

FERRAMENTA COMPUTACIONAL APLICADA A UMA REDE DINÂMICA: UM ESTUDO DE CASO NA LOGÍSTICA HUMANITÁRIA

Daniel de Oliveira

Edson Tadeu Bez

Christiane Wenck Nogueira

Mirian Buss Gonçalves

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção
Universidade Federal de Santa Catarina

RESUMO

A logística humanitária busca à pronta resposta, visando atender o maior número de pessoas, evitar a falta e o desperdício de recursos, organizar as diversas doações que são recebidas nestes casos e, principalmente, atuar dentro de um orçamento limitado. O objetivo deste artigo é apresentar o desenvolvimento de uma rede dinâmica que servirá como ferramenta de apoio para os tomadores de decisão em situações emergenciais. Para isso, foi desenvolvido um sistema capaz de gerar rotas alternativas de acordo com modificações aplicadas a rede de transportes, decorrentes de algum desastre. Para testá-lo, foi realizado um estudo de caso na região do Vale do Itajaí em Santa Catarina. Esta região foi duramente afetada pelas enchentes e deslizamentos de terra em novembro de 2008.

ABSTRACT

Humanitarian Logistics seeks a swift response to help the greatest number of people, to avoid wastage and shortages, to organize the various donations that are received in such cases and, especially, act within a limited budget. The aim of this paper is to present the development of a dynamic network that will serve as support tool for decision makers in emergency situations. Thus, we developed a system capable of generating alternative routes in accordance to modifications applied on the transport network resulting from a disaster. To test it, there was a case study in the Vale do Itajaí Santa Catarina. This region was severely affected by the floods and landslides in November 2008.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, a comunidade internacional tem reconhecido que a magnitude, o número de pessoas afetadas e a recorrência de desastres produzidos por fenômenos de ordem natural ou não, têm aumentado consideravelmente. Episódios como o tsunami e o terremoto na Ásia em 2004, os furacões no Caribe e os terremotos no Paquistão em 2005, o terremoto na China em 2008, os terremotos no Haiti no início de 2010; no Brasil, as enchentes e deslizamentos ocorridos no sul em 2008, as enchentes no nordeste em 2009, entre outros, têm demonstrado a vulnerabilidade das sociedades atuais e evidenciado a logística humanitária e o desenvolvimento de estudos nesta área. Recentemente, alguns pesquisadores vêm tratando o tema (Beamon, 2004; Thomas, 2004; Beamon e Kotleba, 2006; Thomas, 2007; Nogueira *et al.*, 2007; Nogueira *et al.*, 2008; Nogueira e Gonçalves, 2010; Wassenhove e Tomasini, 2008; Wassenhove e Tomasini, 2009).

A logística humanitária visa o fluxo de pessoas e materiais de forma adequada e em tempo oportuno na cadeia de assistência, tendo como objetivo principal o atendimento, de maneira correta, do maior número de pessoas (Beamon, 2004). Dentro dos conceitos da logística humanitária não basta ser eficiente é necessário ser eficaz, isto é, o auxílio deve chegar ao seu destino de maneira correta e em tempo hábil.

Buscando auxiliar para que esses objetivos sejam atingidos, grandes desafios de pesquisa são apontados na direção da implementação de processos logísticos sistematizados com foco na logística humanitária, merecendo destaque o desenvolvimento de tecnologias de informação

que tratem de aspectos como: distribuição de recursos, centrais de assistência e processos (pessoas, suprimentos, informações, materiais).

Neste contexto, este artigo apresenta um sistema computacional baseado em uma rede dinâmica geo-referenciada, servindo de base para o aprimoramento de operações e coordenação de processo em uma situação de emergência.

O artigo trata, nas seções subsequentes, dos conceitos associados à logística humanitária. Em seguida, como o modelo da rede dinâmica é composto e como os seus componentes devem trabalhar de forma a dar suporte ao comportamento dinâmico esperado e, na seção seguinte, o estudo de caso é discutido. Finalmente, são realizadas as considerações finais e referências.

2. A LOGÍSTICA HUMANITÁRIA

O conceito de logística humanitária foi desenvolvido a partir dos objetivos da logística de vencer tempo e distância na movimentação de materiais e serviços de forma eficiente e eficaz. Assim, de que maneira os conceitos logísticos podem ser utilizados quando se está diante de situações emergenciais?

Neste sentido, surge a logística humanitária, um conceito que vem sendo desenvolvido e aplicado principalmente em países da Europa e nos Estados Unidos, mas que ainda é muito recente no Brasil.

A logística humanitária é a função que é exigida para assegurar com eficiência e eficácia o fluxo de suprimentos e pessoas com o propósito de salvar vidas e aliviar o sofrimento de pessoas vulneráveis (adaptado de Thomas, 2004). Tal conceito destaca que, não basta ser eficiente, é necessário ser eficaz, isto é, na perspectiva da logística humanitária, 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.

Segundo Wassenhove e Tomasini (2009), a logística humanitária está baseada num tripé da Humanidade, Neutralidade e Imparcialidade que constituem a base de toda a sua fundamentação teórica e do desenvolvimento de todos os seus conceitos.

Logística humanitária são processos e sistemas envolvidos na mobilização de pessoas, recursos e conhecimento para ajudar comunidades vulneráveis, afetadas por desastres naturais ou emergências complexas. Ela busca à pronta resposta, visando atender o maior número de pessoas, evitar a falta e o desperdício, organizar as diversas doações que são recebidas nestes casos e, principalmente, atuar dentro de um orçamento limitado (Federação Internacional da Cruz Vermelha, 2007).

Em resumo, pode-se dizer que a logística humanitária 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.

2.1. A logística Humanitária e a Logística Empresarial

Apesar de a logística humanitária ter semelhanças com a cadeia de abastecimento comercial,

em termos de estrutura e atividades logísticas, ela difere em vários aspectos, devido ao caráter imprevisível, dinâmico e caótico do ambiente no qual a cadeia de assistência humanitária está inserida.

Como o foco da logística empresarial é entregar os produtos certos na quantidade exata aos locais corretos no tempo adequado, abrangendo todas as atividades associadas com a criação, transformação e fluxo das mercadorias e informações até a entrega, isso torna as condições enfrentadas no ambiente comercial diferentes das enfrentadas por organizações de assistência humanitária.

Há características específicas da logística humanitária que diferem da tradicional abordagem empresarial. Essas características incluem: questões ligadas à vida humana; sistemas de informações pouco confiáveis, incompletos ou inexistentes; e a demanda é gerada em função de eventos aleatórios.

Uma das principais diferenças entre a logística humanitária e a empresarial está no modelo de demanda. Na logística empresarial, a demanda é relativamente previsível, ocorre em locais pré-estabelecidos, em intervalos relativamente regulares. Na logística humanitária, a demanda ocorre de maneira imprevisível, frequentemente em locais desconhecidos e é estimada após a ocorrência da necessidade.

Dado que um desastre ocorre, uma organização de assistência humanitária geralmente adere a um processo padrão. Thomas (2007) apresenta uma classificação relacionada especificamente à estimativa e distribuição dos recursos:

- **Avaliação:** um indivíduo da organização de assistência humanitária é encaminhado ao local do desastre para fazer uma avaliação das necessidades (geralmente dentro das primeiras 24 horas). Este indivíduo comunica os resultados da avaliação para um responsável fora do local, que faz uma estimativa dos recursos e suprimentos;
- **Aquisição:** solicitações de suprimentos ou doações em dinheiro são feitas, normalmente, dentro de 36 horas do início de um desastre. Os responsáveis, primeiramente se esforçam em procurar os suprimentos de fornecedores locais. Se a organização de assistência humanitária possui uma central de abastecimento na região, os responsáveis verificam os suprimentos disponíveis no local. O que não pode ser levantado localmente é buscado por meio de doações e/ou aquisições de diversas partes do mundo;
- **Transporte:** dependendo do tipo de desastre e das características da região afetada o transporte dos suprimentos será feito de maneira diferenciada até o local do desastre.

2.2. Desafios à logística humanitária

As características específicas da logística humanitária trazem grandes desafios no sentido do desenvolvimento de modelos que possam levar em conta estas especificidades. Assim, é importante considerar aspectos como: a descrição e estruturação dos canais de assistência humanitária, a configuração da rede para situações emergenciais, controle de estoque e sua relação com o alto grau de customização e incerteza da demanda.

Neto (2000) apresenta algumas ações práticas a serem executadas no gerenciamento de desastres. Dentre elas, pode-se destacar: desenvolvimento de projetos de sistemas de previsão, monitoramento e alerta; análises custo/benefício sobre medidas estruturais de mitigação de

desastres naturais; análise de áreas de riscos e de possíveis danos; elaboração de planos emergenciais gerais; elaboração de planos emergenciais localizados e mais específicos; determinação de espaços para abrigo de vítimas e evacuação de habitantes; planejamento de políticas de controle do uso do solo, controle de construções, educação e legislação; simulação de crescimento urbano e análise de efeitos; desenvolvimento de planos de mobilização; desenvolvimento de políticas de planejamento e apoio logístico.

No contexto apresentado, é conveniente destacar a importância de que a população deve estar efetivamente preparada e orientada do que fazer e como fazer, somente desta forma a comunidade poderá dar uma resposta eficiente a todas as ações que tenham sido implementadas. Nos países desenvolvidos as comunidades participam de simulações sobre situações de emergência, como fogo, terremotos, etc.

A Política Nacional de Defesa Civil (2000) divide o gerenciamento de desastres em três fases distintas: antes, durante e depois. Para cada uma destas fases, existe uma série de desafios à logística humanitária. Neste sentido, tem-se:

- 1. Fase de preparação de desastre:** tem por objetivo o desenvolvimento de projetos que proporcionem um aumento da capacidade de atendimento à emergência. Trata do monitoramento, alarme, planejamento operacional e de contingência, mobilização e apoio logístico. São desafios desta etapa:
 - Levantamento prévio de potenciais locais (disponíveis ou adaptáveis) para o estabelecimento de centrais de recebimento, controle e distribuição de recursos;
 - Coordenação e estabelecimento prévio de atribuições das instituições envolvidas;
 - Estabelecimento de parcerias (de transporte, suprimentos, recursos, etc.);
 - Desenvolvimento de modelos e sistemas;
 - Treinamento de pessoas (familiarização com softwares, simulações).
- 2. Fase do desastre:** é a fase do atendimento propriamente dito. É a que demanda maior urgência abrangendo o socorro às vítimas, a assistência à população vitimada e a avaliação dos danos. Nesta fase, alguns desafios à logística humanitária são:
 - Destaque claro de que o principal objetivo é salvar vidas;
 - Levantamento da malha viária (vias interrompidas, acesso às diversas comunidades);
 - Levantamento da necessidade de sistemas alternativos (transporte por helicópteros, barcos, botes, etc.);
 - Análise da infraestrutura (locais rapidamente adaptáveis, locais para instalações flexíveis);
 - Verificação da acessibilidade externa (rodovias, aeroportos, portos, etc.);
 - Campanhas iniciais bem focadas em materiais e suprimentos básicos: água potável, leite, alimentos prontos, alimentos para bebês, kits de desinfecção, remédios, kits de abrigo, produtos de higiene pessoal;
 - Distribuição dos produtos.

- 3. Pós-desastre:** pretende o completo restabelecimento das condições de normalidade dos serviços públicos, da economia da região, do bem estar da população atingida. A terceira fase traz à logística humanitária muitos dos desafios citados na fase anterior, no entanto, é importante destacar que aqui os produtos incluem: cestas básicas, colchões, roupas, cobertores, material de construção, etc.

Embora as atividades estejam divididas de maneira isolada e independente, na prática não podem estar desagregadas. O inter-relacionamento entre elas é que irá permitir, o desenvolvimento de ações de prevenção e preparação para os desastres.

Dessa forma, a importância de uma ferramenta que possibilite aos planejadores inferir sobre a rede de transportes torna-se imprescindível.

3. MODELAGEM DA REDE DINÂMICA

Segundo Monteiro (2002), um sistema pode ser definido como um conjunto de objetos agrupados por alguma interação ou interdependência, de modo que existam relações de causa e efeito nos eventos que ocorrem com os elementos desse conjunto. Sendo assim, um sistema é tido como dinâmico quando algumas características de seus objetos constituintes variam com o tempo.

Quanto à variável temporal, um sistema pode ser de tempo discreto, quando é necessário esperar um intervalo de tempo finito para que o valor de uma variável observada $x \in R$ possa variar, ou contínuo, quando o valor de x pode variar num intervalo de tempo tão pequeno quanto se queira, isto é, infinitesimal (Monteiro, 2002). Monteiro (2002) e Garcia (2005) ainda citam que um sistema dinâmico também pode ser classificado como dinâmico quanto à memória, onde as respostas num dado instante dependem dos valores das entradas passadas.

Voltando-se para o foco das Redes Dinâmicas, advindo dos conceitos de Redes de Computadores por canal sem fio de Duarte Jr. (2009), tais sistemas são tipicamente descentralizados, construídos a partir da interconexão de um grande número de nodos capazes de se auto-organizar, mantendo desempenho aceitável mesmo frente a padrões de comportamento altamente dinâmico.

A rede dinâmica proposta neste trabalho, é a representação espacial de uma malha viária com comportamento dinâmico, contendo rodovias ou estradas, que ligam pontos geograficamente distribuídos. A palavra dinâmica é aplicada no contexto para determinar que a rede sofre mudanças devido a diversos eventos ocorridos durante um intervalo de tempo contínuo e, dessa forma, tais eventos promovam a atualização de caminhos alternativos existentes na rede.

No desenvolvimento da rede dinâmica proposta, os seguintes conceitos estão envolvidos, são eles: Sistema de Informações Geográficas (SIG) (Silva, 2004; Donha, Souza e Sugamoto, 2006; e Tomlinson, 2007), juntamente ao conceito de biblioteca digital de informações geográficas (Elmasri e Navathe, 2004); Arquitetura Cliente/Servidor de três camadas (Elmasri e Navathe, 2004); Arquitetura de serviços distribuída orientada a serviços; e Redes sociais devido à questão colaborativa (Rodrigues e Theotônio, 2003; Neto, 2006).

De forma esquemática e sintética os conceitos citados anteriormente, responsáveis pela

formação da rede dinâmica, podem ser observados na Figura 1.

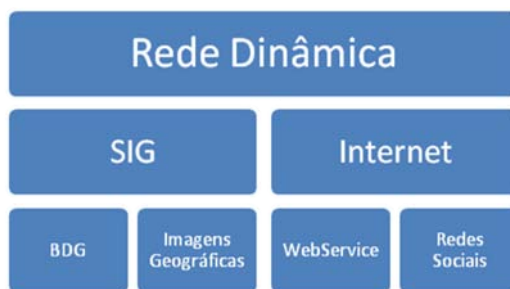


Figura 1. Esquema de Conceitos aplicados à Rede Dinâmica.

A Rede Dinâmica é a representação atualizada da malha viária disponível, de modo que rotas possam ser criadas levando em conta questões como o sentido das vias e o estado das estradas, caso estejam avariadas ou comprometidas, por exemplo. Desta forma, a base de dados da Rede Dinâmica é caracterizada por um grafo $G(V, A)$ direcionado e ponderado, sendo as vias representadas pelo conjunto de arestas A e as junções dessas vias representadas pelo conjunto de vértices V .

Os componentes básicos que compõe a rede dinâmica proposta são (Figura 2): os agentes que geram, propagam e validam os eventos de atualização da rede; a Teoria de Grafos, na representação geográfica da malha viária, juntamente com os diversos algoritmos de caminhamentos e demais técnicas que venham a ser úteis de acordo com o objetivo esperado de uma rede dinâmica; e Bancos de Dados Geográficos, onde as diversas informações que serão trocadas entre os agentes, deverão estar armazenadas num banco de dados relacional com suporte a objetos geográficos, no formato de um SIG.



Figura 2. Componentes de uma Rede Dinâmica.

De um modo geral, essas redes precisam de características de auto-organização, ou seja, a habilidade de se adaptar de forma autônoma as mudanças que possam ocorrer devido a intervenções externas, tais como mudanças na topologia (devido a falhas, mobilidade ou inclusão de um nodo na rede), reação a um evento detectado pelos agentes, ou devido a alguma requisição de usuário ou entidade externa. Além disso, é possível que a topologia em uma rede dinâmica se modifique constantemente.

Neste trabalho a rede dinâmica está embasada em alguns conceitos de Redes de Sensores sem Fio (RSSF), onde o objetivo principal é coletar dados do ambiente e enviá-los para serem processados e avaliados por uma entidade externa chamada de estação-base.

Conseqüentemente, a disseminação de dados em direção à estação-base é uma tarefa fundamental e dependendo da aplicação pode ser realizada considerando diferentes estratégias (Abu-Ghazaleh, Tilak e Heinzelman, 2002). Segundo Brittes e Wille (2009), em um monitoramento contínuo, a aplicação recebe constantemente dados coletados do ambiente, sem a necessidade de solicitações externas. No caso de monitoramento orientado a eventos, um nó sensor envia uma notificação quando um evento de interesse acontece. Quando o monitoramento é iniciado pelo observador, este envia uma requisição para a rede, que captura informações e as manda de volta para a fonte da solicitação.

Na Figura 3 é possível observar a descrição e o desenho esquemático da arquitetura proposta para o aplicativo da Rede Dinâmica, bem como a estrutura computacional distribuída sugerida.

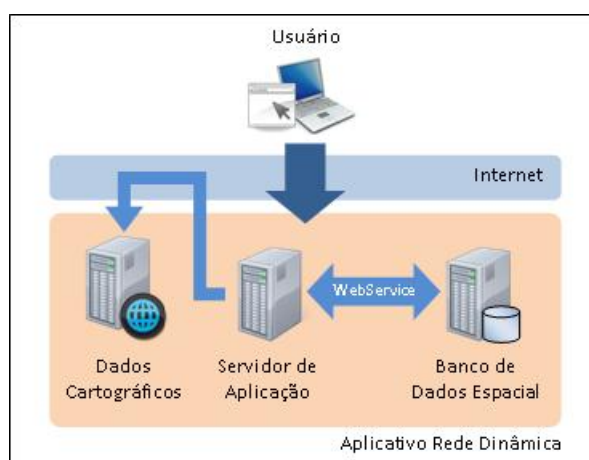


Figura 3. Arquitetura proposta.

3.1 Agentes e Usuários

O papel dos agentes na rede dinâmica é o de interagirem entre si, disseminando informações sobre eventos externos, com a finalidade de manter a rede atualizada. Isto é, são os responsáveis diretos pelo aspecto dinâmico proposto na rede, agindo como sensores coletando dados do ambiente externo.

No escopo definido neste trabalho, o termo agente é utilizado para definir qualquer usuário que interaja com a rede. Dessa forma, o aplicativo da Rede Dinâmica possui uma hierarquia de usuários formada por um conjunto de três perfis, definindo responsabilidades como: colaborações na Rede Dinâmica, validação dessas colaborações através dos cortes nas arestas e inserção de novas ruas na malha viária por meio da atualização do grafo. A hierarquia e responsabilidade das atividades são demonstradas na Figura 4.

O processo colaborativo envolvido no aplicativo da Rede Dinâmica pode ser demonstrado por uma série de procedimentos como mostra a Figura 5. Nesta situação um usuário externo (Perfil 3) pode auxiliar o processo de descoberta de regiões afetadas e, conseqüentemente, na atualização da Rede. Toda colaboração feita dessa forma deve ser auditada e validada pelas pessoas graduadas para tal (Perfil 1 e 2), visando filtrar as contribuições legítimas desses usuários, separando-as de conteúdo falso ou mal-intencionado.

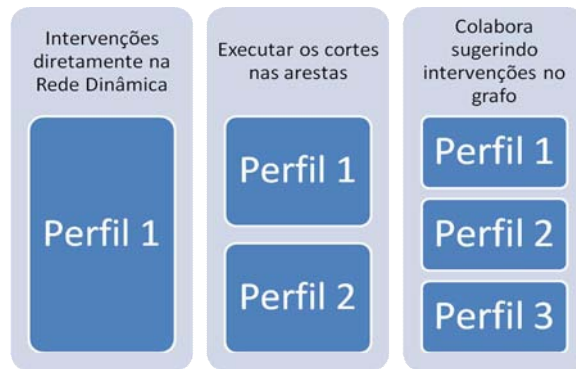


Figura 4. Perfis de usuários e suas responsabilidades.

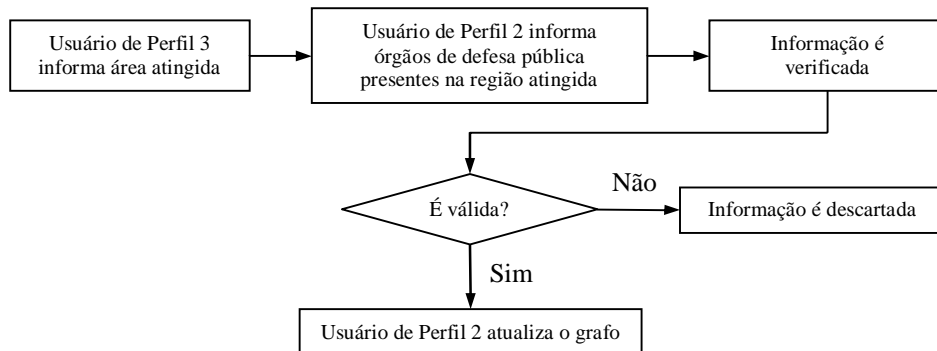


Figura 5. O processo colaborativo na Rede Dinâmica.

Todo o procedimento colaborativo estará sujeito a uma pré-análise inteligente, ainda a ser desenvolvida, por parte da aplicação, com o objetivo de evitar informações redundantes e tratar dados semelhantes informados pelos usuários do Perfil 3.

Um caso interessante a se observar com relação a uma área do aplicativo dedicada a usuários externos é que tal fato torna a informação atualizada de modo a poder ser utilizada por órgãos públicos e de utilidade pública, como a imprensa, para levar instruções e informações relevantes sobre a situação do desastre e seus atingidos.

3.2 Atualizações na Rede Dinâmica

As atualizações na rede foram feitas pelo corte de determinadas arestas pelo usuário, com este selecionando arestas ou traçando polígonos pelas regiões onde for detectado algum problema. Então, um algoritmo de busca percorre todo o conjunto de arestas objetivando encontrar aquelas que fazem intersecção com os polígonos. Uma intersecção é encontrada através de métodos que realizam operações aritméticas que detectam interpolação entre retas. As arestas selecionadas pelo método de busca, não devem ser removidas do grafo, mas sim receber o peso $c_{ij} = \infty$.

Com isso, as rotas de ligação entre pontos na rede são recalculadas considerando o novo peso c_{ij} . Para tal procedimento o algoritmo de Dijkstra (Drozdek, 2008), foi utilizado para determinar os caminhos mínimos.

4. ESTUDO DE CASO

Foi definido como cenário, a fim de realizar o estudo de caso, o conjunto de rodovias

presentes no Estado de Santa Catarina, com o objetivo de simular eventos de desastres naturais que causem interferência e comprometimento da rede e, a partir daí, verificar as rotas geradas tanto na rede original, quanto na rede modificada.

Assim, o cenário montado neste trabalho, de forma reduzida, foi semelhante ao apresentado por Nogueira *et al.* (2009), onde foram simuladas algumas das dificuldades causadas na rede rodoviária devido aos desastres ocorridos no Estado de Santa Catarina, principalmente da região do Vale do Itajaí, como fortes chuvas que geraram inundações ou deslizamentos de terra e que comprometeram estruturas essenciais como pontes e a própria malha viária.

O aplicativo da rede dinâmica, utilizado para o estudo de caso, foi desenvolvido com os seguintes serviços Web planejados para estarem disponíveis por parte dos usuários:

1. Consulta do caminho mínimo entre dois pontos quaisquer do grafo;
2. Criação e consulta dos cortes efetuados nas arestas no grafo;
3. Consulta de locais afetados por um determinado evento.

A construção da base de dados geográfica para o estudo de caso apresentado neste artigo teve como fonte dos municípios, os mapas disponibilizados pelo sitio do IBGE (IBGE, 2011) e para a construção do grafo representativo da rede, os mapas disponíveis no projeto SISCOM (IBAMA, 2011). A Figura 6 mostra o mapa do cenário montado. Cabe salientar que neste estudo de caso, não se levou em conta as diferentes características das rodovias, considerando, com isso, todos os caminhos disponíveis.

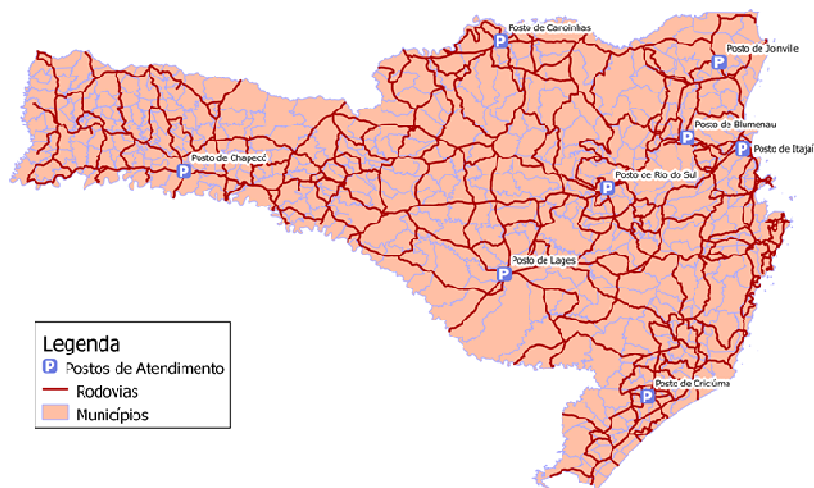


Figura 6. Mapa utilizado no cenário de estudo de caso.

Com o grafo definido, foram selecionados os Postos de Distribuição e Atendimento, que são as bases logísticas de resposta ao desastre (Nogueira *et al.*, 2009). Tais postos são os pontos de origem e destino para a construção de rotas na rede dinâmica. Os postos também estão demonstrados na Figura 6.

Como este cenário simulou desastres ocorridos na região do Vale do Itajaí, o posto de atendimento da cidade de Itajaí foi definido como ponto de destino e, consequentemente, os

postos restantes passaram a ser pontos de origem das rotas, definindo postos de distribuição de donativos e ajuda humanitária. Assim os caminhos originais que poderiam ser formados, sem considerar eventos de desastres naturais e modificações na malha representativa da rede, podem ser observados na Figura 7.

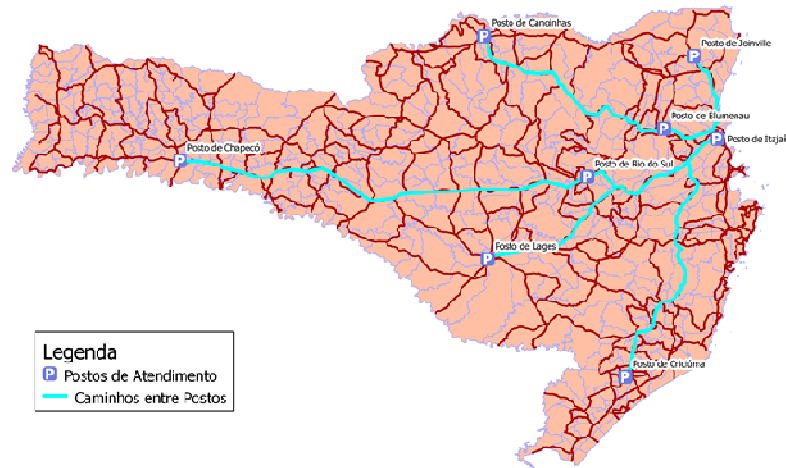


Figura 7. Caminhos formados pelo método Dijkstra.

Estes caminhos foram gerados utilizando o algoritmo de Dijkstra (Drozdek, 2008) e foram feitos para serem comparados com as rotas que foram geradas com a rede modificada.

Para definir, então, as arestas do grafo que sofreriam cortes, foram considerados três tipos de eventos: inundações, deslizamento de terras e pontes danificadas. A Figura 8 demonstra as arestas afetadas pelos eventos e sua devida localização.

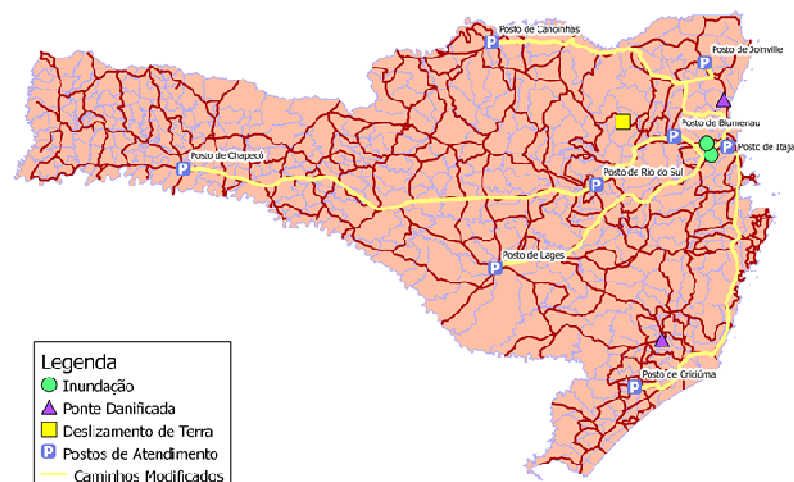


Figura 8. Caminhos modificados.

Após a detecção dos eventos pela rede dinâmica, um novo conjunto de caminhos foi gerado, considerando, agora, a devida influência dos eventos e cortando as arestas atingidas. Essa nova configuração de rotas pode ser vista na Figura 8.

Objetivando verificar se os caminhos foram modificados, a Figura 9 compara o conjunto de rotas construídas tanto com a rede original quanto com a rede contendo cortes nas arestas do grafo. Pode-se verificar nesta figura que os caminhos foram, de fato, modificados, atendendo

as expectativas impostas sobre a rede dinâmica.

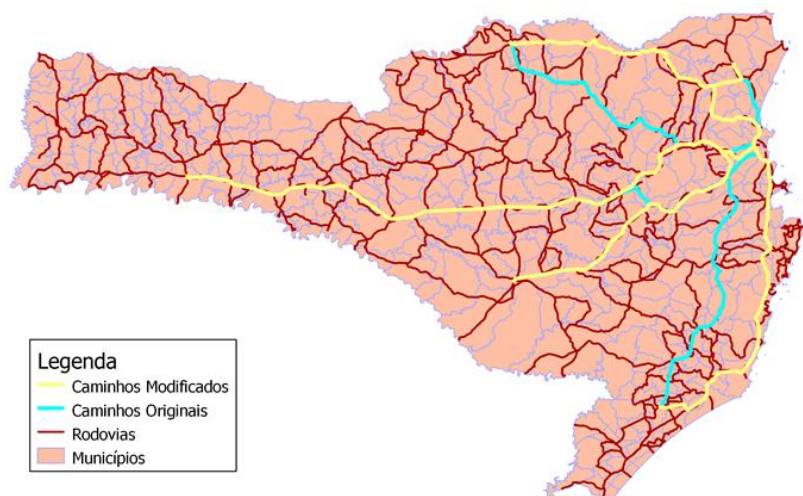


Figura 9. Comparando os caminhos gerados na rede.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente artigo buscou contribuir em dois aspectos distintos. O primeiro refere-se ao desenvolvimento de um estudo de forma a trazer uma contribuição prática, no âmbito da logística humanitária. A segunda parte refere-se ao desenvolvimento do sistema propriamente dito.

Neste sentido, acredita-se que tal sistema represente uma contribuição importante para a melhoria dos processos de coordenação e possa servir de base para órgãos como a Defesa Civil, Bombeiros e Instituições envolvidas na coordenação de processos logísticos em situações emergenciais.

É importante salientar que a característica dinâmica torna-se uma das principais contribuições do trabalho. Tal ferramenta possibilita, por parte das pessoas envolvidas na Coordenação de processos em situações emergenciais, a realização de treinamentos e simulações antes que um desastre ocorra bem como contempla uma situação da rede logística em tempo real, permitindo tomadas de decisões mais eficientes e eficazes por parte das autoridades, durante e depois da ocorrência da situação emergencial.

AGRADECIMENTOS

Ao apoio financeiro do CNPq, através do Projeto nº 470774/2010-0.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abu-Ghazaleh, N. B.; Tilak, S.; e Heinzelman W. (2002). *A taxonomy of wireless micro-sensor network models*. ACM Mobile Computing and Communications Review (MC2R). 6. p. 28-36.
- Beamon, B. M. (2004) *Humanitarian Relief Chains: Issues and Challenges*, R 34th International Conference on Computers and Industrial Engineering San Francisco, CA, USA.
- Beamon, B.M.; Kotleba, S.K. (2006), *Inventory management support systems for emergency humanitarian relief operations in South Sudan*, The International Journal of Logistics Management, Vol. 17.
- Brittes, M. P.e Wille, E. C. G. (2009). *LEACH-M: Uma estratégia para escolha de líderes de cluster em Redes de Sensores sem Fio*. V Workshop de Redes Dinâmicas e Sistemas Distribuídos. Anais. Maio. Recife.
- Donha, A. G.; Souza, L. C. de P.; (2006). *Determinação da fragilidade ambiental utilizando técnicas de suporte à decisão e SIG*. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 10. n. 1. p.

175-181.

- Drozdek, A. (2008). Data structures and algorithms in C++. São Paulo: Cengage Learning. 579 p.
- Duarte Jr., E. P. et al. (2009). V *Workshop de Redes Dinâmicas e Sistemas Distribuídos*. Anais. Maio. Recife.
- Elmasri, R.; Navathe, S. (2004). Fundamentals of Database Systems. Pearson Education. 1139 p.
- FEDERAÇÃO INTERNACIONAL DA CRUZ VERMELHA (2007). Disponível: www.cvb.org.br Acesso em: 20 dez. 2008.
- Garcia, C. (2005), Modelagem e Simulação de Processo industriais e de Sistemas Eletromecânicos. Editora da USP. 688 p.
- IBAMA (2011). Disponível em <http://siscom.ibama.gov.br/shapes/>. Acesso em julho de 2011.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2011). Disponível em <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em julho de 2011.
- INPE (2007). Disponível em: www.inpe.br. Acesso em: 21 mai 2007.
- IPCC ó Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate Change 2007 : The Physical
- Meirim, H. (2007). *Logística humanitária e logística Empresarial*, mmrbrasil. Disponível em: www.mmrbrasil.com.br. Acesso em: 27 mai 2007.
- Monteiro, L. H. A. (2002), Sistemas Dinâmicos. Ed. Livraria da Física, 626 p.
- Neto, S. (2000). Um modelo conceitual de sistema de apoio à decisão espacial para gestão de desastres por inundações. São Paulo, 2000. Tese de doutorado ó Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.
- Neto, J. A. (2006). *As Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) e as Refes Dinâmicas de Cooperação: um novo paradigma de produção?*. Journal of Technology Management & Innovation, v. 1 n. 4. p. 108-120.
- Nogueira, C.W.; Gonçalves, M.B. e Novaes A.G. (2007) *Logística humanitária e Logística empresarial: Relações, conceitos e desafios*. Artigo. Anais do XXI Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes. Novembro. Rio de Janeiro.
- Nogueira, C.W.; Gonçalves, M.B. e Novaes A.G. (2008) *A logística humanitária e medidas de desempenho: A perspectiva da cadeia de assistência humanitária*. Artigo. Anais do XXII Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes. Novembro. Fortaleza.
- Nogueira, C.W.; Gonçalves, M.B. e Oliveira D. (2009) *O Enfoque da Logística Humanitária no Desenvolvimento de uma Rede Dinâmica para Situações de Emergências: O Caso do Valo de Itajaí em Santa Catarina*. Artigo. Anais do XXIII Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes. Novembro. Vitória.
- Nogueira, C. W.; Gonçalves, M. B. (2010) O Desenvolvimento e aplicação de um modelo para a localização de uma central de inteligência e suporte para recebimento, controle e distribuição de recursos em situações emergenciais com foco na logística humanitária. *Anais do XXIV Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes*. Salvador, Bahia.
- POLÍTICA NACIONAL DE DEFESA CIVIL. Secretaria de Defesa Civil. (2000).
- Rodrigues, A. M. e Theotônio J. M. C. (2003). *Redes de cooperação entre empresas: uma alternativa para o aumento da competitividade das MPE's do município de Curitiba/PR*. XXIII Encontro Nac. da Eng. de Produção . Outubro. Ouro Preto.
- Science Basis. Disponível em: www.ipcc.ch Acesso em : 20/12/2008.
- Silva, A. N. R. et al. (2004), SIG: Uma plataforma para introdução de técnicas emergentes no planejamento urbano, regional e de transportes. São Carlos, SP: Ed. dos Autores.
- Thomas, A. (2003). *Humanitarian Logistics: Enabling Disaster Response*. The Fritz Institute. Disponível em: www.fritzinstitute.or. Acesso em: 30 mai 2007.
- Thomas, A. (2004). *Elevating Humanitarian Logistics*. International Aid & Trade Review.
- Thomas, A. (2007), *Humanitarian Logistics: Enabling Disaster Response*. The Fritz Institute. Disponível em: www.fritzinstitute.or. Acesso em: 30 mai 2007.
- Tomlinson, R. F. (2007). Thinking about GIS: geographic information system planning for managers. ESRI, Inc., 238 p.
- Wassenhove, L.V.;Tomasini,R.(2009) Humanitarian logistics - Insead Business Press.
- Wassenhove, L.V.;Tomasini,R.;Stapleton,O.(2008)*Corporate responses to humanitarian disasters ó the mutual benefits of private óhumanitarian cooperation*. Insead Business Press.

Daniel de Oliveira (daniel@procibe.com.br)

Edson Tadeu Bez (edsonbez@univali.br)

Christiane Wenck Nogueira Fernandes (christiane@joinville.ufsc.br)

Mirian Buss Gonçalves (mirianbuss@deps.ufsc.br)

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina. Campus da UFSC, Florianópolis - SC.