

GERENCIAMENTO DE DESASTRES NATURAIS: OPORTUNIDADES E DESAFIOS NO CONTEXTO DA LOGÍSTICA HUMANITÁRIA

Frederico Ferreira, PhD.

Eichii Taniguchi, Dr. Eng.

Departamento de Gestão Urbana – Escola de Engenharia
Universidade de Kyoto

Sideney Schreiner, Dr. Eng.

PTV Modelagem de Sistemas de Transportes Ltda.

RESUMO

Este artigo apresenta um estudo objetivando o avanço de conceitos no campo da Logística Humanitária. De forma a se incluir a complexidade teórica e desafios práticos na implementação e reestruturação de cadeias logísticas, foco é dado a distribuição de assistência básica e produtos de alívio quando da ocorrência de desastres por meio de uma proposta metodológica no campo dos transportes. Concomitantemente, nota-se o desenvolvimento de inúmeras iniciativas nos meios acadêmico e prático, porém sua integração se dá de forma limitada. Assim, o campo de gerência de desastres carece de propostas generalistas de forma a se integrar globalmente os diferentes níveis de tomada de decisão (prioridades conflitantes, multi-objetivos, etc.) para a redução de impactos sociais e econômicos quando da ocorrência de desastres.

ABSTRACT

This paper presents concepts to advance the field of Humanitarian Logistics in order to fully consider the complex theoretical environment and practical challenges in implementing and restructuring supply chain networks for relief distribution during disasters. It has been observed numerous studies and great development at both academia and practice fields; however, with very little integration. Hence, it was concluded that the field of emergency management lacks in broad proposals that incorporate the various levels of decision-making during response and recovery activities. In this context, a methodological proposal is presented considering the common multi-objective and conflicting priority aiming at the reduction of social and economic impacts whenever a disaster strikes.

1. INTRODUÇÃO

A combinação entre mudanças climáticas, crescente urbanização, co-dependência entre infra-estruturas críticas e atividades sísmicas apresentam a engenharia moderna com grandes desafios no contexto da gerência de desastres. Neste sentido, esforços acadêmicos e práticos são cada vez mais mobilizados no desenvolvimento de conceitos e técnicas nos campos da gestão de riscos e gerenciamento de desastres visando a redução de impactos econômicos e sociais.

A complexidade associada à diferentes formas urbanas, culturas locais, recursos econômicos, procedimentos de resposta, dentre outros, geraram iniciativas nem sempre integradas em décadas passadas. Uma revisão da literatura científica e a observação de práticas nacionais e internacionais apontaram para uma grande diversidade na forma como pesquisadores e profissionais abordam o tema até o presente momento.

Na urgência pela integração do conhecimento gerado após anos de pesquisa e desenvolvimento na grande área de gerência de desastres naturais, faz-se necessário propor formas pioneiras para a aplicação dos conceitos e procedimentos propostos

anteriormente. Desta forma, o presente trabalho apresenta uma revisão da literatura científica para propor uma metodologia de gestão de desastres naturais sob a ótica da Logística Humanitária no contexto dos transportes.

O trabalho encontra-se dividido em 5 seções. Após esta breve introdução, um estudo do estado da arte em gestão de riscos, gerenciamento de desastres e modelos logísticos é apresentado na segunda seção. De forma complementar a revisão de literatura, procedimentos adotados na gestão de dois desastres são revisados na terceira seção. Finalmente, uma metodologia conceitual no âmbito da Logística Humanitária é proposta na quarta seção utilizando-se de experiências práticas, teorias e modelos apresentados em seções anteriores. Finalmente, recomendações e potenciais para a aplicação do método proposto são discutidos para trabalhos futuros.

2. GESTÃO DE RISCOS, GERENCIAMENTO DE DESASTRES E MODELOS LOGÍSTICOS

Esta seção apresenta a revisão de uma série de trabalhos científicos publicados em décadas recentes nos campos de Análise e Gestão de Riscos, Gerenciamento de Desastres e Logística. Note que a adoção deste vasto universo teórico se dá em razão da complexidade teórica associada a processos de prevenção, resposta e reconstrução quando da ocorrência de desastres. Apesar de citado na seção introdutória que esta seção contempla um estudo do estado da arte dos temas acima, ressalta-se que este pode ser visto de forma incompleta sob a tradicional ótica da metodologia científica em razão de sua multitude disciplinar.

2.1 Gestão de Riscos: Conceitos Tradicionais e Abordagem Específica para Gerência de Desastres

O tradicional conceito de Análise e Gestão de Riscos é amplo e complexo. Com origens no âmbito dos mercados financeiros, estudos e modelos foram propostos com a função de minimizar e gerir riscos associados a investimentos futuros. Frenkel *et al.* (2000), Figlewisk e Levich (2002) e Grossi e Kunreuther (2005) revisaram uma série de modelos usados em sistemas bancários, mercados de valores e seguradoras, respectivamente.

Entretanto, foi apenas nos anos 80 que conceitos e práticas fossem aplicáveis na área da engenharias devido a generalização conceitual. Kaplan e Garrick (1981) descrevem riscos como a combinação de dois fatores: i) Incerteza e ii) Consequência. Posteriormente, a *International Organization for Standardization* com a publicação da ISO 31000:2009 e acadêmicos (Hubbard, 2009) avançaram na definição conceitual com a inserção do objeto “evento” na função de identificação, mensuração e gestão de riscos. Tal avanço possibilitaria consequentemente que riscos similares (ou seja, resultados numéricos semelhantes) fossem tratados de forma diferente para eventos com naturezas distintas (por exemplo, acidentes rodoviários e acidentes aéreos).

Os avanços descritos no parágrafo anterior possibilitaram que uma gama de estudos fosse desenvolvida no campo específico de Gerenciamento de Desastres. Giovinazzi (2005) propôs um modelo para a previsão de danos a edifícios em função da ocorrência de terremotos utilizando-se de uma série histórica do continente europeu. Para tanto,

incertezas e riscos são tratados de acordo com o modelo postulado pela *United States Disasters Relief Office* (UNDRO) no qual a probabilidade de danos para um período fixo e população específica de acordo com eventos sísmicos é dada pela Equação 1.

$$R_l = \sum_m q_m * (\sum_i H_i * V_{lim.}) \quad (1)$$

Onde: R_l – Risco dado a severidade de um evento de nível “l”;

m - categoria dos elementos expostos ao nível “l” de danos;

q_m – percentagem de elementos expostos ao nível “l” de danos;

H_i – Risco sísmico definido como a probabilidade de ocorrência de um evento com severidade i dentro de um período de tempo e um local específico; e

V_{lim} – Vulnerabilidade sísmica dada como a probabilidade de ocorrência do nível de dano l dado um evento de intensidade i para as “ m ” categorias de elementos de risco.

No campo dos transportes, Berdica (2002), Dalziell (2004) e Dalziell e Nicholson (2001) apresentaram modelos para estimar a vulnerabilidade do sistema viário utilizando-se de conceitos de probabilidades e riscos. Modelagem de riscos também pode ser observada em inúmeros projetos: i) Hazus-MH: *Federal Emergency Management Agency* (FEMA, 2003 e FEMA, 2009); ii) REDARS: *Federal Highway Administration* (Werner *et al.*, 2004); iii) MIRISK: Banco Mundial e Universidade de Kyoto (Mina *et al.*, 2008) e iv) RISKCAPE: *Institute of Geological and Natural Sciences, National Institute of Water and Atmospheric Research* e Universidade de Canterbury (Giovinazzi e King, 2009a e 2009b). De forma geral, os modelos propõem a identificação e gestão de riscos associados à ocorrência de desastres naturais (furacões, terremotos, enchentes, tsunamis etc) com o objetivo de redução de riscos e prevenção e minimização de danos.

Finalmente, estudos de riscos foram incorporados para a avaliação da resiliência de organizações a desastres bem como fomentar ações para a continuidade de negócios (*Business Continuity*). Aven (2007) e McManus (2008) apresentam formas comprovadamente aplicáveis de como organizações podem ser avaliadas no contexto de desastres e crises.

2.2 Gerenciamento de Desastres: Modelos Organizacionais e Gerenciais para Prevenção, Resposta e Reconstrução

Modelos para a gerência de desastres foram desenvolvidos mundialmente tendo como base comum a fundamentação multi-disciplinar. Definido como medidas de gestão de riscos à comunidades e meio-ambiente, o gerenciamento de desastres propõe desde de sistemas de informação e tecnologia até modelos organizacionais. Países como Canadá (PSC, 2009), Austrália (EMA, 2009a e 2009b), Estados Unidos e Nova Zelândia (MCDem, 2009) consideram o mínimo de três etapas para abordagem do tema: i) Preparação, ii) Resposta e iii) Reconstrução. Adicionalmente, são descritos na literatura as fases de Prevenção (ações tomadas previamente à Preparação) e Recuperação (fase intermediária entre Resposta e Reconstrução).

Em sua fase inicial (preparação) foco é dado ao planejamento de sistemas operacionais antes que um evento ocorra. A IFRCRC (2002) especifica três objetivos para esta fase preliminar: i) aumento de eficiência e eficácia para resposta à desastres; ii) desenvolvimento de medidas para assegurar resiliência de comunidades e organizações e iii) desenvolvimento de ações para conscientização de riscos enfrentados no cotidiano.

A fase seguinte (Resposta) inclui ações práticas para a gestão de demandas e prioridades geradas no decorrer do desastre. Para tanto, decisões coordenadas e eficazes devem ser tomadas imediatamente após a ocorrência do desastre de forma a facilitar ações de busca e salvamento, informação pública, assistência médica, evacuação de áreas de risco, acomodação de refugiados etc. Modelos gerenciais (por exemplo, *Co-ordinated Incident Management System* – CIMS e *Incident Control System* – ICS) já foram implementados em muitos países e indicaram potenciais para o suporte à decisão em momentos de estresse e baixa disponibilidade e qualidade de dados.

Finalmente, em sua terceira fase atenção é voltada ao pós-desastre na qual importância é dada à recuperação de infra-estruturas críticas (energia, esgoto, abastecimento de água, transportes, telecomunicações etc). Definido como medidas para a recuperação holística de comunidades após desastres (MCDEM, 2005), a fase de re-construção deve incluir ações voltadas ao re-establishimento da sustentabilidade de comunidades afetadas de forma que suporte e recursos externos não sejam mais necessários (Sullivan, 2003). Complementarmente, esta última fase deve ser fomentada com políticas públicas e métodos de financiamento adequados. Neste âmbito, pode-se citar estudos de Brunsdon e Smith (2004), Bhesram (2007) e Rotimi *et al.* (2006) os quais indicam um processo de 5 fases para uma eficiente adoção de medidas para re-construção incluindo: i) avaliação de impactos, ii) proposta de reparação de danos, iii) políticas de financiamento, iv) processos regulatórios e v) implementação de métodos construtivos.

2.3 Modelos Logísticos: Abordagens Matemáticas para o Suporte a Decisão em Situações de Emergências

Tradicionais modelos de logística comprovam-se individualmente ineficientes para o gerenciamento de desastres dada suas intrínsecas complexidades. Por exemplo, alta demanda por dados e/ou falta de considerações temporais implicam em limitações na abordagem do dinâmico processo de gestão de emergências frente a prioridades, demandas e oferta de recursos.

Neste contexto, sistemas logísticos para controle de inventário, manuseio e seleção de produtos (Daganzo, 2005), armazenamento, embalagem e sistemas de controle (Murphy e Wood, 2008) e roteirização de veículos acabam por ser inadequados para a resposta a emergências visto que focam-se em situações do cotidiano (*business as usual*) no qual sistemas e recursos encontram-se sob controle operacional. Durante desastres, fatos como baixa disponibilidade e qualidade de dados e prioridades conflitantes acabam por tornar os tradicionais modelos de difícil aplicação e com resultados de baixa qualidade do ponto de vista prático.

Em estudos de transportes, muitos foram os modelos propostos: i) transporte de materiais perigosos (Cherrie e Dickson, 2006; Fu *et al.*, 2006; Liu, 1997; Liu *et al.*, 2006a; Liu *et al.*, 2006b; Takeuchi e Kondo, 2003), ii) confiabilidade de redes (Nicholson, 2007), iii) evacuação (Fu *et al.*, 2007; Moriarty *et al.*, 2007) e iv) sistemas de informações geográficas (ESRI, 1999). Apesar de suas limitações, estes postularam conceitos hoje sedimentados no meio acadêmico.

Consequentemente, novas abordagens foram propostas para o tema de forma mais realística no âmbito de desastres. Chiu e Zheng (2007) apresentaram uma proposta de modelagem para seleção de origens (oferta) e destinos (demanda), alocação de tráfego e roteirização de veículos para grupos com prioridades múltiplas (SMDTS-MPG). Sheu (2007) desenvolveu um modelo para a rápida implementação de cadeias de logística humanitária para suprimento de produtos de alívio (medicamentos, refeições e água) bem como posteriormente propôs um modelo mais abrangente para a gerência de desastres de grande escala (Sheu, 2010).

3. GERENCIAMENTO DE DESASTRES: ESTUDOS DE CASO

Uma breve análise de dois desastres ocorridos nas duas últimas décadas é apresentada nessa seção com o objetivo de se identificar práticas e limitações de práticas adotadas para o gerenciamento de desastres à nível mundial. Espera-se assim complementar o corpo teórico apresentado na seção anterior para então possibilitar uma abordagem mais fundamentada do tema e por fim oferecer a base conceitual necessária para a proposta metodológica de Logística Humanitária na seção seguinte.

3.1 Terremoto de Northridge – Los Angeles

Às 4:30 da manhã do dia 17 de Janeiro de 1994, um tremor de 6.8 pontos na Escala Richter ocorreu na cidade de Los Angeles. O terremoto provocou danos estruturais a mais de 144 mil edifícios comerciais e residenciais e vitimou 72 pessoas.

Danos à malha rodoviária geraram prejuízos indiretos à economia da Califórnia e obrigaram a população a modificar seus padrões de viagens frente à redução da capacidade viária decorrente da interrupção total ou parcial de trechos rodoviários e urbanos. Focando-se em manter a mobilidade, o órgão estadual responsável pela gestão de tráfego (CALTRANS) adotou um eficiente processo de resposta, incluindo imediata reconstrução dos trechos danificados e sinalização de desvios para redução de congestionamentos.

DeBlasio (2002) cita que o processo adotado pela CALTRANS se tornou referência mundial para o gerenciamento de desastres por parte de agências de transportes. Dentre as ações adotadas estão a contratação imediata de empreiteiros (desconsiderando-se os tradicionais processos de licitação pública) para a remoção de escombros e demolição de infra-estrutura não recuperável e a utilização do centro de controle operacional de trânsito, mapas e projetos rodoviários para a gestão de tráfego.

Observa-se então oportunidades para a adoção de técnicas heurísticas ou determinísticas utilizando-se da simulação de cenários para a resposta imediata. Nesse sentido, justifica-

se a necessidade de se propor e desenvolver modelos robustos de transportes que permitam a rápida análise de cenários a fim de se definir o conjunto de ações que melhor pode atender as necessidades das comunidades afetadas. Note que não é proposto a definição de uma solução ótima dada a complexidade do tema, mas sim a identificação de medidas a evitar o desdobramento de eventos catastróficos como consequência da ocorrência do desastre.

Assim, utilizando-se de uma ágil estrutura de resposta aliada aos já existentes sistemas de tecnologia e informação, a CALTRANS mostrou a flexibilidade e preparação necessárias para uma rápida resposta. A adoção de medidas de caráter paliativo perdurou por meses e anos até o total re-establishimento da malha viária. Tal fato mostrou forte capacidade de adaptação da CALTRANS durante o dinâmico e estressante processo de resposta e recuperação de desastres. Por fim, observou-se a adoção de medidas de longo prazo de forma reduzir riscos associados à futuras ocorrências de terremotos no estado da Califórnia.

3.2 Terremoto e Tsunami de Sumatra – Oceano Índico

Considerado um dos maiores desastres naturais registrados na história moderna, o tremor de 9.0 pontos na Escala Richter seguido pelo Tsunami no Oceano Índico no dia 24 de Dezembro de 2004 culminou com a morte de aproximadamente 250 mil pessoas e prejuízos materiais inestimáveis (Earth and Space Science, 2008). Segundo o *Russian Institute of Computational and Mathematics and Mathematical Geophysics* (2008), o evento afetou diretamente mais de 5 milhões de pessoas incluindo 1 milhão de desabrigados.

A dimensão do desastre associada as suas peculiaridades provaram-se desafiadoras a iniciativa pública e privada. Organizações envolvidas no processo de resposta mostraram-se limitadas para a gerência das enormes quantidades de recursos doados por diversos países, flexibilização de fronteiras políticas e alfandegárias, coleta e tratamento de dados, gerenciamento das atividades de busca e salvamento etc.

Porém, mesmo frente a diversas adversidades, a utilização de processos e prévia preparação se mostraram vitais em diversas localidades contribuindo para uma ágil re-estruturação da área afetada. Kawata *et al.* (2005) cita que regiões de elevada importância turística na Tailândia foram abertas ao público apenas 4 dias após do terremoto enquanto regiões pouco abastadas na Indonésia apenas iniciaram o processo de recuperação 6 semanas após o evento.

Este evento demonstrou a urgente necessidade na proposta de modelos integrados para o gerenciamento de desastres. Do ponto de vista prático, governos devem investir em educação e preparação prévia para desastres a fim de possibilitar a imediata flexibilização de processos quando da ocorrência de emergências. Sob a ótica acadêmica, metodologias para a integração de coleta e tratamento de dados assim como plataformas comuns para sistemas logísticos para se assegurar uma rápida e eficiente distribuição de produtos básicos e doações devem ser propostos e discutidos visando a redução de impactos sociais e econômicos.

4. LOGÍSTICA HUMANITÁRIA: UMA PROPOSTA METODOLÓGICA PARA SUPORTE À DECISÃO DURANTE DESASTRES

Diante da complexidade teórica e desafios existentes na gerência de desastres, uma proposta metodológica é apresentada de forma a suprir a necessidade de informações e possibilitar a implementação de ferramentas para suporte à decisão. Considerando-se prévios trabalhos (Schreiner e Taniguchi, 2009 e Ferreira *et al.*, 2011), a proposta visa a contemplação dos diferentes desafios calcados na oferta de suporte e proteção à comunidades em risco e/ou afetadas por desastres.

Apesar dos inúmeros estudos revisados na segunda seção, o campo da Logística Humanitária ainda carece de um maior aprofundamento teórico. Neste sentido, apresenta-se a seguinte proposta para a contribuição em avanços na área de Logística Humanitária. Note que esta definição deve ser encarada como uma abordagem inicial frente ao prematuro desenvolvimentos no campo e baixa disponibilidade de dados e experiências.

“Atuação em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) em diversas áreas do conhecimento (engenharias, políticas públicas, administração etc) objetivando o otimização de processos de gerência de desastres e emergências. Engloba-se a proposta e implementação de modelos e ferramentas a fim de auxiliar atividades de preparação, resposta, recuperação e reconstrução em um âmbito multi-organizacional e sistêmico. Em sua última instância, objetiva-se a identificação e gestão de riscos e redução de perdas sociais e econômicas associadas à desastres”.

De forma a atingir os objetivos estabelecidos na proposta conceitual da Logística Humanitária, quatro atores principais (*Stakeholders*) e seis inter-relacionamentos são propostos como ilustrado na Figura 1. Observe que as relações entre os atores são individualmente discriminadas de acordo com atividades observadas durante a gestão de desastres e treinamento (Giovinazzi *et al.*, 2008 e Ferreira, 2010).

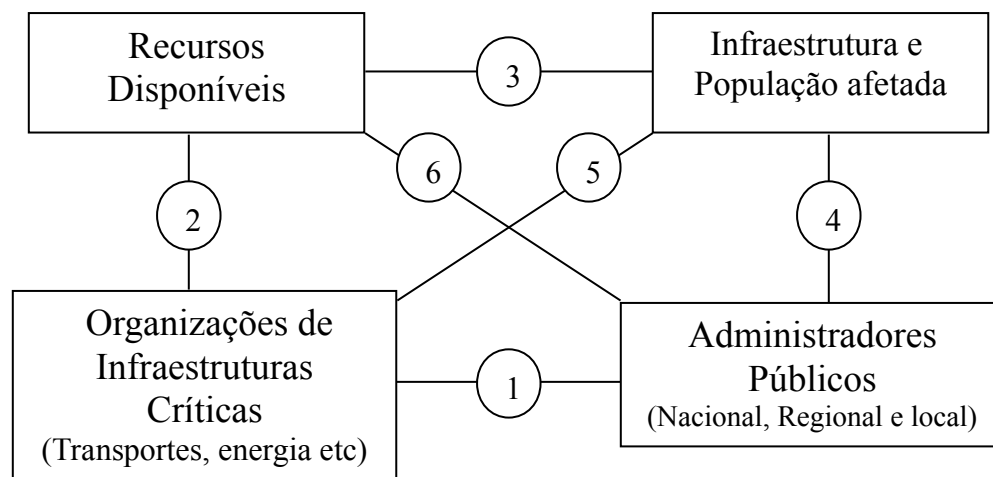


Figura 1: Atores e Relações para a Implantação de Cadeias de Logística Humanitária.

Cada uma das relações entre os atores é definida a seguir:

1. Regulamentação e Políticas Públicas;
2. Gestão de recursos físicos e financeiros;
3. Alocação de recursos físicos;
4. Expectativa da Comunidade / Continuidade de Operação de Infra-estrutura Crítica [Sob a ótica do poder público];
5. Expectativa da Comunidade / Continuidade de Operação de Infra-estrutura Crítica [Sob a ótica da iniciativa privada]; e
6. Recursos físicos e financeiros sob embargo público.

Para estudos em transportes, a Figura 2 ilustra as quatro fases principais citadas na proposta da Logística Humanitária. Focando-se uma eficiente gestão de desastres, observe a dificuldade em estabelecer precisamente os momentos transitórios entre cada uma das etapas. Para tanto, considere uma “situação de paz” (ou seja, situações livres de desastres) na qual estudos prévios, treinamento, mapeamento de riscos etc são conduzidos de forma a auxiliar na preparação. Em linhas gerais, esta fase conta com um série de trabalhos focados na determinação dos potenciais desastres que podem ocorrer em uma determinada região, definição de possíveis impactos por meio da técnica de cenários sob a ótica de infra-estruturas críticas, integração na gerência de dados (tais como demanda, oferta, população, capacidade de redes de distribuição, operadores logísticos, órgãos governamentais etc) e por fim formas de mitigação dos riscos os quais comunidades estão expostos.

Em sua fase seguinte, respostas imediatas a uma crise ou desastre são trabalhadas. Frente as dificuldades em se re-estabelecer os processos e recuperar infraestruturas em curto intervalos de tempo, propõe-se a adoção de uma abordagem heurística para se estimar as situações a serem gerenciadas. Nesse contexto, assume-se que dados e informações específicas sobre os impactos do evento não estarão disponíveis ou possuem baixa confiabilidade. Consequentemente, conhecimento e informações adquiridas na fase anterior de preparação são utilizadas para gerar diferentes cenários os quais aliados à ferramentas externas de gerenciamento de desastres (por exemplo, imagem de satélites, relatórios de organizações, informação pública) devem subsidiar a tomada de decisão. O objetivo principal desta fase é reconfiguração logística para a distribuição de produtos básicos e suprimentos de alívio tais como, alimento, cobertores, remédios etc.

A terceira fase inicia o processo de recuperação após o desastre. Dados coletados e informações geradas no decorrer da resposta são utilizados para definir as infra-estruturas críticas e redes de distribuição afetadas quando da ocorrência do evento bem como a extensão dos impactos. Com um grande volume de informações a Rede de Distribuição Impactada é modelada possibilitando a proposta de um sistema de distribuição emergencial até que a normalidade seja totalmnete re-estabelecida a longo prazo.

Finalmente, em sua última fase a proposta aborda desde a definição de políticas de reconstrução, formas de financiamento até formas de redução de riscos em eventos futuros. É considerado de vital importância nessa fase a proposta de sistemas e

infraestruturas críticas mais robustas e resistentes de forma a contribuir para uma maior resiliência da comunidade. Note que a proposta de Logística Humanitária é cíclica visto que desastres assolam comunidades de tempos em tempos. Logo, é vital que com o passar do tempo organizações, governo e civis estejam mais preparados para desastres bem como sejam capazes em adotar medidas eficientes e rápidas para a resposta e recuperação.

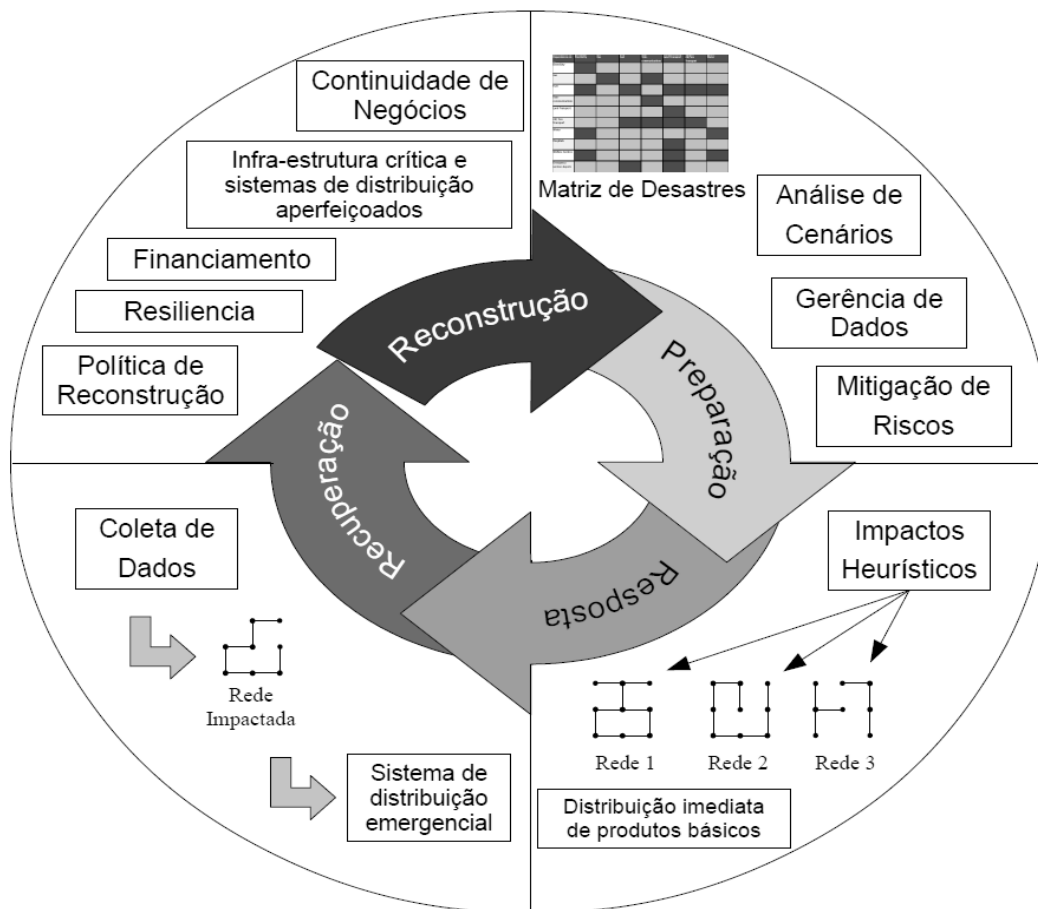


Figura 2: Proposta Metodológica para a Implantação de Sistemas de Logística Humanitária.

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Eventos como o recente terremoto e tsunami na região de Tohoku no Japão comprovam a necessidade de estudo e pesquisa para o avanço modelos gerenciais no auxílio para tomada de decisão em desastres. Esforços devem ser concentrados para a compreensão das diferentes complexidades de forma a se reduzir perdas sociais e econômicas.

O modelo proposto na Figura 2 abrange de forma generalista o tema e ao mesmo tempo não objetiva sua exaustão em função de sua vastidão. A proposta surge da necessidade equalização de pesquisadores e profissionais em mesmos patamares acadêmico e prático. Em suas quatro etapas (preparação, resposta, recuperação e reconstrução) o modelo tem por objetivo ser um referencial comum dentre diversas organizações. Entretanto, ressalta-se a necessidade de adoção de medidas específicas dada a natureza particular de cada

desastre. Neste contexto, recomenda-se trabalhos futuros calcados em ambas experiências práticas e pesquisa com fins de mitigação de riscos, apropriada gestão e adoção de medidas eficientes para a reconstrução de áreas afetadas e gerenciamento de recursos financeiros disponíveis.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aven, T. (2007). A unified framework for risk and vulnerability analysis covering both safety and security Reliability Engineering & System Safety, 92 (6), 745-754. DOI: 10.1016/j.res.2006.03.008.
- Berdica, K. (2002). An introduction to road vulnerability: what has been done, is done and should be done Transport Policy, 9 (2), 117-127 DOI: 10.1016/S0967-070X(02)00011-2.
- Bhesram, S. (2007). Availability of Resource for State Highway Reconstruction: A Wellington Earthquake Scenario. A thesis submitted in fulfillment of requirements for the degree of Masters in Engineering (Civil). The University of Auckland.
- Brunsdon, D. Smith, S. (2004). Summary Notes from the Infrastructure Workshop. NZ Recovery Symposium. Napier, New Zealand, Ministry of Civil Defence & Emergency Management, New Zealand.
- Cherrie W.W. Ng and Dickson K.W. Chiu (2006). 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.
- Chiu, Y.C. Zheng, H. (2007). Real-time Mobilization Decisions for Multi-priority Emergency Response Resources and Evacuation Groups: Model Formulation and Solution. Transportation Research Part E 43 (2007), pp. 710-736. DOI 10.1016/j.tre.2006.11.006
- Daganzo, C. F. (2005). Logistics Systems Analysis. Fourth Edition. Springer. ISBN 3-540-23914-6.
- Dalziel, E. (2004). Assessing Natural Hazard Risks across a Geographically Dispersed Road Network. Proceedings of Second International Symposium on Transport Network Reliability.
- Dalziel, E. P., Nicholson, A. J. (2001). Risk and impact of natural hazards on a road network. Journal of Transportation Engineering, 127 (2): 159-166.
- DeBlasio A. J., Zamora A, Mottley F., Brodesky R., Zirker M. E., Crowder M., (2002). Effects Of Catastrophic Events On Transportation System Management And Operations Northridge Earthquake, January 17, 1994. U.S. Department of Transportation report. Prepared by U.S. Department of Transportation Research and Special Programs Administration Volpe National Transportation Systems Center.
- Earth and Space Sciences (2008). The December 26, 2004 Sumatran Tsunami. “<http://www.ess.washington.edu/tsunami/Sumatra.htm>”. University of Washington. Acesso 10 Janeiro 2008.
- Emergency Management Australia – EMA (2009a). What is Emergency Management? <http://www.ema.gov.au/agd/ema/emaInternet.nsf/Page/RWP685D60F554675173CA256C83007BB6AB?OpenDocument>. Acesso 5 Fevereiro 2009.
- Emergency Management Australia – EMA (2009b). Emergency Management. http://www.ema.gov.au/agd/EMA/emaInternet.nsf/Page/Emergency_Management. Acesso 5 Fevereiro 2009.
- ESRI (1999). GIS for Emergency Management. An ESRI White Paper, July 1999. <http://www.esri.com/library/whitepapers/pdfs/emermgmt.pdf>. Acesso 5 Fevereiro 2009.
- FEMA - Federal Emergency Management Agency (2003). HAZUS-MH Multi-hazard loss estimation methodology, Earthquake Model - Technical Manual. Federal Emergency Management Agency. Department of Homeland Security, Washington D.C., U.S.A.
- FEMA - Federal Emergency Management Agency (2009). HAZUS-MH Overview: What Could Happen? Federal Emergency Management Agency. Department of Homeland Security, Washington D.C., U.S.A.

- Ferreira, F. (2010). Dynamic Response Recovery Tool for Emergency Response within State Highway Organisations in New Zealand. A thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the Degree of Doctor of Philosophy. Department of Civil and Natural Resources Engineering, University of Canterbury. Christchurch, New Zealand.
- Ferreira, F. Taniguchi, E. Nocholson, A.. (2011). A Conceptual Road Network Emergency Model to Aid Emergency Preparedness and Response Decision-Making in the Context of Humanitarian Logistics. Proceedings of the Seventh International Conference on City Logistics, Mallorca Island, Spain, 7th - 9th June 2011.
- Figlewisk, S. Levich, R. M. (2002). Risk Management: The State of the Art. Kluwer Academic Publishers. ISBN 0-7923-7427-4.
- Frenkel, M. Hommel, U. Rudolf, M. (2000). Risk Management: Challenge and Opportunity. Springer Berlin, 2nd Edition. ISB N 3-540-22682-6.
- Fu, H. Wilmot, C. Zhang, H. (2007). Modelling the Hurricane Evacuation Response Curve. 86th TRB Annual Meeting. Compendium of Papers CDROM. January 21-25, 2007. Washington, D.C. United States of America.
- Liu, B. (1997). Route finding by using knowledge about the road network. IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, Part A, Volume 27, Issue 4 (p. 436-448). ISSN: 1083-4427.
- Giovinazzi, S. (2005). The Vulnerability Assessment and the Damage Scenario in Seismic Risk Analysis. PhD Thesis to the Department of Civil Engineering of the Technical University Carolo-Wilhelmina at Braunschweig and the Faculty of Engineering Department of Civil Engineering of the University of Florence.
- Giovinazzi, S. Ferreira, F. Dantas, A. Seville, E. (2008). Enhancing the reconstruction process for highway networks: opportunities and challenges for Decision Support Systems. 4th International i-Rec Conference 2008. "Building resilience: achieving effective post-disaster reconstruction". 30th April to 2nd May 2008, Christchurch, New Zealand.
- Giovinazzi, S. King, A. (2009a). Estimating seismic impacts on lifelines: an international review for RiskScape. Proceeding of NZSEE 2009 New Zealand Society for Earthquake Engineering Annual Conference, Christchurch, NZ.
- Giovinazzi, S. King, A. (2009b). Toward the Seismic Performance Assessment of Lifelines within the Regional RiskScape Model in New Zealand. Proceedings of 13th Italian Conference on Earthquake Engineering, ANIDIS 2009, Bologna, Italy.
- Grossi, P. Kunreuther, H. (2005). Catastrophe Modeling: A new Approach to Managing Risks. Springer Science Business Media. ISBN 0-387-23082-3.
- Hubbard, D. (2009). The Failure of Risk Management: Why It's Broken and How can We Fix It. John Wiley & Sons.
- International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies (2002). World Disasters Report: Focus on Reducing Risk. Bloomfield, CT, Kumarian Press.
- Kaplan, S. Garrick, B. J. (1981). "On the Quantitative Definition of Risks". Risk Analysis 1(1): 11 – 27.
- Kawata, Y *et al.* (2005) Comprehensive analysis of the damage and its impact on coastal zones by the 2004 Indian Ocean tsunami disaster. Disaster Control Research Center. Tohoku University, Japan. <http://www.tsunami.civil.tohoku.ac.jp>. Acesso 23 Janeiro 2008.
- Liu, H. X. Ban, J. X. Ma, W. Mirchandani, P. B. (2006a). 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.
- Liu, Y. Lai, X. Chang, G. (2006b). 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.

- MCDEM – Ministry of Civil Defence and Emergency Management (2005). Recovery Management: Director's Guideline for CDEM Groups. Wellington, Ministry of Civil Defence & Emergency Management, New Zealand.
- MCDEM – Ministry of Civil Defence and Emergency Management (2009). National Civil Defence Emergency Management Planning. [http://www.civildefence.govt.nz/memwebsite.NSF/Files/NationalCDEMplanningposter/\\$file/NationalCDEMplanningposter.pdf](http://www.civildefence.govt.nz/memwebsite.NSF/Files/NationalCDEMplanningposter/$file/NationalCDEMplanningposter.pdf). Acesso 5 Fevereiro 2009.
- McManus, S. T. (2008). Organisational Resilience in New Zealand. Doctor of Philosophy Thesis. University of Canterbury, Christchurch, New Zealand.
- Mina C., Kobayashi K., Scawthorn C. and Porter K. (2008). Open Risk Analysis Software: Data and Methodologies. Japan Society of Civil Engineers, Journal of Applied Computing in Civil Engineering, 17: 1-12.
- Moriarty, K. Ni, D. Collura, J. (2007). Modelling Traffic Flow Under Emergency Evacuation Situations: Current Practice and Future Directions. 86th TRB Annual Meeting. Compendium of Papers CDROM. January 21-25, 2007. Washington, D.C. United States of America.
- Murphy, P. R. Wood, D. F. (2008). Contemporary Logistics. Pearson Prentice Hall. 9th Edition. ISBN 0-13-156207-X.
- Nicholson, A. (2007). 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.
- PSC - Public Safety Canada (2009). An Emergency Management Framework for Canada. http://www.publicsafety.gc.ca/prg/em/_fl/emfrmwrk-en.pdf. Acesso 5 Fevereiro 2009.
- Rotimi, J., Zuo, K. *et al.* (2006). The Regulatory Framework for Effective Post-Disaster Reconstruction in New Zealand. New Zealand, Resilient Organisation.
- Russian Institute of Computational Mathematics and Mathematical Geophysics (2008). Tsunami Laboratory. "<http://tsun.sccc.ru/tsulab/20041226fat.htm>". Last accessed 10 January 2008.
- Schreiner, S. Taniguchi. E. (2009). Logistics in Case of Disasters. Proceedings of the 2009 AIT-KU Joint Symposium on Human Security Engineering. Thailand, Bangkok, November 19th to 20th.
- Sheu, J.B. (2007). An Emergency Logistics Distribution Approach for Quick Response to Urgent Relief Demand in Disasters. Transportation Research Part E 43, pp. 687-709.
- Sheu, J.B. (2010). Dynamic Relief-demand Management for Emergency Logistics Operations Under Large-scale Disasters. Transportation Research Part E 46, pp. 1-17.
- Sullivan, M. (2003). Integrated Recovery Management: A new way of looking at a delicate process. Australian Journal of Emergency Management.
- Takeuchi, T. Kondo, A. (2003). Allocation Analysis for 'Earthquake Tsunami Refuge Facilities' by Maximizing Successful Passage. The 8th International Conference on Computers in Urban Planning and Urban Management Conference. Tohoku University, Sendai.
- Werner, S.D., Lavoie, J.P., Eitzel, C., Cho, S., Huyck, C., Ghosh, S., Eguchi, R.T., Taylor, C.E. and Moore, J.E. (2004). REDARS 1: Demonstration Software for Seismic Risk Analysis of Highway Systems. Research Progress and Accomplishments Report 2001-2003, Multidisciplinary Centre for Earthquake Engineering Research, State University of New York at Buffalo, U.S.A.: 17-34

Frederico Ferreira (fredferreira@kiban.kuciv.kyoto-u.ac.jp)
 Eichii Taniguchi (taniguchi@kiban.kuciv.kyoto-u.ac.jp)
 Sideney Schreiner (sideney.schreiner@ptv-brasil.com.br)

Department of Urban Management, Unit for Liveable Cities, Kyoto-daigaku Katsura (Kyoto University), Nishikyo-ku, Kyoto 615-8540, Japan.