

## ANÁLISE DE REDES SOCIAIS EM UMA SITUAÇÃO DE GERENCIAMENTO DE CRISE

**Gilberto Justi Junior<sup>1</sup>**  
**Danielle Aguiar de Araujo<sup>2</sup>**  
**Mônica Maria De Marchi<sup>2</sup>**  
**Mischel Carmen N. Belderrain<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico de Aeronáutica  
Praça Marechal Eduardo Gomes, 50 - CEP 12.228-900 – São José dos Campos – SP  
e-mails: gilberto.justi@gmail.com, carmen@ita.br

<sup>2</sup>Instituto de Estudos Avançados (IEAv)  
Divisão de Geo-Inteligência (EGI)  
Subdivisão de Sistemas de Apoio a Decisão (EGI-A)  
Caixa Postal 6044 - CEP 12231-970 - São José dos Campos, SP  
e-mails: [danielleaa, monica]@ieav.cta.br

### RESUMO

Este trabalho propõe a aplicação de Análise de Redes Sociais (ARS) em gerenciamento de crise. Para isto, considera-se um cenário de desastre natural decorrente de fortes chuvas. São identificados os atores envolvidos neste cenário e investigados os fluxos de informação e de comunicação entre as entidades (atores) participantes. Para a análise e visualização da rede utiliza-se o software NodeXL. Sobre um cenário proposto são realizadas duas análises na rede: (1) análise de atraso, na qual se avalia o fluxo de informação na rede e a capacidade de coordenação dos atores envolvidos; (2) análise de centralidade, em que se evidencia a importância de cada entidade na rede, atribuindo-se diferentes riscos para cada localidade afetada. Com estas análises, sugestões de melhorias na arquitetura da rede são propostas em termos de aumento da cooperação e da interação entre os atores.

**PALAVRAS-CHAVE.** Gerenciamento de Crise. Análise de Redes Sociais. Análise da Comunicação em Rede.

**Área principal.** Outras Aplicações em PO.

### ABSTRACT

This work proposes to apply Social Network Analysis in crisis management. A natural disaster scenario is considered due to heavy rain. The actors involved in this scenario are identified and the information and the communication flows between participant entities (actors) are investigated. The software NodeXL is used in the network analyses and visualization. In a proposed scenario two network analyses are performed: (1) analyses of delay, which assesses the flow of information across the network and the coordination capacity of the involved actors; (2) analyses of centrality, which highlights the importance of each entity in the network, assigning different risks for each affected location. From these analyses, suggestions for improvements in the network architecture are proposed on the subject of cooperation and interaction between the actors.

**KEYWORDS.** Crisis Management. Social Network Analysis. Communication Network Analysis.

**Main Area.** Other applications in OR.

## 1. Introdução

De acordo com o estudo Sigma de 2011 da Swiss Re, companhia que atua na área de seguros e resseguros, as catástrofes naturais e desastres causados pelo homem em todo mundo no ano de 2010 resultaram em aproximadamente 304 mil mortes, o maior número desde 1976. Este estudo destaca ainda que os prejuízos financeiros resultantes desses eventos somaram 218 bilhões de dólares, implicando em um custo para o setor global de seguros acima de 43 bilhões de dólares, um aumento superior a 60% em relação ao ano anterior.

A expectativa é que estes dados continuem a crescer, particularmente para países em desenvolvimento, devido ao aumento de eventos naturais catastróficos, decorrentes das mudanças climáticas, e à vulnerabilidade das populações destes países frente a tais ocorrências.

Nesse sentido, é imprescindível a adoção de uma postura que priorize o planejamento, a fim de que o processo de resposta a emergências seja eficiente e eficaz. O cenário altamente dinâmico de situações de crise é caracterizado por diferentes entidades que devem agir rápido o suficiente para adquirir o controle da situação. Para isso, além da necessidade de que cada entidade envolvida possua elevada capacidade de pronta resposta, é essencial que tais entidades saibam agir coletivamente, como em uma rede. O planejamento de ações colaborativas nesse cenário irá requerer o conhecimento de como a rede de entidades é constituída, possibilitando a identificação dos atores mais influentes e dos atores cujas ações têm maior potencial para reduzir a eficiência da rede, bem como de que melhorias podem ser introduzidas com o propósito de agilizar o controle da situação, tanto no que tange ao atendimento de vítimas, quanto em relação a evitar maiores perdas (KAPUCU *et al.*, 2010).

Em um contexto como esse, em que entidades se conectam e colaboram entre si de maneira complexa, é essencial considerar os dados relacionais e as conexões sociais características. Sob este enfoque, a Análise de Redes Sociais (ARS), fazendo uso de um conjunto robusto de conceitos e linguagem matemática, visa complementar as análises tradicionais sobre estruturas organizacionais, desenvolvendo o estudo das relações entre os indivíduos e/ou grupos em um determinado contexto juntamente com os fatores que influenciam tais relações e suas correlações, bem como extraindo implicações dos dados relacionais (BRANDES e WAGNER, 2003; HANSEN *et al.*, 2010).

Desse modo, a teoria de Análise de Redes Sociais se destaca como uma ferramenta útil para análise de como as ações colaborativas se desenvolvem em um cenário de atendimento a desastres, contribuindo para a confecção de planos emergenciais mais eficientes e adequados às especificidades de cada região, facilitando, assim, o desdobramento do processo decisório.

Este trabalho apresenta uma abordagem de análise das comunicações entre entidades num contexto de gerenciamento de crise à luz da teoria de ARS a fim de promover maior entendimento sobre o fluxo de comunicação e, se possível, propor melhorias para um melhor desempenho nas ações de resposta às emergências. Para isto, foram coletadas informações com a Coordenadoria de Defesa Civil do município de São José dos Campos, no estado de São Paulo, a fim de identificar quais entidades são envolvidas no atendimento de situações de desastres, como enchentes e incêndios, que venham a ocorrer nesta cidade e como estas entidades se relacionam em tais situações.

A construção do modelo de ARS para uma situação de gerenciamento de crise é realizada na seção 2. Além disso, nesta seção foram desenvolvidas a análise de atraso e de centralidade da rede, que fundamentaram sugestões de melhorias para o gerenciamento da rede de resposta à emergência. Na seção 3, são discutidas as análises realizadas e as contribuições que podem ser obtidas com a aplicação deste modelo, bem como as propostas de trabalhos futuros que complementem o estudo desenvolvido.

## 2. Construção e Análise de um Modelo de ARS para uma Situação de Gerenciamento de Crise

### 2.1. Definição dos atores e sua arquitetura de comunicação

As informações para a construção do modelo foram obtidas em uma entrevista com o Coordenador de Defesa Civil do município de São José dos Campos, em que foram levantados os aspectos fundamentais que regem a coordenação das atividades desenvolvidas no atendimento às populações atingidas por um desastre natural neste município.

A Defesa Civil de São José dos Campos conta com 22 profissionais especializados e aproximadamente 150 voluntários que são devidamente treinados para situações que requerem resgate e primeiros socorros. Além dos profissionais especializados e voluntários treinados, a Defesa Civil conta com o apoio de líderes comunitários que através de comunicação direta, utilizando rádios, informam sobre qualquer incidente nas proximidades da comunidade.

A Defesa Civil conta, também, com o apoio de outras entidades quando necessário: o Corpo de Bombeiros, a Secretaria de Serviços Municipais (SSM), a Polícia Militar, os Agentes de Trânsito, a Polícia Civil, a Guarda Civil Municipal, o Resgate Saúde e a Assistência Social, cujos serviços são integrados no Centro de Operações Integradas (COI), possibilitando que as unidades de atendimento sejam acionadas por um único número telefônico, o 190.

Os impactos causados por desastres naturais em São José dos Campos estão relacionados, em sua maior parte, ao aumento inadvertido da população em bairros clandestinos localizados em regiões de risco, tais como: Águas do Canidú, Chácara do Havaí, Chácara das Oliveiras, Buquirinha 2, Taquari e Travessa Jaguari. O número de pessoas em situações de risco neste município é crescente, existindo atualmente mais de 1500 famílias nesta situação (WALTER, 2011).

Considerando a ocorrência de uma enchente em São José dos Campos com três áreas principais sendo afetadas, as entidades anteriormente descritas e seus relacionamentos foram esquematizados em uma arquitetura de rede, conforme apresentado na figura 1.

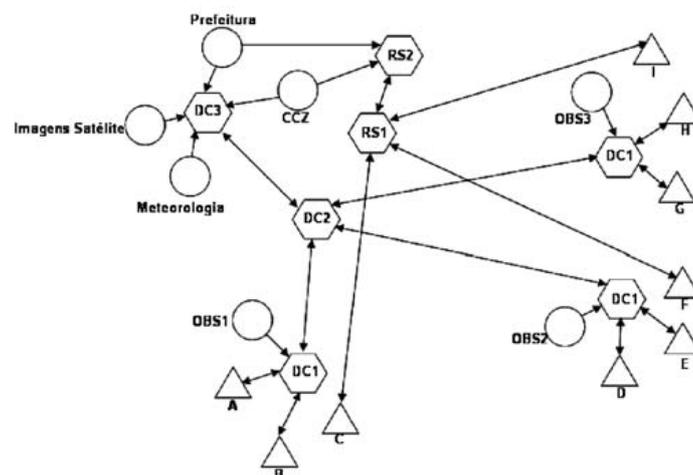


Figura 1: Rede de atores envolvidos e seus relacionamentos no cenário de uma enchente em São José dos Campos.

Para construção e visualização desta rede foram utilizados o software NodeXL e as classificações dos elementos que compõem um ambiente operacional propostas por Dekker (2002), que analisa arquiteturas de C4ISR (*Command, Control, Communications, Computers and Intelligence, Surveillance, & Reconnaissance*) e de NCW (*Network Centric Warfare*) utilizando a teoria de ARS. Dessa forma, os atores representados na figura 1 foram classificados como:

1. Entidades operacionais (indicadas com triângulos):
  - a. Voluntários da Defesa Civil atuando na Operação de Resgate (A, B, D, E, G e H);
  - b. Corpo do Resgate Saúde atuando em sistema de atendimento pré-hospitalar de urgência e emergência, por meio de ambulâncias e helicópteros (C, F e I).
  
2. Entidades como fontes de informação (indicadas com círculos):
  - a. Observadores comunitários independentes que atuam como voluntários da Defesa Civil em cada região, mas que não têm presença durante todo o período de coordenação da crise (identificados com “OBS”);
  - b. Informações meteorológicas fornecidas pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) (indicado como “Meteorologia”);
  - c. Informações de satélite também fornecidas pelo INPE (indicado como “Imagens Satélite”);
  - d. Informações sobre liberação de verba para possíveis necessidades imediatas como aquisição de material de limpeza e de lonas para cobrir telhados quebrados (indicado como “Prefeitura”);
  - e. Informações médicas com respeito a doenças resultantes da calamidade: dengue, leptospirose, tuberculose, entre outras. Essas informações de saúde pública são fornecidas pelo Centro de Controle de Zoonoses (CCZ).
  
3. Arestas representando o sistema de comunicação das entidades:
  - a. Setas direcionais interligando as entidades. As setas bidirecionais indicam que há fluxo de informação nos dois sentidos, enquanto as setas unidirecionais indicam que apenas a entidade de origem envia informação para a entidade de destino.
  
4. Entidades responsáveis pela coordenação da operação (Comando e Controle – C<sup>2</sup>):
  - a. Coordenadores das atividades da Defesa Civil de nível 1, responsáveis pela coordenação operacional no próprio local da área afetada (DC1);
  - b. Coordenador das atividades da Defesa Civil de nível 2, responsável pela intermediação entre o coordenador estratégico e os coordenadores operacionais. Ele não atua diretamente no local e normalmente faz mais de uma coordenação (DC2);
  - c. Coordenador das atividades da Defesa Civil de nível 3, que centraliza as informações da Inteligência e define as ações globais em nível estratégico (DC3);
  - d. Coordenador das atividades do Resgate Saúde de nível 1, responsável pela coordenação operacional das atividades de atendimento pré-hospitalar de urgência e emergência às vítimas (RS1).
  - e. Coordenador das atividades do Resgate Saúde de nível 2, que trabalha de maneira independente da Defesa Civil, gerenciando o sistema de atendimento pré-hospitalar de urgência e emergência às vítimas (RS2);

Assim, na rede social apresentada na figura 1, existem três regiões afetadas e cada uma delas tem o apoio de duas unidades operacionais da Defesa Civil e uma do Resgate Saúde, além de um membro da comunidade que fornece informações sobre a localidade. Pode-se verificar que a Defesa Civil e o Resgate Saúde atuam de forma independente, sem que suas ações se comuniquem, apesar de serem acionados ao mesmo tempo pelo COI.

Para a atuação do Resgate Saúde tem-se dois níveis de coordenação para as três regiões. O coordenador de nível mais baixo coordena as três unidades operacionais nas localidades. Além disso, o coordenador de nível mais elevado congrega informações importantes vindas da Prefeitura e do Centro de Controle de Zoonoses, repassando-as para os demais componentes da estrutura desta rede.

Por outro lado, a Defesa Civil conta com uma coordenação em três níveis, o que permite a



métrica é definida como o coeficiente de fluxo de informação entre as unidades de inteligência e operacional consideradas. Desse modo, coeficientes de fluxo de informação para todos os menores caminhos entre unidades de inteligência e unidades de operacionais da rede são apresentados na tabela 1.

Tabela 1: Coeficientes de fluxo entre as unidades de inteligência e as unidades operacionais.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Meteorologia	9	9	-	9	9	-	9	9	-
Imagens Satélite	9	9	-	9	9	-	9	9	-
Prefeitura	10	10	8	10	10	8	10	10	8
CCZ	7	7	5	7	7	5	7	7	5
OBS1	6	6	-	-	-	-	-	-	-
OBS2	-	-	-	6	6	-	-	-	-
OBS3	-	-	-	-	-	-	6	6	-

Conforme descrito na seção 2.1, as unidades da Defesa Civil compõem uma rede em separado das unidades do Resgate Saúde. Na tabela 1, as colunas A, B, D, E, G e H (sombreadas) apresentam os índices de atraso entre unidades de inteligência e as entidades operacionais constituintes da Rede de Defesa Civil e as colunas C, F e I apresentam os índices de atraso entre unidades de inteligência e as unidades operacionais da rede do Resgate Saúde. É importante ressaltar que as células da tabela que não foram preenchidas referem-se a ligações que não existem, por exemplo, o observador de uma comunidade afetada não gera informação para outra comunidade.

Com os coeficientes de fluxo estabelecidos entre os caminhos, pode-se calcular o coeficiente de fluxo de informação para a rede da Defesa Civil e para rede do Resgate Saúde como a média dos atrasos dos caminhos de cada rede.

Desse modo, o coeficiente de fluxo de informação para rede da Defesa Civil é de 8,2 unidades e para rede do Resgate Saúde é de 6,5 unidades. É desejado que esse coeficiente tenha um baixo valor o que significa que a informação flui mais rapidamente.

A segunda métrica associada à análise de atraso é o coeficiente de coordenação, que avalia quão efetivamente uma entidade pode coordenar atividades. Esta métrica é calculada pela média dos atrasos ao longo dos caminhos entre entidades operacionais.

A tabela 2 apresenta o somatório dos atrasos em cada caminho entre unidades operacionais. Os dados da rede do Resgate Saúde são representados pelas colunas C, F e I, os demais são dados da rede de Defesa Civil (células sombreadas).

Tabela 2: Atrasos atribuídos aos caminhos entre todas as entidades de força.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
A	-	3	-	7	7	-	7	7	-
B	3	-	-	7	7	-	7	7	-
C	-	-	-	-	-	3	-	-	3
D	7	7	-	-	3	-	7	7	-
E	7	7	-	3	-	-	7	7	-
F	-	-	3	-	-	-	-	-	3
G	7	7	-	7	7	-	-	3	-
H	7	7	-	7	7	-	3	-	-
I	-	-	3	-	-	3	-	-	-

Assim, para a rede completa da Defesa Civil, por exemplo, temos um coeficiente de coordenação de 6,2 unidades. Quanto à coordenação em cada área afetada, ou seja, considerando as áreas operacionais de A e B, D e E e G e H, temos coeficiente de coordenação de 3 unidades. É desejado que esse coeficiente tenha um valor baixo, o que significa ter uma melhor coordenação.

### 2.3. Recomendações para Melhoria da Rede

As métricas calculadas na seção anterior, juntamente com a análise da dinâmica de comunicação entre os atores da rede social, são úteis para fundamentar melhorias na rede. Sendo assim, identificaram-se duas ações que, alterando a arquitetura da rede, poderiam melhorar o fluxo de informação da rede social, reduzindo os coeficientes de fluxo de informação e de coordenação, a saber:

1. Criar novos links entre unidades não comunicadas;
2. Criar atalhos entre as unidades de inteligência e de força.

Quanto à primeira ação, considerou-se interessante integrar a Rede da Defesa Civil com a rede do Resgate Saúde do seguinte modo:

- Estabelecer comunicação entre o coordenador nível 2 da Defesa Civil e o coordenador nível 1 do Resgate Saúde. Estes dois atores, que não atuam diretamente no local da operação, apresentam uma característica tática. Entende-se, então, que a troca de informações entre estes dois nós da rede poderia trazer benefícios, reduzindo, por exemplo, o conflito no desenvolvimento das atividades operacionais de seus subordinados.
- Estabelecer comunicação entre os observadores comunitários e o coordenador de nível 1 do Resgate Saúde. As informações que tais observadores inserem na rede da Defesa Civil também são úteis para o desenvolvimento das operações do Resgate Saúde.
- Integrar as unidades operacionais do Resgate Saúde (C, F e I) ao coordenador de nível 1 da Defesa Civil em cada área afetada. As informações necessárias vindas da inteligência chegarão a tais unidades operacionais por esse coordenador.

Quanto à ação de criar atalhos entre unidades de inteligência e força, adotou-se a seguinte mudança:

- Fazer com que as informações cheguem diretamente para o coordenador nível 2 da rede da Defesa Civil. Seria como criar uma sala de controle para ele na qual as informações estariam disponíveis e constantemente atualizadas.

A figura 3 apresenta a rede com as alterações descritas.

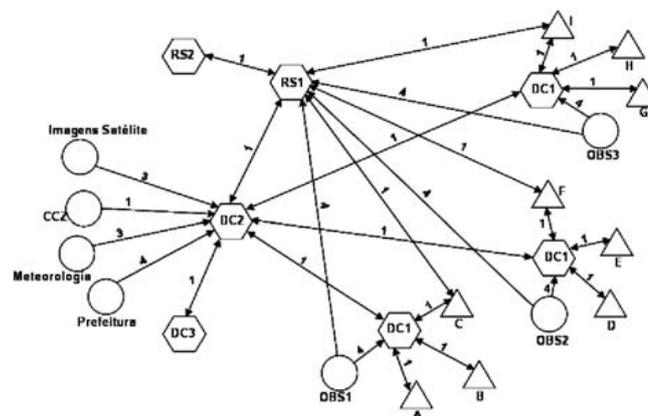


Figura 3: Rede com as recomendações de melhorias visualizadas.

A tabela 3 apresenta o somatório dos atrasos entre cada unidade de inteligência e cada unidade operacional.

Tabela 3: Atrasos entre todas as unidades de inteligência e todas as unidades de força da rede integrada.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Meteorologia	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Imagens Satélite	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Prefeitura	8	8	8	8	8	8	8	8	8
CCZ	5	5	5	5	5	5	5	5	5
OBS1	6	6	6	-	-	-	-	-	-
OBS2	-	-	-	6	6	6	-	-	-
OBS3	-	-	-	-	-	-	6	6	6

A partir desses dados, verifica-se que o coeficiente de fluxo de informação para a rede integrada é de, aproximadamente, 6,5 unidades. Ou seja, a integração das redes da Defesa Civil e do Resgate Saúde melhora o fluxo de informação da rede da Defesa Civil em 20% enquanto o fluxo de informação da rede do Resgate Saúde é mantido.

#### 2.4. Análise de Centralidade

A centralidade é uma métrica largamente utilizada em ARS. Enquanto a análise de atraso, por meio do fluxo de informação e da coordenação, gera informações sobre toda rede, a análise de centralidade refere-se à importância de cada entidade dentro da rede.

No estudo de ARS existem várias maneiras de avaliar a centralidade de um nó. Por exemplo, pode-se avaliar a centralidade considerando-se simplesmente o número de atores a que um nó está diretamente ligado.

Uma métrica de centralidade que tem interpretação interessante para o cenário em análise neste trabalho é o grau de intermediação (*betweenness centrality*). Esta métrica pode ser interpretada como a possibilidade que um nó tem de intermediar a comunicação entre outros dois nós da rede. Nesse sentido, uma forma prática de determinar o grau de intermediação é comparar o número de vezes que um determinado nó aparece nos menores caminhos que ligam todos os pares de nós da rede social em análise e o número de menores caminhos existentes na rede (WALOSZEK, 2010). A Equação (1) apresenta a definição matemática desta métrica.

$$C_B(v) = \sum_{s \neq v \neq t \in V} \frac{\sigma_{st}(v)}{\sigma_{st}} \quad (1)$$

Em que:

$C_B(v)$  - grau de interligação do vértice  $v$ .

$\sigma_{st}$  - número de menores caminhos entre os vértices  $s$  e  $t$ .

$\sigma_{st}(v)$  - número de menores caminhos entre os vértices  $s$  e  $t$  que passam por  $v$ .

$V$  - conjunto de vértices da rede.

Para operações de atendimento à emergência, as entidades com maior grau de

intermediação são especialmente importantes, pois caso estas sejam por algum motivo impedidas de cumprir seu papel na rede outros atores podem ser desconectados do restante da rede, impedindo o cumprimento da missão.

A fim de destacar a análise de centralidade segundo o grau de intermediação, a rede social analisada nas seções anteriores será modificada dividindo-se a coordenação da Defesa Civil em nível 2 entre dois coordenadores. A figura 4 apresenta a rede modificada. Desse modo, o coordenador DC2.2 ficará responsável por uma região, enquanto o coordenador DC2.1 efetuará o controle tático das outras duas regiões afetadas.

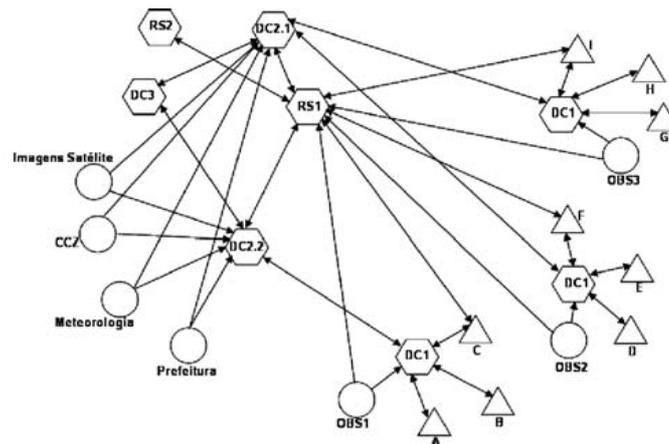


Figura 4: Rede com a coordenação da Defesa Civil dividida.

O software NodeXL calcula automaticamente o grau de intermediação dos nós de uma rede social nele estruturada. O software permite ainda associar o tamanho das entidades ao seu grau de intermediação, ou seja, quanto maior o ícone da entidade, maior seu grau de intermediação, mais central, portanto, é a entidade. A figura 5 apresenta uma visualização da rede com o tamanho dos nós associado ao grau de intermediação.

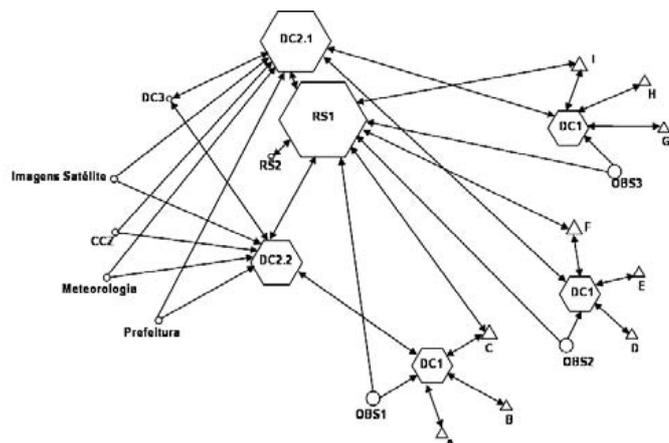


Figura 5: Grau de intermediação da rede com coordenação da Defesa Civil dividida e mesmo risco para as áreas afetadas.

A figura 5 evidencia que o coordenador da Defesa Civil DC2.1 é mais central que o coordenador DC2.2. Isto ocorre porque o coordenador DC2.1 coordena duas regiões, intermediando mais entidades que o coordenador DC2.2. Pode-se verificar também que o coordenador do Resgate Saúde tem uma maior centralidade, pois coordena três regiões simultaneamente.

Contudo, é importante destacar que nesta análise as regiões foram consideradas como se tivessem o mesmo risco à catástrofe. Sabe-se, porém, que para o gerenciamento de uma crise relacionada a enchentes a consideração do risco das regiões afetadas é de elevada importância.

Nesse sentido, foi realizada uma segunda análise de centralidade associando a cada região um índice de risco. Os riscos foram atribuídos, em unidades arbitrárias, conforme descrito a seguir:

- À área 1, que é atendida pelas entidades OBS1, A, B e C e pelo coordenador nível 1 de Defesa Civil conectado a elas, um risco de 10 unidades.
- À área 2, que é atendida pelas entidades OBS2, D, E e F e pelo coordenador nível 1 de Defesa Civil conectado a elas, um risco de 1 unidade.
- À área 3, que é atendida pelas entidades OBS3, G, H e I e pelo coordenador nível 1 de Defesa Civil conectado a elas, um risco de 3 unidades.

O objetivo é verificar se é possível associar a informação sobre a vulnerabilidade das regiões à análise de centralidade das entidades, possibilitando uma representação de um cenário mais real.

A métrica proposta para avaliar o grau de intermediação considerando o risco foi nomeada de centralidade aliada ao risco. Para o cálculo desta métrica, para cada entidade, foi efetuada a multiplicação do grau de intermediação da entidade e do risco atribuído a cada região por ela atendida.

Associando-se o tamanho dos nós à métrica centralidade aliada ao risco, obteve-se a representação da rede conforme a figura 6.

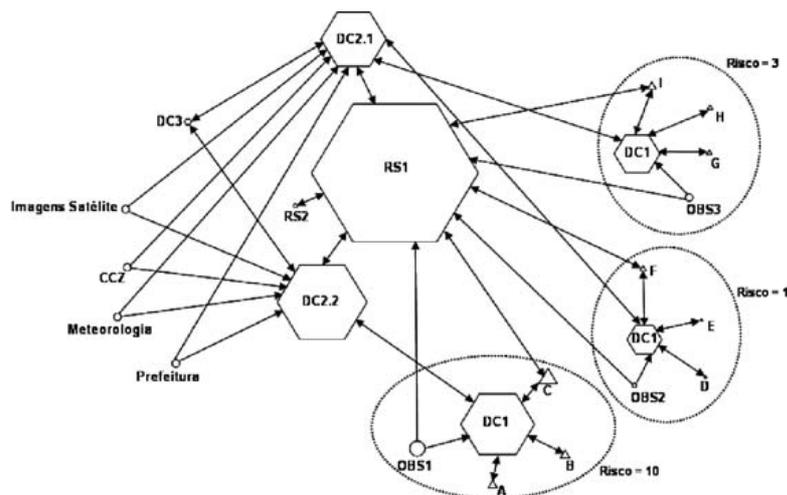


Figura 6: Rede com coordenação dividida e riscos atribuídos às áreas afetadas.

Ressalta-se que a interpretação desta métrica para as entidades que não participam da coordenação ou da parte operacional é de pouca relevância.

Comparando a figura 5 com a figura 6, não levando em conta as proporções entre elas, nota-se que a importância entre os coordenadores de nível 2 da Defesa Civil se inverteu, o coordenador DC2.2 passou a ter maior centralidade em comparação com o coordenador DC2.1. Isso ocorreu porque a região coordenada pelo nó DC2.2 teve um risco associado maior que as regiões coordenadas pelo nó DC2.1. Ou seja, a métrica centralidade aliada ao risco, proposta neste trabalho, permite uma análise mais real no caso de situações de gerenciamento de crise com diferentes níveis de risco associados.

### 3. Considerações Finais

Este trabalho teve como propósito desenvolver e analisar um modelo de rede social em uma situação de gerenciamento de crise. O cenário adotado foi a ocorrência de uma enchente na cidade de São José dos Campos, atingindo três regiões distintas. As informações sobre o cenário foram obtidas através de uma entrevista com o Coordenador da Defesa Civil da cidade considerada, que descreveu as entidades envolvidas e como elas se comunicam em situações desse tipo.

A partir desta entrevista, foi possível compreender como são desenvolvidas as ações de resposta a enchentes nessa região e construir uma rede social composta pelas entidades envolvidas e seus relacionamentos. Desse modo, propôs-se a aplicação da metodologia de Análise de Redes Sociais para modelar a comunicação entre as entidades e avaliar a importância das mesmas na coordenação da rede no cenário adotado.

Com a análise do fluxo de informação e da coordenação da rede foi possível notar que, no contexto do cenário de gerenciamento de crise estudado, duas redes integradas aumentam a eficiência da rede tanto em relação ao fluxo de informação quanto à coordenação, uma vez que com esta estratégia ocorre a redução dos coeficientes de fluxo de informação e de coordenação. Assim, foram indicadas possíveis intervenções que estimulasse maior interação e cooperação entre os atores, evidenciando oportunidades de conexões não consideradas ou que precisavam ser melhoradas. Essas oportunidades foram identificadas a partir das hipóteses de criar atalhos para o fluxo de informação e novos *links* entre entidades antes não comunicadas.

Por fim, destacou-se a importância de se considerar a possibilidade de ocorrências simultâneas de desastres em regiões com diferentes graus de risco associados, para que haja um planejamento adequado da coordenação.

Ao permitir uma análise visual da rede, utilizando o software NodeXL, este trabalho evidencia que a ARS é um método útil em gerenciamento de crises principalmente na etapa de planejamento, isso porque tira-se proveito da habilidade do ser humano no reconhecimento de padrões e estruturas em informações visuais, transferindo do sistema cognitivo para o sistema perceptivo a carga despendida por uma determinada tarefa.

As análises desenvolvidas neste trabalho não exploraram o fator cognitivo associado ao desenvolvimento das atividades dos atores participantes do cenário, muito importante em situações onde há bastante pressão e pouco tempo para resposta, como é o caso de situações de crise.

Acredita-se que este trabalho apresenta uma importante ferramenta para o gerenciamento da rede social composta por entidades envolvidas em uma situação de crise, fornecendo uma orientação para o processo de tomada de decisão no que diz respeito à como se deve estabelecer a comunicação e cooperação das entidades em um desastre, objetivando alcançar maior efetividade na mitigação e controle dos prejuízos.

Os próximos passos para complementar e aperfeiçoar a modelagem e as análises desenvolvidas neste trabalho referem-se: (1) à aplicação da metodologia em redes mais complexas, por exemplo, a ocorrência de desastres tais como: explosão de plataforma de petróleo, incêndios em florestas ou uma enchente de grande porte; (2) ao desenvolvimento de um *framework* para guiar os possíveis rearranjos da rede, facilitando a análise de redes maiores; (3) à inserção de considerações sobre a qualidade da informação no desenvolvimento da análise de atraso (tipo de entidade de inteligência, vulnerabilidade da entidade de inteligência, etc) e (4) à análise de cenários para verificar como se alteram as características da rede com diferentes riscos associados às regiões afetadas (análise de sensibilidade).

## Referências

- Brandes, U. e Wagner, D.**, *Visone - Analysis and visualization of social networks*, In: Junger, M., Mutzel, P. (eds), *Graph Drawing Software*, Heidelberg: Springer-Verlag, p. 321-340. (<http://www.inf.uni-konstanz.de/algo/publications/bw-vavsn-04.pdf>, 11, 2011).
- Dekker, A. H.**, *C4ISR Architectures, Social Network Analysis and the FINC Methodology: an Experiment in Military Organisational Structure*, DSTO Report DSTO-GD-0313, jan. 2002. ([www.dsto.defence.gov.au/corporate/reports/DSTO-GD-0313.pdf](http://www.dsto.defence.gov.au/corporate/reports/DSTO-GD-0313.pdf), 11, 2011).
- Hansen, D. L.; Shneiderman, B. e Smith, M. A.**, *Analyzing Social Media Networks with NodeXL: Insights from a connected world*. Massachusetts, USA: Morgan Kaufmann, 2010. 284 p.
- Kapucu, N. e Van Wart, M.**, *The evolving role of the public sector in managing catastrophic disasters: lessons learned*. *Administration and Society*, v. 38, n.3, p. 279-308, jul. 2006. (<http://aas.sagepub.com/content/38/3/279>, 11, 2011).
- Swiss Re**, *Natural Catastrophes and man-made disasters in 2010: a year of devastating and costly events*. Zurich, Switzerland, 2011. ([http://media.swissre.com/documents/sigma1\\_2011\\_en.pdf](http://media.swissre.com/documents/sigma1_2011_en.pdf), 11,2011).
- Waloszek, G.**, *Book Review: Analyzing Social Media Networks with NodeXL*. SAP Design Guild. nov.2010. ([http://www.sapdesignguild.org/community/book\\_people/print\\_review\\_ana\\_sm\\_nw\\_2.asp#graph\\_ex](http://www.sapdesignguild.org/community/book_people/print_review_ana_sm_nw_2.asp#graph_ex), 11, 2011).
- Walter, I.**, *Era das águas: Razões de uma tragédia*. *Revista Valeparaibano*, São José dos Campos, v.1, n. 11, p. 10-15, fev. 2011.