias, ou seja, a demanda total solicitada levou, em média, 6 dias para ser atendida. O valor deste índice é representado no item B da Figura 46 e o gráfico deste índice é representado no item D desta mesma figura.

Na busca de verificar quanto tempo em média atendem-se as demandas originadas ao longo do período simulado, consideraram-se, também, as quantidades demandadas. Assim, utiliza-se a média ponderada, onde o peso é dado pela quantidade demandada no dia. Desta forma, tem-se a informação referente ao tempo médio de atendimento para a demanda gerada no dia.

A Figura 49 apresenta o gráfico que ilustra esta situação para o cenário estudado.

Figura 49- Demanda atendida por dia.



Fonte: Autora

Observa-se, na Figura 49, que 21% dos produtos solicitados no dia 10 foram atendidos em 3 dias, 10% foram atendidos em 4 dias, 10% em 5

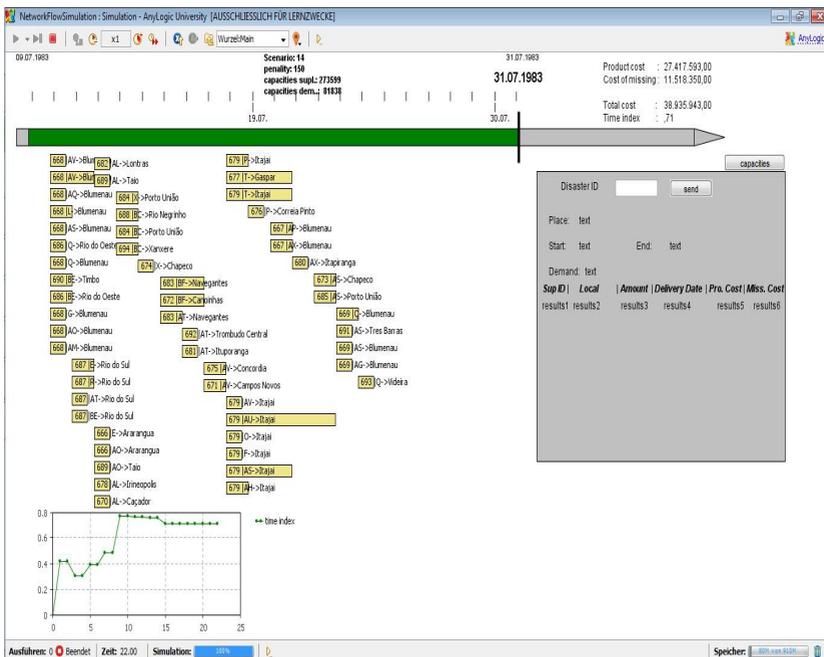
dias, 41% destas demandas foram atendidas 6 dias depois e 17% em 7 dias. O tempo médio de atendimento para esta data foi de 5 dias.

Já nos dias 11,12,13,20 e 21, 100% dos produtos solicitados foram atendidos somente 7 dias depois. Nos dias 14 e 22, 100% da demanda foi atendida 6 dias depois e nos dias 15 e 24 , 100% dos produtos solicitados foram entregues 5 dias depois.

Observa-se neste cenário, de uma forma geral, que nenhuma demanda foi atendida no dia solicitado, e o tempo médio ponderado de atendimento foi aproximadamente 6 dias.

Para fazer um comparativo, analisou-se este mesmo cenário, mas agora simulado com um número maior de capacidade e fornecedores. A Figura 50, ilustra o resultado desta simulação:

Figura 50- Resultado Geral B



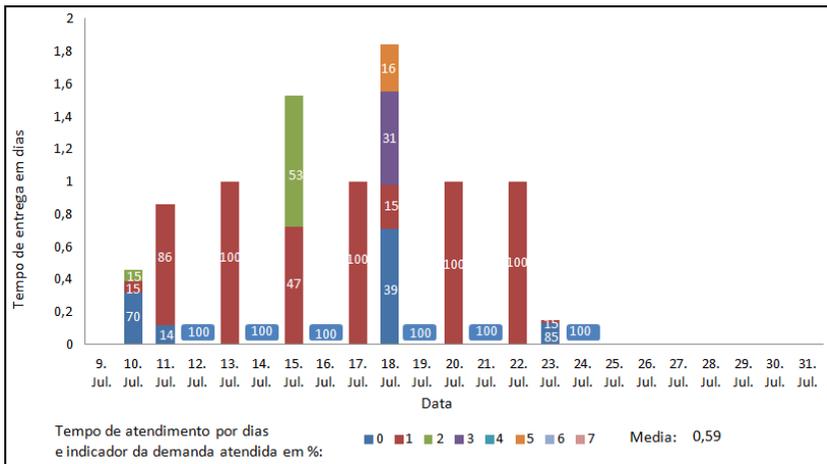
Fonte: Autora

Fazendo uma análise geral, pode-se perceber que neste cenário a demanda foi totalmente atendida em menos de 1 dia, o *time index* é de 0,71 dia e o custo total foi de, aproximadamente, 39 milhões, sendo em torno de 12

milhões o custo de falta e 27 milhões o custo do produto ,ou seja, o valor efetivamente pago. No cenário referente a Figura 46, além do tempo de atendimento ter sido maior (6 dias), o custo total também foi bem maior, ou seja, aproximadamente, 57 milhões, sendo em torno de 39 milhões o custo de falta e 18 milhões o custo do produto, o valor efetivamente pago. Neste contexto, tratando-se de LH, a situação apresentada na Figura 50 pode ser considerada “a ideal”, porque, apesar do valor efetivamente pago ser maior, o tempo de atendimento é bem menor. Ressalta-se ainda que na situação apresentada na Figura 50, quando a capacidade e a quantidade de fornecedores são aumentadas, o custo referente à falta do produto é três vezes menor que o apresentado na Figura 46.

A Figura 51 ilustra o tempo médio de atendimento para a demanda gerada no dia.

Figura 51- Indicador referente à demanda atendida por dia



Fonte: Autora

O tempo médio de atendimento para a demanda de 81.838 unidades, neste cenário é de 0,59 dias, ou seja, menos que um dia. Pode-se constatar que nos dias 12, 14, 16, 19, 21 e 24, 100% da demanda foi atendida no mesmo dia e nos dias 13, 17, 20 e 22 foi totalmente atendida 1 dia depois. Sendo que o maior *lead time* foi no dia 18 onde 16% da demanda foi atendida 5 dias depois.

Globalmente, o método calcula o custo total e é importante salientar que este custo é gerado incorporando, também, o valor do custo de falta, mas no valor final a ser efetivamente pago, este valor do custo é desconsiderado. Este custo de falta é calculado empiricamente, podendo utilizar um índice de vulnerabilidade da região, retratando uma penalidade que indica o quanto a falta deste produto custa por dia para a região atingida.

#### 8.4.3.3 Validação do fluxo em redes para LH no nível operacional

Para a validação do modelo de fluxo em redes proposto, três cenários foram desenvolvidos, simulados e interpretados de forma a avaliar os seguintes atributos em relação ao índice de tempo:

- (Cenário A) variação do custo de falta;
- (Cenário B) variação entre demanda e capacidade;
- (Cenário C) variação do preço

O resultado geral das simulações é exibido no Apêndice.

Busca-se nesta análise verificar o desempenho do modelo para alcançar o principal objetivo proposto: atender a demanda no menor tempo possível. Esta abordagem pode indicar qual a relação existente em cada um dos atributos com o índice de tempo e assim auxiliar na decisão referente a partir de qual valor pode-se trabalhar para cada um dos atributos analisados.

O desenvolvimento desta validação está em função do cenário proposto anteriormente. Buscou-se verificar o comportamento do modelo mantendo fixos os dados de entrada referentes à demanda (tempo, quantidade, local) como apresentado no item 8.4.3.1 (Tabela 17). Consideraram-se também fixos alguns dados de entrada referente aos fornecedores, os quais são apresentados individualmente para cada caso. Para os diferentes cenários, foram feitas simulações em que se variou o valor de custo de falta, a capacidade dos fornecedores, a variação do preço, respectivamente, analisando a relação das variáveis.

- Cenário A: Variação do Custo de falta

Neste cenário mantêm-se os dados referentes à demanda (conforme apresentado anteriormente) e, os dados de entrada referente aos fornecedores são desenvolvidos de forma aleatória. Para este cenário, utilizam-se 50 fornecedores com uma capacidade total de 318.197 unidades, o preço está variando entre R\$100,00 e R\$ 800,00 por unidade.

Foram definidos alguns valores para o custo de falta, sendo R\$1,00 o menor valor e R\$1000,00 o maior valor. Foram feitos 100 fornecimentos para atender a demanda total de 81838 unidades.

A Tabela 19 apresenta os resultados referentes ao *time index*, o custo do produto e custo total para cada simulação. Apresenta-se na Figura 52, o gráfico que relaciona o custo de falta com o índice de tempo e na Figura 53, a relação entre o custo total e custo de falta.

Tabela 19- Resultados cenário A

Simulação	1	2	3	4	5	6
Custo de falta (R\$)	1	5	15	20	25	40
Time index	5,23	3,98	2,28	1,87	1,92	2,02
Custo do produto (R\$)	16.606.738	16.405.354	16.666.535	17.137.685	17.149.508	17.311.745
Custo Total (R\$)	17.003.160	18.044.154	19.588.880	20.336.165	21.133.533	23.403.545

Simulação	7	8	9	10	11	12
Custo de falta (R\$)	50	60	75	100	150	200
Time index	1,92	1,83	1,34	1,08	0,68	0,61
Custo do produto (R\$)	17.329.511	17.412.776	18.192.337	20.058.550	21.852.974	22.483.505
Custo Total (R\$)	24.923.111	26.311.316	27.191.062	29.385.850	32.154.074	34.997.905

Simulação	13	14	15	16	17	18
Custo de falta (R\$)	250	300	400	600	800	1000
Time index	0,54	0,35	0,27	0,24	0,24	0,22
Custo do produto (R\$)	23.638.702	24.108.397	26.643.801	27.766.870	27.766.870	27.766.870
Custo Total (R\$)	36.858.702	38.674.297	42.259.401	49.534.870	56.790.870	64.046.870

Figura 52- Relação do Custo de falta (R\$) com o índice de tempo

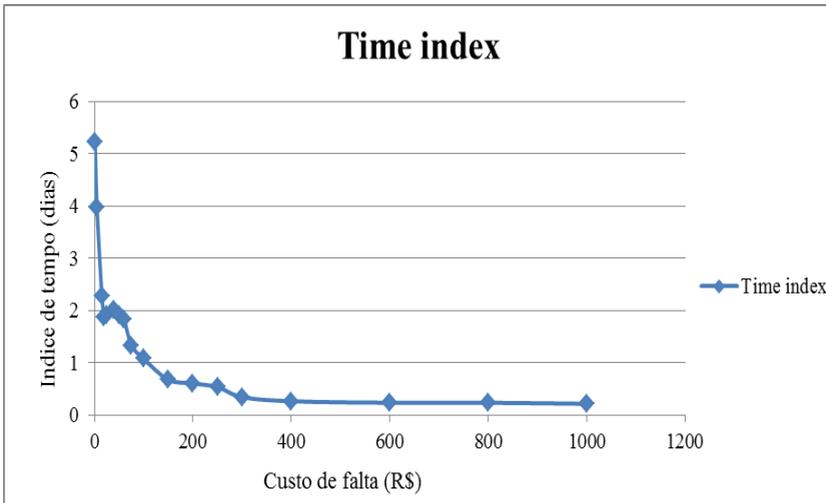
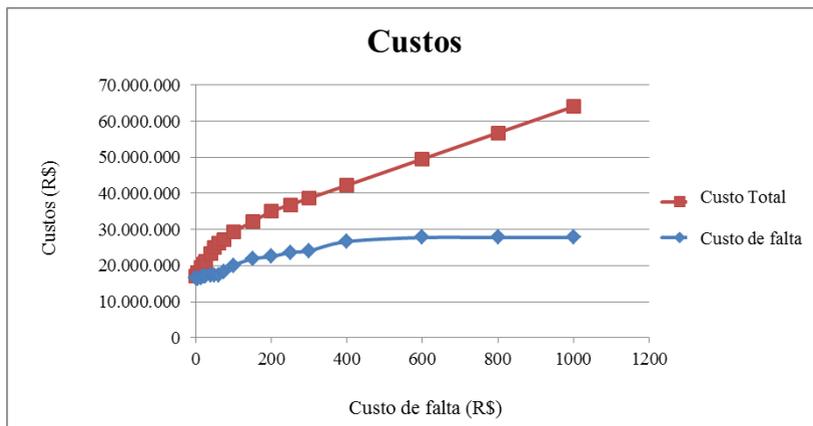


Figura 53- Relação do custo total com o custo de falta



Analisando a Figura 52 e a Figura 53, constata-se que quanto maior o valor do custo de falta por dia, o índice de tempo (número de dias para o atendimento à demanda) diminui. A partir de certo ponto, abaixo de um dia, o índice de tempo quase não diminui. Quando o custo de falta aumenta acima de 1 limiar ( $\pm$  R\$ 400) não há mais variação significativa no índice de tempo.

Pontualmente, observa-se que para o intervalo de valor de custos de falta de R\$100 a R\$200,00 o índice de tempo é menor que um dia e, a relação dos custos, apresenta-se ainda numa faixa baixa de valores neste intervalo. Sendo assim, considera-se o ponto médio do intervalo R\$150,00 como referência para o valor de custos de falta neste cenário. Isto caracteriza a importância do valor do custo de falta no modelo proposto, ou seja, quando este valor é bem dimensionado a tendência é buscar aquele fornecedor com capacidade de entrega o mais próximo possível da data solicitada, e ainda assim considerando os menores custos.

- Cenário B: Variação entre demanda e capacidade

Neste cenário aumenta-se aleatoriamente a capacidade do fornecedor. Calcula-se a variação entre a capacidade de fornecimento e a quantidade da demanda, sendo que a quantidade da demanda fica fixo e a capacidade de fornecimento aumenta. Assim será avaliada a relação entre índice de



Figura 54- Relação da capacidade/demanda com índice de tempo

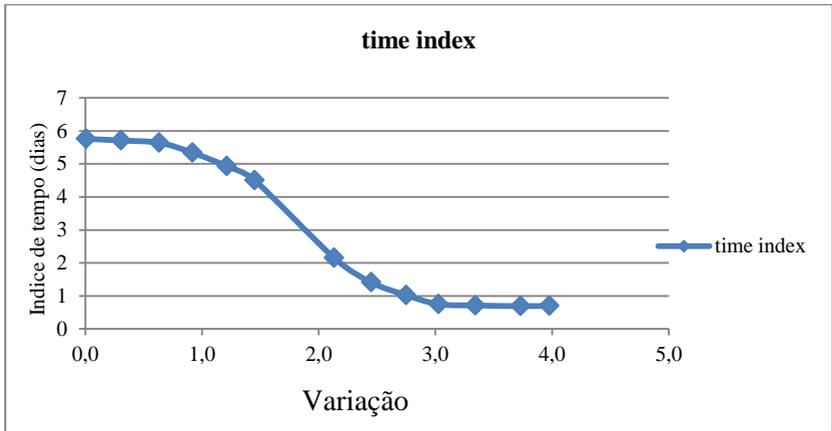
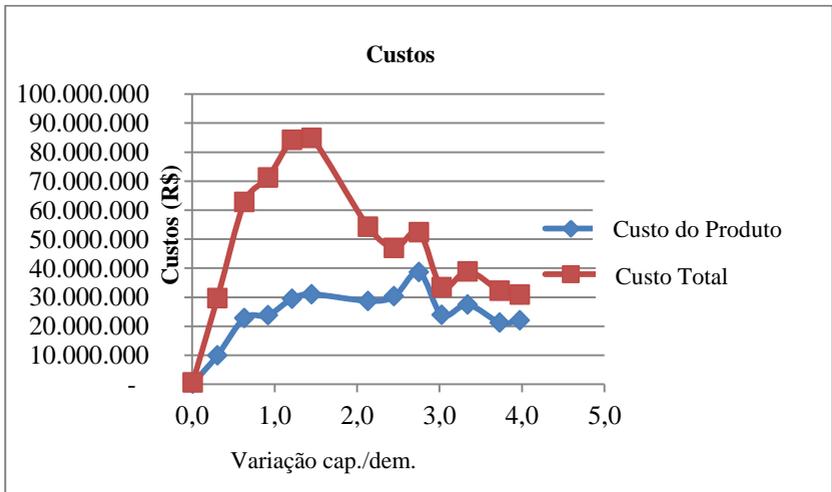


Figura 55- Relação dos custos com capacidade/demanda



Quanto menor a capacidade do fornecedor a tendência é aumentar o índice de tempo. Com isto, quanto maior a variação entre a capacidade e a demanda menor o índice de tempo.

Para um índice de tempo menor que 1 dia, significa que a variação entre a capacidade e a demanda deve ser maior que 2,7.

Mostra-se também que, quando a variação entre capacidade e demanda é menor ou igual a um não tem quase nenhuma influência para o índice de tempo. Somente quando a capacidade é maior do que a demanda o índice está mostrando o seu efeito.

- Cenário C: Variação do preço

No cenário C, considera-se uma demanda total de 81838 unidades, utiliza-se 541 unidades como sendo a capacidade mínima dos fornecedores, o custo de falta é de R\$150,00 e o preço médio dos produtos é de R\$450,00.

Analisa-se em seguida a variação do preço dos fornecimentos dos fornecedores. Deve ser analisado até quanto, preços mais altos ou baixos dentro dos fornecimentos podem influenciar o índice de tempo.

Para isto, considerou-se um preço médio. Na sequência de cenários será aumentada a faixa dos preços por R\$50,00 por cada novo cenário. Isto quer dizer que será aumentada e diminuída a faixa por um valor de R\$50,00 nas suas extremidades.

Por exemplo, na simulação 2 (ver Tabela 21):

preço mínimo = preço médio – variação

preço mínimo = R\$ 450 – R\$50 = R\$ 400

preço máximo = preço médio + variação

preço máximo = R\$ 450 + R\$50 = R\$ 500

A Tabela 21 apresenta os resultados das simulações referentes ao *time index* e aos custos (custo do produto e custo total) considerando a variação do preço. A Figura 56 e a Figura 57 apresentam os gráficos em relação a variação do preço com o índice de tempo e a variação do preço com os custos.

Tabela 21- Resultados simulação C

Simulações	1	2	3	4	5	6
Variação (R\$)	0,00	50,00	100,00	150,00	200,00	250,00
time index (dias)	0,29	0,43	0,66	0,62	0,68	0,54
custo do produto (R\$)	36.827.100	37.625.985	35.092.789	34.792.451	34.410.060	29.861.578
custo total (R\$)	41.237.550	43.911.885	43.556.98	43.945.751	41.618.310	36.371.578

Simulações	7	8	9	10	11
Variação (R\$)	300,00	350,00	400,00	449,00	450,00
time index (dias)	0,61	0,98	0,57	0,84	1,24
custo do produto (R\$)	26.726.413	21.801.960	16.443.041	19.557.988	24.565.327
custo total (R\$)	34.279.063	33.355.710	24.531.491	30.113.638	42.946.927

Figura 56- Relação da variação do preço com o índice de tempo

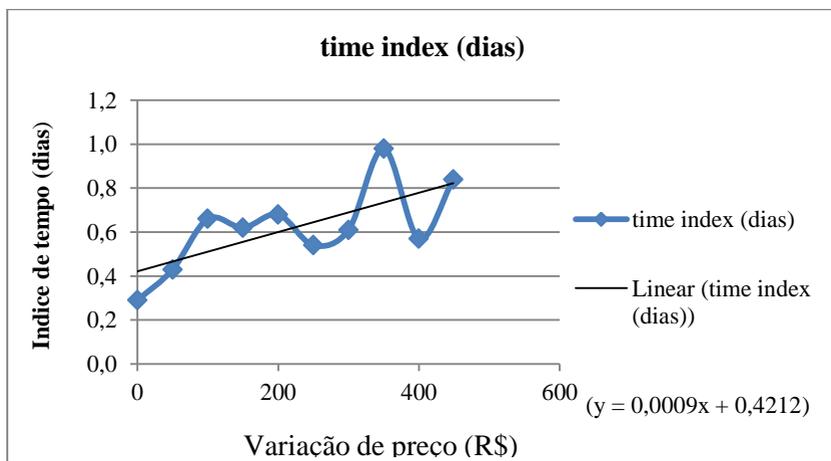
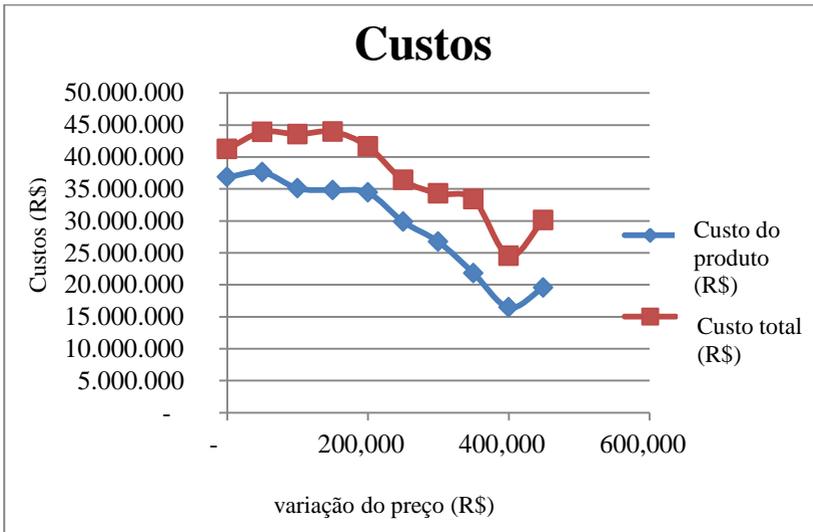


Figura 57- Relação dos custos com a variação do preço



Pode-se constatar que a variação do preço não influencia no índice de tempo. A Figura 56 mostra que o coeficiente angular é quase zero, sendo aqui 0,0009. Ou seja, o preço do fornecedor não é um fator determinante na tomada de decisão, conforme já havíamos constatado anteriormente.

Observa-se na Figura 57 que quando há mais variação de preço a tendência é que os custos diminuam. Ou seja, o sistema trabalha com preços de fornecimentos mais altos e ao mesmo tempo tem fornecimentos com custos mais baixos, os quais o sistema leva em consideração.

## 8.5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Existem registros de inundações no Estado de Santa Catarina desde 1852, quando o Rio Itajaí chegou a 16 metros acima do nível normal. Esta tragédia aconteceu novamente em grandes proporções em 1880, e assim por diante, em 1911, 1916, 1925, 1927, 1948, 1954, 1957 e 1961. Nos últimos 40 anos, Santa Catarina apresentou um histórico de desastres que teve destaque no âmbito nacional, especialmente, os relacionados com as inundações: como, por exemplo, desastres de 1974, na cidade de Tubarão, onde houve 200 mortos e 65.000 desabrigados; desastres de 1983, no

Vale do Itajaí Rio, onde houve 49 mortes e 198 mil desabrigados; desastres de 1984, no Vale do Itajaí Rio, onde houve 16 mortes e 220 mil desabrigados; desastres de 1985, no sul de Santa Catarina, onde houve 40 mortes e 29 mil desabrigados; desastres de 2008, onde 33% do território do Estado foi afetado e causou 135 mortes e 80 mil desabrigados e mais de 2 milhões de pessoas foram afetadas; desastres de 2011, no Vale do Rio Itajaí, onde houve 6 mortes e 30 mil desabrigados.

Em todos esses desastres, cidades foram parcialmente submersas. Note-se que os mais atingidos são as pessoas muito pobres que vivem nas áreas mais frequentemente afetadas. Nestes casos, houve a solidariedade humana, o governo e ajuda militar, a participação de voluntários e doadores, entre outros. No entanto, é preciso muito mais do que isso. É necessário realizar operações de prevenção, socorro, reabilitação e visar prevenir ou minimizar os efeitos dos desastres, preservando o bem estar da população e restabelecer a normalidade social.

Nesse sentido, foi proposta a aplicabilidade da abordagem metodológica em um estudo de caso, envolvendo um desastre em Santa Catarina. Foram considerados para o estudo de caso, os eventos que ocorreram durante os meses de Julho em 1983 no estado transferidos para 2010. Neste caso, fortes chuvas atingiram a região do vale do Itajaí, resultando em inundações, deslizamentos e enchentes. Conforme já relatado anteriormente, o auxílio nesta época era ainda muito deficiente e sem a menor infraestrutura e planejamento. Este desastre foi projetado para a realidade atual e assim pode-se verificar como o modelo proposto auxilia no processo de atendimento.

Atualmente a Secretaria Estadual de Defesa Civil utiliza atividades para atender aos desastres operacionalizadas em cinco etapas:

- i . o primeiro passo consiste na previsão, em que a gestão de monitorização comunica a possibilidade de uma catástrofe,
- ii . no segundo passo, são realizadas ações da cartografia e salvamento de vítimas,
- iii . no terceiro passo, a análise dos municípios atingidos é realizada por meio de uma avaliação local e regional para verificar a situação e calcular o número de desabrigados, avaliar os danos à infraestrutura na região, o uso de um plano de contingência e identificar quais municípios estão em situação de emergência.
- iv . na quarta fase, os pedidos de auxílio são feitos, de acordo com a verificação do número de famílias afetadas.

v. na quinta etapa, a complementação às ações de assistência é realizada, de acordo com a evolução do desastre e as necessidades identificadas. Assim, as novas encomendas podem ser solicitadas.

Para a aplicação do modelo proposto, considera-se que o processo de atividades utilizadas para atender aos desastres nos municípios atingidos segue o modelo BPMN proposto (ver Figura 33: Modelagem BPMN no modelo proposto). Neste, o Centro Logístico Principal refere-se ao Ministério da Integração em Brasília, o Centro Logístico Regional à Secretaria Estadual de Defesa Civil e o Centro Logístico Local às unidades regionais de Defesa Civil (DC). Fazendo-se uma analogia com as etapas utilizadas pela Defesa Civil, pode-se destacar:

- No nível estratégico a atividade PPE (fase de preparação e mitigação): Esta fase é realizada de forma contínua, mesmo quando não for previsto um desastre. A preparação se intensifica quando há a confirmação de um evento. Neste caso, a operação de preparação é intensificada desde o início das chuvas até a declaração da situação de emergência. Este é o passo que identifica as necessidades e os destinatários com base nas características específicas da ocorrência. De acordo com o ciclo de vida de uma missão de socorro (Beamon, 2004), nesta fase são necessários poucos recursos e o tempo necessário para a fase de preparação pode levar vários meses. Assim, consideram-se apenas as decisões do nível operacional de preparação.
- Nível tático e operacional (fase de Resposta): Esta fase dura desde a elaboração dos pedidos até a entrega de suprimentos. Pedidos de itens, em geral, são feitos no prazo de 36 horas a partir do início de um desastre (Thomas, 2007). Tendo em vista que já existiam informações prévias sobre os tipos de itens de socorro para este cluster, esta fase de resposta deve ser feita num menor prazo.

Definiu-se o melhor conjunto de fornecedores respeitando, o tempo, a demanda e a capacidade de entrega no lugar atingido, desenvolvendo um modelo adaptado ao problema do fluxo em redes. Verificou-se que a condição de o produto estar o mais rápido possível no local de demanda foi satisfeita e foi utilizada a capacidade dos fornecedores nas datas mais próximas aos eventos com o menor custo. Com a validação do modelo no item 8.4.3.3, verifica-se a relação com os *inputs* e constata-se a importância do modelo de fluxo em redes para a LH.

O bom desempenho da fase de resposta foi impactado pela identificação dos *clusters* e bens de socorro que forneceram a minimização do tempo de entrega. De acordo com os resultados apresentados neste estudo de caso, é possível concluir que a determinação da frequência de vários tipos de desastres em uma determinada área pode ajudar a padronizar um método para se preparar para desastres e melhorar a tomada de decisão na área de LH.

Para cada *cluster*, a experiência e o conhecimento podem ser compartilhados e pode se tornar a base para o planejamento integrado na preparação dos processos logísticos relacionados com a iminência de um desastre.

As dificuldades enfrentadas no desenvolvimento deste trabalho surgiram na coleta de dados, mas foram superadas com a colaboração de outros pesquisadores e agências governamentais e a utilização de dados empíricos, plenamente justificados no contexto da LH, já que desastres ocorrem em ambientes dinâmicos e não se repetem exatamente da mesma forma.



## 9 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

### 9.1 CONCLUSÕES

O objetivo geral, apresentar um modelo matemático e computacional para apoiar as operações humanitárias em eventos de desastres naturais, com destaque para a função de aquisição de suprimentos, foi alcançado, obtendo-se diversas contribuições que são relatadas a seguir.

A abordagem fornece uma ferramenta de apoio à decisão através de um modelo matemático refletindo a área específica de processos de LH. Para isto três tópicos chave foram abordados: a notação BPMN, a metodologia *cluster* e o problema de fluxo em redes adaptado.

Características de um modelo de referência (RTM) para as cadeias de fornecimento humanitárias foram apresentadas com a intenção de desenvolver a integração de uma ferramenta de apoio à decisão que utiliza modelos quantitativos apropriados refletindo a área específica de LH. A integração das ferramentas nos processos foi feita, utilizando e ampliando um modelo de referência para a LH.

Com a inserção das novas atividades no RTM uma metodologia para operacionalizar a estratégia de ação foi desenvolvida. Isso foi feito para ajudar as organizações responsáveis pela resposta aos desastres, a fim de melhorar a agilidade, adaptabilidade e flexibilidade na cadeia de abastecimento. Com esta metodologia, os tomadores de decisão podem estar habilitados para gerir de forma eficiente o fluxo de materiais ao longo da cadeia de suprimentos em operações humanitárias. As tarefas descritas no RTM foram analisadas, com o objetivo de integrar as variáveis usadas nas ferramentas de apoio às decisões quantitativas com as atividades do modelo de referência.

A fim de facilitar a tomada de decisão em situações de emergência, destina-se o uso de técnicas de simulação e otimização que tentam imitar o funcionamento do sistema, de modo a estudar o impacto da aplicação das atividades sugeridas na gestão dos processos de negócio ao longo de uma cadeia de suprimentos humanitária.

Pode-se dizer que uma contribuição geral do trabalho desenvolvido e ora apresentado foi o desenvolvimento conceitual do modelo propriamente dito.

Acredita-se que tal modelo represente uma contribuição importante para a melhoria dos processos de coordenação e possa servir de base para órgãos

como a Defesa Civil e instituições envolvidas na coordenação de processos logísticos em situações emergenciais.

Cumprindo com os objetivos propostos inicialmente, o trabalho apresentou um modelo matemático e computacional para apoiar as operações humanitárias na resposta aos desastres naturais, de forma a auxiliar à tomada de decisão na coordenação de materiais, com destaque para a função de aquisição de suprimentos para eventos em desastres naturais, o qual tomou por objeto de estudo o estado de Santa Catarina.

As contribuições específicas da metodologia proposta foram:

- Desenvolvimento do modelo quantitativo utilizado nas etapas da modelagem do problema em estudo.
- Desenvolvimento do processo de integração com o modelo de referência (RTM).
- Desenvolvimento das etapas propostas numa visão sistêmica usando BPMN.

A ferramenta quantitativa incorpora o agrupamento de tipos de desastre de acordo com as regiões geográficas com base em um algoritmo *K-means*, a fim de predeterminar bens de socorro necessários. Com base nessa estrutura de demanda, determinados fornecedores são selecionados com a possibilidade de entregar os itens em curto prazo, utilizando um modelo de fluxo em redes adaptado à LH. A fim de entender como o modelo de fluxo em redes pode facilitar a tomada de decisão, foram utilizadas técnicas de simulação e otimização na análise de cenários para então estudar o impacto da aplicação do modelo na fase de aquisição.

A integração da ferramenta quantitativa para os fluxos de atividades e processos foi realizada, utilizando e ampliando um modelo de referência de tarefas existente para a LH. O uso do conceito BPM e a notação BPMN permitiu que as etapas fossem consolidadas em uma visão sistêmica. Isto pode ser considerado como uma abordagem para melhorar o tempo de resposta, a capacidade de adaptação e a flexibilidade nas cadeias de abastecimento humanitárias através de uma gestão eficiente dos materiais e dos fluxos de informação ao longo da cadeia de suprimentos em operações humanitárias.

Com o intuito de entender como o método pode facilitar a tomada de decisões para diferentes indivíduos, bem como para tirar conclusões gerais e discutir as limitações e oportunidades para apoio à decisão durante eventos de emergência, essa pesquisa utilizou análise de cenário

de forma a estudar o impacto da aplicação e adaptação do modelo de processo no gerenciamento de processos de negócios ao longo de uma cadeia de assistência humanitária. Com o intuito de exemplificar uma aplicação do modelo proposto, estudou-se o cenário de um desastre ocorrido no estado de Santa Catarina.

É importante salientar que a adaptação do problema do fluxo em redes para o contexto da LH é uma das principais contribuições do trabalho. Assim, devido ao custo de falta por dia, o programa atende no tempo mais próximo da data de demanda, utilizando para isto, o fornecedor com capacidade suficiente para atender na data solicitada ou o mais próximo possível desta data. Quanto menor o tempo para atender totalmente a demanda melhor o desempenho do sistema. Outra importante contribuição está no desenvolvimento do quadro de tarefas na notação BPMN na integração das subtarefas nas funções de avaliação e aquisição no modelo de referência de tarefas nos três níveis administrativos.

As contribuições específicas referente a aplicação são:

- Construção dos critérios para a formação dos *clusters* referente ao tipo de desastres e itens de assistência.
- Levantamento dos atributos e aspectos relevantes na LH que devem ser contemplados para a elaboração do modelo de fluxo em redes.
- Desenvolvimento de técnicas de simulação e otimização, para estudar o impacto da aplicação do modelo de fluxo em redes na gestão de processos de negócio na função aquisição no nível operacional na cadeia de suprimentos humanitária.
- Implementação do método simplex especializado para resolver o problema de fluxo em redes adaptado à LH, utilizando a linguagem de programação Java.
- Utilização do simulador Anylogic® para a visualização na linha do tempo no cenário analisado.
- Desenvolvimento do índice de tempo para medir o desempenho no cenário.
- Desenvolvimento do Quadro das tarefas em BPMN para LH.

## 9.2 PROPOSTAS PARA NOVAS PESQUISAS

Quanto à modelagem quantitativa:

- O modelo proposto limitou-se ao desenvolvimento de ferramentas quantitativas para as funções de aquisição e avaliação. Para futuras revisões, novas variáveis podem ser introduzidas nos modelos quantitativos, tais como para a modelagem da escolha do caminho mais curto ou os tipos de modais apropriados. Isso também irá levar a uma influência de outras tarefas no RTM e, portanto, requer novas adaptações.
- A integração de uma rede dinâmica, supondo que, numa situação de emergência, alguns links poderão ser interrompidos em determinados momentos. Isso que mudaria a modelagem no problema de fluxo de redes, assim a rede dinâmica deveria ser executada antes de gerar os dados para o problema de fluxo de redes.
- Para a definição dos custos de transporte no problema de fluxo em redes considerou-se o sistema CIF. Para novas pesquisas, sugere-se a implementação do sistema FOB (*free on board*), e considerar a matriz de distancias.
- Desenvolver novas formas para o cálculo do índice de custo de falta considerando as especificidades da LH e dos diferentes tipos de desastres.

Quanto ao sistema de processos:

- Desenvolver um sistema com uma interface com o sistema do fornecedor onde a informação da capacidade do fornecedor naquele dia e o quanto daquele produto poderiam estar disponível para atender uma população atingida, fosse on line. Mas diante da impossibilidade a sugestão é que no momento do desastre o sistema encaminhe um e-mail a todos os fornecedores parceiros indicando a quantidade que necessita. Logo após duas situações podem ocorrer:
  - o fornecedor encaminhar por e-mail a resposta e a pessoa responsável receber e alimentar o sistema ou,
  - o fornecedor tem uma interface com o sistema via website e assim, com uma senha de acesso, entra no sistema e já informa

diretamente a sua capacidade, sendo esta a melhor opção devido à rapidez no processo.

Quanto à simulação:

- Validar o valor do custo de falta por produto, verificando a relação existente entre o índice do tempo e o custo de falta.
- Desenvolver um processo de simulação estocástico;
- Definir uma política de eventos no modelo de simulação a ser aplicada nas operações de aquisição;
- Construir cenários de risco e, a partir desses cenários, simular possíveis situações no processo de aquisição para um tipo de desastre;
- Analisar diferentes cenários variando os valores de inputs e verificando as relações existentes entre estes valores;
- Simular um cenário real brasileiro.

Recentemente, há um aumento representativo de artigos publicados em relação às questões de gestão da cadeia de abastecimento, no âmbito das operações humanitárias. Mas as áreas como, planejamento de estoque, são apenas comentadas. Constata-se, também, que grandes desafios voltados à fase de pós-desastres (recuperação/reconstrução) voltados à gestão de inventários merecem destaques, assim como os aspectos ligados à infraestrutura e à instabilidade no planejamento das operações, considerando a incerteza referente à demanda, à oferta de bens e pessoal e à instabilidade política.



## REFERÊNCIAS

ACOSTA, M., GONCALVES, M., VIDAL, M.E. CAREY: Climatological control of emergency regions. OTM Workshops, Springer-Verlag Berlin Heidelberg. LNCS 7046,494–503, 2011.

ALBUQUERQUE, G., LOWE T. and MAGNO M. Synthetic Generation of High-Dimensional Data sets. Ieee Transactions on Visualization and Computer Graphics, Vol. 17, No. 12, December, 2011.

ALLWEYER, T.: Geschäftsprozess management. Strategie Entwurf Implementierung Controlling. 2nd ed. W3L-Verlag, 2007.

ALMEIDA,S.J. e ZARATE, L.H. Identificação de Grupos de Estados Brasileiros Similares em Relação a Índices de Mortalidade. III Workshop em Algoritmos e Aplicações de Mineração de Dados. WAAMD, 2007.

ALTENBURG, T.; MEYER S. How to Promote Clusters: Polycy Experiences from Latin America. World Development. Volume 27, no 9, p.1693-1713, 1999.

ANGELONI, M. T. Organizações do Conhecimento: Infra-estrutura, Pessoas e Tecnologias. Editora Saraiva. São Paulo,2009.

ANUÁRIO BRASILEIRO DE DESASTRES NATURAIS; Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Defesa Civil. Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres. Brasília: CENAD, 2012.

ANYLOGIC, Multimethod Simulations Software. Disponível em <http://www.anylogic.com/>. Acesso em 02 jun , 2014.

ASLANZADEH, M., ROSTAMI E. A. e KARDAR L. Logistics Management and SCM in Disasters. Supply Chain and Logistics in National, International and Governmental Environment. Contributions to Management Science. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2009.

BALCIK, B. e BEAMON, B.M. Facility location in humanitarian relief. International Journal of Logistics: Research and Applications , vol.11, n.2, pp. 101-121, 2008.

BALCIK, B.; BEAMON, B.M.; KREJCI, C; MURAMATSU, K.M e RAMIREZ, M. Coordination in humanitarian relief chains: Practices,

challenges and opportunities. *International Journal Production Economics*. Science Direct, vol.126 issue 1, pp.22-34, 2010.

BALDAM, R. Gerenciamento de Processos de Negócios: BPM–*Business Process Management*, 2007.

BANDYOPADHYAY, S., Genetic algorithms for clustering and fuzzy clustering. *WIREs Data Mining and Knowledge Discovery*1, 524–531, 2011.

BANOMYONG, R. e SODAPANG, A. Relief Supply Chain Planning: *insights* from Thailand. *Relief Supply Chain for Disasters: Humanitarian, Aid and Emergency Logistics*. Editado por Gyöngi Kovács, Karen M. Spens, pp. 31-43, 2011.

BEAMON, B. M., BALCIK, B. Performance measurement in humanitarian relief chains. *The International Journal of Public Sector Management*. 21(1): 4, 2008.

BEAMON, B.M. Humanitarian relief chains: issues and challenges, *Proceedings of the 34th International Conference on Computers & Industrial Engineering*, San Francisco, CA, USA, 2004.

BEAMON, B.M. and KOTLEBA, S.A. Inventory modelling for complex emergencies in humanitarian relief operations, *International Journal of Logistics: Research and Applications*, Vol. 9 No. 1, pp. 1-18, 2006b.

BEAMON, B.M. e KOTLEBA, S.A. Inventory management support systems for emergency humanitarian relief operations in South Sudan, *International Journal of Logistics Management*, Vol. 17, No. 2, pp. 187-212, 2006a.

BECKER, J.; ROSEMAN, M.; UTHMANN, C. Guidelines of Business Process Modeling. In: van der Aalst, Wil M. P.; Desel, Jörg; Oberweis, Andreas (Eds.). *Business process management*. Models, techniques, and empirical studies. Springer Verlag, Berlin, pp. 30–49, 2000.

BELARDO, S., HARRALD, J., WALLACE, W.A., WARD, J. A partial covering approach to siting response resources for major maritime oil spills. *Management Science*, vol. 30, n. 10, pp.84-96,1984.

BESIOU, M. , STAPLETON, O., VAN WASSENHOVE, L. N. System dynamics for humanitarian operations. *Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management*. 1 (1), pp. 78-103. 2011.

BEZERRA. Proposta de Catálogo Eletrônico de Processos de Negócio Baseados em UBL para Composição de Aplicações SOA. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Automação e Sistemas da Universidade Federal de Santa Catarina. 2011.

BLECKEN, A. A Reference Task Model for Supply Chain Processes of Humanitarian Organizations. Doctorate Thesis. Institute of the University of Paderborn. 2009

BLECKEN, A. Supply chain process modelling for humanitarian organizations. *Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 40(8/9), pp. 675-692, 2010.

BLECKEN, A.; HELLINGRATH, B.: Optimisation of distribution processes for a humanitarian actor on the basis of formal process models. In: Tatham, Peter (Ed.). CD-ROM Proceedings of the 1st International Cardiff/Cranfield Humanitarian Logistics Symposium, Faringdon, UK. 2007.

BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D J. Logística empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimento. São Paulo: Atlas, 2001.

BPMN. *Business Process Management* Notation. Needram: *Business Process Management Initiative*, 2004. Disponível em: <<http://www.bpmn.org/>>. Acesso em: 17 jun. 2007

CAMPOS, V.F. Gerenciamento pelas diretrizes (Holsin Kanri). Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, 1996.

CARDOSO, J., VALETTE, R. and PRADIN-CHEZALVIEL., B. Linear logic for imprecise \_rings in fuzzy Petri nets, In B. BOUCHON-MEUNIER, L., 1995.

CARDOSO,J e VALETTE, R.. Redes de Petri. Florianópolis, 1997.

CAUCHICK M. P, Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações. Elsevier, Rio de Janeiro,2010.

CAUNHYE, A.M. , NIE X., POKHARELET, S. Optimization models in emergency logistics: A literature review. *Socio-Economic Planning Sciences* ,vol.46, pp. 4-13, 2012.

CHANDES, J. e PACHÉ, G. Investigating humanitarian logistics issues: from operations management to strategic action. *Journal of Manufacturing Technology Management*. 21 (3), 320-340, 2010.

CHANG L. C., SHEN H.Y., WANG Y.F., HUANG J.Y., LIN Y.T. Clustering-based hybrid inundation model for forecasting flood inundation depths. *Journal of Hydrology*, 385, 257-268. 2010

CHANG, M., TSENG, Y. e CHEN, J. A scenario planning approach for the flood emergency logistics preparation problem under uncertainty, *Transportation Research: Part E*, Vol. 43 No. 6, pp. 737-54, 2007.

CHARLES, A. e LAURAS, M. An enterprise modelling approach for better optimisation modelling: application to the humanitarian relief chain coordination problem. Springer-Verlag Published, 2011.

CHERRIE W.W. Ng e DICKSON K.W. CHIU. E-Government Integration with Web Services and Alerts: A Case Study on an Emergency Route Advisory System in Hong Kong. *Proceedings of the 39th Hawaii International Conference on System Sciences*. Kauai, Hawaii, 2006.

CHU H. J., LIAU, C. J., LIN C.H., SU, B.S. Integration of fuzzy cluster analysis and kernel density estimation for tracking typhoon trajectories in the Taiwan region. *Expert Systems with Applications*, 39 (10), 9451-9457. 2012.

COPPOLA, D. P. *Introduction to International Disaster Mangement*. 2nd Ed. Butterworth-Heinemann, 2011.

COUGHLAN, P.; COUGHLAN, D. Action research for operations management, *International Journal of Operations & Production Management*, 22 (2), pp.220 – 240, 2002.

CRUZ, T. *Uso e Desuso de Sistemas de Workflow: Porque as organizações não conseguem obter retorno com investimentos em projetos de Workflow*, E-Papers Serviços Editoriais, Rio de Janeiro, 2006.

DAVENPORT, T. H. *Reengenharia de Processos: como inovar na empresa através da tecnologia da informação*. Rio de Janeiro, Campus, 1994.

DEFESA CIVIL. Disponível em: [www.defesacivil.gov.br](http://www.defesacivil.gov.br). Acesso em June, 2013.

DESSOUKY, M., ORDÓÑEZ, F., JIA, H., SHEN, Z. Rapid distribution of medical supplies. In: Hall R, editor. Delay management in health care systems. New York:Springer, p p. 309-338, 2006.

DUFFIE, N. Challenges in design of heterarchical controls for dynamic logistic systems, Dynamics in Logistics, Berlin-Heidelberg: Springer, pag. 03-23, 2008

DURAN, S., GUTIERREZ, M.A., KESKINOC AK, P.N. Pre-positioning of emergency items worldwide for CARE International. Interfaces. in press, 2011

DYNES, R., QUARANTELLI, E., KREPS, G. A Perspective on Disaster Planning. Report Series 11, Columbus, Disaster Research Center, The Ohio State University, 1972.

ECLIPSE. Eclipsecon. Disponível em <http://eclipse.org/> . Acesso em 10 jun 2013.

ERTEM MA, BUYURGAN N, ROSSETTI MD. Multiple-buyer procurement auctions model for humanitarian supply chain management, International Journal of Physical Distribution and Logistics Management 40(3): 202-227, 2010.

FALASCA, M.; ZOBEL, C. A two-stage procurement model for humanitarian relief supply chains, Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management, vol. 1, n. 2, pp. 151 – 169, 2011.

FAYYAD, U. M., PIATETSKY-SHAPIRO, G., SMYTH, P., e UTHURUSAMY, R. Advances in Knowledge Discovery and Data Mining. AAAI Press, Menlo Park, CA, 1996.

FERREIRA F. Dynamic Response Recovery Tool for Emergency Response within State Highway Organisations in New Zealand. Thesis Doctor of Philosophy at the University of Canterbury, 2010.

FERRIS E. The Global Humanitarian Platform: opportunity for NGOs? Forced Migration Review (29): 6-8, 2007.

FOWLER, M.; SCOTT, K. UML, Essencial: Um breve guia para a linguagem-padrão de modelagem de objetos. 2a edição. Tradução V. Pezerico e C. T. Price. Revisão R. T. Price. Bookman, Porto Alegre, 2000.

FU, L. SUN, D. RILETT, L. R.. Heuristic shortest path algorithms for transportation applications: state of the art. *Computers and Operations Research*, Volume 33, Issue 11 (p.3324-3343). ISSN.: 0305-0548. Elsevier Science Ltd, 2006.

GARIMELLA, K.; LESS, M.; WILLIAMS, B. *BPM Basic for Dummies*. Indiana: Wiley Publishing.,2008.

GIAGLIS, G. M. A Taxonomy of Business Process Modeling and Information Systems Modeling Techniques. In: *The International Journal of Flexible Manufacturing Systems* 13 (1), pp. 209–228, 2001.

GIBBONS, D.E., SAMADDAR S. () Designing Referral Network Structures and Decision Rules to Streamline Provision of Urgent Health and Human Services. *Decision Sciences*. Volume 40 Number 2 May, 2009.

GRALLA E. Preparing for Disasters: The Importance of Logistics. Massachusetts Institute of Technology, Boston, MA, Working Paper. 2007

GUIMARÃES e ÉVORA. Sistema de informação: instrumento para tomada de decisão no exercício da gerência. *Ci. Inf.*, Brasília, v. 33, n. 1, p. 72-80, jan./abril, 2004.

HALKIDI, M; BATISTAKIS , Y e VAZIRGIANNIS, M. On Clustering Validation Techniques. *Journal of Intelligent Information Systems*, 17:2/3, 107–145, 2001.

HAN, J. e KAMBER, M. *Data mining: concepts and techniques*. Morgan Kaufmann Publishers Inc., San Francisco, CA, USA, 2000.

HERNANDEZ-MATIAS, J.C.; VIZAN, A.; PEREZ-GARCIA, J.; RIOS, J. , An integrated modeling framework to support manufacturing system diagnosis for continuous improvement, *Robotics and Computer-integrated manufacturing*, 24, 2, 187-199, 2008.

HILLER,F. e LIEBERMAN,G. *Introdução a Pesquisa Operacional*. AMGH Editora Ltda. 8º edição, 2010.

HOLGUÍN VERAS, J., Jaller, M., Van Wassenhove, L. N., Perez, N., Wachtendorf, T. On the unique features of post-disaster humanitarian logistics. *Journal of Operations Management*. 3 (7-8), pp. 494-506,2012.

HOLMES J. Humanitarian action: a Western-dominated enterprise in need of change. *Forced Migration Review*(29): 4-5, 2007.

HORNER, M.W., DOWNS, J.A. Optimizing hurricane disaster relief goods distribution: model development and application with respect to planning strategies. *Disasters*, vol.34, n.3, pp.821-844,2010.

HUMPHREY, J.; SCHMITZ, H. The triple C approach to Local Industrial Policy. *World Development*. No 12, Volume 24, p.1859-1877, 1996.

HURBEAN, L. The business of process integration. Published in: *The Proceedings of the 8th International Conference on Informatics in Economy*, Vol. n/a, No. n/a (17. May 2007): pp. 566-571, 2007.

IAKOVOU, E., IP, C.M., DOULIGERIS, C., KORDE, A. Optimal location and capacity of emergency cleanup equipment for oil spill response. *European Journal of Operational Research*, vol.96, n.1, pp.72-80, 1997.

IBGE . Disponível em : [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br). Acesso em Junho,2013

IGLIORI, D. C. *Economia dos Clusters Industriais e Desenvolvimento*. Editora Iglu, São Paulo. 2001.

JAHRE, M., JENSEN, L. M. Coordination in humanitarian logistics through clusters. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 40 (8/9), 657-674, 2010.

JAHRE, M., NAVANGUL, A. K. Predicting the unpredictable – Demand Forecasting in International Humanitarian Response. In: *Proceedings of the 23rd Annual NOFOMA Conference*. Harstad, Norway, 265-281, 2011.

JAVA. Disponível em <http://java.com/en/>. Acesso em 05 fev 2014.

JIA, H., ORDÓÑEZ, F., DESSOUKY, M. A modeling framework for facility location of medical services for large-scale emergencies. *IIE Transactions*, vol.39, n.1, pp. 41-55, 2005.

JIA, H., ORDÓÑEZ, F., DESSOUKY, M. Solution approaches for facility location of medical supplies for large-scale emergencies. *Computers & Industrial Engineering*, vol. 52, n.2, pp.257-276, 2007.

JURIC, M. B.; SASA, A.; ROZMAN, I. WS-BPEL extensions for versioning. *Information and Software Technology*, v. 51, n. 8, p. 1261-1274, 2009.

KELLER, G.; NÜTTGENS, M.; SCHEER, A.W.: Semantische Prozessmodellierung auf der Grundlage Ereignisgesteuerter Prozessketten (EPK), Saarbrücken, 1992.

KENNINGTON, J.L. e HELGASON, R.V. Algorithm for Network Programming. New York, John Willey & Sons. 1980.

KO, R. K. L. A computer scientist's introductory guide to *business process management* (BPM). Crossroads, v. 15, n. 4, p. 11-18, 2009.

KO, R. K. L.; LEE, S. S. G.; LEE, E. W. *Business process management* (BPM) standards: a survey. *Business Process Management Journal*, v. 15, n. 5, 2009.

KOGAN, J., NICHOLAS, C., TEBOULLE, M. Grouping Multidimensional Data: Recent Advances in Clustering. Berlin: Springer. 2006.

KONGSOMSAKSAKUL, S., YANG, C., CHEN, A. Shelter location-allocation model for flood evacuation planning. *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, vol. 6, n.4, pp.237-252. 2005.

KOVÁCS, G., SPENS, K. M. Humanitarian logistics in disaster relief operations. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 37 (2), 99–114, 2007.

LARMAN, C. Utilizando UML e Padrões: Uma introdução à análise e ao projeto orientados a objetos. Tradução L. A. M. Salgado. Revisão R. T. Price. Porto Alegre, Bookman, 2000.

LEE, H. Cadeia de suprimento triplo A. *Harvard Business Review*,. 2004.

LI, BIN ; SU, HONGBO ; CHEN, FANG ; LI, SHENGGONG ; TIAN, JING ; QIN, YUCHU ; ZHANG, RENHUA ; CHEN, SHAOHUI ; YANG, YONGMING ; RONG, YUAN. The changing pattern of droughts in the Lancang River Basin during 1960–2005. *Theoretical and Applied Climatology*, .111(3).401-415, 2013.

LIMA, F. S.; Medeiros, H. C.; Gonçalves, M. B. Clusters Na Cadeia De Fornecimento Humanitária: O Centro Conjunto De Logística Das Nações Unidas - UNJLC. In: XIII ANPET Congresso de Pesquisa e Ensino em Transporte, 2011, Belo Horizonte, 2011.

LIMA, F. S. ; OLIVEIRA, D. ; GONÇALVES, M. B. A Formação De Clusters Na Logística Humanitária Utilizando Mineração De Dados.. In:

ANPET, 2011, Belo Horizonte. XXV ANPET Congresso de Pesquisa e Ensino em Transporte, 2011.

LIMA, F. S. ; OLIVEIRA, D. ; GONÇALVES, M. B. Método Para Seleção De Fornecedores Para Atendimento Às Vítimas De Desastres Naturais Considerando O Lead Time Logístico Dos Produtos.. In: XXVI ANPET - Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, Joinville,2012a.

LIMA, F. S. ; OLIVEIRA, D. ; GONÇALVES, M. B.. Metodologia para Formação de Clusters na Logística Humanitária utilizando o algoritmo K-means como ferramenta de mineração de dados.. In: XXXIII Convención Panamericana de Ingenierías,, 2012, Havana. VI Conferencia Internacional de las Ingenierías Mecánica, Eléctrica e Industrial p. 1-12. 2012b

LIMA, F. S., GONÇALVES, M.B. O gerenciamento da cadeia de suprimentos em operações humanitárias: a formação de parceria entre a TNT e o WFP. In: XXXI ENEGEP - Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Belo Horizonte. Anais XXXI Enegep, 2011.

LIMA, F. S.; GONÇALVES, M. B. Modelos de Processos e Sistema Heterárquico em Operações Humanitárias. In: ENEGEP- Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Salvador. Anais do Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2013.

LIMA, F. S.; HELLINGRATH, B. ; WIDERA, A. ; GONÇALVES, M. B. (2013).A Systemic Process Model for Procurement Decisions in Humanitarian Logistics. In: Iscram - 10th International Conference on Information Systems for Crisis Response and Management, Baden-Baden. 10th International Conference on Information Systems for Crisis Response and Management. Germany: T. Comes, F. Fiedrich, S. Fortier, J. Geldermann and T. Müller, p. 688-692, 2013.

LIMA, F. S.; OLIVEIRA, D.; GONÇALVES, M. B. Methodology for Clustering Cities Affected by Natural Disasters. Advances in Intelligent Systems and Computing. New Perspectives in Information Systems and Technologies. Springer. pp 97-107 Vol 1,2014.

LIU, C. ; KUO, Y. ; CHEN, C.-W. Emergency responses to natural disasters using Formosat-2 high-spatiotemporal-resolution imagery: forest fires . Natural Hazards ,66(2),1037-1057, 2013.

LIU, H. X. BAN, J. X. MA, W. MIRCHANDANI, P. B. Model Reference Adaptive Control Framework for Real Time Traffic Management under Emergency Evacuation. Proceedings of the 85th Annual Meeting of the Transportation Research Board (CD-ROM), Washington, 2006a.

LIU, Y. Lai, X. CHANG, G. A Cell-Based Network Optimization Model For Staged Evacuation Planning Under Emergencies. Proceedings of the 85th Annual Meeting of the Transportation Research Board (CD-ROM), Washington, D.C, 2006b.

MACIEL NETO, T.; OLIVEIRA, D. ; GONCALVES, M. B. . Proposta De Localização de Centrais de Inteligência e Suporte Humanitário Atendendo a Sazonalidade da Seca no Amazonas. In: XXVII ANPET - Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes, 2012, Joinville - SC. LOGÍSTICA HUMANITÁRIA, p. 588-599, 2012.

MARTENS, B.; SCHEIBE, K; BERGEY. P. Supply Chains in Sub-Saharan Africa: A Decision Support System for Small-Scale Seed Entrepreneurs. Decision Sciences Volume 43 Number 5 October, 2012.

MAYERLE – software “pRedeMonoProduto”, não comercializável, desenvolvido pelo Prof. Dr. Sérgio Fernando Mayerle (UFSC), 2011.

MCCALL, V.M. Designing and prepositioning humanitarian assistance pack-up kits (HA PUKs) to support pacific fleet emergency relief operations. Master’s Thesis, Department of Operations Research, Naval Postgraduate School, Monterrey, CA, 2006

MCGUIRE, G. A. Development of a supply chain management framework for health care goods provided as humanitarian assistance in complex political emergencies. PhD Thesis, Wirtschaftsuniversität Wien, Vienna, 2006.

MEIRIM, H. Logística humanitária e logística Empresarial, mmrbrasil. Disponível em: [www.mmrbrasil.com.br](http://www.mmrbrasil.com.br). [Accessed April, 2010], 2005.

MELLO, I.S. Administração de Sistemas de Informação. São Paulo> Pioneira Thomson Learning, 2006.

METE, H.O., ZABINSKY, Z.B. Stochastic optimization of medical supply location and distribution in disaster management. International Journal of Production Economics, vol.126, n.1, pp.76-84, 2010.

MITHAL, V., GARG, A., BORIAH, S., STEINBACH, M., KUMAR, V., POTTER, C., KLOOSTER, S.A., CASTILLARUBIO, J.C. Monitoring global forest cover using data mining. *ACM TIST* 2(4), 36, 2011.

MOORHEAD, P; CAMPBELL, G.A Movement Options Analysis Simulation Toolfor The Canadian Operational Support Command. Proceedings of the Winter Simulation Conference B. Johansson, S. Jain, J. Montoya-Torres, J. Hukan, and E. Yücesan, eds. ,2010.

MORIARTY, K. Ni, D. COLLURA, J. Modeling Traffic Flow Under Emergency Evacuation Situations:Current Practice and Future Directions. 86th TRB Annual Meeting. Compedium of Papers CDROM. January 21-25, Washington, D.C. United States of America, 2007.

MURATA, T. PETRI nets: properties, analysis and applications, Proceedings of the IEEE, local, v.77, n.4, p. 541-580, april, 1989.

NICHOLSON, A. Optimising Network Terminal Reliability. Proceedings of the 3rd International Symposium on Transport Network Reliability (Ed. H. J. Van Zuylen). The Hague, Netherlands, 19-20 July 2007.

NOGUEIRA, C.W. O enfoque da logística humanitária na localização de uma central de inteligência e suporte para situações emergenciais e no desenvolvimento de uma rede dinâmica. Tese (Doutorado). Programa de Pós- graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

NOGUEIRA, C.W.; GONÇALVES, M.B.; OLIVEIRA, D. O Enfoque Da Logística Humanitária No Desenvolvimento De Uma Rede Dinâmica Para Situações Emergenciais: O Caso Do Vale DO ITAJAÍ EM SANTA CATARINA. Artigo. Anais do XXIII Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes. Novembro. Vitória, 2009.

NOGUEIRA,C.W.; GONÇALVES,M.B. e NOVAES A.G. Logística humanitária e Logística empresarial: Relações,conceitos e desafios.Artigo. Anais do XXI Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes. Novembro. Rio de Janeiro, 2007.

OCHA. Appeal for Building Global Humanitarian Response Capacity, Office for the Coordination of Humanitarian Affairs, New York, NY, available at:  
<http://ochaonline.un.org/HUMANITARIANAPPEAL/webpage.asp?Page=1566>, 2007.

OCHA. Disponível em <http://www.unocha.org/what-we-do/coordination-tools/cluster-coordination>. Acesso em Jan, 2014.

OLIVEIRA, D, GONÇALVEZ M., BEZ E. Simulating a Dynamic Transport System to Enhance the Transportation Performance in Road Crisis Condition Advances in Intelligent Systems and Computing. New Perspectives in Information Systems and Technologies. Springer. pp 583-593 Vol 1, 2014.

OLORUNTOBA, R. e GRAY, R. Humanitarian aid: an agile supply chain?. Supply Chain Management: An International Journal , vol.11, n.2, pp.115–120, 2006.

OLSEN, G., CARSTENSEN, N., HOYEN, K. Humanitarian crisis: What determines the level of emergency assistance Media coverage, donor interest and the AID business. Disasters, vol. 27, n.2, pp.109-126, 2003.

ONERESPONSE. Disponível em <http://onerresponse.info/Coordination/ClusterApproach/Pages/Cluster%20Approach.aspx> acesso em 21/06/2011.

OUYANG, C. Translating BPMN to BPEL. BPM Center Report BPM-06-02, BPMcenter. Org, 2006.

OVERSTREET, R. E., HALL, D., HANNA, J. B., RAINER JR., R. K. Research in humanitarian logistics. Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management. Vol. 1 No. 2, pp. 114-131, 2011.

ÖZDAMAR, L., EKINCI, E., KÜÇÜKYAZICI, B. Emergency logistics planning in natural disasters. Annals of Operations Research , vol.129, pp.217- 245, 2004.

PAHO. Humanitarian SupplyManagement in Logistics in the Health Sector, Pan AmericanHealth Organization, Washington, DC, 2001.

PAVANI JUNIOR, O.; SCUCUGLIA, R. Mapeamento e Gestão por Processos – BPM (*Business Process Management*). São Paulo: M.Books do Brasil Editora Ltda,2011.

PETTIT, S., BERESFORD, A., WHITING, M., BANOMYONG, R. The 2004 Thailand tsunami reviewed: lessons learned. In: Christopher, M., Tatham, P. Humanitarian Logistics: Meeting the challenge of preparing for and responding to disasters. Kogan Page Limited, 2011.

PNDC. Política Nacional de Defesa Civil. Secretaria de Defesa Civil, 2007.

PORTER, M.E. Clusters and the new economics of competition. *Harvard Business Review*, 76 (6), 77-90, 1998.

PROYECTO ESFERA. Carta Humanitaria y normas mínimas para la respuesta humanitaria. Disponível em <http://www.sphereproject.org/> acesso em 05/07/2012, 2011.

PSARAFTIS, H.N., THARAKAN, G.G., CEDER, A. Optimal response to oil spills: the strategic decision case. *Operations Research*, vol. 34, n.2, pp.203-217.1986.

QUARANTELLI, E. L., Catastrophes are different from disasters: implications for crisis planning and managing drawn from Katrina. understanding Katrina: perspectives from the social sciences. Posted, November 15, 2010, from <http://understandingkatrina.ssrc.org/Quarantelli/>, 2006.

RACE, C., STEINBACH, M., GANGULY, A., SEMAZZI, F.H.M., KUMAR, V. A knowledge discovery strategy for relating sea surface temperatures to frequencies of tropical storms and generating predictions of hurricanes under 21st-century global warming scenarios. In: CIDU, pp. 204–212, 2010.

RAUNER, M. S.; LINZATTI, M.S.E NIESSNER, H. Resource planning for ambulance services in mass casualty incidents: a DES-based policy model . *Health Care Manag Sci* 15:254–269 DOI 10.1007/s10729-012-9198-7 .Springer Science+Business Media, LLC, 2012.

RAWLS, C.G., TURNQUIST, M.A. Pre-positioning of emergency supplies for disaster response. *Transportation Research Part B: Methodological*, vol.44, n.4, pp.521-534, 2010.

RODRIGUEZ, J., VITORIANO, B., MONTERO, J. A general methodology for data-based rule building and its application to natural disaster management. *Computers & Operations Research*, vol.10, 2011.

ROUSSEAU, D.M., SITKIN S.B., BURT, R.S., CAMERER, C. Not So Different After All: A Cross-Discipline View Of Trust *ACAD MANAGE REV* July 1, 23:3393-404; 1998

RUSSELL T. The Humanitarian Relief Supply Chain: Analysis of the 2004 South East Asia Earthquake and Tsunami. Engineering Systems Division, Massachusetts Institute of Technology, Boston, MA. 2005.

RYAN, J.; HEAVEY, C. Process modeling for simulation, *Computers in industry*, 57, 437–450, 2006.

SALDANHA. Estruturas de cooperação em marketing para clusters de fabricação de calçados: um estudo nos clusters do vale do rio tijucas (SC) e do Vale do Rio Paranhana (RS). Tese de doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina, 2009.

SAPIR , G. D. Disasters in numbers. Belgium : CRED, Catholic University of Louvain, Brussels, Jan. 24, Geneva, 2012.

SCHEER, A.W. e WOLFRAM, J. (Eds.): *ARIS in der Praxis. Gestaltung, Implementierung und Optimierung von Geschäftsprozessen*. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg , 2002.

SCHMITZ, H.; NADVI, K. Clustering and Industrialization: Introduction. *World Development*. Volume 27, p.1503-1514, 1999.

SCHULTZ, S.F. Disaster Relief Logistics: Benefits of and Impediments to Horizontal Cooperation between Humanitarian Organizations. Tese. Technischen Universität Berlin, 2008.

SCHULZ, S. F., HEIGH, I. Logistics performance management in action within a humanitarian organization”. *Management Research News*. 32 (11), pp. 1083-1049, 2009

SHERALI, H.D., CARTER, T.B., HOBEIKA, A.G. A location-allocation model and algorithm for evacuation planning under hurricane/flood conditions. *Transportation Research Part B: Methodologica*, vol.25, n.6, pp.439-452,1991.

SHEU, J.B. An emergency logistics distribution approach for quick response to urgent relief demand in disasters. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review* vol.43, n. 6, pp.687-709. 2007.

SIMCHI-LEVI, E.; KAMINSKY, P. Designing and managing the supply chain: concepts, strategies, and case studies. Irwin/McGraw-Hill, 2003.

SLACK, N.; JOHNSTON, R; CHAMBERS, S. Administração da Produção. São Paulo: Atlas,1999.

SOUZA, F.T. Predição de escorregamentos das encostas do município do rio de janeiro através de técnicas de mineração de dados. tese (doutorado). Programa de pós- graduação em engenharia, universidade federal do rio de janeiro, Rio de Janeiro, 2004.

STEINBACH, M., TAN, P.-N., KUMAR, V., KLOOSTER, S.A., POTTER, C. Discovery of climate indices using clustering. In: KDD, pp. 446–455, 2003.

STEWART, G.T.; KOLLURU, R. E SMITH, M. Leveraging public-private partnerships to improve community resilience in times of disaster. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*. Emerald Group Publishing Limited, Vol. 39, No. 5, pp. 343-364, 2009.

SUMA. Manual para el usuário. Organización Panamericana de la Salud, 2000.

TACHINI, M., KOBAYAMA; M. LOESCH; C. SEVERO; D.L. SILVA, H.S. e CORDERO, A. avaliação de danos de inundações ocorridas em Blumenau/SC nos anos 1983, 1984, 1992 e 2001. XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Campo Grande MS, 2009.

TATHAM, P. e PETTIT, S. Transforming humanitarian logistics: the journey to supply network management. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, v. 40, n. 8/9, p. 609-622, 2010.

TAUPIAC, C. Humanitarian and development procurement: a vast and growing market. *International Trade Forum*, n. 4, pp. 7-10, 2001.

THOMAS, A. Elevating Humanitarian Logistics. *International Aid & Trade Review*. 2004

THOMAS, A. Enabling disaster response. Institute Fritz. Available: <http://www.fritzinstitute.org/index.htm>. [Accessed June, 2013]. 2007

THOMAS, A. e KOPCZAK, L. From logistics to supply chain management: The path forward in the humanitarian sector, white paper, Fritz Institute, San Francisco, CA, 2005.

THORN, J. Taktisches supply chain planning. Planungsunterstützung durch deterministische und stochastische Optimierungsmodelle. Lang, Frankfurt am Main, Berlin, Bern, Wien, 2002.

TOGAR M. Simatupang, R. Sridharan, The Collaborative Supply Chain, *International Journal of Logistics Management*, The, Vol. 13 Iss: 1, pp.15 – 30, 2002.

TOMASINI, R., VAN WASSENHOVE, L.V. Humanitarian logistics. Insead Business Press. 2009.

TREGGAR, R. Estabelecendo o escritório de processos. Elo Group. Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.eloGroup.com.br/download/Estabelecendo%20o%20Escrit%C3%B3rio%20de%20Processos.pdf>>. Acesso em: 30/01/2012, 2011.

TRESTRAIL, J., PAUL, J.; MALONI, M. Improving bid pricing for humanitarian logistics, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, vol. 39, n. 5, pp. 428-41, 2009.

TRUNICK, P. Special report: delivering relief to tsunami victims. *Logistics Today*, Vol. 46 No. 2, pp. 1-3, 2005.

TUFINKGI, P. Logistik im kontext internationaler katastrophenhilfe: Entwicklung eines logistischen referenzmodells für katastrophenfälle. Ed. Haupt Verlag, Bern. Stuttgart Wien. 2006.

TZENG, G.H., CHENG, H.J., HUANG, T.D. Multi-objective optimal planning for designing relief delivery systems. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, vol. 43, n.6, pp.673-686, 2007.

VALLE, R.; OLIVEIRA, S. B (orgs) *Análise e Modelagem de Processos de Negócio: Foco na Notação BPMN (Business Process Modeling Notation)*. São Paulo: Atlas, 207 p., ISBN 978-85-224-5621-5,2009.

VAN WASSENHOVE, L. V. Humanitarian Aid Logistics: Supply Chain Management in High Gear, *Journal of the Operational Research Society*, vol.57, n5, pp.475-489, 2006.

VAN WASSENHOVE, L.N. and SAMII, R. The United Nations Joint Logistics Centre (UNJLC): The Genesis of a Humanitarian Relief Coordination Platform, INSEAD, Fontainebleau, 2003.

WACHTENDORF, T., BROWN, B., HOLGUÍN-VERAS, J. Catastrophe characteristics and their impact on critical supply chains: problematizing materiel convergence and management following Hurricane Katrina. *Journal of Homeland Security and Emergency Management* (in press), 2012.

WAN, S. Entropy-based particle swarm optimization with clustering analysis on landslide susceptibility mapping. *Environment Earth Science*. 68, 1349-1366, 2012.

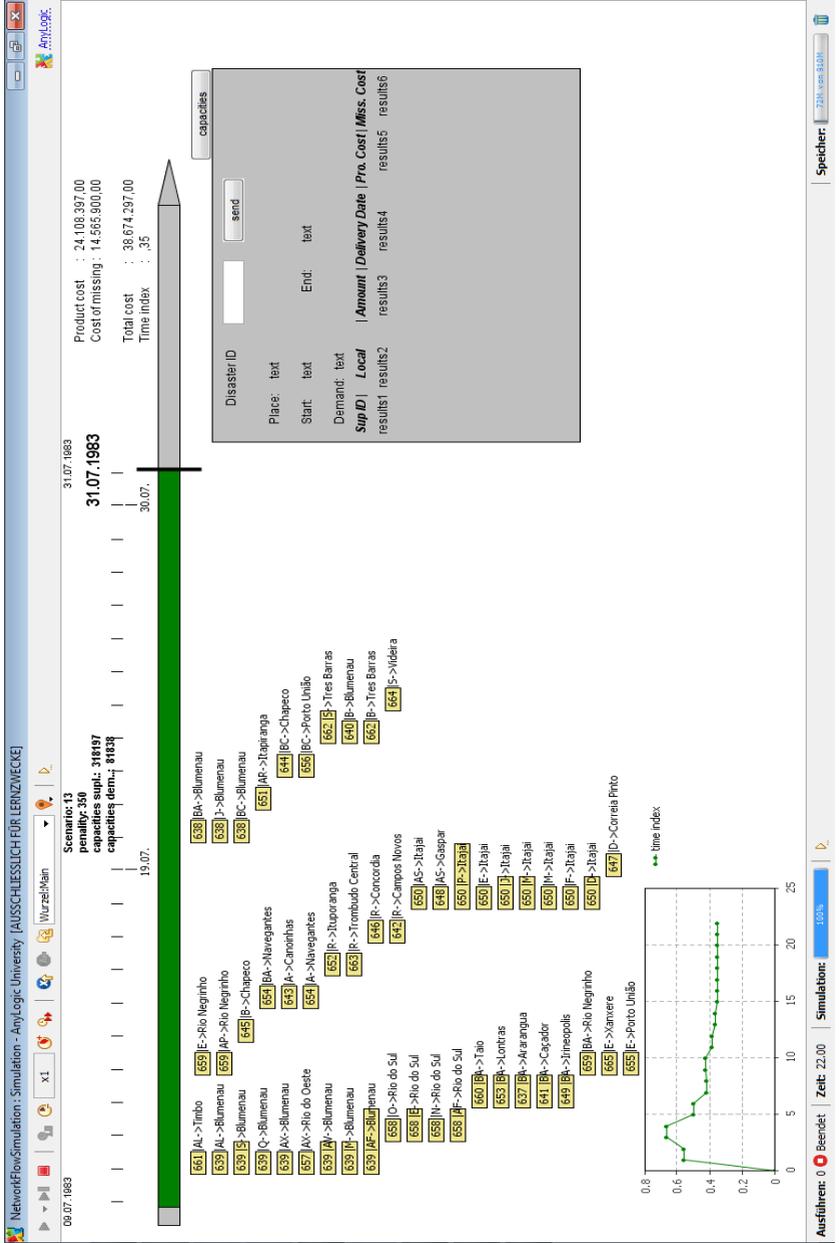
WESKE, M. *Business Process Management: Concepts, Languages, Architectures*. Springer-Verlag New York Inc., 2007.

- WHYBARK, D.C. Issues in managing disaster relief inventories. *International Journal Production Economics*, vol. 108, pp. 228–235, 2007.
- WIDERA, A.; HELLINGRATH, B. Improving Humanitarian Logistics - Towards a Tool-based Process Modeling Approach . In: *Proceedings of the Logistikmanagement*. Bamberg, 273-295, 2011.
- WILHELM, W.E., SRINIVASA, A.V. A strategic, area-wide contingency planning model for oil spill cleanup operations with application demonstrated to the Galveston Bay area. *Decision Sciences* vol.27, n. 4, pp.767-799, 1996.
- YAN, S., SHIH, Y.L. Optimal scheduling of emergency roadway repair and subsequent relief distribution. *Computers & Operations Research*; vol 36, n.6, pp.2049-2065, 2009.
- YI, W., KUMAR, A. Ant colony optimization for disaster relief operations. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, vol. 43, n.6, pp.660- 672, 2007.
- YI, W., ÖZDAMAR, L. A dynamic logistics coordination model for evacuation and support in disaster response activities. *European Journal of Operational Research*, vol.179, n.3, pp.1177-1193, 2007.
- ZADEH and R.YAGER (Eds). *Fuzzy logic and soft computing*. World Scienti\_c, p. 119-128,1995.
- ZEJLI, K., ASMANI, A., ISSA, S. K. Applying Fuzzy Analytic Hierarchy Process ((FAHP) to Evaluate Factors Locating Emergency Logistics Platforms. *International Journal of Computer Application*. 57 (21), 17-23, 2012.
- ZIMMERMANN, K.D. As enchentes de 1983 em Santa Catarina: as cidades atingidas, cidades esquecidas. *Revista Santa Catarina em História - Florianópolis - UFSC – Brasil* ISSN 1984- 3968, v.5, n.2, 2011.









NetworkFlowSimulation - Simulation - AnyLogic University [AUSSCHLIESSLICH FÜR LERNZWECKE]

09.07.1983 31.07.1983 30.07.

Scenario: 19  
capacities sum: 318187  
capacities dem.: 81838

Product cost : 27.766.870,00  
Cost of missing : 36.280.000,00  
Total cost : 64.046.870,00  
Time index : ,22

Wurzshlan

Disaster ID:  send

Place: text  
Start: text End: text  
Demand: text

Sup ID	Local	Amount	Delivery Date	Pro. Cost	Miss. Cost
results1	results2	results3	results4	results5	results6

capacities

time index

Ausführender: 0 Bereit: 22.00 Simulation: 100%

Speicher: 33M von 512M







NetworkFlowSimulation: Simulation - AnyLogic University [AUSSCHLIESSLICH FÜR LERNZWECKE]

08.07.1983 31.07.1983 30.07.

Scenario: 14  
 Penetration: 351837  
 capacities dem.: 81838  
 19.07.

Product cost : 35.199.918,00  
 Cost of missing : 7.699.800,00  
 Total cost : 43.899.718,00  
 Time Index : ,51

capacities

send

Disaster ID  
 Place: text  
 Start: text  
 Demand: text  
 Sup ID | Local  
 Amount | Delivery Date | Pro. Cost | Miss. Cost  
 result1 result2  
 result3 result4  
 result5 result6

665 C->Porto União  
 657 I->Tres Barras  
 662 I->Blumenau  
 653 AI->Videira  
 663 IR->Navegantes  
 660 C->Navegantes  
 672 C->Canoas  
 661 IR->Ituporanga  
 662 IR->Tombado Central  
 675 IA->Concordia  
 671 IA->Campos Novos  
 679 JAI->Itajaí  
 677 BA->SC334ar  
 679 BA->Itajaí  
 679 I->Itajaí  
 679 IR->Itajaí  
 679 IR->Itajaí  
 679 IR->Itajaí  
 676 BA->Correia Pinto  
 667 IR->Blumenau  
 667 IR->Blumenau  
 667 BA->Blumenau  
 680 AI->Itapanga  
 673 C->Chapeco  
 668 IB->Rio do Oeste  
 668 IB->Blumenau  
 690 I->Imbo  
 668 C->Blumenau  
 668 C->Blumenau  
 668 F->Blumenau  
 668 IB->Blumenau  
 668 B->Blumenau  
 667 C->Rio do Sul  
 687 IB->Rio do Sul  
 670 IB->Capador  
 666 C->Araquá  
 678 C->Itapopolis  
 670 C->Capador  
 689 C->Talo  
 688 IB->Rio Negrinho  
 684 IB->Porto União  
 694 IB->Anvere  
 682 IR->Porto União  
 672 I->Chapeco

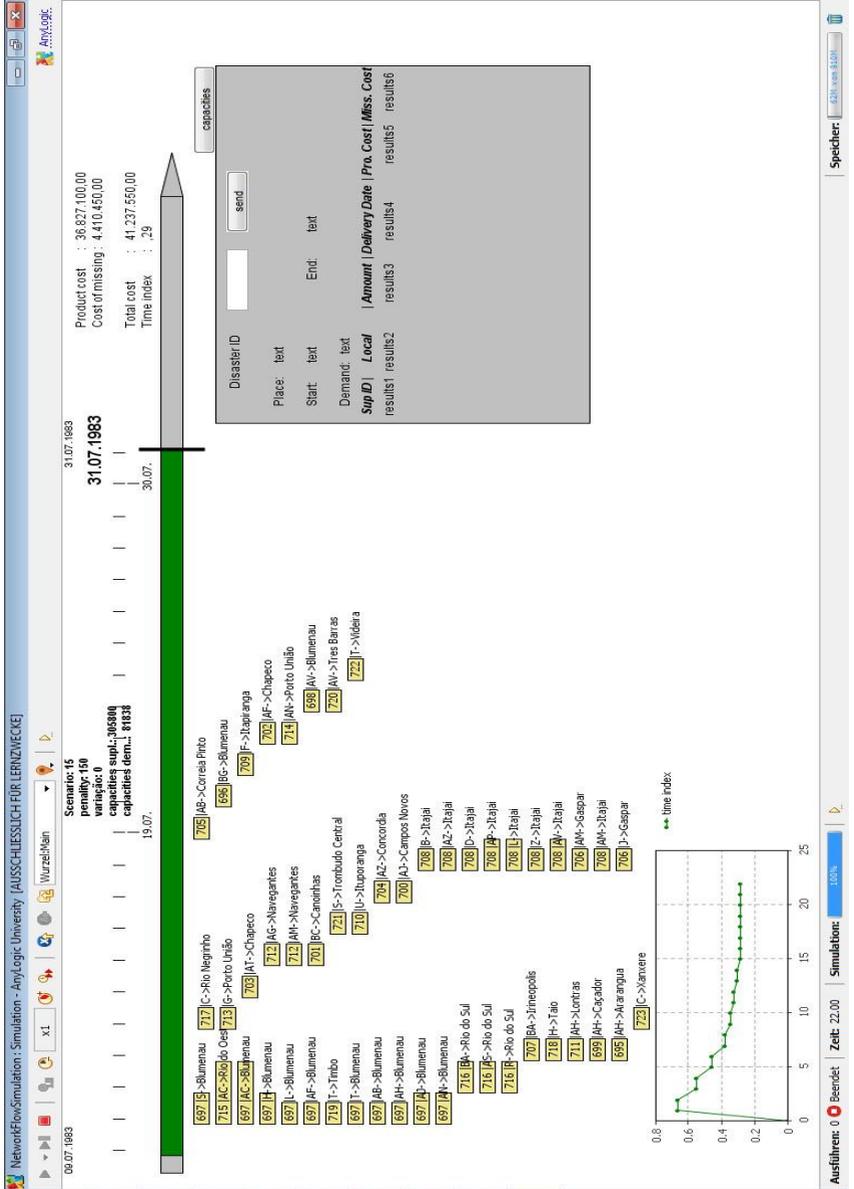
time index

100%

Ausführen: 0 Beendet | Zeit: 22:00 | Simulation: 100%

Speicher 43% von 512M

CENÁRIO C





NetworkFlowSimulation - Simulation - AnyLogic University [AUSSCHLIESSLICH FÜR LERNZWECKE]

09.07.1983 31.07.1983 30.07.

Scenario: f5  
 penalty: 150  
 variation: 100  
 capacities suppl.: 105804  
 capacities dem.: 81838  
 19.07.

Product cost : 35.092.789,00  
 Cost of missing : 8.642.200,00  
 Total cost : 43.556.989,00  
 Time index : ,66

705 IR->Caspary  
 706 IR->Itajai  
 708 IR->Itajai  
 708 IR->Itajai  
 705 IR->Cajatia Pito  
 656 IR->Blumenau  
 656 IR->Blumenau  
 656 IR->Blumenau  
 656 IR->Blumenau  
 701 IR->Caroathas  
 709 IR->Tombado Central  
 709 IR->Itaporanga  
 709 IR->Itaporanga  
 709 IR->Itaporanga  
 704 IR->Concordia  
 702 IR->Chapeco  
 698 IR->Blumenau  
 720 IR->Tres Barras  
 698 IR->Blumenau  
 722 IR->Vidalia  
 697 IR->Blumenau  
 723 IR->Xanxere  
 697 IR->Blumenau  
 717 IR->Rio Negrinho  
 703 IR->Chapeco  
 712 IR->Navegantes  
 712 IR->Navegantes  
 712 IR->Navegantes  
 712 IR->Navegantes  
 701 IR->Caroathas  
 721 IR->Tombado Central  
 709 IR->Itaporanga  
 709 IR->Itaporanga  
 709 IR->Itaporanga  
 704 IR->Concordia  
 702 IR->Chapeco  
 698 IR->Blumenau  
 720 IR->Tres Barras  
 698 IR->Blumenau  
 722 IR->Vidalia  
 705 IR->Caspary  
 706 IR->Itajai  
 708 IR->Itajai  
 708 IR->Itajai  
 705 IR->Cajatia Pito  
 656 IR->Blumenau  
 656 IR->Blumenau  
 656 IR->Blumenau  
 656 IR->Blumenau  
 701 IR->Caroathas  
 709 IR->Tombado Central  
 709 IR->Itaporanga  
 709 IR->Itaporanga  
 704 IR->Concordia  
 702 IR->Chapeco  
 698 IR->Blumenau  
 720 IR->Tres Barras  
 698 IR->Blumenau  
 722 IR->Vidalia  
 697 IR->Blumenau  
 723 IR->Xanxere  
 697 IR->Blumenau  
 717 IR->Rio Negrinho  
 703 IR->Chapeco  
 712 IR->Navegantes  
 712 IR->Navegantes  
 712 IR->Navegantes  
 712 IR->Navegantes  
 701 IR->Caroathas  
 721 IR->Tombado Central  
 709 IR->Itaporanga  
 709 IR->Itaporanga  
 709 IR->Itaporanga  
 704 IR->Concordia  
 702 IR->Chapeco  
 698 IR->Blumenau  
 720 IR->Tres Barras  
 698 IR->Blumenau  
 722 IR->Vidalia

DisasterID  
 Place: text  
 Start: text  
 Demand: text  
 Amount | Delivery Date | Pro. Cost | Miss. Cost  
 results1 results2 results3 results4 results5 results6

time index

Ausführen: 0 Beendet: Zeit: 22.20 Simulation: 100%