

JANAINA BEZERRA SILVA

**APLICAÇÃO DA TEORIA DE ANÁLISE DE REDE SOCIAL E PROPOSTA
DE UM ESQUEMA CONCEITUAL PARA DESENVOLVIMENTO DE UMA
INFRAESTRUTURA DE DADOS ESPACIAIS PARA TRANSPORTE RODOVIÁRIO
DE PRODUTOS PERIGOSOS**

São Paulo

2014

JANAINA BEZERRA SILVA

**APLICAÇÃO DA TEORIA DE ANÁLISE DE REDE SOCIAL E PROPOSTA
DE UM ESQUEMA CONCEITUAL PARA DESENVOLVIMENTO DE UMA
INFRAESTRUTURA DE DADOS ESPACIAIS PARA TRANSPORTE RODOVIÁRIO
DE PRODUTOS PERIGOSOS**

Dissertação apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências.

Área de Concentração: Engenharia de Transportes e Informações Espaciais.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Ana Paula Camargo Larocca.

São Paulo

2014

À minha querida mãe, Leila.

AGRADECIMENTOS

Eu gostaria de agradecer à minha orientadora, Professora Ana Paula Larocca pelo acolhimento e confiança depositada em mim junto ao programa de pós-graduação na área de Engenharia de transportes na POLI e pelos bons conselhos que me passou durante essa fase.

Ao Professor Quintanilha pela coorientação e principalmente, por ter aceitado e colaborado para minha ideia e anseio inicial de estudos relacionados à temática de políticas para a área tecnológica.

À querida Professora Mariana Abrantes Giannotti, pela orientação e comprometimento constante desde o início com meu tema de pesquisa e mais do que nunca, pelo carinho, pela forma positiva de enfrentar a vida profissional, pelo empenho constante ao meu trabalho e em especial, pela amizade construída nesse período do mestrado.

Ao Departamento de Transportes da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo e ao Laboratório de Geoprocessamento (LabGeo) pela estrutura fornecida ao desenvolvimento da pesquisa.

Aos professores e funcionários do departamento por todos os ensinamentos acadêmicos e principalmente, pela gentileza constante e carinho oferecido nesse período de estudo. Em especial, à Professora Linda Hee Ho pela correção do meu questionário, orientado à aplicação das entrevistas e ao Professor Denizar Blitzkow por todo seu carinho, simpatia e competência.

À Pró-Reitoria de Pós Graduação da Universidade de São Paulo pelo financiamento do meu período de estágio na UN μ SPIDER (Bonn - Alemanha). À todos os meus companheiros de trabalho na ONU.

Aos 39 (trinta e nove) funcionários das respectivas instituições que participaram da pesquisa respondendo ao meu questionário. Em especial ao Mauro Teixeira e à Glória Benazzi, que não somente me incentivaram desde o início com informações e ensinamentos referentes ao tema da pesquisa, mas também por

ajudarem na identificação das instituições participantes do gerenciamento de instituições que atuam na área de TRPP.

À Comissão Geral de Transportes de Produtos Perigosos, promovida pela Secretaria de Estadual de Transportes de São Paulo, pelo convite recebido à participação das reuniões mensais.

Ao aluno de iniciação científica da POLI, Ricardo Lisboa pelo empenho e ajuda na elaboração do esquema conceitual dos dados de uma IDE para Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos (TRPP).

Aos amigos do laboratório por toda ajuda, conversas e sugestões, especialmente à Eli baby, à Claudinha, ao Rafa, ao Luíz, à Martina, ao Junes, às novas companheiras de laboratório, no ano de 2013, à Dani, à Lu, à Juju pelas nossas risadas e nescafés no laboratório.

À toda minha família, à minha mãe Leila, ao meu pai Gilberto e aos meus irmãos Roberto e Melina.

Ao Boris pelo companheirismo e amor.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo tempo de financiamento da pesquisa.

À todos as pessoas que contribuíram de forma direta e indireta ao alcance dos objetivos da minha pesquisa. OBRIGADA a todos!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!

RESUMO

Os dados espaciais têm sido utilizados para o monitoramento ambiental de consequências de acidentes com produtos químicos no transporte de produtos perigosos. A Infraestrutura de Dados Espaciais (IDE), que foi criada para a disponibilização e uso de dados espaciais, esbarra na ausência de políticas para dar suporte a essa realização. O objetivo principal deste trabalho é explorar o uso da teoria de Análise de Rede Social (ARS) para diagnosticar a articulação entre as organizações do setor, e discutir as políticas e acordos institucionais vigentes e criar um esquema conceitual de uma IDE para gerenciamento de acidentes relacionados ao Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos (TRPP). Neste contexto, esta pesquisa identificou as instituições que tratam do tema TRPP, para que informações sobre o interesse no uso e compartilhamento de dados espaciais através de uma IDE pudessem ser coletadas através de entrevistas, e desta forma, consolidadas. As entrevistas foram aplicadas de forma presencial em 39 instituições. A aplicação da teoria Análise de Rede Social (ARS) pôde diagnosticar o fluxo dos dados entre as instituições através da representação gráfica das redes de disponibilização e utilização de dados espaciais entre as organizações participantes. A partir de então, foram analisados e discutidos os acordos vigentes para compartilhamento de dados espaciais. Os resultados compilados permitiram propor um esquema conceitual de uma IDE para apoio a desastres envolvendo o TRPP, para, então, prover a elaboração de metodologia para o suporte ao diagnóstico da articulação entre os diversos atores de uma IDE. A finalidade é a possível a formulação de políticas para disponibilização de dados espaciais para tomada de decisões preventivas e de enfrentamento de desastres. Os resultados indicaram que as 39 instituições compartilham dados espaciais entre si, ainda que nem sempre por acordos formais preestabelecidos. Constatou-se ainda que há um grande anseio por parte das instituições que fazem o gerenciamento de acidentes envolvendo o TRPP para que haja mecanismos legais para compartilhamento de dados estruturantes para planejamento territorial - para que o uso desses dados possa auxiliar na preparação, prevenção, gerenciamento e socorro imediato aos incidentes que envolvem o TRPP.

Palavras-chave: IDE, ARS, SIG, TRPP, Articulação Política do Setor de TRPP, Desastres Tecnológicos.

ABSTRACT

Spatial data have been used for environmental monitoring of chemical accidents on the road transportation of dangerous goods. The Spatial Data Infrastructure (SDI) has been created to availability and use of spatial data, however, it emphasizes that there are no policies to support this realization. The main aim of this work is to create a conceptual scheme of a Spatial Data Infrastructure (SDI) for management of transport of Dangerous Goods by road, focusing on the political context. It was identified the institutions that deal with the subject of road transportation of hazardous materials, Moreover the interviews could be consolidated. The interviews were administered by face, in 39 institutions. Interview data were ran in software UCINET, 2000 to obtain metrics related to centrality measures. The application of the theory of Social Network Analysis (ARS) could recognize the flow of data between institutions through the enrolled institutions. Furthermore, it was analyzed the network availability and use aspects of spatial data sharing between the organizations. Besides, the compiled results allowed to propose a conceptual scheme of a SDI to support technological disasters with road transportation of hazardous materials throw the SNA theory applied to investigation of spatial data sharing between different stakeholders to make prevention and risk management of the sector. Therefore, the analysis of the theory of Social Network Analysis (ARS) found that 39 (thirty-nine) institutions share spatial data between themselves, but not always in formal agreements previously established. It was further observed that there is a great desire on the part of the institutions that make the management of the accidents of this kind of transportation mode, so there are legal frameworks for data sharing for land cover uses, as a result the use of such data can be shared between different stakeholders to assist the preparedness, mitigation, response and recovery from incidents related to road dangerous goods transportation.

Key words: SDI, SNA, ROAD TRANSPORTATION OF HAZARDOUS MATERIALS, GIS, TECHNOLOGICAL DISASTERS, POLICIES ARTICULATION TO DANGEROUS GOOD TRANSPORTATION.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 2.1. Fluxo de dados na IDE subnacional na Bélgica, organizada pelo número de acessos de tomadores decisão (VANDERBROUCKE <i>et al.</i> , 2009).	41
Figura 2.2. Fluxo de dados organizados de acordo com hierarquia governamental da IDE subnacional na Bélgica (VANDERBROUCKE <i>et al.</i> , 2009). .	42
Figura 2.3. Sociograma identificando três subgrupos de compartilhamento de dados espaciais no projeto de sistema cadastral do Egito (OMRAN <i>et al.</i> , 2007).....	43
Figura 2.4. Esquema simplificado do fluxo dos processos de negócio para o desenvolvimento de planos de gerenciamento para elaboração de mapas de inundação.....	44
(VANDERBROUCKE <i>et al</i> 2009).....	44
Figura 2.5. Diagrama de casos de uso para o processo de compartilhamento de dados espaciais no projeto de gerenciamento de bacias hidrográficas em áreas de preservação (PAUDYAL <i>et al.</i> , 2012).....	45
Figura 3.1. Fluxograma das etapas do trabalho.....	48
Figura 4.1. Frequência de disponibilização de dados espaciais	59
Figura 4.2. Frequência de utilização de dados espaciais acessados.....	62
Figura 4.3. Proposta de Esquema Conceitual de Dados Espaciais para uma IDE para TRPP	78
Figura 4.4. Ghvfuyh#f#o#v#h#f#v#d#r#š.....	80
Figura 4.5. Congrega a classe Rodovia	81

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1. Resumo das métricas da rede e definições	49
Tabela 4.1. Padrão de legendas da rede.....	51
Tabela 4.2. Funcionalidades das respectivas instituições entrevistadas.....	52
Tabela 4.3. Medidas da rede por instituição para disponibilização de dados espaciais e sua respectiva estatística descritiva para toda rede	65
Tabela 4.4. Medidas da rede por instituição para utilização de dados espaciais e sua respectiva estatística descritiva para toda rede	66
Tabela 4.5. Resumo da comparação das métricas.....	67
Tabela 4.5. Grupos analisados e seus acordos institucionais vigentes	75

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	14
1.1.	JUSTIFICATIVA	16
1.2.	OBJETIVOS	17
1.2.1.	GERAIS.....	17
1.2.2.	ESPECÍFICOS.....	17
2.	REVISÃO DE LITERATURA.....	18
2.1.	TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE PRODUTOS PERIGOSOS (TRPP) 18	
2.1.1.	ANÁLISE ESPACIAL DE DESASTRES TECNOLÓGICOS A PARTIR DO TRPP 20	
2.1.2.	A ARTICULAÇÃO POLÍTICA NO SETOR DE TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE PRODUTOS PERIGOSOS.....	24
2.2.	INFRAESTRUTURA DE DADOS ESPACIAIS (IDE).....	28
2.2.1.	IDE PARA DESASTRES	29
2.2.2.	INFRAESTRUTURA DE DADOS ESPACIAIS E POLÍTICAS	32
2.3.	ANÁLISE DE REDE SOCIAL (ARS).....	34
2.3.1.	ANÁLISE DE REDES SOCIAIS (ARS): MÉTRICAS E TÉCNICAS DE ANÁLISES 34	
2.3.2.	ANÁLISE DE REDE SOCIAL E INFRAESTRUTURA DE DADOS ESPACIAIS 37	
3.	METODOLOGIA.....	46
3.1.	ENTREVISTAS.....	46
3.2.	ANÁLISE DE REDE SOCIAL (ARS).....	48
3.3.	MODELAGEM DE DADOS ESPACIAIS EM IDE	50

4.	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	50
4.1.	ANÁLISE DAS REDES.....	50
4.2.	DISPONIBILIZAÇÃO DE DADOS ESPACIAIS	58
4.3.	UTILIZAÇÃO DE DADOS ESPACIAIS.....	61
4.4.	ANÁLISE DA ARTICULAÇÃO ENTRE INSTITUIÇÕES PARA COMPARTILHAMENTO DE DADOS ESPACIAIS	69
4.5.	ANÁLISES DAS POLÍTICAS e ACORDOS INSTITUCIONAIS COM BASE NAS ENTREVISTAS.....	71
4.6.	PROPOSTA DE ESQUEMA CONCEITUAL DE DADOS PARA UMA IDE DE TRPP 76	
5.	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	82
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	84

APÊNDICE A μ Questionário orientado para entrevistas em instituições ligadas ao setor de Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos.....89

APÊNDICE B μ Tabela completa das Medidas da rede por instituição para disponibilização de dados espaciais e sua respectiva estatística descritiva para toda rede.....98

APÊNDICE C μ Tabela completa Medidas da rede por instituição para utilização de dados espaciais e sua respectiva estatística descritiva para toda rede.....99

1. INTRODUÇÃO

O aumento do desenvolvimento econômico de uma sociedade conduz ao elevado consumo de bens e alimentos, que demandam produtos químicos e seu consequente transporte e destinação. O modo rodoviário é o principal meio de transporte de produtos perigosos no Brasil (CETESB, 2010).

O crescimento dessa atividade envolve riscos, pois há alta incidência de acidentes com os veículos, com consequente possível contaminação do ambiente. Desta forma, acabam por causar grandes impactos para a saúde da população e meio ambiente.

De acordo com UNISDR (2007), os desastres tecnológicos são provenientes de condições tecnológicas e industriais, incluindo os acidentes de alto risco, tais como falhas de infraestrutura ou ações humanas específicas, que acarretam perda de vidas, ferimentos, doenças ou outros impactos na saúde, além de danos aos bens públicos, prejuízos sociais e impactos no ambiente.

Dentre os riscos tecnológicos incluem-se a poluição industrial, a radiação nuclear, manipulação e descarte de resíduos tóxicos, as falhas de operação de barreiras de contenção, acidentes de transporte, as explosões de fábricas, incêndios e vazamentos de produtos químicos (UNISDR, 2007).

Segundo dados da World Health Organization (WHO) (2012), as liberações de gases, vapores, combustão e vazamentos químicos decorrentes de incidentes tecnológicos, catástrofes naturais, conflitos e terrorismo são comuns. A Federação Internacional da Sociedade da Cruz Vermelha, por meio do Programa Internacional de Segurança Química (IPCS), estimou que entre os anos de 2000 e 2009, ocorreram cerca de 3.200 desastres tecnológicos, com cerca de 100 mil pessoas mortas e 1,5 milhão e meio de pessoas atingidas (WHO, 2012).

As exigências do desenvolvimento econômico impõem a movimentação de produtos perigosos pelos diversos modos de transporte, que se mostram fundamentais para cadeia produtiva. Porém, independentemente do modo

adotado, a atividade do transporte desses produtos envolve riscos, pois há a possibilidade da ocorrência de acidentes.

Segundo dados do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) a indústria química participa com 3% do Produto Interno Bruto (PIB) nacional. O setor químico ocupa a segunda posição na matriz industrial brasileira, com 12,5% do PIB da indústria de transformação, depois do setor de alimentos e bebidas, que detém 14,9% do total (CETESB, 2012).

A proteção à saúde das pessoas e da qualidade do ambiente está na base de um desenvolvimento sustentável. A Organização Mundial da Saúde (WHO, 2013) apoia fortemente a necessidade de canais de comunicação eficazes para obter informações sobre os riscos químicos para toda cadeia produtiva (indústria / transporte / destino). Os mecanismos de informação sobre os riscos são de importância vital para suportar esses canais de comunicação.

O tipo de desastre tecnológico decorrido determina a consequente natureza das atividades emergenciais. No caso de gerenciamento dos acidentes com transporte de produtos perigosos, as fases que envolvem as atividades são: prevenção, preparação, resposta e recuperação da área degradada. Os dados espaciais são de extrema importância para o atendimento às emergências, podendo ser manipulados e analisados em Sistemas de Informações Geográficas (SIG) (SNOREN *et al.*, 2007). Algumas aplicações com SIG são encontradas na literatura, conforme será tratado no item 2.1.

Os dados espaciais e tecnologias associadas têm sido importantes para a efetiva colaboração de tomada de decisão na gestão de desastres (MANSOURIAN *et al.*, 2006). No entanto, o compartilhamento de dados espaciais em atividades de gestão de desastres com produtos perigosos ainda enfrenta muitos desafios.

Uma solução apresentada para o compartilhamento de dados espaciais é a Infraestrutura de Dados Espaciais (IDE). Para aplicações em desastres naturais é possível encontrar vários exemplos na literatura (SNOEREN *et al.*, 2007; AJMAR *et al.*, 2008; GROEVE *et al.*, 2010; AGOSTO *et al.*, 2011;

MOLINA *et al.*, 2011). No entanto, para o caso de desastres tecnológicos, os exemplos ainda são incipientes.

Neste trabalho foi possível explorar uma metodologia para caracterizar como ocorre o compartilhamento de dados espaciais entre organizações que trabalham no atendimento a desastres tecnológicos, em especial os decorrentes do Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos (TRPP). Essa metodologia baseou-se na aplicação da teoria de Análise de Redes Sociais (ARS), com base em entrevistas aplicadas em organizações envolvidas no setor.

As entrevistas foram utilizadas não somente como base para aplicação da teoria ARS, mas também, como subsídio para o desenvolvimento de um esquema conceitual de dados espaciais e como fonte de informação para a discussão referente às políticas e aos acordos institucionais vigentes nessas organizações, relacionadas ao compartilhamento de dados espaciais.

Espera-se que os resultados ora produzidos possam servir como suporte conceitual para a criação de uma IDE para apoiar a atividade de gestão do TRPP.

1.1. JUSTIFICATIVA

Os dados espaciais (produtos de sensoriamento remoto, dados de Global Positioning System - GPS, mapas temáticos, entre outros) são muito importantes para oferecer suporte à decisão em processos de prevenção, atendimento e gerenciamento de desastres decorrentes do Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos (TRPP).

Entretanto, diversas instituições públicas e privadas no Brasil possuem dados espaciais que estão dispersos (VEGI *et al.*, 2011), não integrados, a exemplo das instituições relacionadas ao gerenciamento de acidentes com transporte rodoviário de produtos perigosos.

Dentro desta perspectiva, este trabalho explorou metodologias que possam ser utilizadas como referência no processo de formulação de políticas de acesso aos dados, que visem fomentar o compartilhamento de dados

espaciais e a constituição de uma Infraestrutura de Dados Espaciais, que proporcione o suporte ao gerenciamento de desastres envolvendo o transporte rodoviário de produtos perigosos.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. GERAIS

O objetivo desta Dissertação de Mestrado é propor metodologias para a caracterização de políticas e acordos institucionais, relacionadas ao compartilhamento de dados espaciais, que possam servir como suporte a constituição de uma IDE para o TRPP.

O trabalho explora o uso da teoria de ARS para diagnosticar a articulação entre as organizações do setor, discute as políticas e acordos institucionais vigentes e propõe um esquema conceitual de dados espaciais, base sobre a qual pode ser desenvolvida uma IDE para TRPP.

1.2.2. ESPECÍFICOS

São objetivos precípuos:

- Identificar instituições produtoras e mantenedoras de dados espaciais potencialmente integrantes da IDE para TRPP.
- Identificar as especificidades do TRPP visando à constituição de uma IDE.
- Aplicar a teoria de Análise de Rede Social (ARS) para medir o fluxo de dados entre as instituições que atuam direta ou indiretamente no atendimento e gerenciamento de desastres com TRPP.
- Discutir acordos institucionais entre organizações para o compartilhamento de dados espaciais.
- Diagnosticar a articulação entre as instituições, com vistas à formulação de políticas para compartilhamento de dados espaciais para o setor de TRPP.
- Propor um esquema conceitual de dados espaciais que possa ser utilizado na implementação de uma IDE para TRPP

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE PRODUTOS PERIGOSOS (TRPP)

De acordo com o World Disaster Report (2011), os desastres tecnológicos são divididos em três grupos: acidentes industriais (vazamentos de produtos químicos, colapso da infraestrutura industrial, explosões, incêndios, vazamentos de gás, contaminação por radiação); acidentes com transportes (modos rodoviário, ferroviário, fluvial e aéreo); e acidentes ditos diversos (por exemplo: incêndios e explosões em áreas domésticas não industriais).

Uma compilação da estatística de dados de acidentes tecnológicos com transportes revelou que houve cerca de 2.051 acidentes em todo o mundo no período de 2001 a 2010, e o número de mortes relacionadas a esse tipo de desastre foi de 62.075 pessoas no período analisado (World Disaster Report, 2011).

Segundo dados da United States Department of Transportation Pipeline and Hazardous Materials Safety Administration, no modo de transporte rodoviário de produtos perigosos, nos Estados Unidos, verificou-se que entre os anos de 2002 e 2012 ocorreram, em média, 3.060 incidentes anuais, com vazamentos de substâncias químicas em rodovias devido ao transporte rodoviário de produtos perigosos (PHMSA, 2012).

No Brasil, o modo de transporte rodoviário, em geral, lidera a movimentação de produtos perigosos, assim como o índice de acidentes ambientais relacionados ao transporte desses produtos. No período compreendido entre 1978 e setembro de 2010, a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental μ São Paulo (CETESB) atuou em 8.254 ocorrências de atendimento às emergências químicas no Estado de São Paulo (CETESB, 2010). A atuação consiste em reparar o dano ocorrido para que haja uma contenção imediata do escoamento do produto.

A atividade de transporte rodoviário de produtos perigosos (TRPP) é a principal responsável pelas emergências químicas atendidas pela companhia. Segundo o relatório de emergências químicas da CETESB (2010), a estatística de acidentes envolvendo TRPP nas rodovias estaduais paulistas registrou nos últimos 11 anos cerca de 200 ocorrências anuais. Esses acidentes acarretam, na grande maioria das vezes, alto risco à vida, como consequência de vazamentos de produtos químicos, explosões, vazamentos de gás, entre outros eventos.

Há uma elevação, ao longo dos anos, no número de atendimentos a acidentes envolvendo o transporte rodoviário de produtos perigosos realizados pela CETESB. Em 2010, a CETESB atendeu a 266 emergências de TRPP, o que representa um aumento de 36,4% em relação aos 195 atendimentos realizados em 2009 (CETESB, 2010).

No âmbito nacional e do Mercosul as atividades de transporte de carga, em diversos modos, consideradas perigosas, obedecem às classificações da Organização das Nações Unidas (ONU). As classificações são publicadas no Modelo de Regulamento e Recomendações para Transporte de Produtos Perigosos e

Há uma tendência histórica no Brasil de priorizar os investimentos públicos no modo rodoviário. Na Europa, apesar de haver o incentivo à intermodalidade, principalmente do setor ferroviário, os dados da Internacional Road Transport Union (IRU, 2011) demonstram que as rodovias avançam em escala crescente em meios urbanos e rurais.

A Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT) é responsável por regulamentar todos os modos de transporte terrestre. Os requisitos legais são baseados em uma ferramenta que regula o transporte rodoviário de produtos perigosos e também na respectiva legislação ambiental relacionada ao tema, que regulamenta as obrigações e os deveres dos embarcadores ou transportadores (ANTT, 2010).

Lieggio Júnior (2012) mostra que parte da movimentação de cargas com produtos químicos, petroquímicos e derivados do petróleo é transportada pelo modo rodoviário. Como resultado, essas atividades estão à frente nas

estatísticas, com 39,7% de todos os acidentes no Estado de São Paulo, no período de 1978 a 2007 (ANTT, 2009).

A alta taxa de acidentes com emergência no transporte rodoviário de produtos perigosos inflamáveis adverte para uma melhor articulação de políticas voltadas para este setor de transporte (LIEGGIO JÚNIOR, 2012).

O crescente número de acidentes que envolvam o TRPP preocupa as autoridades governamentais e demais segmentos envolvidos, tendo em vista que os mesmos circulam por áreas densamente povoadas e ou vulneráveis sob o ponto de vista ambiental, agravando os impactos causados ao meio ambiente e comunidades (CETESB, 2012).

2.1.1. ANÁLISE ESPACIAL DE DESASTRES TECNOLÓGICOS A PARTIR DO TRPP

Esta seção apresenta exemplos de aplicações de estudos sobre gerenciamento de acidentes envolvendo o TRPP com base em análises espaciais. Sistemas de Informação Geográfica (SIG) têm sido utilizados para análises de risco e gerenciamento de Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos.

Pushpam e Palanichamy (2013) criaram um software baseado em SIG, que mapeia os acidentes rodoviários das estradas nacionais e locais de Tami Nadu (Índia). Esse sistema auxilia as autoridades a conhecer, não somente acidentes rodoviários, mas também como planejar e adotar medidas mitigadoras.

Oliveira *et al.* (2011) criaram um sistema de gerenciamento de acidentes automotivos com cargas perigosas μ GEOCAP. Este sistema é composto de informações que permitem, mediante a combinação das coordenadas geográficas do ponto de ocorrência de um acidente, determinar as bacias hidrográficas que foram afetadas e o risco de contaminação, além de alertar as autoridades fiscalizadoras. O sistema também fornece ao usuário informações sobre os produtos perigosos, conforme a tabela da ONU, e permite uma

consulta ao guia de procedimentos, o que possibilita maior precisão e rapidez nas providências para minimizar as consequências dos acidentes.

Perinotto *et al.* (2011) analisaram o impacto ambiental de acidentes com transporte de produtos perigosos, referente ao derramamento de óleo na região estuarina de Santos, por meio de dados espaciais obtidos através de ortofotos digitais, mapas temáticos da região e GPS.

Longhitano e Quintanilha (2011), por sua vez, utilizaram dados de sensoriamento remoto para avaliação de impactos ambientais ocasionados por acidentes envolvendo transporte rodoviário de produtos perigosos, com o uso de veículos aéreos não tripulados (VANT_s). Os sensores embarcados nos VANT_s possibilitam a geração de imagens georreferenciadas, o que permite que estas sejam integradas de forma mais rápida aos Sistemas de Informação Geográfica (SIG).

O gerenciamento de acidentes que envolvem transporte de produtos perigosos é importante para a valoração do dano ambiental, contudo é de difícil execução, em virtude do tempo necessário para que as consequências do acidente efetivamente gerem danos perceptíveis. Em caso de acidentes com transporte rodoviário de produtos perigosos, os elementos da paisagem (solo, matas, cursos d'água/lagos, etc.) são diretamente impactados (PEDRO e COSTA, 2009).

Pesquisadores como Alves *et al.* (2005) e Pedro (2006) destacam a necessidade de criação de bancos de dados nacionais com informações sobre acidentes envolvendo transportes de produtos perigosos, para que estes sirvam de apoio ao planejamento e gestão.

Pedro (2006) analisou os acidentes ocorridos devido ao TRPP de 1997 a 2004, para identificação das frequências de ocorrência de tipo, classe, localização e consequência do acidente. Para tal, implementou, em um Sistema de Informação Geográfica (SIG), um modelo conceitual de análise de risco do dano ambiental envolvendo o TRPP, no município de Campinas (SP).

Bubbico *et al.* (2004) desenvolveram uma metodologia de análise de risco em transporte de produtos perigosos por rodovia e ferrovia, baseada na utilização de um SIG como ferramenta para acoplar informações territoriais a

bancos de dados utilizados na avaliação de risco. A análise de risco dos dados desenvolvida pelos autores leva em consideração dados populacionais, taxas de acidentes, permitindo identificar de maneira rápida o risco no transporte de produtos perigosos.

Bubbico *et al.* (2006) propuseram opções para mitigação do risco, tais como a possibilidade de adoção de rotas alternativas, não apenas para transporte rodoviário, mas também para outros modos de transporte. Foram consideradas 23 (vinte e três) diferentes rotas para transporte rodoviário e 4 (quatro) para o modo ferroviário. Os autores verificaram que os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) são úteis e importantes, porém os programas comerciais de SIG não contêm ferramentas que permitem analisar a variação de parâmetros como, por exemplo taxa de acidentes, fluxo de tráfego, dados de população e dados de clima, ao longo dos segmentos das rodovias.

Verter *et al.* (2001) descreveram uma metodologia para avaliação do risco de transportes integrado a um SIG, da qual se fez uma implementação de larga escala para frotas de caminhões entre os estados de Quebec e Ontário, no Canadá. Para análise de origem e destino foi analisada a densidade populacional no entorno das rodovias. A análise mostrou que, em Ontário, há a possibilidade de escolha de rotas mais seguras para o TRPP, ao passo que em Quebec já há uma demanda para construção de novas rodovias afastadas de áreas de alto adensamento populacional.

Martinez-Alegria *et al.* (2003) criaram, em ambiente SIG, um modelo de análise interativa de riscos, associados a acidentes rodoviários com produtos perigosos, baseado em informações de volume de tráfego, dados de acidentes e mapas rodoviários, geológicos e populacionais.

Margarida (2008) levantou e organizou um inventário de dados oficiais sobre transporte rodoviário de produtos perigosos no Estado de Santa Catarina. A autora propôs que os dados levantados fossem utilizados na gestão de risco, na estratégia e no planejamento organizacional / institucional. Propôs, ainda, a construção de um SIG para apoio à gestão de riscos no transporte rodoviário de produtos perigosos.

Lieggio *et al.* (2011) afirmam que as empresas transportadoras que dispõem do uso de tecnologias espaciais já mostram uma tendência de menor exposição a riscos em suas operações, com reflexo na redução do número de acidentes. O uso de tecnologias espaciais, neste caso, envolve desde a eletrônica embarcada (*on-board eletrônica*), passando pelo rastreamento global por satélite da unidade de transporte, até o tráfego de informações sem a necessidade de conexão física por meio de cabos (*wireless*).

Considerando o número e a natureza variada das interferências existentes ao longo do traçado de uma rodovia, os métodos convencionais adotados para consulta e interpretação dessas informações comprometem o tempo de resposta de ações interventivas. O SIG tem sido utilizado, pela CETESB, em ações específicas para análise de vulnerabilidade de rodovias, com destaque à aplicação na rodovia Fernão Dias (BR 381) (CETESB, 2010).

Os acidentes envolvidos com TRPP resultam de fatores adversos, que passam a se materializar a partir das operações de carregamento e trajeto do transporte. As variáveis que estão ligadas ao condutor (90% dos casos, CETESB, 2010), à via, a intempéries climáticas, ao veículo e à ação ou omissão do poder público, são elementos que podem de alguma forma contribuir para concretização de um evento indesejado.

Embora haja complexidade na somatória das causas contribuintes, observa-se que, quando analisadas de forma individual, as causas passam a ser identificáveis e, portanto, passíveis de ações preventivas a partir da origem.

O Plano Nacional de Prevenção, Preparação e Resposta Rápida em Emergências Ambientais μ P2R2, (2005), do Ministério do Meio Ambiente, propõe aos órgãos estaduais de meio ambiente e ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) que promovam a caracterização e o mapeamento de riscos químicos em áreas de risco ambiental causado por acidentes tecnológicos (MMA, 2011). Assim como o plano nacional P2R2, outras políticas que estão associadas ao compartilhamento de dados espaciais serão discutidas no item a seguir.

2.1.2. A ARTICULAÇÃO POLÍTICA NO SETOR DE TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE PRODUTOS PERIGOSOS

Nesta pesquisa notou-se a necessidade de um aparato legal para dar suporte ao compartilhamento de dados espaciais entre instituições atuantes no TRPP, para que o potencial do uso de ferramentas de geoprocessamento possa ser explorado. Nesse sentido, esta seção refere-se brevemente aos aspectos da articulação política e legislação vigente para o setor de TRPP.

Em todos os aspectos relacionados a produtos perigosos (produção, importação, armazenamento, transporte, distribuição, exportação, consumo e fiscalização desse tipo de produto) há legislação específica. Dentre essas leis, destacam-se as leis internacionais como Legislação Mercosul, Legislação Ambiental, Legislação de Controle e Circulação, Resoluções CONTRAN (Conselho Nacional de Trânsito) e Regulamentações da atividade de Transporte.

Em relação aos aspectos legais de prevenção e gerenciamento de desastres com produtos químicos perigosos, o Decreto Federal nº 5.098, de 3 de junho de 2004, cria o Plano Nacional de Prevenção, Preparação e Resposta Rápida a Emergências Ambientais com Produtos Químicos Perigosos (P2R2), a fim de prevenir a ocorrência de acidentes com produtos químicos e aprimorar os sistemas de preparação e resposta a emergências químicas no país. O P2R2 tem o intuito de instrumentalizar e oferecer ferramentas aos órgãos públicos, ao setor privado e à comunidade, de forma a capacitá-los para prevenir a ocorrência de acidentes com produtos perigosos e prepará-los para o pronto-atendimento do evento, contendo ou minimizando os efeitos nocivos ao meio ambiente e à população exposta (MMA, 2011).

Outra abordagem de planejamento para tomada de ações preventivas e emergenciais no Estado de São Paulo, que trata dos acidentes devido ao TRPP, é o Plano de Ação de Emergência μ PAE. Nesse plano, há a obrigatoriedade de que todas as concessionárias de rodovias do Estado de São Paulo apresentem seus respectivos planos de ação de emergência para acidentes nas vias sob concessão.

O PAE é parte do programa de Gerenciamento de Riscos (PGR), e garante que as ações e os recursos necessários sejam efetivos para minimizar os impactos causados por um acidente. Este plano deve definir as atribuições e responsabilidades dos envolvidos, prevendo também os recursos humanos e materiais compatíveis com os possíveis acidentes a serem atendidos, além de procedimentos de acionamento e rotina de socorro às emergências.

O Decreto Estadual nº 53.417, de 11 de setembro de 2008, institui o Comitê para Estudos das Ameaças Naturais e Tecnológicas do Estado de São Paulo (CEANTEC), dentro da Coordenadoria Estadual de Defesa Civil - CEDEC, integrante da Casa Militar do Gabinete do Governador. Comissões e subcomissões realizam estudos para fomentar a criação de políticas de prevenção a acidentes devido ao TRPP. Essas comissões estão ativas por meio de reuniões mensais no Estado de São Paulo.

Outra iniciativa do Governo Estadual é a Comissão de Estudos e Prevenção de Acidentes no Transporte Terrestre de Produtos Perigosos, que é dirigida pela Secretaria Estadual de Logística e Transportes, tem a finalidade de identificar as principais causas geradoras dos acidentes, propor programas de conscientização para transportadores, fabricantes, expedidores, importadores e destinatários dos produtos perigosos movimentados nas rodovias, além de despertar e motivar práticas preventivas que resultem na minimização de riscos causados pelos acidentes.

Em todas as reuniões são elencadas as experiências mensais de cada comissão, as análises dos relatórios dos acidentes, as estatísticas dos acidentes, a elaboração de planos emergenciais e a fiscalização conjunta nas rodovias do Estado por meio de bloqueios que fiscalizam a autenticidade e as regras para condução do veículo e da carga transportada. O curso de Movimentação de Produtos Perigosos (MOPP) (Resoluções CONTRAN nºs 168 e 205) é obrigatório aos condutores que transportam produtos perigosos; no entanto, estão sendo identificados vários casos de falsificação.

A Subcomissão Estadual de Estudos de Acidentes no Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos da Região Metropolitana de São Paulo

(RMSP) tem como finalidade tratar localmente os principais problemas do TRPP.

Em virtude de a RMSP apresentar o maior volume de tráfego relativo ao TRPP de todo o Estado de São Paulo, essa comissão implantou 9 (nove) subcomissões no Estado, coordenadas pela CETESB, abrangendo 22 (vinte e dois) dos 39 (trinta e nove) municípios da RMSP.

Entre os trabalhos em andamento destacam-se a análise de acidentes relevantes, o planejamento e realização de exercícios simulados de acidentes no TRPP e a realização de cursos de primeiros socorros em locais estratégicos da RMSP. Este curso visa capacitar os profissionais que são os primeiros no atendimento à emergência.

Há ainda fóruns de recomendações internacionais para o transporte de produtos perigosos, que se fundamentam nos princípios de garantia da segurança e facilitação dos transportes. Com base neles, os países elaboram suas regulamentações internas, verificando suas especificidades e os níveis tecnológicos de evolução de suas operações nesse setor de transporte.

O comitê de estudos da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT - CB16) é um fórum nacional de normalização. As normas específicas sobre o tema de transporte rodoviário de produtos perigosos são elaboradas e discutidas pelas comissões de estudos.

Mas isso, por si só, não é o suficiente. Essas normas poderiam ser complementadas com aspectos relativos ao acesso aos dados espaciais. Teixeira (2010) atesta que, no Brasil, o transporte rodoviário de produtos perigosos sofre pela ausência de uma política abrangente de coleta de dados, não apenas em relação ao número de acidentes ocorridos e às principais características destes, mas também à demonstração de dados relativos a outros indicadores, capazes de avaliar a dimensão dos riscos dessa atividade e, por conseguinte, demonstrar a importância desse segmento de transporte no desenvolvimento tecnológico, social e econômico do país.

Segundo Fuzetti (2000), os órgãos públicos que prestam atendimento emergencial a incidentes com o TRPP na cidade de São Paulo não adotam uma padronização para preenchimento de relatórios de coleta de dados. Há

também falhas no preenchimento dos registros e dificuldade de obtenção dos relatórios, o que impede a apuração da totalidade dos acidentes com esse tipo de transporte na cidade de São Paulo.

Nardocci e Leal (2006) corroboram o entendimento de Fusetti (2000), ao afirmarem que, apesar do envolvimento de diversos órgãos e instituições, os registros de atendimento dos acidentes com o TRPP são realizados de maneira diversa, ou seja, instituições como Polícia Rodoviária, Corpo de Bombeiros e CETESB preenchem cada qual um formulário distinto para a mesma ocorrência.

Esses estudos evidenciam a necessidade de padronização dos dados e, nesse contexto, seria interessante que as instituições responsáveis pelo atendimento às ocorrências envolvendo o TRPP revissem periodicamente o repasse dos registros e das informações.

A falta de uniformização dos dados dificulta não só a realização de análises integradas, mas também prejudica a realização de estudos e de diagnósticos da situação atual às causas e consequências de acidentes no TRPP no Estado de São Paulo.

Lieggio (2008) constatou a ausência de banco de dados atualizado de informações sobre o TRPP e sugeriu a criação e a gestão, em âmbito nacional e regional, de um sistema integrado georreferenciado de informações que colete, compare, analise e divulgue as estatísticas relativas aos acidentes ambientais, bem como os principais fluxos de tráfego que envolve o TRPP. Lieggio *et al.* (2011) também sugeriram a criação de um sistema integrado de informações sobre substâncias químicas, recursos humanos e materiais mobilizáveis, que forneça o suporte necessário às equipes de atendimento emergencial em acidentes envolvendo o TRPP.

Organizações públicas e privadas são as produtoras e mantenedoras de diferentes bancos de dados para planejamento territorial. Fica claro que se o conjunto de dados puder ser compartilhado, as comunidades de gerenciamento de risco ter mais subsídios para trabalhar de maneira mais eficiente em ações preventivas e mitigadoras dos efeitos de desastres com o TRPP. A formação de Infraestruturas de Dados Espaciais (IDE) é uma solução tecnológica que

vem sendo adotada para o compartilhamento da base de dados espaciais, e será abordada no item a seguir.

2.2. INFRAESTRUTURA DE DADOS ESPACIAIS (IDE)

Os dados espaciais têm sido importantes para a tomada de decisão na gestão de desastres (MANSOURIAN *et al.*, 2006). Alguns estudos têm sugerido o uso da Infraestrutura de Dados Espaciais (IDE) como ferramenta para o compartilhamento de dados espaciais - como será visto nesta seção.

As IDEs proporcionam um ambiente colaborativo para a produção e compartilhamento de dados espaciais, baseado na articulação entre instituições (RAJABIFARD *et al.*, 2003).

A criação de uma Infraestrutura de Dados Espaciais (IDE) pode ser usada como uma importante ferramenta para a tomada de decisões na gestão de desastres. De acordo com Rajabifard *et al.* (2000), IDE é um conjunto de mecanismos e padrões para a interoperabilidade, para a troca, para o acesso e para a distribuição de dados.

Rajabifard *et al.* (2003) definem os componentes de uma IDE, sendo que sua implementação é um processo dinâmico, em que as pessoas são um elemento-chave. A mediação entre as pessoas e o compartilhamento de dados deve ser definida por políticas e tecnologias de acesso (network).

A INSPIRE (Infrastructure for Spatial Information in Europe) foi a primeira iniciativa para constituição de uma IDE intergovernamental, que surgiu como uma ação da Comissão Europeia com vistas a promover a acessibilidade de geoinformação nas etapas de formulação, implementação e avaliação das políticas da União Europeia (CRAGLIA *et al.*, 2007).

O Sistema de Observação Global da Terra (GEOSS), que tem o objetivo de promover redes científicas entre os sistemas de observação terrestre, é outra iniciativa internacional interessante para o compartilhamento de dados espaciais e compreende mais de 70 nações, a Comissão Europeia e mais de 50 organizações internacionais (CRAGLIA *et al.*, 2007).

A questão da padronização é muito importante para o compartilhamento de dados espaciais (FRIS-CHRISTIANSEN *et al.*, 2009). Uma vez que padrões de metadados são estabelecidos, o número de usuários dos dados pode ser expandido, sem desperdiçar recursos. Os metadados são essenciais para a compreensão, utilização e gestão dos dados. Há uma ampla gama de padrões para elaboração de metadados (por exemplo: ISO 19115, Dublin Core ou Federal Geographic Data Committee (LIMA, 2003)). Outro aspecto importante no compartilhamento dos metadados e dados, diz respeito à semântica. A interoperabilidade completa requer não só uma equivalência sintática entre as entidades representadas pelos sistemas, mas inclui também a equivalência de conceitos e significados destas entidades (FONSECA *et al.*, 2002 e WANG *et al.*, 2007).

Nakamura (2010) comenta que no Brasil o esforço em organizar as Infraestruturas de Dados Espaciais em vários níveis governamentais, como organizacional, municipal, estadual ou nacional, tem sido cada vez mais frequente, para que os benefícios da utilização cooperativa da informação geográfica tornem o uso dos dados e da tecnologia cada vez mais acessível para tomadores de decisão.

2.2.1. IDE PARA DESASTRES

Neste item são apresentados trabalhos que tratam da relação entre IDE e desastres. Embora grande parte esteja relacionada aos desastres naturais, foram esses exemplos encontrados na literatura que apresentaram contribuições conceituais importantes que serviram de base conceitual para este trabalho.

A constituição de uma IDE para a gestão de desastres, envolve questões sociais, técnicas e tecnológicas, com desafios políticos, institucionais e econômicos intrinsecamente relacionados (MANSOURIAN *et al.*, 2006).

Mansourian *et al.* (2006) desenvolveram um projeto de pesquisa relacionado a um desastre causado por um terremoto ocorrido no Irã. Um modelo conceitual de uma IDE e um sistema baseado na Web foram desenvolvidos para o gerenciamento do desastre, com a colaboração de

diferentes organizações das comunidades de análise de risco. O modelo proposto serve com uma ferramenta que define um regime de convênios entre diferentes organizações na produção e compartilhamento de dados espaciais.

Snoren *et al.* (2007) apresentam dois projetos de inovação que existem na Holanda, que visam à melhoria do intercâmbio de dados espaciais entre diferentes instâncias de monitoramento de emergências. Estes projetos são: Infraestrutura de Dados Geográficos para a Gestão de Emergência (GDI4DM) e Geo-informação para Gestão de Riscos.

Molina *et al.* (2011) descreveram um sistema pioneiro para o compartilhamento de informação espacial, que foi desenvolvido para a Comunidade Andina. Esse sistema, denominado SIAPAD Andino (Sistema de Informação para a Prevenção e Atendimento de Desastres), integra informação espacial de 37 organizações técnicas nos países andinos (Bolívia, Colômbia, Equador e Peru). O SIAPAD foi baseado no conceito de uma Infraestrutura de Dados Espaciais (IDE) e inclui uma aplicação web, chamada GEORiesgo.

Groeve *et al.* (2010) analisam a utilização da IDE e aplicação de *mash - ups*¹ na gestão de crise em caso de catástrofes naturais. Uma das conclusões apontadas pelos autores é que a solução mais completa deve envolver o uso de *mash - ups* para visualização e análise simples. Já a utilização de um SIG para cartografia e análise avançada e implementação de uma IDE deve servir como base para acesso aos dados a partir de serviços web.

Agosto *et al.* (2011) descreveram um sistema web implementado pela ITHACA (Tecnologia da Informação para a Assistência, Cooperação e Ação Humanitária). Trata-se de uma associação sem fins lucrativos, que construiu uma aplicação web para o compartilhamento de dados, que permitiu aos usuários, tanto de campo como da sede, obter os dados, tão logo eles fossem produzidos ou atualizados, após o desastre causado pelo terremoto em Porto Príncipe (Haiti), em 2010. A organização ITHACA apoia organizações como a ONU e o World Food Programme (WFP) no desenvolvimento e implementação de uma IDE baseada no Grupo de Trabalho de Informação Geográfica

¹ *Mash - ups*: segundo Butler (2006a), originalmente o termo *mash-up* referia-se à mistura de trilhas musicais e foi apropriado para fazer referência a *websites* que integram dados de diferentes fontes para proporcionar um novo serviço.

(UNGIWG) da ONU e contribui com as respectivas recomendações (AJMAR *et al.*, 2008).

Ainda dentro do escopo da ONU, a Office for the Coordination of Humanitarian Affairs (OCHA) tem o encargo de assegurar ações humanitárias no sistema da ONU, incluindo propostas de gerenciamento de desastres.

Um Geoportal baseado na Infraestrutura de Dados Espaciais para transportes (SDI-T) pode ser acessado online no endereço: <<http://geoportal.logcluster.org/useradmin/auth>>. Além disso, muitos outros exemplos de IDEs nacional, regional e local podem ser encontrados no site Global Data Infrastructure Spatial Association <<http://www.gsdi.org/SDILinks>>.

A United Nations Spatial Data Infrastructure (UNSDI) é uma IDE da ONU, que tem como um de seus propósitos dar suporte às ações que visam ajuda humanitária e ajuda emergencial em caso de desastres. Atuando na mesma temática, a United Nations for Out Affairs (UNOOSA) é um centro de expertise internacional responsável por promover o uso internacional e cooperativo de dados espaciais.

Em especial, o programa UN μ SPIDER (United Nations Platform for Space-based Information for Disaster Management and Emergency Response) tem como propósito assegurar que todos os países e organizações mundiais tenham acesso e desenvolvam capacidade de utilização de informação satelital para oferecer suporte nas fases do gerenciamento de desastres. Dados provenientes do Sistema de Posicionamento Global (GPS) e dados de sensoriamento remoto; incluindo as porções visível e termal do espectro eletromagnético, e imagens de RADAR (Radio Detection And Ranging) e LIDAR (Light Detecting and Ranging), têm sido considerados essenciais para o gerenciamento de desastres (BRUZEWICZ, 2003).

Além dos dados tradicionais de sensoriamento remoto, GNSS (Global Navigation Satellite System) e mapas cartográficos utilizados em SIG, recentemente, os dados espaciais obtidos a partir do uso da Internet por usuários não técnicos, chamados Volunteered Geographic Information (VGI), vêm sendo muito utilizados na gestão de desastres. No pós-desastre do furacão Katrina, que ocorreu em 2005 nos Estados Unidos, o VGI foi muito

importante nos esforços de recuperação e ajuda. Usuários geraram informações de celulares equipados com tecnologia GPS e câmeras, contribuindo com dados espaciais para a gestão do desastre (GOODCHILD, 2007).

O programa UN μ SPIDER serve como um facilitador para o desenvolvimento de uma vasta área de aplicações espaciais, para os Estados membros, por meio de convênios e acordos institucionais para o compartilhamento de dados espaciais.

2.2.2. INFRAESTRUTURA DE DADOS ESPACIAIS E POLÍTICAS

Neste item, são apresentadas experiências de aspectos políticos e convênios para compartilhamento de dados entre instituições.

A ONU vem priorizando convênios para aperfeiçoar as ações integradas, com informações espaciais mediante impactos causados por desastres naturais e tecnológicos.

O Banco Mundial possui um acordo chamado Global Facility for Disaster Reduction and Recovery (GFDRR). Nesse acordo, entre 41 países e 8 organizações internacionais, há o compromisso de ajuda aos países em desenvolvimento para redução de vulnerabilidade aos desastres naturais e enfrentamento de mudanças climáticas.

Outra iniciativa convergente é a do grupo de suporte inter-agencial formado em 1998, chamado Geographic Information Support Team (GIST), com intuito de promover a padronização do uso de dados espaciais e sistemas de informação geográfica para o suporte à recuperação de operações humanitárias relacionadas aos desastres.

O Departamento de Cartografia da ONU (United Nations, Department of Field Support Cartographic Section) (DFS/CS) é responsável pelo fornecimento de mapas. A DFS/CS possui acordos com a UNOOSA para distribuição de imagens do satélite LANDSAT (Land Remote Sensing Satellite) em países da África e na colaboração em atividades de suporte a países como Indonésia, Haiti e Myamar, que muito sofreram nos últimos anos com desastres naturais.

Ainda na ONU, há também incentivos inter-governamentais com iniciativas públicas, tais como a rede voluntária de Mappers Network) sendo uma iniciativa de rede voluntária baseada em mapeamento colaborativo (crowdsourcing), visando dar suporte à produção e extração de dados geoespaciais (imagens pós-desastre) e elaboração de mapas durante a ocorrência do evento desastre. A rede se tornou mais forte e melhor estruturada depois dos recentes desastres naturais, como o terremoto do Haiti em 2010, quando esforços de contribuição com dados para resposta e emergência foram concedidos para tomada de decisão.

Há também iniciativas relacionadas a acordos público-privados para compartilhamento de dados espaciais entre empresas como a Digital Globe e Ordnance Survey. A empresa ESRI Inc. através do programa Microsoft Disaster Response Team possui um acordo de aliança estratégica para prover dados não apenas para agências públicas e privadas, mas também para comunidades que estão sofrendo durante um desastre. A Microsoft disponibiliza em nuvem um portal de resposta a desastres naturais e tecnológicos que contém, entre outras ferramentas, mapas das áreas afetadas. Já a empresa Google Inc. com os programas Earth Divison e Google.Org. facilita o acesso aos dados espaciais, que servem para muitas aplicações na fase posterior a um evento de desastre. Além disso, a partir do Google MapMaker podem ser desenvolvidas iniciativas para mapeamentos colaborativos em situações de desastres.

Apesar dos avanços tecnológicos na área de Infraestrutura de Dados Espaciais (IDE_s), estas ainda estão em fase de implementação no Brasil (DAVIS JR. *et al*, 2011).

Atualmente, apesar de já existem avanços com a promulgação de decretos nacionais e estaduais para a disponibilização de dados espaciais entre diferentes instituições, como por exemplo, a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE), faltam políticas públicas para dar suporte para que esse tipo de iniciativa se consolide.

A INDE (Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais) foi instituída pelo Decreto nº 6.666 de 27/11/2008 e estabelece um conjunto integrado de mecanismos e procedimentos de coordenação e monitoramento; padrões e acordos, necessários para facilitar e ordenar a geração, o armazenamento, o acesso, o compartilhamento, a disseminação e o uso dos dados geoespaciais de origem federal, estadual, distrital e municipal. A disponibilização de dados, metadados e informações geoespaciais (IG) através de serviços na Internet, denominados Geo Serviços Web, é viabilizada pela utilização de protocolos públicos internacionais que permitem o acesso à IG de forma simples e integrada, sem necessidade de conhecimento especializado. Os geo-serviços da INDE podem ser acessados por diferentes geoportais.

Apesar das iniciativas de políticas e acordos institucionais internacionais supracitadas, nota-se que, no Brasil, as experiências de constituição de IDE ainda são incipientes e uma das dificuldades está na articulação das instituições para o compartilhamento de dados espaciais. A teoria de Análise de Redes Sociais (ARS) tem sido utilizada para medir os relacionamentos entre provedores de dados em uma IDE. O próximo capítulo abordará as especificidades desse tipo de aplicação, utilizado neste trabalho dentro do contexto de uma IDE para o TRPP.

2.3. ANÁLISE DE REDE SOCIAL (ARS)

Esta seção apresenta os conceitos da teoria de Análise de Rede Social (ARS) e as métricas utilizadas neste trabalho. A primeira parte (2.3.1) introduz os conceitos básicos de redes e a articulação destes com os propósitos da dissertação. A segunda parte (2.3.2) explica as métricas de Análise de Redes Sociais (ARS) utilizadas e o significado delas para o estudo em questão.

2.3.1. ANÁLISE DE REDES SOCIAIS (ARS): MÉTRICAS E TÉCNICAS DE ANÁLISES

O objetivo do emprego da teoria de Análise de Rede Social (ARS) para este estudo é medir o fluxo de compartilhamento de informação entre trinta e

nove instituições que tratam do tema TRPP visando apoiar a criação de uma IDE.

A análise de Redes Sociais (ARS) refere-se ao conjunto de métodos destinados a detectar, descrever e interpretar padrões de laços sociais entre atores (NOOY *et al.*, 2005). Os padrões presentes nas redes constituem sua estrutura e expressa o ambiente social no qual o indivíduo está inserido (WASSERMAN; FAUST, K, 1994).

Uma rede social é definida como um conjunto finito de atores e suas relações mútuas. Os atores referem-se às entidades sociais, que podem ser pessoas, empresas, cidades, países, entre outros. A relação diz respeito à coleção de laços sociais de um determinado tipo, por exemplo, amizade, colaboração, etc. (WASSERMAN; FAUST, K, 1994).

A teoria de Análise de Rede Social (ARS) utiliza medidas de centralidade de indivíduos e organizações, que sustentam as análises das redes sociais. Um exemplo para entender a centralidade é a análise da rede estrela. Neste tipo de rede, a pessoa mais central é a pessoa que recebe mais atenção ou quem permanece no centro das atenções (SCOTT, 2013).

A centralidade é um dos conceitos mais estudados nas teorias de rede social. Um número considerável de medidas tem sido desenvolvido, quais sejam: *degree*, *closeness* e *betweenness*. Vários autores propõem diferentes formas de calcular essas medidas, como por exemplo as propostas por Katz (1976), por Freeman (1979) e por Borgatti (2005), para caracterizar como os fluxos acontecem em uma rede.

Segundo com Borgatti (2005) deve-se escolher entre as diferentes métricas aquelas que forem mais adequadas, de acordo com o objeto de estudo. O autor discute diferentes fluxos, tais como: dinheiro, fofoca, e-mail, atitudes e infecção, bem como pacotes para elucidar as especificidades e complexidades de cada caso, conforme comentado a seguir.

A nota de dinheiro é um objeto indivisível e pode apenas estar em um lugar por vez. A nota não é proibida de passar no mesmo link mais de uma vez. Pode ir de A para B, de B para A e de A para B novamente. Pode facilmente mover-se de A para B, de B para A, de A para B novamente, então para C.

A fofoca é tipicamente contada atrás de portas fechadas, uma por vez. Diferentemente da nota de dinheiro, a fofoca pode estar em vários lugares ao mesmo tempo. É espalhada, replicada, ao invés de transferida, como ocorre com as cédulas de dinheiro.

Uma mensagem de e-mail que avisa sobre um vírus, por exemplo, é repassada de um para vários contatos. A mesma mensagem é transmitida para muitos receptores simultaneamente. A mensagem existe em múltiplos lugares, ao mesmo tempo, a difusão é por replicação.

A atitude, um processo de influência, a partir de interação, é passada de pessoa para pessoa, como o que está na moda, por exemplo. A atitude é passada por replicação, ao invés de transferência. Uma pessoa não perde a atitude no momento que influencia outra. Uma pessoa pode persuadir muitas ao mesmo tempo, trajetórias da atitude podem revisitar links e continuar a influenciar com o tempo.

Hp #p d#qñf tflr#txh# #kxrvã (hospedeiro) fica imune. A infecção passa de pessoa para pessoa por duplicação, como a fofoca, mas não re-infecta ninguém que está imune.

A entrega de um presente (pacote) tem a característica única de ter um destino fixo. Normalmente quem está entregando seleciona a menor rota possível, de forma que a trajetória segue o menor caminho em uma rede de ruas e intersecções.

A partir desses exemplos o autor propõe uma classificação da tipologia dos fluxos. Maiores detalhes podem ser encontrados em Borgatti (2005).

No que diz respeito aos dados espaciais Omran *et al.* (2009) atestam que o dado espacial é um recurso replicável. No entanto, ele pode ser considerado, em algumas redes, como um pacote único. Ele é transferido de uma fonte conhecida para um destinatário, este destinatário tem especificações quanto ao formato do dado, atributos necessários, entre outras particularidades. Apesar de não ser um objeto físico indivisível, como dinheiro ou um livro, ele, por conta das especificações, acaba sendo um pacote único. Os dados espaciais geralmente não são copiados inteiramente durante a transmissão (como fofoca e e-mail). O ddgr#nvsdfldv%#lfd#ElwlrŠqd#lrqwh#

(no produtor), quem o está solicitando. O dado espacial pode ir direto da organização provedora para a organização usuária, mas o trâmite burocrático pode passar por várias instâncias.

2.3.2. ANÁLISE DE REDE SOCIAL E INFRAESTRUTURA DE DADOS ESPACIAIS

O compartilhamento de dados espaciais é um aspecto fundamental para uma IDE (OMRAN *et al.*, 2007), que tem sido analisado a partir da aplicação da ARS. Omran *et al.* (2007) aplicou a teoria de rede social para uma IDE no Egito; Paudyal *et al.* (2012) na Austrália; Vanderbroucke *et al.* (2009) na Bélgica e Van Oort *et al.* (2010) na Holanda.

A teoria ARS tem sido geralmente aplicada com o foco exclusivo nos comportamentos individuais para compartilhamento dos dados entre instituições (PAUDYAL *et al.*, 2012; VANDERBROUCKE *et al.*, 2009; VAN OORT *et al.*, 2010). No entanto, há também trabalhos que buscam expandir o foco para analisar o comportamento coletivo para o compartilhamento de dados espaciais, como é o caso de Omran *et al.* (2007).

Além da teoria ARS, outras teorias sociais são utilizadas para diagnosticar o compartilhamento de dados espaciais, como a Teoria de Rede dos Atores (TRA) investigada por Paudyal *et al.* (2012), e a Teoria do Comportamento Humano (TCH) pesquisada por Omran *et al.* (2010).

Os artigos científicos que tratam da aplicação da ARS para IDE, referem-se a diferentes áreas temáticas. Paudyal *et al.* (2012) analisaram uma IDE, relacionada ao compartilhamento de dados ambientais, para gerenciamento de bacias hidrográficas em áreas de preservação. Omran *et al.* (2007) investigaram o compartilhamento de dados para cadastro urbano. Vanderbroucke *et al.* (2009) trabalharam com uma IDE em dois temas de análise, um relacionado ao mapeamento de uso e cobertura do solo e outro relacionado ao mapeamento de áreas de inundação.

A aplicação da ARS visa analisar a existência ou não de fluxo de dados entre tomadores de decisão, e serve como base para avaliações qualitativas e

quantitativas da performance de uma infraestrutura de dados espaciais (VANDERBROUCKE *et al.*, 2009).

Para a análise de mapeamento de fluxos de dados faz-se uma caracterização de como os nós interagem entre si, e é possível diagnosticar se há hierarquia nessa rede, ou seja, se os dados foram obtidos diretamente da fonte ou se percorrem um caminho hierárquico, passando por diversas instâncias (VANDERBROUCKE *et al.*, 2009).

A aplicação da teoria ARS em IDE também foi utilizada para diagnosticar o fluxo de dados, que muitas vezes ocorre de forma anônima, com objetivo de identificar o quanto o usuário do dado de uma IDE colabora para aprimorar o mesmo, fornecendo *Feedback* à rede. Van Oort *et al.* (2010) publicaram um questionário online, enviado para 339 (trezentos e trinta e nove) endereços de e-mails de usuários que utilizavam dois tipos de conjuntos de dados de uso e cobertura do solo. Foi identificado que os dois conjuntos de dados estão sendo usados em diversas organizações. A classificação das redes permitiu que os usuários fossem divididos em usuários intermediários (gerenciador / vendedor de dados), usuários diretos (quem trabalha diretamente com dados espaciais), usuários indiretos (uso indireto de dados espaciais) ou ex-usuários (usuário temporário de dados espaciais).

A exemplo do trabalho de Van Oort *et al.* (2010), as pesquisas citadas neste trabalho que utilizaram ARS para avaliar o compartilhamento de dados espaciais, tiveram como base para geração de medidas quantitativas e visualização gráfica das redes, questionários aplicados aos usuários de dados espaciais (OMRAN *et al.*, 2007; PAUDYAL, 2012; VANDERBROUCKE *et al.*, 2009). Omran *et al.* (2007) entrevistaram 29 (vinte e nove) funcionários e diretores relacionados aos projetos em andamento sobre cadastro urbano, envolvendo uma instituição principal de interesse e duas outras organizações, que tinham alguma relação devido a trabalharem com os mesmos conjuntos de dados espaciais. Paudyal *et al.* (2012) aplicaram questionários online em seis grupos de atores representativos de comunidades de uso do solo, tais como: representantes de projetos de gerenciamento de áreas de preservação, instituições ambientais regionais, gerentes de dados espaciais, provedores de

dados espaciais, fazendeiros, e grupos que oferecem dados espaciais para este eixo temático. Dentro desses grupos foram entrevistados dezoito tomadores de decisão.

Vanderbroucke *et al.* (2009) elaboraram um questionário para 177 (cento e setenta e sete) tomadores de decisão que responderam uma entrevista, no qual destes, 107 (cento e sete) eram provedores de dados. A entrevista teve o intuito de diagnosticar o fluxo de dados entre os tomadores de decisão para 4 eixos temáticos: uso do solo, base de logradouros, base de rede de rodovias e base hidrográfica. Os dados foram mapeados de acordo com o registro de entrada e saída dos dados, com enfoque nos entraves de comunicação destas redes.

Em relação ao cálculo utilizado para a geração das redes, Omran *et al.* (2007) usaram as seguintes métricas de análise *centralidade*: *In degree based*, *Out degree based*, *In closeness*, *Out closeness* e *Betweenness* para medir o fluxo dos dados entre diferentes instâncias na organização e diagnosticar quem são os atores mais centrais da rede. Por sua vez, Paudyal *et al.* (2012) utilizaram apenas a métrica de relacionamento *In Degree*, que pôde medir também a taxa de fluxo de informação e o papel de cada organização no fluxo de dados entres estas.

Vanderbroucke *et al.* (2009) utilizaram, para diferentes conjuntos de dados, três métricas de estudo para análise da rede: a distância, a densidade e a centralidade. A densidade mostrou a complexidade dos relacionamentos na rede. A métrica distância é uma medida que mostra como os nós estão conectados entre si. A menor distância está intrinsecamente relacionada à rapidez de entrega do dado. Quanto maior a interconexão de dados entre um e mais nós, maior será a distância. Já a centralidade mensurou o número de acessos de cada nó individual, ou seja, é uma medida que indica a importância de determinados nós em uma rede. Em Vann Oort *et al.* (2010), não está explícito quais foram as métricas utilizadas. Além disso, como visto na seção anterior, há diferentes formas de se calcular essas métricas. Apenas Omran *et al.* (2007), Paudyal (2012) e Vanderbroucke *et al.* (2009) deixam claro qual foi a referência metodológica base para cálculo das métricas, diferentemente de Van Oort *et al.* (2010).

Todos os trabalhos mencionados analisaram métricas e houve diferenças na priorização destas, como visto anteriormente. Omran *et al.* (2007) diagnosticaram que os funcionários que ocupam cargos superiores na instituição são centrais, e possuem alto poder de decisão para compartilhamento e acesso a dados. Já os funcionários que ocupam posições intermediárias e periféricas possuem menor poder de decisão para compartilhamento de dados espaciais. Dessa forma, o compartilhamento de dados espaciais segue uma hierarquia para que haja o intercâmbio de dados entre os funcionários desta instituição.

Ainda segundo Omran *et al.* (2007), os resultados empíricos mostram que o grande desafio para compartilhamento dos dados está na harmonização, para que os dados possam fluir de maneira menos hierárquica, ou seja, para que funcionários periféricos ou intermediários possam trocar dados sem a necessidade de pedido do dado para funcionários superiores.

Paudyal *et al.* (2012) observaram que as agências envolvidas no projeto de gerenciamento de áreas de bacias hidrográficas em áreas de preservação têm maior frequência de interação com fazendeiros, e grupos atuantes em planejamento de dados de uso do solo. As instituições que são centrais apresentam alto valor *In Degree*. Foi também diagnosticado que os grupos que tem interesse em conjunto de dados comuns e possuem bom relacionamento, apresentam maior fluxo de compartilhamento de dados. Outro aspecto preponderante, é que grande parte do fluxo destes dados flui por meio de acordos institucionais formais e informais entre convênios estabelecidos entre diferentes órgãos.

Van Oort *et al.* (2010) quantificaram que os dois conjuntos de dados de uma IDE, utilizados na pesquisa, colaboraram respectivamente em 34 e 42% para o aprimoramento do dado, apresentando *feedback* de qualidade do dado e do metadado.

Vanderbroucke *et al.* (2009) demonstraram a centralidade de conjuntos de dados cadastrais na rede analisada. O sistema cadastral funciona como provedor único de dados para muitos outros tomadores de decisão. Também

notou-se que há 6 (seis) instituições que não trocam conjuntos de dados específicos como pode ser visto na figura 2.1 a seguir.

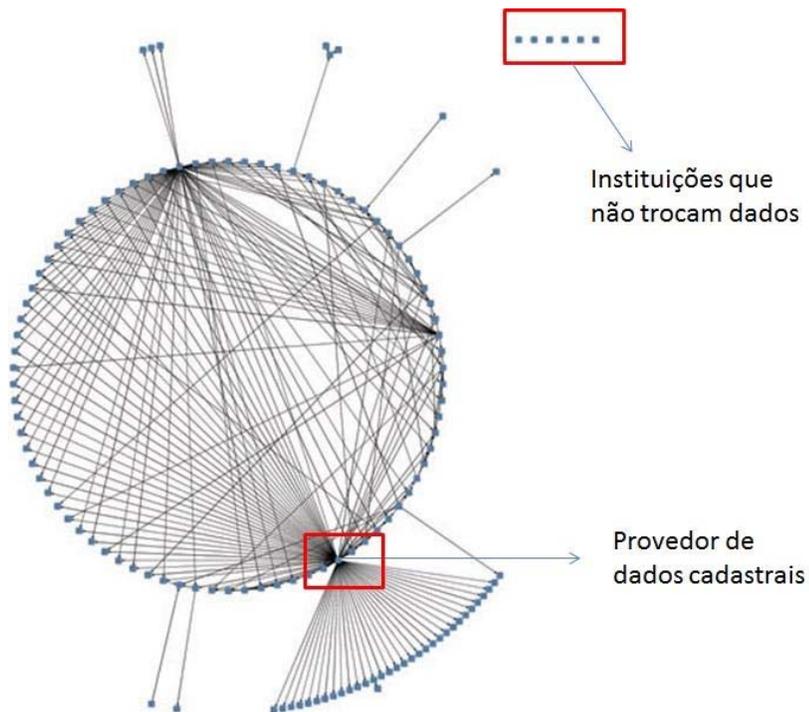


Figura 2.1. Fluxo de dados na IDE subnacional na Bélgica, organizada pelo número de acessos de tomadores decisão (VANDERBROUCKE *et al.*, 2009).

Os nós no círculo correspondem às organizações que compartilham dados espaciais com duas ou mais organizações. A organização responsável por dados de cadastro está posicionada abaixo, do lado direito inferior. Esta organização é claramente a maior provedora de dados. Nota-se que 6 (seis) instituições não trocam dados.

Já na figura 2.2 é demonstrada a mesma informação, porém os dados são organizados de acordo com uma hierarquia governamental. Na base e no segundo nível da rede estão inseridos os nós dos grupos de governo no âmbito

municipal. O terceiro nível mostra os múltiplos departamentos no nível regional da IDE na Bélgica. No topo da rede, encontram-se os tomadores de decisão.

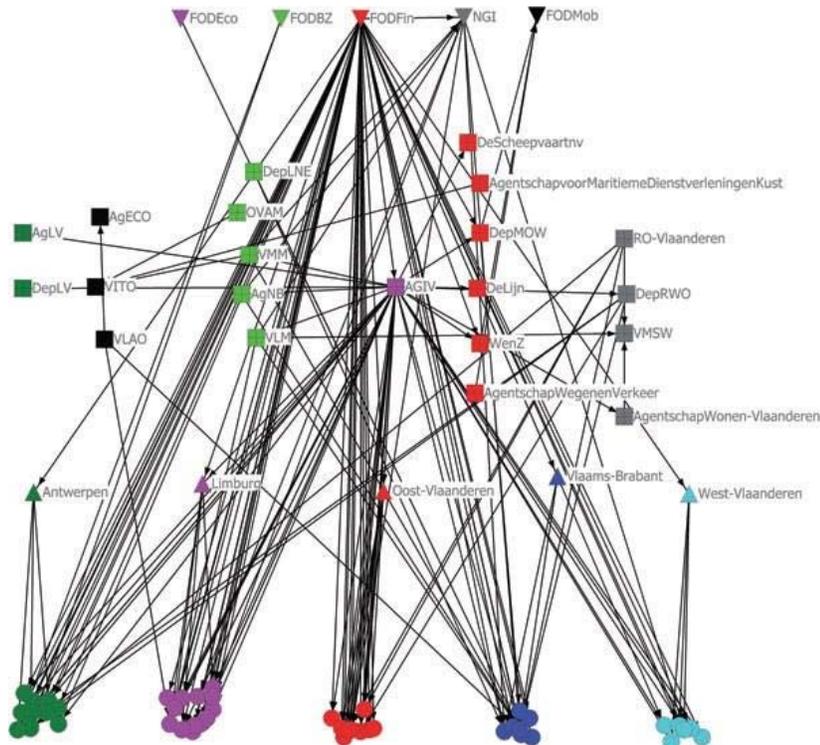


Figura 2.2. Fluxo de dados organizados de acordo com hierarquia governamental da IDE subnacional na Bélgica (VANDERBROUCKE *et al.*, 2009).

Todos os trabalhos mencionados utilizaram a visualização das redes. Omran *et al.* (2007) e Van Oort *et al.* (2010) optaram ainda por aprimorar a visualização a partir do uso de sociograma, como no exemplo ilustrado pela figura 2.3.

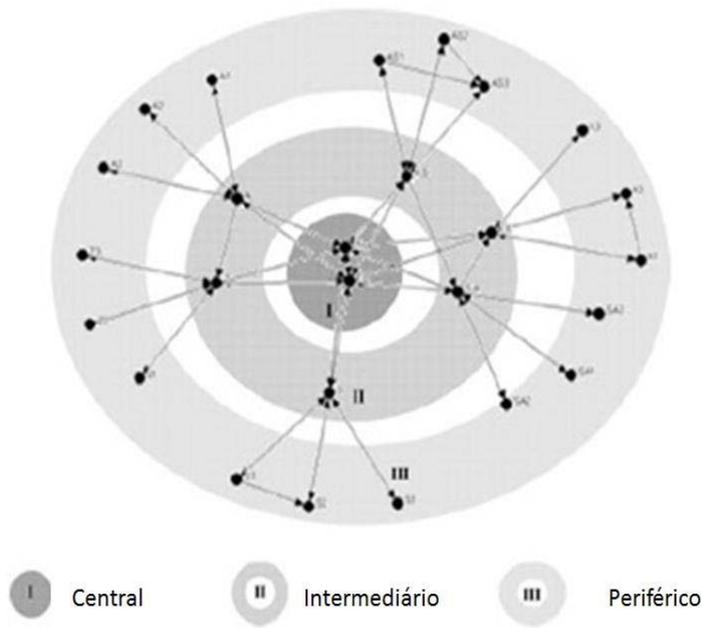


Figura 2.3. Sociograma identificando três subgrupos de compartilhamento de dados espaciais no projeto de sistema cadastral do Egito (OMRAN *et al.*, 2007).

Além das métricas e da visualização das redes os autores utilizaram também a ARS como base para gerar fluxos de processo, para saber como diferentes tipos de dados fluem entre diversos tomadores de decisão (VANDENBROUCKE *et al.*, 2009) e modelagem de diagrama de uso em UML (Unified Modeling Language) dos atores (PAUDYAL *et al.*, 2012).

De acordo com Vandembroucke *et al.* (2009) o fluxo de negócios pode ser definido a partir do fluxo do processo de compartilhamento de dados de uma rede. As características de cada fluxo dos dados foram mapeadas para representação dos acessos. Isso permitiu que os entraves tecnológicos para a transmissão e compartilhamento de conjuntos de dados espaciais fossem diagnosticados. Dessa forma, foi evidenciado como funciona esse fluxo de negócios em uma aplicação para um projeto público de sistema de drenagem e

escoamento de áreas suscetíveis à inundação, por meio de políticas de gerenciamento de recursos hídricos.

O fluxo dos processos de negócios para geração de mapas de inundação para gerenciamento de áreas sujeitas à inundação está baseado em dados de uso e cobertura do solo, base de dados de unidades de conservação, rede hidrográfica, mapas de ordenamento territorial e modelo digital de elevação. Esses dados são inseridos no sistema para gerar os mapas de inundação.

Os mapas de inundação gerados fazem parte de uma política de delimitação das áreas onde a água oriunda de uma enchente pode ser armazenada para evitar inundações em áreas urbanas. Após inundações, há o registro da área de ocorrência e criam-se, então, *buffers* ideais para alocação de água. A delimitação dessas áreas faz parte de iniciativas de políticas públicas para compartilhamento de mapas que podem circular por meio de muitos tomadores de decisão, diferentes departamentos ambientais e, até mesmo, por cidadãos voluntários. Neste caso, puderam ser analisadas as etapas desde o impacto e desempenho de uma IDE até o processo da tomada de decisão e oferecimento de serviço, como visto na figura 2.4.

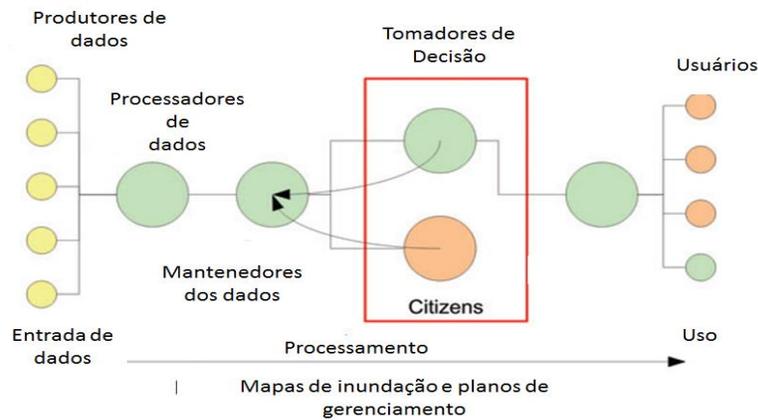


Figura 2.4. Esquema simplificado do fluxo dos processos de negócio para o desenvolvimento de planos de gerenciamento para elaboração de mapas de inundação

(VANDERBROUCKE *et al* 2009).

Paudyal *et al.* (2012) obtiveram como resultado a criação de um esquema UML para diagnosticar quem são os principais atores para o processo de compartilhamento de dados espaciais. No presente estudo, seis atores estão interagindo com nove diagramas de uso em um sistema, em que o limite é delimitado pelo processo de compartilhamento de dados espaciais, conforme a figura 2.5.

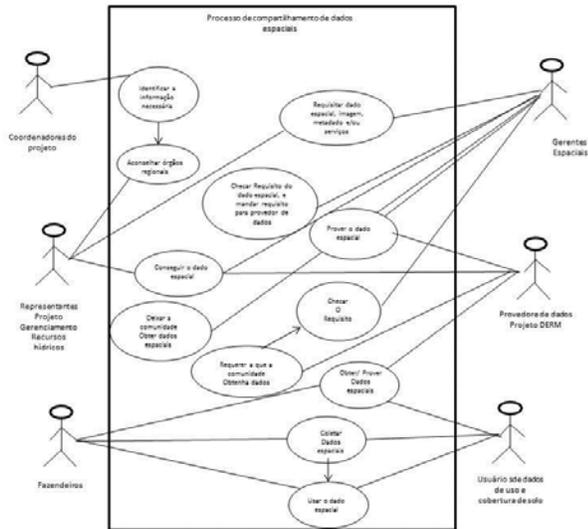


Figura 2.5. Diagrama de casos de uso para o processo de compartilhamento de dados espaciais no projeto de gerenciamento de bacias hidrográficas em áreas de preservação (PAUDYAL *et al.*, 2012).

A teoria de Análise de Rede Social provou ser uma ferramenta útil para medição dos relacionamentos entre as instituições, relacionamentos de comunicação e também relações de poder entre as organizações participantes do projeto (PAUDYAL *et al.*, 2012).

A metodologia seguida por este trabalho aplicou a teoria ARS para diagnosticar o fluxo de compartilhamento de dados espaciais no setor do TRPP.

3. METODOLOGIA

A proposta metodológica deste trabalho envolve três frentes principais. A primeira está relacionada ao diagnóstico da articulação entre as instituições para compartilhamento de dados espaciais baseada na ARS; a segunda está relacionada às análises das políticas com base nas entrevistas e, a terceira diz respeito a proposição de um esquema conceitual de dados espaciais que possa ser utilizado para o desenvolvimento de uma IDE para o setor do TRPP.

3.1. ENTREVISTAS

As entrevistas foram aplicadas presencialmente, em 39 (trinta e nove) instituições envolvidas no gerenciamento de desastres tecnológicos, em especial com o TRPP, cujas respostas embasaram as discussões sobre as articulações entre as instituições, as políticas e os acordos vigentes, que seguem na seção de resultados e discussões. Somado a isso, as entrevistas também auxiliaram na determinação das classes representadas no esquema conceitual de dados espaciais proposto, bem como serviram de base para a aplicação da metodologia baseada na teoria de Análise de Redes Sociais (ARS).

O questionário, base sobre a qual se estruturou a entrevista, foi desenvolvido a partir dos trabalhos apresentados por Omran *et al.* (2007) e Paudyal *et al.* (2012). No Apêndice A segue a versão completa do questionário aplicado. O questionário abordou dois aspectos de análise. O primeiro deles corresponde à identificação da interação entre as diferentes instituições, e o segundo identifica a frequência de disponibilização e utilização de dados espaciais entre as instituições. No mesmo questionário houve duas perguntas referentes a quais seriam dados fundamentais para composição de uma IDE para o TRPP.

A razão primária do uso da ARS neste trabalho é medir a variedade de relações entre as instituições que tratam de dados espaciais no tema do TRPP.

As questões foram elaboradas para atingir respostas em relação à inter-relação das instituições para o compartilhamento de dados espaciais. Duas questões foram elaboradas para medir e quantificar o grau de interação entre as instituições e frequência de troca de dados espaciais.

Os dados foram processados no Software UCINET 6, e para a representação gráfica das redes foi utilizado o módulo de desenho do software NetDraw 2.16.

Seguindo o fluxograma da Figura 3.1, há a descrição das etapas do estudo. Em um primeiro momento, foi realizado um levantamento bibliográfico sobre a teoria de análise de rede social (ARS), IDE para desastres e aplicações de IDE para teoria de Análise de Redes Sociais. Nas etapas subsequentes foram identificadas as instituições que tratam do tema TRPP, para que as entrevistas pudessem ser consolidadas.

A aplicação da teoria ARS pôde diagnosticar o fluxo dos dados entre as instituições participantes. A partir de então, foram analisados e discutidos os acordos vigentes para compartilhamento de dados espaciais.

Finalmente, criou-se um esquema conceitual de dados espaciais visando uma IDE para apoio a desastres envolvendo TRPP. A aplicação da teoria de Análise de Rede Social e a modelagem de um esquema conceitual de dados espaciais foram desenvolvidos com a finalidade de propor metodologias que sirvam de base para o diagnóstico da articulação entre instituições envolvidas em uma IDE, como sustentação para formulação de políticas para fomentar o compartilhamento de dados espaciais, necessários para a efetiva consolidação de uma IDE.

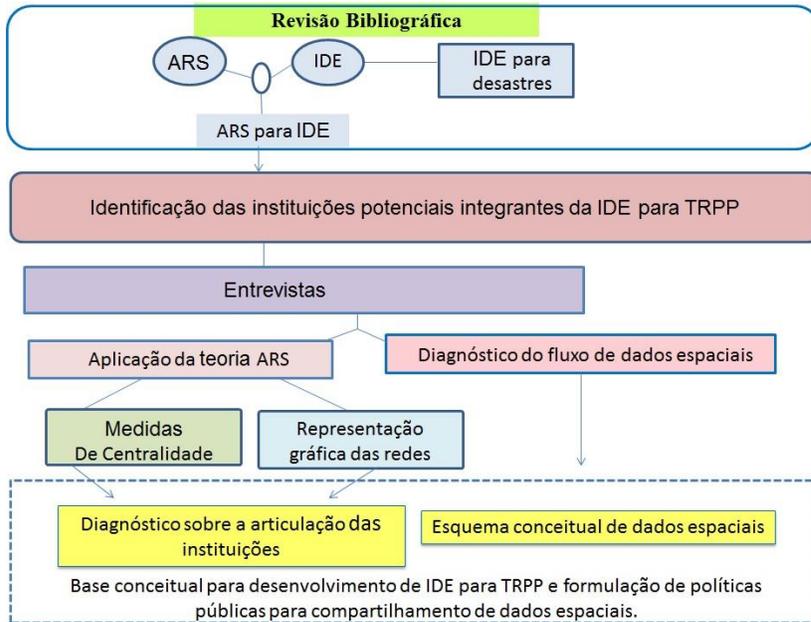


Figura 3.1. Fluxograma das etapas do trabalho

3.2. ANÁLISE DE REDE SOCIAL (ARS)

Os dados referentes à identificação de inter-relação entre as entidades foram analisados pelo uso da teoria ARS. Esse conjunto de técnicas analíticas foi baseado em Scott (2013). Os gráficos são redes constituídas por um conjunto de pontos (nós) e um conjunto de linhas (laços) que conectam pares de pontos. Os atores (instituições) são vistos como nós nos gráficos.

localmente central se este tem grande número de conexões com outros pontos em sua vizinhança, e essa relação de contato é direta. Ao contrário, um ponto é globalmente central, quando este possui uma posição estratégica em toda a estrutura de rede. Ou seja, a centralidade local, diz respeito à proeminência relativa de um ponto focal em sua vizinhança, enquanto a centralidade global diz respeito à proeminência de um ponto com toda a rede.

A tabela 3.1 lista as diferentes métricas utilizadas neste estudo. Todas dizem respeito a diferentes tipos de centralidade. A centralidade implica no controle sobre os recursos, pois indivíduos centrais controlam o acesso de outros aos dados espaciais.

Os indivíduos com alto *degree* tem mais poder, pois os outros atores percebem que eles têm alguma autonomia, ou seja, que eles são menos dependentes de um ator específico e, portanto, mais poderosos, pois têm mais alternativas de acesso à informação.

Os atores que possuem mais ligações têm mais oportunidades, pois possuem maior poder de decisão na escolha de conexão, ou seja, eles são menos dependentes do que todos os outros. A métrica *closeness* leva em conta toda a rede e mede a proximidade provinda dos indivíduos para todos os outros indivíduos.

Já a variável *betwennes* trata apenas o fato de alguns indivíduos serem centrais, não pelo fato de serem amplamente conectados com muitos outros, mas sim por viabilizarem a ligação de atores que de outra maneira estariam desconectados da rede.

Tabela 3.1. Resumo das métricas da rede e definições (Borgatti *et al.*, 2002)

Variável	Definição
<i>In Degree</i> (grau de entrada)	Número direcional de acessos para um indivíduo provindo de outros indivíduos (INCOMING LINKS)
<i>Out Degree</i> (grau de saída)	Número direcional de acessos provindo de um indivíduo para outros indivíduos (Outcoming LINKS)
<i>In Closeness</i> (proximidade de entrada)	Alcance ao qual um indivíduo pode ser conectado a todos os outros indivíduos em uma rede. Medido pela soma da distância recíproca provinda de todos os outros. O link direto é contado como 1.
<i>Out Closeness</i> (proximidade de saída)	Alcance ao qual um indivíduo pode alcançar todos os outros indivíduos em uma rede. Medido pela soma da distância recíproca para todos os outros da rede. Um link direto é contado como 1.
<i>Betweenness</i> (Intermediador)	Número de vezes em que um indivíduo cai (está localizado) entre dois indivíduos pelo caminho mais curto entre esses indivíduos

3.3. MODELAGEM DE DADOS ESPACIAIS EM IDE

A modelagem de dados espaciais tem a finalidade de identificar quais seriam os dados fundamentais em uma IDE para o TRPP, de modo que aplicações possam ser desenvolvidas diante do contexto de gerenciamento de desastres tecnológicos decorrentes do TRPP.

A partir disso, esclarecer quem são as instituições produtoras e mantenedoras de dados espaciais, com a finalidade de verificar a articulação entre as diversas instituições, em relação à disponibilização de dados espaciais entre elas.

Existem diversas metodologias para modelagem de dados espaciais (GeoFrame, OMT - G, GMOD, etc.). Neste trabalho foi utilizado o modelo OMT - G (Object Modeling Technique for Geographic Applications), cujas especificações podem ser encontradas em Borges *et al.* (2001).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados aqui apresentados basearam-se nas questões 1 (um), 2 (dois), 3 (três), 4 (quatro), 5 (cinco), 6 (seis), 7 (sete), conforme questionário em anexo, durante as entrevistas presenciais. A questão 5 (cinco), embasou as discussões relativas aos acordos institucionais. Já as questões 2 (dois), 3 (três) e 4 (quatro) embasaram a criação do fluxo de dados espaciais na rede. As questões restantes, 1 (um), 5 (cinco), 6 (seis) e 7 (sete) fundamentaram o desenvolvimento da proposta de esquema conceitual de dados espaciais apresentado no final desta seção.

4.1. ANÁLISE DAS REDES

O grau de interação entre as organizações foi usado para medir a relação de comunicação entre as instituições que tratam do tema TRPP. A medida de centralidade foi utilizada como medida adotada na geração da rede. Os resultados referentes à aplicação da teoria ARS são apresentados a seguir e estão organizados em discussões sobre as representações gráficas das

redes e sobre os valores das métricas, sempre à luz do contexto registrado durante as entrevistas.

A simbologia dos nós representa o tipo de organização, classificada conforme ilustrado na Tabela 4.1 e descrita conforme a função de cada instituição na tabela 4.2. A espessura das linhas finas retrata a frequência de comunicação. A posição dos nós mostra a importância de cada organização na rede.

Tabela 4.1. Padrão de legendas da rede

Nome da sigla	Sigla	Símbolo
Associação	AA	
Órgãos de Atendimento a Emergências	OAE	
Órgãos Licenciadores e Legisladores	OLL	
Órgãos Prestadores de Serviço	OPS	
Órgãos Provedores de Dados para Planejamento Territorial	PDPT	

Tabela 4.2. Funcionalidades das respectivas instituições entrevistadas

AA1	Associação destinada à prestação de serviços em defesa das concessionárias.
AA2	Associação prestadora de atendimento, revisão de leis e normas e prestação de consultorias aos seus respectivos associados, no caso: Transportadoras.
AA3	Prestação de serviços às transportadoras e

indústrias associadas que congregam produtos como: Cloro/Soda cáustica/ ácido clorídrico e hipoclorito de sódio.

AA4 Associação que possui como associados setores da indústria química, abrangendo todas as etapas dos processos de fabricação dos produtos químicos. A associação estabelece contato com o fabricante, transportador e entidades públicas e privadas que devem ser acionadas em ocorrência com produtos químicos.

AA5 Associação que presta serviços como atualização de Normas técnicas e leis para transportadores e toda cadeia de transporte da indústria química.

AA6 Associação responsável por traçar perfil do setor, promover relatório de desempenho, troca de informações sobre acidente para transportadoras e indústria química e petroquímica.

AA7 Associação que trata de assuntos relativos a licenças, exames médicos aos motoristas, vinculado ao DENATRAN e Ministério da Saúde.

OLL8 Órgão municipal da saúde destinado ao monitoramento das vítimas envolvidas em acidentes com TRPP em bairros, do município de São Paulo.

OAE9 Órgão Municipal responsável pelo atendimento de vítimas quando há necessidade de realocação de pessoas afetadas em acidentes tecnológicos.

OLL10 Autarquia Federal responsável pela classificação, transporte e atuação em caso de acidentes com

	elementos radioativos.
OLL11	Órgão municipal destinado à fiscalização das rotas sugeridas para TRPP no município de São Paulo
OAE12	Órgão Estadual responsável pelo atendimento de ocorrência de acidentes com TRPP nas fases de um desastre: pré e processo de licenciamento, mitigação e pós acidente, consistindo no monitoramento ambiental da área degradada.
OAE13	Órgão Estadual responsável pelo gerenciamento e monitoramento do acidente. Possui registro de tipos de produtos perigosos no Estado de São Paulo.
OPS14	Concessionária de rodovia.
OLL15	Autoridade Estadual responsável pela fiscalização e autuação de TRPP em condições adversas. Atos de Infração.
OAE16	Autoridade responsável pela autuação e fiscalização em rodovias estaduais.
OAE17	Autoridade responsável pela autuação e fiscalização em rodovias federais.
OLL18	Autoridade estadual responsável por autuações de impacto ambiental
OLL19	Autorarquia federal responsável pela elaboração de legislação referente ao setor TRPP. Possui o caráter fiscalizador e regulador.
OPS20	Entidade reguladora das concessionárias Estaduais.

OLL21 Órgão municipal responsável pelo licenciamento e autuações de veículos .

OLL22 Órgão Estadual responsável por obras de engenharia nas rodovias de domínio estadual. Responsável pela elaboração do relatório estatístico anual de TRPP em rodovias estaduais.

OLL23 Autoridade federal responsável pela certificação de registro de empresas transportadora da classe explosivos

OLL24 Autarquia federal, elabora, revisa e inspeciona veículos e equipamentos (tanque de carga) rodoviários para TRPP a granel, por meio de órgãos estaduais conveniados.

OLL25 Plano Federal responsável pela prevenção, preparação e resposta rápida à emergências ambientais. As instituições entrevistadas representam o plano mencionado acima no âmbito Estadual.

OLL26 Autarquia federal responsável pelo cadastro, licença de autorização de transporte, responsável pela fiscalização da qualidade ambiental de cada transportadora.

OLL27 Órgão municipal responsável pela emissão de licenças às transportadoras e empresas de atendimento (indústria química).

OLL28 Órgão Estadual responsável pela articulação com o Ministério da Saúde, vigilância sobre os riscos ao meio ambiente, responsável também pelo diagnóstico laboratorial e saúde do trabalhador. Conta com banco de dados integrado com

	Unidades de atendimento hospitalar em caso de vítimas contaminadas por meio de fichas de notificação por região e município.
OLL29	Órgão Estadual responsável pela logística e legislação de rodovias estaduais de São Paulo.
OPS30	Órgão responsável por assegurar frotas de caminhões de transportadoras e gerenciar as respectivas seguradoras do setor de TRPP.
OPS31	Transportadora responsável por TRPP
OPS32	Transportadora responsável por TRPP
PDPT33	Instituto de Pesquisas tecnológicas destinado à elaboração de relatórios técnicos destinados a desastres naturais e tecnológicos. Órgão provedor de dados espaciais para planejamento territorial para mapeamento de susceptibilidade de rodovias, elaboração de mapas de recuperação ambiental do entorno de áreas impactadas.
PDPT34	Instituto estadual de ciências da terra destinado à elaboração de mapas do Estado de São Paulo. Responsável pelo mapeamento 1:10.000/ 1:50.000 da malha municipal, mapa de uso do solo (1:1000/ 1:5000) do município de São Paulo, Modelo Digital de Elevação, curvas de nível, Ortofotos, visualização.
PDPT35	Instituto destinado à mapeamentos geológicos do Estado de São Paulo. Produzem produtos para mapeamento de risco e disponibiliza imagem IKONOS (2003) e Modelo Digital de Elevação do Estado todo.

PDPT36 Instituto destinado à mapeamentos geológicos do Estado de São Paulo. Produzem produtos para mapeamento de risco e disponibiliza imagem IKONOS (2003) e Modelo Digital de Elevação do Estado todo.

PDPT37 Órgão destinado ao mapeamento ambiental do Estado de São Paulo. Produz a base cartográfica, de Unidade de conservação, dados temáticos, base de logradouros.

PDPT38 Órgão responsável pelo levantamento florestal , Unidades de Conservação do Estado de São Paulo. Produz base de cobertura vegetal: 1:50.000/ 1:25.000/ 1:10.000.

OPS39 Concessionária pública do Estado de São Paulo. Responsável por obras do Rodoanel com elaboração de bases vetoriais e projetos geométricos com todas as dimensões da via.

4.2. DISPONIBILIZAÇÃO DE DADOS ESPACIAIS

A teoria de Análise de Rede Social (ARS) foi utilizada para medir como é o fluxo de interação para disponibilização e acesso a dados espaciais entre instituições que tratam do tema TRPP.

A Figura 4.1 mostra o resultado gráfico relativo à frequência de disponibilização de dados espaciais entre as instituições que foram entrevistadas. Conforme mencionado anteriormente, o formato do nó representa o tipo de organização de acordo com a classificação apresentada na Tabela 4.1.

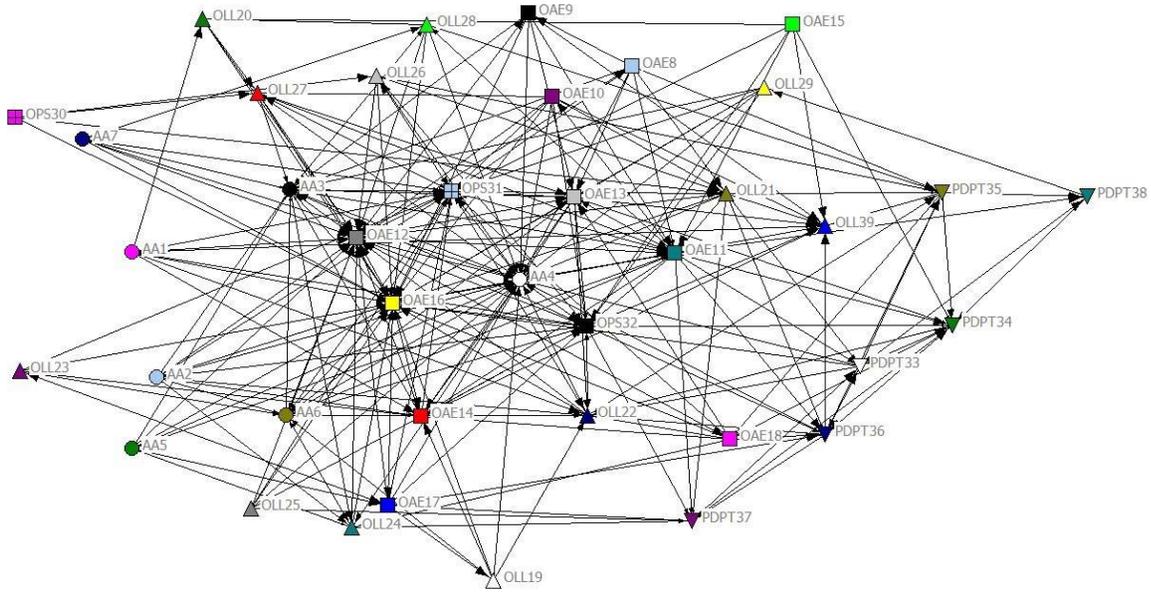


Figura4.1.Frequência de disponibilização de dados espaciais

Quanto à disponibilização dos dados espaciais, as medidas de centralidade aplicadas neste estudo estão presentes na Tabela 4.2 e são comparadas pelas métricas abaixo:

In Degree: pode-se observar que os Órgãos de Atendimento a Emergências (OAE) e Órgãos Prestadores de Serviço (OPS) identificados por OAE12, OAE16, AA4 e OPS31 são os mais centrais da rede, e possuem um alto valor de centralidade. Estes nós também podem ser vistos como potenciais mediadores no processo de compartilhamento de dados espaciais, pois possuem muitas ligações com outras organizações.

Out Degree: essa a métrica mostra o mesmo padrão da métrica *In Degree*. Pode ser observado que os OAE e OPS possuem as interações mais frequentes. Foi diagnosticado também que grupos que possuem afinidade no exercício de atividades semelhantes possuem melhor relação. Os Órgãos de Atendimento a Emergências, que primeiro estão no local do acidente para o socorro imediato de vítimas e contenção do dano ambiental, são as instituições que possuem melhor inter-relação, e por este motivo ocorre uma maior disponibilização de dados espaciais entre eles.

In Closeness: a variável segue um padrão similar ao da métrica *In Degree*, apresentando os mesmos atores centrais. Os órgãos OAE16, AA4, OAE12 e OPS31 recebem informações mais cedo e estes também promovem o controle da informação.

Out Closeness: a variável segue o padrão do *Out Degree*, apresentando os Órgãos de Atendimento a Emergências e Associações e Órgãos Prestadores de Serviço como os mais centrais da rede. As diferenças relativas são menos marcadas para esta métrica do que para as métricas Degree e Betweenness. Não há muito contraste entre o maior e menor valor, assim como ocorre no *In Closeness*.

Betweenness: a métrica apresenta altos valores para indivíduos centrais que possuem alto valor de Degree. Os Órgãos de Atendimento a Emergências identificados por OAE16, OAE11, OAE12 e OPS 31, e a Associação identificada por AA4 comportam-se como controladores da informação. Isto faz com que a rede seja bem centralizada, e os dados fluam com a necessidade

devido ao fato de serem de fato os controladores da informação, e como são eles os mais poderosos, podem se comportar como potenciais impedidores do compartilhamento da informação.

A medida *Betweenness* é empregada para medir o volume (frequência) do movimento de tráfego de cada nó, para todos os outros nós. É a medida da porção do fluxo de rede, isto é, esses órgãos são poderosos na rede, pois possuem o poder de paralisar e repassar a informação para os demais nós da rede.

4.3. UTILIZAÇÃO DE DADOS ESPACIAIS

A Figura 4.2 mostra a frequência de interação para utilização de dados espaciais entre as organizações entrevistadas.

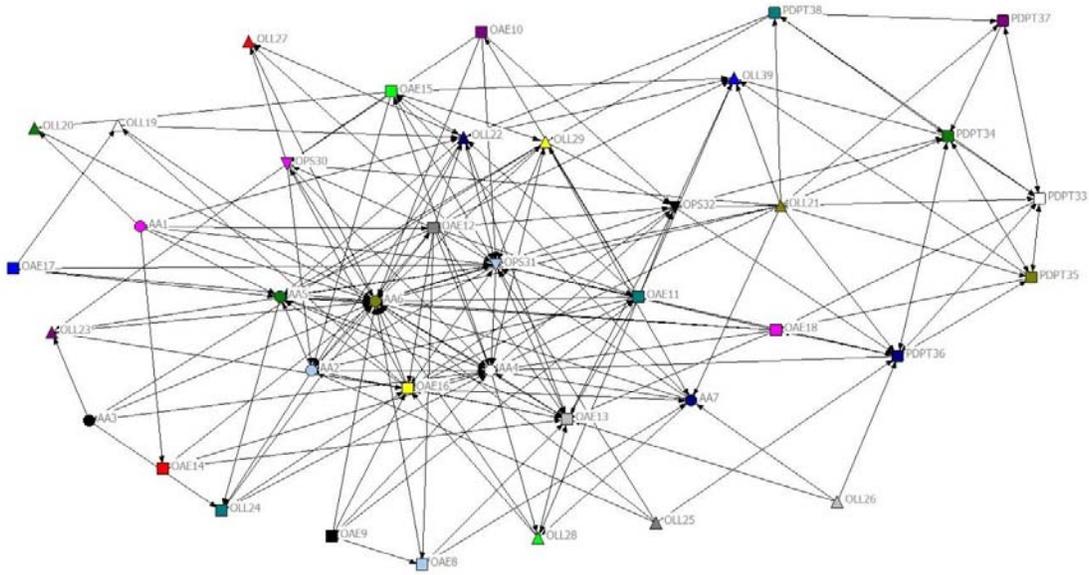


Figura 4.2. Frequência de utilização de dados espaciais acessados.

Quanto à utilização dos dados espaciais acessados as medidas de centralidade aplicadas neste estudo estão presentes na Tabela 4.3 e comparadas pelas métricas abaixo:

In Degree: pode-se observar que as associações identificadas por AA6, AA4, AA7 e AA5 correspondem ao grupo mais central em referência aos usuários dos dados, seguidamente aos órgãos OAE16, OAE13, OPS 31, OPS 32, PDPT13, PDPT3, OLL39 e OLL29. Estes nós se caracterizam pelo número direcional de acessos provindos de outros indivíduos da rede. Estas instituições podem ser vistas como potenciais mediadoras no processo de compartilhamento de dados espaciais, pois possuem muitas ligações com outras organizações.

Out Degree: essa métrica mostra o mesmo padrão da métrica *In Degree*, porém com menor número de atores. Também pôde ser observado que os nós OAE12 e OLL21 possuem as interações mais frequentes. Foi também diagnosticado que grupos que possuem afinidade no exercício de atividades semelhantes possuem melhor relação. A métrica *Out Degree* se caracteriza pelo número de acessos direcionais para utilização de dados espaciais.

In Closeness: os órgãos OLL39, AA6, OPS31 e AA4 são os mais centrais da rede e recebem informações mais cedo, pois possuem o menor caminho ou acesso (caminho geodésico) entre um nó e outro.

Out Closeness: a variável segue o padrão do *Out Degree* no que se refere aos órgãos de atendimento a emergências, aos órgãos licenciadores e legisladores, às associações e aos órgãos prestadores de serviço, sendo estes os mais centrais da rede. Não há muito contraste entre o maior e o menor valor, assim como ocorre no *In Closeness*.

Betweenness: essa pode ser associada ao potencial dessas instituições de serem controladores da informação. As Associações AA4 e AA6, de acordo com essa métrica, parecem ter o maior potencial para atuarem como controladores da informação, bem como os Órgãos Prestadores de Serviço (OPS32) e Órgãos Provedores de Dados para planejamento territorial (PDPT36). A configuração da rede parece ser bastante centralizada. Esta configuração

como controladores da informação. Esses órgãos acabam por se tornar mais poderosos, pelo potencial que possuem de serem impedidores do compartilhamento da informação.

A seguir serão abordadas as medidas de centralidade aplicadas a este estudo, e apresentadas nas tabelas 4.2 e 4.3 e comparadas a seguir na tabela 4.4.

As tabelas completas encontram-se em apêndice.

Tabela 4.3. Medidas da rede por instituição para disponibilização de dados espaciais e sua respectiva estatística descritiva para toda rede

ID	Betweenness	stat_bet	ID	Out Degree	stat_outdeg	ID	InDegree	stat_indeg	ID	In Closeness	stat_indo	ID	Out Closeness	stat_outdo
OAE16	193.460	1	OAE11	101.000	1	OAE12	220.000	1	OAE16	84.444	1	OAE16	14.672	1
OAE11	184.931	1	OAE12	89.000	1	OAE16	217.000	1	AA4	77.551	1	AA4	14.504	1
OAE12	170.373	1	OAE13	79.000	1	AA4	192.000	1	OAE12	70.370	1	OAE12	14.449	1
OPS31	126.037	1	PDPT36	73.000	1	OPS31	116.000	1	OPS31	69.091	1	OPS31	14.340	1
AA4	92.029	1	OAE8	70.000	1	OLL39	88.000	0	OPS32	62.295	0	OPS32	14.232	1
OLL28	76.840	0	OAE9	68.000	1	AA3	83.000	0	AA3	60.317	0	AA3	13.818	1
AA3	71.600	0	OPS31	64.000	0	OLL22	81.000	0	OLL22	57.576	0	OLL22	13.380	0
OPS32	65.594	0	AA4	62.000	0	OAE11	81.000	0	OAE11	55.072	0	OAE11	13.103	0
OAE17	55.429	0	OAE17	62.000	0	OAE13	77.000	0	OAE13	55.072	0	OAE13	13.103	0
PDPT33	50.568	0	AA2	59.000	0	OPS32	76.000	0	OAE14	55.072	0	OAE14	12.989	0
OLL22	49.663	0	AA1	58.000	0	OAE14	70.000	0	PDPT37	52.055	0	PDPT37	12.925	0
OAE14	44.074	0	OAE10	56.000	0	PDPT34	61.000	0	OLL39	50.000	0	OLL39	12.881	0
PDPT38	38.088	0	OAE16	55.000	0	PDPT35	59.000	0	PDPT34	50.000	0	PDPT34	12.838	0
OAE18	29.423	0	OLL21	55.000	0	OLL21	50.000	0	PDPT36	49.351	0	PDPT36	12.795	0
OAE13	29.350	0	OAE18	54.000	0	PDPT33	44.000	0	OLL24	49.351	0	OLL24	12.752	0
OLL21	28.541	0	OLL26	53.000	0	PDPT36	42.000	0	AA8	49.351	0	AA8	12.752	0
PDPT35	26.828	0	OLL29	52.000	0	OLL24	39.000	0	OAE18	48.101	0	OAE18	12.667	0
AA6	20.894	0	OLL27	51.000	0	OLL27	39.000	0	OAE17	47.500	0	OAE17	12.667	0
OLL29	17.710	0	PDPT33	49.000	0	PDPT37	30.000	0	PDPT35	46.341	0	PDPT35	12.667	0
PDPT36	16.651	0	OLL28	49.000	0	OAE17	30.000	0	PDPT33	45.783	0	PDPT33	12.667	0

Tabela 4.4. Medidas da rede por instituição para utilização de dados espaciais e sua respectiva estatística descritiva para toda rede.

ID	Betweenness	Stat_bet	ID	OutDegree	stat_outdeg	ID	In Degree	stat_indeg	ID	inCloseness	stat_inclo	ID	Out Closeness	stat_outclo
AA4	371.898	1	OAE12	108.000	1	AA6	145.000	1	OLL39	44.700	1	OLL21	14.844	1
AA6	209.472	1	OLL21	105.000	1	OPS31	113.000	1	AA6	44.188	1	OAE9	14.232	1
PDPT36	154.764	1	OAE11	91.000	1	AA2	90.000	1	OPS31	38.776	1	AA1	13.919	1
OPS32	154.202	1	AA4	80.000	1	AA4	90.000	1	AA4	38.000	1	OLL26	13.919	1
OAE12	116.397	0	OAE15	67.000	1	OAE16	80.000	1	OAE13	34.545	0	OLL25	13.718	0
OPS31	107.650	0	OAE16	65.000	1	OLL39	80.000	1	AA5	34.234	0	OAE12	13.014	0
OAE13	104.563	0	OLL22	59.000	0	OAE13	73.000	1	OAE16	33.929	0	OAE11	12.969	0
PDPT33	101.623	0	OAE13	55.000	0	PDPT36	60.000	1	AA2	33.333	0	OAE17	12.925	0
OAE16	100.679	0	OLL29	52.000	0	OLL22	56.000	1	OPS32	32.479	0	AA4	12.838	0
OAE11	91.132	0	OPS31	47.000	0	AA7	50.000	1	OAE12	31.405	0	OAE13	12.667	0
OAE18	65.163	0	PDPT36	44.000	0	PDPT33	50.000	1	OLL22	30.894	0	OLL29	12.500	0
OAE15	56.839	0	OPS30	42.000	0	OLL29	48.000	1	OAE15	30.645	0	PDPT36	12.469	0
PDPT34	51.721	0	PDPT33	42.000	0	AA5	45.000	1	OLL29	30.645	0	PDPT38	12.338	0
OLL22	42.866	0	PDPT36	42.000	0	OPS32	43.000	1	OLL24	30.159	0	OPS32	12.258	0
OLL29	38.563	0	OAE9	40.000	0	OPS30	40.000	0	OLL27	29.688	0	OPS31	12.219	0
AA7	25.188	0	AA1	39.000	0	PDPT35	33.000	0	OLL28	29.688	0	OAE18	12.179	0
AA2	18.613	0	OLL26	34.000	0	OAE15	30.000	0	OLL23	29.457	0	AA6	12.141	0
AA5	16.427	0	OLL25	33.000	0	OLL27	30.000	0	AA3	28.788	0	OAE16	12.141	0
PDPT38	16.083	0	PDPT34	33.000	0	PDPT37	30.000	0	OAE11	28.788	0	OLL22	12.141	0
OPS30	15.160	0	AA7	30.000	0	OLL24	28.000	0	OPS30	28.788	0	AA7	12.102	0

Tabela 4.5. Resumo da comparação das métricas

Métricas	Disponibilização	Utilização
<i>Betweenness</i>	OAE16/OAE11/OAE12 OPS31/AA4	AA4/AA6/PDPT36/OPS32
<i>Out Degree</i>	OAE11/OAE12/OAE13/ PDPT36/OAE8/OAE9	OAE12/OLL21/OAE11/AA 4/OAE15/OAE16
<i>In Degree</i>	OAE12/OAE16/AA4/OPS31	AA6/OPS31/AA2/AA4/OA E16/OLL39/OAE13/PDPT 36/OLL22/AA7/PDPT33/O LL29/AA5/OPS32
<i>In Closeness</i>	OAE16/AA4/OAE12/OPS31	PLL39/AA6/OPS31/AA4
<i>Out Closeness</i>	OAE16/AA4/OAE12/OPS31/OPS3 2/AA3	OLL21/OAE9/AA1/OLL26 2/AA3

Os esforços em organizar a Infraestrutura de Dados Espaciais em vários níveis como organizacional, municipal, estadual ou nacional têm sido cada vez mais frequentes, para que o benefício da utilização cooperativa da informação geográfica, sobre produto perigoso, torne o uso dos dados cada vez mais útil para tomadores de decisão na área de gerenciamento de acidentes envolvendo o TRPP.

De acordo com Davis (2006) e Mansorian *et al.* (2006) a IDE trata não somente de questões operacionais, como interoperabilidade e otimização de processos, e também dos aspectos relacionados às políticas e acordos institucionais, o que necessita de apoio governamental para que essa estrutura se torne real.

Hoje, porém, a integração é falha, pois há tecnologia para integrar dados espaciais, como exemplo, a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE), mas faltam políticas públicas para dar suporte para que isso de fato aconteça, apesar de já existirem avanços com a elaboração de decretos nacionais e estaduais para disponibilização de dados espaciais entre diferentes instituições.

As instituições que participaram da pesquisa lidam com dados relacionados ao Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos. A partir das entrevistas aplicadas revelou-se que as instituições sentem a necessidade de que os dados respectivos ao atendimento e gerenciamento de acidentes sejam especificados e especializados.

A maior parte do fluxo de dados flui entre os Órgãos Provedores de Dados de Planejamento Territorial e Órgãos de Atendimento a Emergências, por meio de acordos institucionais informais. Em virtude da alta usabilidade desses dados e porque nestes órgãos há acordos institucionais mais coesos, já ocorre grande intercâmbio de dados entre estas instituições.

A teoria da Análise de Rede Social (ARS) demonstrou ser uma ferramenta útil para evidenciar os relacionamentos de transição, comunicação e de poder de autoridade entre os parceiros de equipe. Órgãos de Atendimento a Emergências tem a maior frequência de interação. Os órgãos de atendimento a emergências identificados por OAE8, OAE9, OAE11, OAE12, OAE13 e OAE16 são os órgãos dominantes, tanto para disponibilização de dados quanto para utilização de dados espaciais provenientes de outras instituições.

Algumas das associações, como AA4 e AA6, apareceram como instituições centrais e dominantes, tanto para disponibilização quanto para utilização dos dados para essa categoria.

Dentre os órgãos prestadores de serviço, os órgãos OPS31 e OPS32, que são empresas transportadoras, dominam o fluxo de informação, tanto da disponibilização quanto da utilização dos dados espaciais.

Os órgãos licenciadores e legisladores OLL21, OLL22, OLL29 E OLL39 foram os órgãos mais centrais dentro dessa categoria.

Os órgãos provedores de dados para fins de planejamento territorial operam com dados espaciais (detentores de bases espaciais, cada um com sua especialidade). Foi diagnosticado que para essa categoria tão especializada os órgãos PDPT36 e PDPT33 são os órgãos que possuem maior fluxo de informação na rede.

A partir das análises também foi possível observar que as redes parecem não configurar uma hierarquia para compartilhamento de informações, ou seja, a despeito de alguns órgãos terem apresentado altos valores de *betweenness* (que caracteriza um potencial controlador), a conformação da rede evidencia que a informação pode ser proveniente de órgãos periféricos até órgãos centrais de maneira direta, sem necessidade de passar por atores intermediários.

Todas as instituições entrevistadas confirmaram o desejo pelo compartilhamento de informação por meio de uma IDE para o TRPP. No entanto, há a necessidade de avançar nos acordos institucionais para viabilizar, de fato, o compartilhamento dos dados.

Dentre as dificuldades de aplicação da metodologia destacam-se dois pontos. O primeiro referente ao fato de que alguns dos entrevistados, não familiarizados com Geoprocessamento, podem ter respondido ao questionário sem, de fato, entender a abrangência do que são os dados espaciais, a despeito de ter sido explicado, antes do início de cada entrevista, o que é um dado espacial. O segundo ponto está relacionado à dificuldade em avaliar a confiabilidade dos resultados apresentados pelas métricas de centralidade. Discutiram-se sempre os resultados frente ao contexto proporcionado pelas entrevistas, mas não foi possível gerar uma medida quantitativa que levantasse a confiabilidade das análises. De qualquer forma, a metodologia baseada na teoria de Análise de Rede Social (ARS), demonstrou ser uma ferramenta interessante para diagnosticar aspectos das inter-relações entre as instituições que são, de fato, de difícil mensuração.

4.4. ANÁLISE DA ARTICULAÇÃO ENTRE INSTITUIÇÕES PARA COMPARTILHAMENTO DE DADOS ESPACIAIS

Nesta seção foi diagnosticado como funciona a articulação entre as instituições entrevistadas que tratam do tema TRPP para o compartilhamento de dados espaciais através da análise das entrevistas e dos resultados propiciados pela teoria de Análise de Rede Social (ARS).

A partir das entrevistas destacou-se que as instituições participantes da pesquisa e que possuem alto fluxo de compartilhamento de dados espaciais são os Órgãos de Atendimento a Emergências (OAE), Associações (AA), Órgãos Licenciadores e Legisladores (OLL) e Órgãos Provedores de Dados para Planejamento Territorial (PDPT).

Dentre os dados que são disponibilizados entre as organizações, caracterizam-se os dados de ocorrência, relatórios e boletins de ocorrência de acidentes, estatísticas de acidentes por km da rodovia, relatórios estatísticos dos acidentes anuais, dados estatísticos de indústrias, relatório de origem-destino para concessões de rodovias, ficha de notificação com vítimas contaminadas por região e por município, base vetorial, e projeto geométrico com todas as dimensões da via.

Ainda em relação aos dados disponibilizados destacam-se: imagens de satélites, base cartográfica, foto aérea (2010), dados temáticos, base de logradouros, malha municipal, mapa de uso do solo (folha topográfica μ 1:10.000/ 1:5.000), mapeamento de susceptibilidade de rodovias, implementação de rodovia, recuperação ambiental do entorno, modelagem digital de terreno, ortofoto, carta, curvas de nível, base de cobertura vegetal, limites da Unidades de Conservação (UCs), planos de manejo (1:5.000, 1:250.000, 1:100.000).

Já em relação aos dados relacionados às instituições provedoras de dados para o planejamento territorial, destacam-se os dados tais como: bases temáticas planimétricas, mapa planimétrico (EMPLASA), base altimétrica de bacias e sub-bacias (IF), bases geológicas (IG), dados alfanuméricos, monitoramento fluviométrico e pluviométrico (DAEE), base vetorial/ rodoviária 1:100.000 (DER), recursos hídricos (base 1:10.000), base de águas subterrâneas (1: 250.000 e 1:50.000).

Em referência aos dados que são utilizados pelas instituições entrevistadas, destacam-se os dados com informações relativas à localização de acidentes com produtos perigosos envolvidos, dados de localização de empresas, localização de empresas de reparação do dano ao ambiente, dados de localização das indústrias e produtos que transportam ou importam, análises

estatísticas dos acidentes, formulários de ocorrência de acidentes e incidentes. Somado a esses, foram ainda citados: a base vetorial de rodovias, na escala de 1:250.000, para todo o Estado de São Paulo, elaborados pelo órgão SIRGEO no (DER), águas subterrâneas, cartas topográficas (1:10.000), limites UGRHI, outorga de poço profundo para avaliar a água para consumo humano em caso de acidente, modelo digital de elevação (1:250.000) para águas subterrâneas.

A maior parte do intercâmbio de dados entre instituições ocorre entre instituições públicas estaduais, em virtude do avanço de legislação específica para compartilhamento de dados espaciais.

4.5. ANÁLISES DAS POLÍTICAS e ACORDOS INSTITUCIONAIS COM BASE NAS ENTREVISTAS

A partir das entrevistas também foram levantados os acordos institucionais vigentes com foco no compartilhamento de dados espaciais no setor de TRPP. Entretanto, muitos dos acordos mencionados referem-se a atuação na prevenção, atendimento e recuperação do desastre tecnológico, que a despeito de alguns deles não estarem diretamente relacionados ao compartilhamento de dados, foram citados por permitirem uma visão do contexto de articulações já estabelecidas entre as instituições.

Nas 39 (trinta e nove) instituições entrevistadas foi constatado que há acordos institucionais (informais) e acordos legais (formais) para o compartilhamento de dados espaciais.

Há esforços para que os dados espaciais sejam compartilhados por meio de acordos institucionais entre instituições públicas estaduais, por meio do Contrato de Licença de uso (CLU nº 038/12), Protocolo unificado de atendimento a emergências químicas no Estado de São Paulo (CETESB/ Polícia Rodoviária Estadual/ Corpo de Bombeiros/ Defesa Civil/ IBAMA/ P2R2). O presente contrato tem o Objetivo a outorga de licença de uso de arquivos digitais das ortofotos do Projeto de Atualização Cartográfica do Estado de São

Paulo. Já o protocolo Unificado de Intenções versa sobre a obrigação de cada órgão de atendimento à emergência ter a sua incumbência e função na hora do atendimento ao acidente.

Por meio de Termos de Cooperação, os dados espaciais digitais públicos podem ser distribuídos e reutilizados por diferentes secretarias. Um exemplo de dado em que há alto intercâmbio são as imagens de satélite e diferentes bases territoriais. Cada secretaria deve ter um termo de cessão específico para poder fazer o uso de dados espaciais.

Em relação aos acordos institucionais formais foram destacados nas entrevistas os de nível estadual, como por exemplo, o Termo de Cooperação entre órgãos estaduais, o Programa de Atuação Responsável (Abiquim), o Programa de Parcerias entre empresas de transporte e de distribuição de produtos perigosos.

Entre os programas preventivos foram mencionados: o Protocolo Unificado de Intenções, o Plano de Prevenção, Preparação e Resposta Rápida em Emergências Ambientais - P2R2, SASSMAQ (Sistema de Avaliação de Segurança, Saúde, Meio Ambiente e Qualidade) e o Programa Olho Vivo na Estrada, o qual busca a redução de acidentes por meio do aumento da conscientização dos motoristas frente aos riscos envolvidos.

O programa preventivo do Plano Nacional de Prevenção, Preparação e Resposta Rápida em Emergências Ambientais - P2R2 propõe parcerias entre Órgãos de Meio Ambiente Estaduais e IBAMA para padronização de trabalhos, com vistas ao compartilhamento de dados entre as instituições participantes dos mapeamentos de áreas de riscos químicos, e promoção de diretrizes e orientações gerais para os devidos procedimentos preventivos, de preparação e resposta a emergências.

Outro exemplo de acordo nacional é o protocolo de intenções firmado entre Abiquim e Associquim, que por meio do Programa Atuação Responsável do Programa de Distribuição Responsável (PRODIR) selam a colaboração e a troca de informações entre as instituições para que ambas estejam atualizadas a respeito das práticas adotadas na aplicação dos programas, evitando

especialmente a superposição de procedimentos para as instituições associadas.

No âmbito internacional, destaca-se o acordo de cooperação entre centros de emergência. As organizações signatárias (EUA/ Brasil/ Chile/ Argentina/ Colômbia/ México) possuem centros de atendimento a emergências estabelecidos e compartilham metas comuns para aprimoramento da capacidade de socorristas na atuação de incidentes que envolvem TRPP.

O memorando de acordos cooperativos entre centros de Emergência (MACCE, 2009) foi estabelecido para facilitar o compartilhamento de informações durante uma emergência que envolva o TRPP e a cooperação técnica no socorro imediato, em caso de derramamento, incêndio ou exposição relacionado a produtos químicos, sendo que as informações necessárias são exigidas com rapidez para proteger a população exposta, e ao ambiente.

Já as experiências nacionais, no âmbito legislativo estadual, avançaram com a criação da Resolução da Casa Civil, CC n 1, de 30-1-2004 que institui o compartilhamento de bases espaciais digitais entre os órgãos do Governo do Estado de São Paulo. O compartilhamento de bases espaciais digitais entre os órgãos de governo do Estado, será formalizado mediante a celebração de Termo de cooperação.

A Secretaria do Meio Ambiente adquiriu produtos de Sensoriamento Remoto da região metropolitana de São Paulo, compreendendo seus 39 municípios, abrangendo área de cerca de 8.000 km², cujas bases podem ser compartilhadas por todos os órgãos da administração direta e indireta do Estado de São Paulo.

Durante as entrevistas foi mencionado também que os órgãos e entidades da administração pública estadual, antes de adquirirem dados espaciais, deverão consultar o comitê de qualidade da Gestão Pública sobre a existência dos dados pretendidos, evitando a duplicidade na aquisição.

Outro avanço relacionado aos acordos é o Protocolo Unificado de Atendimento a Emergências Químicas no Estado de São Paulo. Nesse acordo, é estabelecida uma padronização na gestão de emergências ambientais com produtos perigosos, no Estado de São Paulo.

Entre os objetivos deste protocolo pretende-se integrar as atividades dos órgãos públicos (municipais, estaduais e federais), a fim de atender as emergências químicas que representem risco à saúde, segurança pública e meio ambiente, bem como aos patrimônios públicos e privados; estabelecendo-se os princípios básicos mínimos para nortear a realização de tais atividades e buscando ações de respostas eficazes.

Ainda no tema comentado acima, há esforços de reconhecimento das atividades de cada órgão no atendimento a emergências que é promovido pelo Estado de São Paulo, através da Secretaria Estadual de Saúde, órgão de Vigilância Sanitária (Secretaria Estadual da Saúde).

Existem subcomissões representantes de saúde da Região Metropolitana de São Paulo. Cada qual, com um número específico de municípios relacionados. Esse curso destina-se ao conhecimento de quais são os procedimentos que devem ser realizados, e de quem são as incumbências necessárias como socorristas à emergência. O curso também promove integração de todas as instituições convidadas a participar do curso. O curso é destinado aos profissionais da Secretaria da Saúde de cada município, Guarda Municipal, Corpo de Bombeiros local, Polícia Rodoviária Estadual e representantes da Defesa Civil. Existem subcomissões da Região Metropolitana do Estado de São Paulo.

Dentre os acordos informais citados destacam-se os acordos para troca de dados espaciais e informações entre instituições públicas e privadas ou entre instituições privadas.

Um exemplo de acordo informal entre organizações públicas é o Termo de Cooperação Técnica e Financeira entre CETESB e Departamento de Estradas de Rodagem (DER/ SP). O convênio propiciou o desenvolvimento de um sistema informatizado para apoio às ações emergenciais e estabeleceu um Plano de Ação de Emergência (PAE). Esse plano serviu de base para o Sistema de Prevenção e Atendimento a Acidentes no Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos, na rodovia na rodovia Fernão Dias µ BR 381, no trecho

paulista e por mais 10 km no trecho entre divisões de estado entre São Paulo e Minas Gerais.

As áreas em que envolvem o traçado da rodovia Fernão Dias são de extrema vulnerabilidade ambiental. Ao longo do traçado destaca-se um dos maiores sistemas produtores de água potável do mundo, o sistema Cantareira, no município de Mariporã, que abastece 10 milhões de habitantes da Grande São Paulo (CETESB, 2012).

Outra iniciativa de acordo informal está vinculada à Secretaria da Saúde, em especial ao Centro de Vigilância Sanitária do Estado de São Paulo. Há dois acordos em trâmite, um refere-se ao repasse dos registros de ocorrência de acidentes com TRPP, atendido pela CETESB, e outro com a Defesa Civil, que passa os registros preliminares de dados de localização de ocorrências de desastres naturais e tecnológicos, para a central de emergência CIEVS da Secretaria da Saúde.

Na Tabela 6 abaixo estão dispostos os grupos de análise e seus respectivos acordos institucionais vigentes.

Tabela 4.6. Grupos analisados e seus acordos institucionais vigentes

Instituição	Resolução da Casa Civil	Protocolo Unificado de atendimento a emergências no Estado de São Paulo	Outros acordos Formais/ Nacionais/ Internacionais	Acordos Informais
OAE12	X			
OLL28				X
AA4			X	
OEA16		X		
AA2			X	X
PDP136	X			
OAE8			X	
PDP133	X			
OLL26			X	X
OLL22	X			
OAE15			X	X
OAE18	X			
OLL19			X	X
OLL25		X		
PDP123	X			
PDP135	X			
PDP137	X			
PDP138	X			

A tabela 4.5 mostra que a maior parte dos acordos para compartilhamento de dados espaciais é formal, para universo amostral das trinta e nove instituições participantes da pesquisa. Das trinta e nove instituições representadas, apenas dezoito possuem acordos com vistas ao compartilhamento de dados entre si.

4.6. PROPOSTA DE ESQUEMA CONCEITUAL DE DADOS PARA UMA IDE DE TRPP

A partir de duas questões específicas, das entrevistas, as questões 1 (um) e 7 (sete), mais a análise das reuniões da Comissão Geral de Transportes de Produtos Perigosos, foi elaborado um esquema conceitual dos dados espaciais que poderá servir como referência a ser utilizada no processo de constituição de uma IDE para o TRPP.

O esquema conceitual está baseado no levantamento de quais seriam os dados fundamentais para uma IDE do TRPP. Foram pesquisados, quais seriam os mapas, ou planos de informação, almejados por aqueles que trabalham no setor, a partir da questão 7 (sete) do questionário. Os dados citados foram: pontos de ocorrência de acidentes, rios, hospitais, declividade, dados de uso do solo, áreas de proteção permanente, áreas com ocorrência de neblina (levantamento climático), áreas susceptíveis a deslizamentos (áreas de risco) e dados das câmeras.

Outros dados mencionados foram os dados de localização das indústrias químicas, transportadoras, órgãos de meio ambiente, bombeiros, rotas de transportes (origem-destino), densidade da rota de vias com maior tráfego de TRPP, detalhamento dos pontos de parada para veículos e equipamentos utilizados no transporte de TRPP para descanso e emergência, pontos de descanso na rodovia, localização dos equipamentos pesados (guinchos), localização das bases operacionais, dados de tráfego em tempo real, áreas de adensamento populacional e de vias com maior frequência de sinistros.

Com a realização deste trabalho foi desenvolvido esquema conceitual de dados espaciais visando uma IDE para auxílio no gerenciamento de incidentes com TRPP.

Para tanto, o esquema conceitual de dados para uma IDE para gerenciamento do TRPP será a ferramenta utilizada para agrupar os diferentes dados, com a finalidade de disponibilizar possíveis ações, tomar decisões rápidas e eficazes. Ações de alerta para evacuação de pessoas, e que meios de transportes a serem utilizados, rotas e vias e acesso a serem escolhidas, local de abrigo para proteção de pessoas, e que medidas de contenção ao dano ambiental são eficientes no gerenciamento do desastre.

A figura 4.3 mostra o esquema de dados espaciais para uma Infraestrutura de Dados Espaciais para TRPP.

A metodologia utilizada na confecção do esquema foi a OMT-G proposto por Borges *et al.* (2001), desenvolvido para representação de dados espaciais e georreferenciados. O modelo em questão busca representar a realidade de maneira parecida ao modelo mental do usuário.

Através da utilização do software Visio 2013 da Microsoft, com um estêncil para os símbolos do OMT-G, foi elaborado um fluxograma para apresentação do esquema.

Cada caixa representa uma classe, podendo ser georreferenciada ou convencional. As classes ditas convencionais não apresentam nenhum tipo de legenda específica. Já as classes georreferenciadas são divididas em geo-objeto e geo-campo, o primeiro representa objetos particulares com fronteira definida e o segundo objetos com distribuição contínua no espaço. A legenda no canto superior esquerdo representa o seu tipo (polígono, linear, nó, etc.)

Os tipos de ligações também recebem notação específica, que representam as diferentes maneiras com que as classes se relacionam. Para relações envolvendo classes convencionas, utiliza-se uma linha contínua, para relacionamentos espaciais é utilizada uma linha pontilhada. Maiores detalhes sobre a metodologia podem ser encontrados em Borges *et al.* (2001). A seguir detalha-se o modelo a partir de uma análise individual para cada classe.

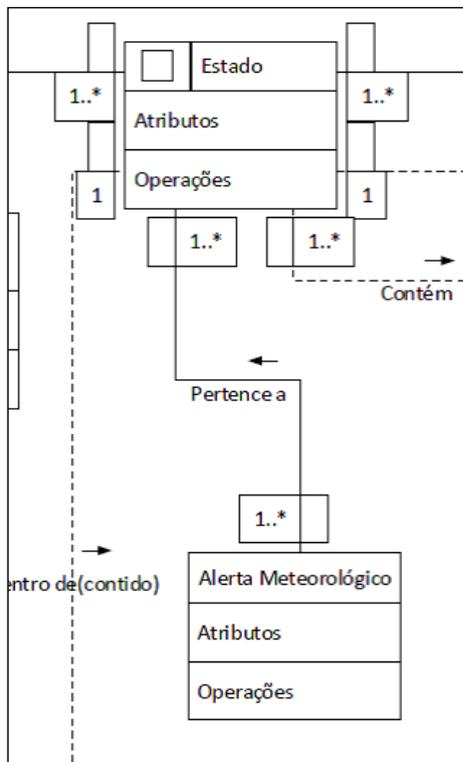


Figura 4.4. Descreve a classe "Estado"

A classe **Estado** representa a unidade territorial de referência que está sendo adotada, base sobre a qual outras classes e relacionamentos são definidas, como por exemplo a classe **Alerta Meteorológico**.

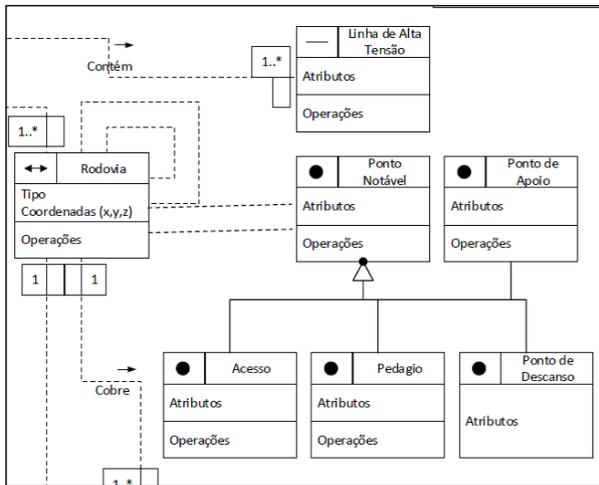


Figura 4.5. Congrega a classe Rodovia

Linha de Alta Tensão está diretamente contida em **Estado** e é representada por linhas.

A classe **Rodovia** é representada por uma rede, de forma que direção e outras informações sejam consideradas. **Ponto Notável** é um nó na **Rodovia**, sendo subdividido em **Acesso**, **Pedágio**, **Ponto de Descanso** e **Ponto de Apoio**.

Neste contexto, este trabalho tem a missão de apontar diretrizes para políticas de acordos institucionais entre diferentes órgãos públicos técnicos e empresas privadas, geradores de dados georreferenciados, com vistas a uma política de fornecimento de dados geoespaciais via internet. E ainda propor parâmetros e requisitos como suporte a formulação de políticas para disponibilização de dados espaciais sobre TRPP a partir do arcabouço metodológico explorado, qual seja, ARS, esquema conceitual de dados espaciais, e discussões baseadas nas entrevistas e revisão bibliográfica.

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Os dados espaciais são necessários para o gerenciamento de desastres envolvendo o TRPP. A presente Dissertação levantou e apresentou algumas especificidades para implementação de uma IDE para o TRPP.

Foram identificadas e entrevistadas trinta e nove instituições produtoras e mantenedoras de dados espaciais potencialmente integrantes de uma IDE para o TRPP.

A teoria ARS foi utilizada para caracterizar a articulação vigente entre as trinta e nove instituições que atuam nesse setor. A partir das análises foi possível identificar e mensurar as relações para utilização e disponibilização de dados espaciais relevantes no contexto de uma IDE para o TRPP.

Constatou-se que a ARS é uma ferramenta poderosa, que tem como função não apenas diagnosticar, como também mapear o fluxo de dados espaciais. As análises qualitativas, baseadas na interpretação das representações gráficas da rede, e quantitativas, relacionadas à análise dos índices de centralidade, elucidaram vários aspectos das relações interinstitucionais.

A partir das análises da teoria de Análise de Rede Social (ARS) verificou-se que as trinta e nove instituições compartilham dados espaciais entre si, ainda que nem sempre por acordos formais pré-estabelecidos.

Percebeu-se também que há um grande anseio por parte das instituições que fazem o gerenciamento de desastres tecnológicos, em especial relacionados ao TRPP, para que haja mecanismos legais para o compartilhamento de dados estruturantes para planejamento territorial, de forma que o uso destes dados possa compor a elaboração de mapas que auxiliem ações de preparação, prevenção, gerenciamento e socorro imediato aos incidentes com TRPP.

Além disso, pôde ser criado um esquema conceitual dos dados espaciais considerados fundamentais para uma IDE para o TRPP. A partir das entrevistas, levantamento bibliográfico e de aplicações desenvolvidas anteriormente, foi possível especificar não somente quais são os dados espaciais desejados, como também os dados já existentes que corroboraram a formulação de um esquema conceitual de dados para o TRPP.

Dentre as dificuldades de aplicação da metodologia destacam-se alguns pontos, que configuram perspectivas para desenvolvimento futuro.

A primeira consideração versa sobre o fato de que alguns dos entrevistados, não familiarizados com Geoprocessamento, podem ter respondido sem realmente entender a abrangência do que são os dados espaciais, mesmo tendo sido enfaticamente explicado, antes de cada entrevista, o conceito de dado espacial. Nesse sentido sugere-se para trabalhos futuros uma classificação dos entrevistados, quanto à familiaridade técnica, visando dar maior transparência para as interpretações dos resultados obtidos.

Outro ponto está relacionado à dificuldade em avaliar a confiabilidade dos resultados apresentados pelas métricas de centralidade. Nesta pesquisa os resultados foram sempre discutidos frente ao contexto proporcionado pelas entrevistas, mas não foi possível gerar uma medida quantitativa que levantasse a confiabilidade das análises. Nesse sentido, trabalhos investigando metodologias complementares são interessantes para aumentar a robustez desta ferramenta metodológica.

E por fim, mas não menos importante, a validação da qualidade do esquema conceitual poderia ser feita através da implementação de fato,

mesmo que prototipada, para verificar se a abrangência do esquema proposto é suficiente para responder às consultas espaciais relevantes no contexto do gerenciamento do TRPP.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADR - European Agreement concerning the international carriage of Dangerous Goods by road. **United Nations Economic Commission for Europe (UNECE)**. Disponível em: <http://www.unece.org/trans/danger/publi/adr/adr.html>. Acesso em Junho de 2012.

ANTT μ Agência Nacional de Transportes Terrestres. 2010. Disponível em <<http://www.antt.gov.br>>. Acesso em Agosto de 2013.

ANTT μ Agência Nacional de Transportes Terrestres. 2009. Disponível em <<http://www.antt.gov.br>>. Acesso em Agosto de 2013.

AGOSTO, E.; DALMASSO, S.; PASQUALI, P. Rapid Webgis development for emergency management. In: **Proceedings of Gi4DM Annual Conference, ISPRS, Antalya, Turquia ; Vienna: ISPRS, 2011.**

ALVES, P.; GONTIJO, S. A. G.; JÚNIOR, R. A. A. Análise do transporte rodoviário de produtos perigosos no Estado de São Paulo e suas consequências no meio ambiente. In: **VI Congresso de Meio Ambiente da AUGM. AUGM Ambiente, 2009.**

BRASIL μ Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. INDE: **Infraestrutura Nacional de Dados 2012**. Disponível em: www.inde.gov.br. Acesso em Março de 2012.

BRASIL, BRASÍLIA. Decreto Federal nº5.098 de 03 de Junho de 2004. Dispõe sobre criação do Plano Nacional de Prevenção, Preparação e resposta Rápida a Emergências Ambientais com Produtos Perigosos Químicos Perigosos (P2R2), e da outras providências. Brasília, 03 de Junho de 2004.

BORGATTI, S. P., Centrality and network flow. **Social Networks**, 2005, V.27 (1), 55-71.

BORGATTI, S.P; EVERETTI, M.G; FREEMAN, L.C. **Ucinet for Windows: Software for Social Network Analysis**. Harvard, MA: Analytic Technologies, 2002.

BORGES, K. A. V. Modelagem de dados geográficos μ uma extensão do modelo OMT para aplicações geográficas. Dissertação de Mestrado. Escola de Governo, Fundação João Pinheiro, 1997.

BRUZEWICZ, A. J. Remote Sensing Imagery for emergency management in geographical dimension of terrorism. **Transportation Research Board of The National Academies**, Routledge, 2003, nº 2003-01-0126, 87-89.

BUBBICO, R; DI CAVE, S. ;MAZZAROTTA, B. Risk analysis for road and rail transport of hazardous materials: a GIS approach. **Journal of Loss Prevention in the Process Industries**, Amsterdam, 2004, v. 17, 483-488.

BUBBICO, R; DI CAVE, S. ;MAZZAROTTA, B. Risk management of road and rail transport of hazardous materials in Sicily. **Journal of Loss Prevention in the Process Industries**, Amsterdam, 2006, v. 19, 32-38.

BUTLER, D. Mashups mix data global service. **Nature**, 2006^a, v. 439. 6-7.

CETESB μ COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Relatório de Emergências Químicas Atendidas pela CETESB em 2010**. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo. São Paulo, SP. Disponível em <http://www.cetesb.sp.gov.br> . Acesso em Março de 2012.

CETESB μ COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Emergências Químicas**.2012. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo. São Paulo, SP. Disponível em <http://www.cetesb.sp.gov.br> . Acesso em Março de 2013.

CRAGLIA, M.; ANNONI, A. **INSPIRE: An Innovative Approach to the Development of Spatial Data Infrastructure Concepts**, Redlands: ESRI press. 2007, 93-105.

CRAGLIA, M; GOODCHILD, M.; ANNONI, A.; CÂMARA, G.; GOULD, M.; HUHN, W.; MARK, D.;MASSER, I.; MAGUIRE, D.; LIANG,S.; PARSONS, E. Next generation digital earth. **International Journal of Spatial Data Infrastructures Research**, 2008, v. 3,146-167.

CRMTRPP - **Convênio de Reconhecimento mútuo dos programas de gestão para o transporte de produtos químicos perigosos da Abiquim e Ciqyp**. Buenos Airies, 10 de Setembro de 2009, Argentina.

CZARAN, L; PIERRE,L. A UNOOSA strategy for Geospatial Data and Information, 2012- 2015. Novembro, 2012. Vol. 7.

DAVIS, C.A; ALVES, L.L. Infraestrutura de Dados Espaciais: potencial para uso local. **Revista Informática Pública**, Belo Horizonte, 2006, v. 8, n. 1, 65-80.

Davis Jr., Clodoveu A. e Frederico Fonseca. National Spatial Data Infrastructure: The case of Brazil. Washington, D. C: infoDev/ World Bank. 2011. Disponível em <<http://www.infodev.org/publications>>

Esri - Microsoft Visio. Aplicativo para criação de diagramas para ambiente Windows. 2013

FONSECA, F.; EGENHOFER, M.; AGOURIS, P.; CÂMARA, G. Using Ontologies for Integrated Geographic Information Systems. **Transactions in GIS**, 2002, v. 6, 231-257.

FREEMAN, L. C. Centrality in social networks conceptual clarification, **Social Networks**. 1979. V. 1 (3), 215-239.

FRISS- CHRISTENSEN, A; LUCCHI, R; LUTZ, M; OSTLANDER, N. Service Chaining architectures for applications implementing distributed geographic information processing. **International Journal of Geographical Information Science**, 2009, v. 23, 561-580.

FUZETTI, R.V. **O poder público municipal e o transporte rodoviário de produtos perigosos no município de São Paulo**. Dissertação (Mestrado) Faculdade de Saúde Pública). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

GIFF, A.G.; CROMPVOETS, J. Performance indicators a tool to support Spatial Data Infrastructure assessment. **Computers, Environmental and Urban Systems**, 2008, v. 32, 365-376.

GOODCHILD, M. F. GIS and disasters: Planing for catastrophe. **Computers, Environment and Urban System**, 2006, v.30, 227-229.

GROVE, T.; STOLLBERG, B.; VERNACCINI, L.; DOHERTY, B. Mash- Up or Spatial Data Infrastructure: Appropriate mapping tools for international situation rooms. In: **Proceedings of Gi4DM Annual Conference, ISPRS**, Torino, Itália. ISPRS, 2010.

GRUS, L.; CASTELEIN, W.; CROMPVOETS, J.; OVERDUIN, T.; LOENEN, V. B.; GROENSTIJIN, V.A.; RAJABIFARD, A.; BREGT, K.A.; An assessment vie to evaluate whether Spatial Data Infrastructure meet their goals. **Computers, Environmental and Urban Systems**, 2011.v. 35, 217-229.

HUBELL, C.H; An input- output approach to clique identification. 1965. **Sociometry** v. 28, 377-399.

IRU μ International Road Tranport Union. 2011. Relatório estatístico sobre Transporte Rodoviário de Produtos Perigoso. Disponível em: <<http://www.iru.org>> . Acesso em Fevereiro de 2013.

LIEGGIO JÚNIOR, L. J. M. **Transporte rodoviário de produtos perigosos: Proposta de metodologia para escolha de empresas de Transporte com**

enfoque em Gerenciamento de Riscos: Dissertação(Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) μ Universidade De Brasília, 2008.

LIEGGIO JÚNIOR, M.; GRANEMANN, S. R.; SOUZA, O. A. Proposta metodológica para escolha de transportadoras rodoviárias de produtos perigosos com enfoque em gerenciamento de riscos. **Revista de Literatura dos Transportes** μ RELIT, 2011, v.5, 22-43.

LIEGGIO JUNIOR, M; GRANEMANN, S, R; SOUZA, O,A; ROCHA, H,C. Transportation of dangerous goods by road: The Brazilian case for selection of carries based on a risk management methodology. **Transportation Planning and Technology**, 2012, V. 35, 677-696.

LIMA, P. **Intercâmbio de dados espaciais – modelos, formatos e conversores.** Dissertação (Mestrado em Computação Aplicada) μ INPE μ Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São José dos campos μ SP, 2003.

LONGHITANO, A.G.; QUINTANILHA, J.A. Avaliação e monitoramento de impactos ambientais causados por acidentes com cargas perigosas através de sensoriamento remoto por vants. In: **III Coloquio Evaluación de Peligro, Vulnerabilidad y Riesgos para La Reducción de los Desastres de la VIII Convención Internacional sobre Medio Ambiente y Desarrollo**, Havana, Cuba. III. 2011.

MACCM - **Memorando de Acordos de Cooperação entre Centros de Emergência.** Dispõe sobre a finalidade de estabelecer uma padronização na gestão das emergências ambientais com produtos químicos, entre empresas prestadoras de emergências dos países: Brasil, Estados Unidos, Argentina, Colombia, Chile e México. São Paulo, 29 de Janeiro de 2009.

MMA μ Ministério do Meio Ambiente – **Programa Plano Nacional de Prevenção, Preparação e Resposta Rápida às Emergências Ambientais com Produtos Químicos Perigosos (P2R2).** 2004. Disponível em: <<http://www.p2r2.gov.br>>. Acesso em Janeiro de 2013.

MANSOURIAN, A.; RAJABIFARD, A.; VALADAN ZOEJ, M, J.; WILLIAMSON, I. Using SDI and web-based system to facilitate disaster management. **Computer´s & Geosciences**, 2006, v. 32, 303-315.

MARGARIDA, C. **Sistema de informação como apoio à gestão de risco no transporte rodoviário de produtos perigosos.** Dissertação 248 p. (Mestrado na Área de Cadastro Técnico Multifinalitário e Gestão Territorial). Programa de pós- graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis μ SC. 2008.

MARTÍNEZ-ALEGRÍA, R.; ORDÓÑES, C.; TABOADA, J.A. A conceptual model for analyzing the risks involved in the transportation of hazardous goods: Implementation in a Geographic Information System. **Human and Ecological Risk Assessment**, Philadelphia, 2003, v.9, n.3, 857-879.

MOLINA, M, 7 BAYARRI, S. A multimodal SDI- based system to facilitate disaster risk management in the Andean Community. **Computers and Geosciences**, 2011, v. 37 (9), 1501-1510.

NAKAMURA, T.E. **Infraestrutura de Dados Espaciais em Unidades de Conservação: uma proposta para disseminação de informação geográfica do Parque Estadual de Intervales – SP**: São Paulo, 142 p. Dissertação (Mestrado em Geografia Física) Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

NARDOCCI, A. C & LEAL, O.L. Informações sobre acidentes com transporte de produtos perigosos no Estado de São Paulo: os desafios para vigilância em saúde ambiental. **Saúde e Sociedade**, 2006, v. 15, 113-121.

ONU (2007). **Recommendation on the Transport of Dangerous Goods** μ Model Regulations. 2007. United Nations μ UN, 15th rev. ed. New York and Geneva.

OLIVEIRA, F.R. Sistema de gerenciamento de acidentes automotivos com cargas perigosas μ GEOCAP μ no vale do Ribeira e Litoral Sul de SP. ABGE. Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental (13. 2011 São Paulo). 80 p.

OMRAN, E.E; VAN ETEN J. Spatial Data Sharing: Applying social network analysis to study individual and collective behavior. **International Journal of Geographical Information Science**, 2007, V. 21 (6), 699-714.

PAUDYAL, D.R., MCDUGALL, K., APAN, A. **Spatially Enabling Government, Industry and Citizens**. GSDI. Association Press, 2012. Abbas Rajabifard and David Coleman Editors.

PEDRO, G.F.; COSTA, C.D. Vulnerabilidade de gravidade ambiental devido a acidentes com transporte rodoviário de combustíveis no município de Campinas μ SP. **Revista Brasileira de Cartografia**, 2009, nº. 61/04, 311-320.

PEDRO, G.F. **Acidentes com transportes rodoviário de produtos perigosos: Análise e aplicação de modelo conceitual georreferenciado para avaliação de risco ambiental no município de Campinas – SP**. Campinas, 163 p. Dissertação. Universidade Estadual de Campinas . Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Campinas - SP, 2006

PERINOTTO, C, R, R.; RIEDEL,S,P.; MILANELLI, C,C,J. Sensibilidade ambiental ao derrame de óleo da linha de costa da Baía de Santos, SP μ Brasil. **Revista Brasileira de Cartografia**, 2011, nº. 63/04, 565-576.

PHMSA μ Pipeline and Hazardous Materials Safety Administration. U.S. Department of Transportation. **Relatório Estatístico de acidentes e incidentes**

com transporte de produtos perigosos Disponível em: [http:// phmsa.dot.gov](http://phmsa.dot.gov)
Acesso em Junho 2012.

Protocolo de Intenções entre as empresas Associquim e Abiquim . Manifesta a intenção de incremento da colaboração entre as conveniadas, em âmbito do Programa de Distribuição Responsável. São Paulo, 01 de Outubro de 2002.

PUSHPAM, N, K, M; PALANICHAMY, S,D. Road Transport in Tamilnadu. **International Journal of Humanities and Social Science Invention**, 2013, V. 2, 01 µ 05.

RAJABIFARD, A.; WILLIAMSON, I, P. Anticipating the cultural aspects of sharing for SDI development. IN: **Proceedings Spatial Science 2003. Conference**, Canberra, Australia 2003, Clarke: Canberra, 2003.

RAJABIFARD, A.; WILLIAMSON, I.P.; HOLLAND, P.; JOHNSTONE, G. From local to global SDI initiatives: A pyramid building blocks, In: **Proceedings of the 4 th GSDI Conference**, Cape Town, South Africa, 2000; GSDI: Victoria, 2000.

Relatório World Disaster Report, 2011 µ **Focus on hunger and malnutrition. Saving lives, changing minds**. International Federation of Red Cross and Red Crescent societies, p. 133. Disponível em : www.ifrc.org . Acesso em Julho 2012.

SÃO PAULO (SP). Decreto Estadual nº 53.417, de 11 de Setembro de 2008. Dispõe sobre a criação do Comitê para Estudo das Ameaças Naturais e Tecnológicas do Estado de São Paulo (CEANTEC). São Paulo, 11 de Setembro de 2008.

SÃO PAULO (SP). **Protocolo unificado de atendimento a Emergências Químicas**. Dispõe sobre a finalidade de estabelecer uma padronização na gestão das emergências ambientais com produtos químicos, no Estado de São Paulo. São Paulo, 10 de Outubro de 2012.

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Resoluções CC – 13 de 30 de Janeiro de 2004**. Compartilhamento de bases espaciais digitais entre órgãos do Governo do Estado de São Paulo, e da providências correlatas. São Paulo, págs. 23-24.

SNOEREN, G.; ZLATANOVA, S.; CROMPVOETS, J.; SCHOLTEN, H. **Spatial Data Infrastructure for emergency management the view of users**, Paper presented at the *Third International Symposium on Gi4DMT*, Toronto, 2007.

SCOTT, J. **Social Network Analysis: A handbook**. Londres: Sage, 2013, 3ª Edição.

TEIXEIRA, S.M. **Análise e prognóstico dos acidentes no transporte rodoviário de produtos perigosos no município de São Paulo (1989 a**

2008) – Situação e Cenários de Risco. Dissertação. P. 204. (Mestrado IPT). Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. São Paulo, 2010.

UNISDR μ THE UNITED NATIONS OFFICE FOR DISASTER RISK REDUCTION. Terminology. 2009. Disponível em: <http://www.unisdr.org/we/inform/terminology>. Acesso em 14 de Agosto de 2013

UNEP - UNITED NATIONS ENVIRONMENTAL PROGRAMME. **Alerta e preparação de comunidades para emergências locais.** Disponível em: http://www.uneptie.org/pc/apell/publications/pdf_files. 2003. Acesso em Junho 2012.

VAN OORT, P., HAZEU, G., KRAMER, H., BEGT A., RIP, F. Social Networks in Spatial Data Infrastructures. **GeoJournal**, 2010.V. 75 (1), 105-18.

VANDENBROUCKE, D., CROMPVOETS, J., VANCAUNWENBERGHE, G., DESSERS, E. e ORSHOVEN, J., (2009). A Network Perspective on Spatial Data Infrastructures: Application to the Sub- national SDI of Flanders (Belgium). **Transactions in GIS**, 2009, V. 13, 105-22.

VEGI, M. F.L.; LISBOA, F. J.; SOUZA, D. W.; LAMAS, C.P. J.; COSTA, S. L. G.; OLIVEIRA, M.W.; CARRASCO, S. R.; FERREIRA, G. T.; BAIA, W. J. Uma Infraestrutura de Dados Espaciais para o projeto GEOMINAS. **Proceedings XII GEOINFO**. Campos do Jordão, Brasil, p. 105-110, 2011.

VETER, V.; KARA, B.; A GIS μ based framework for hazardous materials transport risk as analysis, 2001, 11, 1109-1120.

WANG, Y.; GONG, J.; WUX. Geospatial Semantic Interoperability Based on Ontology. **Geo-Spatial Information Science**, 2007, v 10, 204-207.

WASSERMAN, S; FAUST,K. Social Network Analysis: methods and applications. Cambridge University Press, 1994, 85.

World disaster Report. Disponível em:<http://www.ifrc.org/publications-and-reports/world-disasters-report/wdr2011/>. Acesso em Agosto de 2013.

WHO μ World Health Organization. 2012. **Relatório Who Chemical Safety – Activity Report** Genebra ,Suíça. Disponível em: http://www.who.int/ipcs/about_ipcs/activity_report_2012.pdf>. Acesso em Fevereiro de 2013.

APÊNDICE A

Questionário orientado para entrevistas em instituições ligadas ao setor de Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos (TRPP)

Código Instituição:

Nome do respondente:

Cargo do respondente:

E mail do respondente:

O presente questionário parte de uma pesquisa de mestrado, tem o objetivo de identificar e medir a inter-relação das organizações em referência à troca de dados espaciais no TRPP.

Dados espaciais: dados que podem ser colocados em um mapa, ou estão em um mapa. Por exemplo: um boletim de ocorrência que tem o endereço da ocorrência, um formulário preenchido em dispositivo móvel (tablet, GPS, celular) que tem o dado de localização.

1. No atendimento a ocorrências que envolvam TRPP, você poderia explicar os procedimentos da sua instituição no socorro a acidentes com TRPP. A organização atua: na prevenção, no gerenciamento e no monitoramento pós-acidente?

Prevenção	Gerenciamento	Monitoramento Pós Acidente
Sim () Não ()	Sim () Não ()	Sim () Não ()

2. Com quais destas associações abaixo, a organização interage?

2.A) Associações

Instituições	Interage?	Grau de Interação (0 a 10)
AA 1		
AA 2		
AA 3		
AA 4		
AA 5		
AA 6		
AA 7		

B) Órgãos de Atendimento a Emergência

Instituições	Não Interage	Grau de Interação (0 a 10)
OAE 8		
OAE 9		
OAE10		
OAE 11		
OAE 12		
OAE 13		
OAE 14		
OAE 15		
OAE 16		
OAE 17		
OAE 18		

C) Órgãos Licenciadores/ Legisladores

Instituições	Não Interage	Interage (0 a 10)
OLL 19		
OLL 20		
OLL 21		
OLL 22		
OLL 23		
OLL 24		
OLL 25		
OLL 26		
OLL 27		
OLL 28		
OLL 29		

d) Órgãos Prestadores de Serviço

Instituições	Não Interage	Interage (0 a 10)
OPS 30		
OPS 31		
OPS 32		

e) Provedores de dados estruturantes para planejamento territorial

Instituições	Não Interage	Interage (0 a 10)
PDPT 33		
PDPT 34		
PDPT 35		
PDPT 36		
PDPT 37		
PDPT 38		
PDPT 39		

3. Esta questão pretende avaliar o quanto que sua instituição disponibiliza dados espaciais para algumas organizações.

(0) Não disponibiliza

(10) Disponibiliza muito

A) Associações

Instituições	Escala de Avaliação (0 a 10)
AA1	
AA2	
AA3	
AA4	
AA5	
AA6	
AA7	

- 3.1 Quais dados que sua instituição disponibiliza para outras organizações acima (boletim de ocorrência, formulário) ?

c) Órgãos de Atendimento a Emergências

(0) Não disponibiliza

(10) Disponibiliza muito

Instituições	Escala de Avaliação (0 a 10)
OAE 8	
OAE 9	
OAE10	
OAE 11	
OAE 12	
OAE 13	
OAE 14	
OAE 15	
OAE 16	
OAE 17	
OAE 18	

3.1b) Quais são os dados espaciais que sua instituição disponibiliza para outras organizações acima (boletim de ocorrência, formulário)?

B) Órgãos Licenciadores/ Legisladores

(0) Não disponibiliza

(10) Disponibiliza muito

Instituições	Escala de Avaliação (0 a 10)
OLL 19	
OLL 20	
OLL 21	
OLL 22	
OLL 23	
OLL 24	
OLL 25	
OLL 26	
OLL 27	
OLL 28	
OLL 29	

3.1 C) Quais são os dados que sua instituição disponibiliza para outras organizações acima (boletim de ocorrência, formulário)?

d) Órgãos Prestadores de Serviço

(0) Não disponibiliza

(10) Disponibiliza muito

Instituições	Escala de Avaliação (0 a 10)
OPS 30	
OPS 31	
OPS 32	

3.1 d) Quais são os dados que sua instituição disponibiliza para outras organizações acima (boletim de ocorrência, formulário)?

e) Provedores de dados estruturantes para planejamento territorial

Instituições	Escala de Avaliação (0 a 10)
PDPT 33	
PDPT 34	
PDPT 35	
PDPT 36	
PDPT 37	
PDPT 38	
PDPT 39	

4. Esta questão pretende avaliar o quanto que sua instituição utiliza dados espaciais gerados por algumas organizações.

(0) Não Utiliza

(10) Utiliza Muito

a) Associações

Instituições	Escala de Avaliação (0 a 10)
AA1	
AA2	
AA3	
AA4	
AA5	
AA6	
AA7	

4.1 A) Quais são os dados espaciais que sua instituição utiliza dados espaciais gerados para outras organizações acima (boletim de ocorrência, formulário)?

b) Órgãos de Atendimento a Emergências

- (0) Não Utiliza
(10) Utiliza Muito

Instituições	Escala de Avaliação (0 a 10)
OAE 8	
OAE 9	
OAE10	
OAE 11	
OAE 12	
OAE 13	
OAE 14	
OAE 15	
OAE 16	
OAE 17	
OAE 18	

4.1 B)Quais são os dados espaciais que sua instituição utiliza dados espaciais gerados para outras organizações acima (boletim de ocorrência, formulário)?

c) Órgãos Licenciadores/ Legisladores

- (0) Não Utiliza
(10) Utiliza Muito

Instituições	Escala de Avaliação (0 a 10)
OLL 19	
OLL 20	
OLL 21	
OLL 22	
OLL 23	
OLL 24	
OLL 25	
OLL 26	
OLL 27	
OLL 28	
OLL 29	

4.1c) Quais são os dados espaciais que sua instituição utiliza dados espaciais gerados para outras organizações acima (boletim de ocorrência, formulário)?

d) Órgãos Prestadores de Serviço

(0) Não Utiliza
(10) Utiliza Muito

Instituições	Escala de Avaliação (0 a 10)
OPS	
OPS	
OPS	

4.1d) Quais são os dados espaciais que sua instituição utiliza dados espaciais gerados para outras organizações acima (boletim de ocorrência, formulário)?

e) Provedores de dados estruturantes para planejamento territorial

Instituições	Escala de Avaliação (0 a 10)
PDPT 33	
PDPT 34	
PDPT 35	
PDPT 36	
PDPT 37	
PDPT 38	
PDPT 39	

5. Há algum acordo Institucional para troca de dados entre instituições? Se sim, qual (formal, legal, outro)?

() Sim () Não

6. A organização utiliza redes sociais (facebook, twitter, etc) para comunicação quando há um acidente?

Sim/ Facebook

Não/ facebook

Sim/ Twitter

Não/ Twitter

7. Se você pudesse utilizar um sistema no computador que tivesse mapas (como google maps), quais dados você gostaria de ver nesses mapas?

Pontos representando maior ocorrência de acidentes

Rios

Hospitais

Postos Policiais

Declividade (mapa topográfico)

Uso do solo da região (área residencial, área de vegetação)

Área de vegetação permanente

Locais com maior ocorrência de neblina

Locais suscetíveis à ocorrência de deslizamentos

Dados das câmeras

Fotografias dos acidentes

Outros:

APÉNDICE B

ID	Betweenness	stat_bet	ID	OutDegree	stat_outdeg	ID	InDegree	stat_indeg	ID	InCloseness	stat_inclo	ID	outCloseness	stat_outclo
OAE16	193,460	1	OAE11	101,000	1	OAE12	220,000	1	OAE16	84,444	1	OAE16	14,672	1
OAE11	184,931	1	OAE12	89,000	1	OAE16	217,000	1	AA4	77,551	1	AA4	14,504	1
OAE12	170,373	1	OAE13	79,000	1	AA4	192,000	1	OAE12	70,370	1	OAE12	14,449	1
OPS31	126,037	1	PDPT36	73,000	1	OPS31	116,000	1	OPS31	69,091	1	OPS31	14,340	1
AA4	92,029	1	OAE8	70,000	1	OLL39	88,000	0	OPS32	62,295	0	OPS32	14,232	1
OLL28	76,840	0	OAE9	68,000	1	AA3	83,000	0	AA3	60,317	0	AA3	13,818	1
AA3	71,600	0	OPS31	64,000	0	OLL22	81,000	0	OLL22	57,576	0	OLL22	13,380	0
OPS32	65,594	0	AA4	62,000	0	OAE11	81,000	0	OAE11	55,072	0	OAE11	13,103	0
OAE17	55,429	0	OAE17	62,000	0	OAE13	77,000	0	OAE13	55,072	0	OAE13	13,103	0
PDPT33	50,568	0	AA2	59,000	0	OPS32	76,000	0	OAE14	55,072	0	OAE14	12,969	0
OLL22	49,663	0	AA1	58,000	0	OAE14	70,000	0	PDPT37	52,055	0	PDPT37	12,925	0
OAE14	44,074	0	OAE10	56,000	0	PDPT34	61,000	0	OLL39	50,000	0	OLL39	12,881	0
PDPT38	38,088	0	OAE16	55,000	0	PDPT35	59,000	0	PDPT34	50,000	0	PDPT34	12,838	0
OAE18	29,423	0	OLL21	55,000	0	OLL21	50,000	0	PDPT36	49,351	0	PDPT36	12,795	0
OAE13	29,350	0	OAE18	54,000	0	PDPT33	44,000	0	OLL24	49,351	0	OLL24	12,752	0
OLL21	28,541	0	OLL26	53,000	0	PDPT36	42,000	0	AA6	49,351	0	AA6	12,752	0
PDPT35	26,828	0	OLL29	52,000	0	OLL24	39,000	0	OAE18	48,101	0	OAE18	12,667	0
AA6	20,894	0	OLL27	51,000	0	OLL27	39,000	0	OAE17	47,500	0	OAE17	12,667	0
OLL29	17,710	0	PDPT33	49,000	0	PDPT37	30,000	0	PDPT35	46,341	0	PDPT35	12,667	0
PDPT36	16,651	0	OLL28	49,000	0	OAE17	30,000	0	PDPT33	45,783	0	PDPT33	12,667	0
PDPT34	16,273	0	AA3	48,000	0	PDPT38	30,000	0	OLL27	44,186	0	OLL27	12,667	0
OLL27	15,546	0	OPS32	47,000	0	OLL20	30,000	0	OLL21	43,678	0	OLL21	12,667	0
OLL39	8,172	0	OLL25	46,000	0	AA6	24,000	0	OLL26	42,222	0	OLL26	12,583	0
PDPT37	6,287	0	PDPT35	45,000	0	OAE18	24,000	0	OAE9	42,222	0	OAE9	12,583	0
OLL24	6,175	0	OLL22	43,000	0	OLL26	20,000	0	PDPT38	41,758	0	PDPT38	12,583	0
OLL26	6,115	0	AA6	43,000	0	OAE9	20,000	0	OAE8	41,758	0	OAE8	12,541	0
OAE8	4,611	0	OAE14	42,000	0	OLL28	18,000	0	OLL28	40,000	0	OLL28	12,541	0
OLL20	4,100	0	AA5	41,000	0	OLL23	18,000	0	OLL23	37,255	0	OLL23	12,541	0
OAE10	2,207	0	PDPT34	40,000	0	OAE8	10,000	0	OAE10	36,190	0	OAE10	12,459	0
OLL23	1,575	0	OAE15	38,000	0	OAE10	10,000	0	OLL19	32,759	0	OLL19	12,378	0
OAE9	1,557	0	OLL19	36,000	0	OLL19	10,000	0	OLL20	30,400	0	OLL20	12,258	0
OLL19	0,733	0	AA7	36,000	0	OLL29	10,000	0	OLL29	30,159	0	OLL29	12,219	0
AA7	0,567	0	OPS30	34,000	0	AA7	5,000	0	AA7	28,788	0	AA7	12,141	0
AA2	0,000	0	OLL23	29,000	0	AA2	0,000	0	AA2	2,564	0	AA2	12,102	0
AA1	0,000	0	PDPT38	25,000	0	AA1	0,000	0	AA1	2,564	0	AA1	12,063	0
OLL25	0,000	0	OLL20	22,000	0	OLL25	0,000	0	OLL25	2,564	0	OLL25	12,025	0
AA5	0,000	0	OLL39	20,000	0	AA5	0,000	0	AA5	2,564	0	AA5	11,875	0
OAE15	0,000	0	OLL24	20,000	0	OAE15	0,000	0	OAE15	2,564	0	OAE15	11,838	0
OPS30	0,000	0	PDPT37	10,000	0	OPS30	0,000	0	OPS30	2,564	0	OPS30	11,343	0

APÊNDICE C

ID	Betweenness	Stat_bet	ID	OutDegree	stat_outdeg	ID	InDegree	stat_indeg	ID	inCloseness	stat_inclo	ID	outCloseness	stat_outclo
AA4	371,898	1	OAE12	108,000	1	AA6	145,000	1	OLL39	44,706	1	OLL21	14,844	1
AA6	209,472	1	OLL21	105,000	1	OPS31	113,000	1	AA6	44,186	1	OAE9	14,232	1
PDPT36	154,764	1	OAE11	91,000	1	AA2	90,000	1	OPS31	38,776	1	AA1	13,919	1
OPS32	154,202	1	AA4	80,000	1	AA4	90,000	1	AA4	38,000	1	OLL26	13,919	1
OAE12	116,397	0	OAE15	67,000	1	OAE16	80,000	1	OAE13	34,545	0	OLL25	13,718	0
OPS31	107,650	0	OAE16	65,000	1	OLL39	80,000	1	AA5	34,234	0	OAE12	13,014	0
OAE13	104,563	0	OLL22	59,000	0	OAE13	73,000	1	OAE16	33,929	0	OAE11	12,969	0
PDPT33	101,623	0	OAE13	55,000	0	PDPT36	60,000	1	AA2	33,333	0	OAE17	12,925	0
OAE16	100,679	0	OLL29	52,000	0	OLL22	56,000	1	OPS32	32,479	0	AA4	12,838	0
OAE11	91,132	0	OPS31	47,000	0	AA7	50,000	1	OAE12	31,405	0	OAE13	12,667	0
OAE18	65,163	0	PDPT36	44,000	0	PDPT33	50,000	1	OLL22	30,894	0	OLL29	12,500	0
OAE15	56,839	0	OPS30	42,000	0	OLL29	48,000	1	OAE15	30,645	0	PDPT36	12,459	0
PDPT34	51,721	0	PDPT33	42,000	0	AA5	45,000	1	OLL29	30,645	0	PDPT38	12,338	0
OLL22	42,866	0	PDPT38	42,000	0	OPS32	43,000	1	OLL24	30,159	0	OPS32	12,258	0
OLL29	38,563	0	OAE9	40,000	0	OPS30	40,000	0	OLL27	29,688	0	OPS31	12,219	0
AA7	25,188	0	AA1	39,000	0	PDPT35	33,000	0	OLL28	29,688	0	OAE18	12,179	0
AA2	18,613	0	OLL26	34,000	0	OAE15	30,000	0	OLL23	29,457	0	AA6	12,141	0
AA5	16,427	0	OLL25	33,000	0	OLL27	30,000	0	AA3	28,788	0	OAE16	12,141	0
PDPT38	16,083	0	PDPT34	33,000	0	PDPT37	30,000	0	OAE11	28,788	0	OLL22	12,141	0
OPS30	15,160	0	AA7	30,000	0	OLL24	28,000	0	OPS30	28,788	0	AA7	12,102	0
PDPT35	5,298	0	OAE18	28,000	0	OLL23	27,000	0	PDPT36	28,788	0	OAE15	12,102	0
OLL23	4,339	0	OPS32	28,000	0	OAE11	25,000	0	OAE14	28,571	0	OPS30	12,102	0
AA3	4,150	0	AA3	26,000	0	OLL28	25,000	0	AA7	28,358	0	AA5	12,025	0
OLL24	4,094	0	PDPT35	26,000	0	PDPT34	24,000	0	PDPT34	28,358	0	OAE10	12,025	0
OLL19	3,867	0	AA5	25,000	0	AA3	20,000	0	OLL19	26,389	0	OLL24	12,025	0
OLL28	2,222	0	OAE17	25,000	0	OAE8	20,000	0	OAE8	24,675	0	PDPT33	12,025	0
OAE8	1,944	0	AA2	24,000	0	OLL19	20,000	0	OLL20	24,359	0	AA2	11,950	0
OAE10	1,000	0	OAE8	24,000	0	OLL20	20,000	0	PDPT33	23,750	0	AA3	11,912	0
OLL20	0,500	0	OLL28	24,000	0	PDPT38	20,000	0	OAE18	23,602	0	PDPT35	11,875	0
OAE14	0,333	0	OLL23	22,000	0	OAE14	16,000	0	PDPT35	23,457	0	OAE8	11,801	0
PDPT37	0,250	0	OLL24	20,000	0	OAE18	16,000	0	OAE10	22,892	0	OLL28	11,765	0
AA1	0,000	0	OAE10	19,000	0	OAE10	10,000	0	PDPT37	19,588	0	OAE14	11,621	0
OAE9	0,000	0	AA6	16,000	0	OAE12	4,000	0	PDPT38	19,487	0	PDPT34	11,550	0
OAE17	0,000	0	OLL19	15,000	0	AA1	0,000	0	AA1	2,564	0	OLL23	11,480	0
OLL21	0,000	0	PDPT37	11,000	0	OAE9	0,000	0	OAE9	2,564	0	OLL19	11,411	0
OLL25	0,000	0	OAE14	10,000	0	OAE17	0,000	0	OAE17	2,564	0	OLL20	11,111	0
OLL26	0,000	0	OLL20	5,000	0	OLL21	0,000	0	OLL21	2,564	0	OLL27	11,079	0
OLL27	0,000	0	OLL27	5,000	0	OLL25	0,000	0	OLL25	2,564	0	PDPT37	11,047	0
OLL39	0,000	0	OLL39	0,000	0	OLL26	0,000	0	OLL26	2,564	0	OLL39	2,564	0