



RISCOS NO TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE PRODUTOS PERIGOSOS À MOBILIDADE INTELIGENTE: ESTUDO EM TRÊS TRANSPORTADORAS BRASILEIRAS

HAZARDOUS MATERIALS ROAD TRANSPORTATION RISKS TO SMART MOBILITY: CASES MULTIPLES IN BRAZIL

Eduardo Cabrini Pompone¹

Gerson Barbosa Matzembacker Oliveira²

Geraldo Cardoso de Oliveira Neto³

Resumo

Os produtos perigosos permeiam toda a produção industrial e seu transporte, maciçamente rodoviário, oferece riscos ao ambiente, às pessoas e à mobilidade. A identificação dos riscos inerentes a essa atividade é, portanto, crítica à mobilidade inteligente. Por envolver múltiplos agentes, é necessária classificação desses riscos. Pesquisas anteriores ou focam em agentes específicos (empresas, principalmente) ou focam nos riscos à atividade da empresa e não à sociedade como um todo. O objetivo deste estudo é categorizar os riscos relacionados ao transporte rodoviário de produtos perigosos, identificando os principais, por meio da análise de acidentes na Região Metropolitana de São Paulo. Para tanto, combina o levantamento de casos da literatura (recuperada via revisão sistemática) e estudo de caso empírico. Os riscos são classificados em uma taxonomia de acordo com os agentes responsáveis e semelhança entre atributos e, depois, por relevância, conforme frequência observada na revisão da literatura e nas entrevistas em campo. O escopo da coleta de dados contempla acidentes no transporte rodoviário de produtos perigosos na Região Metropolitana de São Paulo de grande repercussão na imprensa em que fosse possível ter acesso a narrativas alternativas para triangulação das fontes de evidência. A classificação de riscos proposta engloba tanto fatores mais específicos da atividade de transporte de produtos perigosos quanto fatores mais amplos da logística urbana, podendo ser utilizado pelos diversos atores envolvidos na implantação

1 Mestre em Cidades Inteligentes e Sustentáveis - UNINOVE. Graduação em Administração pelo Centro Universitário FECAP (2008) e especialização em Gestão Pública pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG). Atua como analista de desenvolvimento e gestão da Companhia do Metropolitano de São Paulo - Metro. Tem experiência na área de mobilidade urbana. E-mail: eduardo.pompone@gmail.com

2 Mestre em Engenharia da Produção - UNINOVE. Pós-graduação em Liderança Estratégica de Negócios e Pessoas (ESPM) (Porto Alegre/RS) 2011. Formação superior em Logística Empresarial (Universidade Paulista) (São Paulo/SP) 2008. Experiência profissional em Logística. E-mail: gerson.guaiba@hotmail.com

3 Bolsista Produtividade em Pesquisa (PQ) nível 2, cursa Pós Doutorado na Universidade de Aveiro em Portugal na área de Gestão e Engenharia Industrial, Pós Doutor pela Universidade Federal de São Carlos (UFScar) em Engenharia de Produção (2015), Doutor em Engenharia da Produção (2012), Doutor em Administração de Empresas (2013), Mestre em Engenharia de Produção (2008), Especialista em Gestão da Qualidade e Produtividade (2006), Especialista em Gestão de Pessoas (2006) e Graduação em Administração de Empresas (2004). Atualmente é professor e pesquisador do Programa de Mestrado e Doutorado em Engenharia da Produção da Universidade Nove de Julho (UNINOVE). E-mail: geraldo.prod@gmail.com

da mobilidade inteligente: academia, setor privado, agentes públicos. Os principais riscos encontrados foram a precariedade do planejamento e os riscos humanos.

Palavras-chave: Riscos. Produtos perigosos. Transporte rodoviário. Mobilidade inteligente. Taxonomia.

Abstract

Hazardous products permeate all industrial production and their transportation, massively road-based, poses risks to the environment, people, and mobility. The identification of the risks inherent risks is critical for smart mobility. Because it involves multiple agents, classification of these risks is necessary. Previous research either focuses on specific agents (companies, mainly) or focuses on the risks to the companies' activity and neglect the analysis of society as a whole. The objective of this study is to categorize the risks related to hazardous materials road transportation, identifying the main ones, through the analysis of accidents in the Metropolitan Region of São Paulo. To do so, it combines the literature survey (retrieved via systematic review) and empirical case study. Risks are classified in a taxonomy according to the agents responsible and similarity between attributes and then by relevance, according to the frequency observed in the literature review and field interviews. The scope of data collection includes accidents in the transportation of hazardous products in the Metropolitan Region of São Paulo, with great repercussion in the press making it possible to access alternative narratives for triangulation of the sources of evidence. The proposed risk classification encompasses both more specific factors in the transportation of hazardous products and broader factors of urban logistics, and can be used by the various actors involved in the implementation of intelligent mobility: academia, private sector, public agents. The main risks encountered were the precariousness of planning and human risks.

Keywords: Risks. Hazardous Materials. Road Transportation. Smart Mobility. Taxonomy

Introdução

O crescimento populacional traz às metrópoles o desafio crescente de gerir o fluxo de mercadorias e pessoas no espaço urbano de forma segura, inovadora e sustentável, ou seja, de prover a mobilidade inteligente – um dos seis eixos das chamadas cidades inteligentes. Tal desafio é ainda mais complexo quando os produtos transportados são utilizados em praticamente todas as indústrias e têm o potencial de causar danos ao meio ambiente e aos seres humanos, como são os produtos químicos (TEIXEIRA, 2010).

A variável que potencializa o desafio é o risco, que demanda gestão. Risco como probabilidade de acontecer um evento indesejado que acione o potencial perigoso dos produtos químicos com consequências para o ambiente (HARLAND; BRENCHLEY; WALKER, 2003). É um tópico multidisciplinar e de interesse às esferas pública, privada e acadêmica. Dado o potencial para minimização do dano ambiental por meio da gestão de transportes (OLIVEIRA NETO; SOUSA, 2014; NETO et al. 2014), visando a melhoria da gestão na operação de transporte de produtos perigosos.

O tema tem despertado o interesse da academia dado seu caráter crítico (produtos perigosos, mas indispensáveis à produção industrial) e vários fatores de risco têm sido estudados. A ausência de políticas governamentais (falta de ações do governo que permitam o transporte adequado de produtos perigosos) é apontada na literatura como um dos fatores que potencializam a exposição da sociedade a riscos envolvendo esse tipo de produto (TANIGUCHI; THOMPSON; YAMADA, 2010). Segundo Macário, Galelo, & Martins (2008) a falta de infraestrutura, destinado ao transporte de produtos perigosos nas cidades contribuem com o aumento nas chances de incidentes (MACÁRIO; GALELO; MARTINS, 2008; POMPONE; OLIVEIRA NETO, 2018). Associada a essa condição de risco nas cidades apresentam-se as condições e regras obsoletas de trânsito, retardando as obrigatoriedades necessárias para a circulação de veículos de forma segura nas cidades (MAHMOUDABADI, 2015). O excesso de veículos nas cidades, por consequência, gera congestionamentos, contribuindo como fator de risco aos produtos perigosos que permanecem por

um maior tempo em transporte (FAN; CHIANG; RUSSELL, 2015; GONZALEZ-FELIU; SALANOVA, 2012) e, por consequência, maior tempo expostos às possibilidades de acidente (REN et al., 2012).

Uma lacuna identificada na literatura é a da concentração da produção acadêmica em países do hemisfério norte, cujos aspectos culturais, institucionais e de organização territorial diferem de países latino-americanos, como o Brasil. Tais aspectos regionais podem refletir em desafios diferentes dos apresentados na literatura “central”, produzida. Há outra lacuna científica acerca da visão geral dos riscos do transporte de produtos perigosos considerando os múltiplos agentes atuantes para a mobilidade inteligente. De um lado, os trabalhos de classificação de riscos como os de Harland, Brenchley e Walker (2003) e de Sodhi et.al. (2012) limitam-se aos riscos da logística à operação das empresas, sobretudo aqueles que ameaçam a oferta de produtos. Por outro lado, os artigos sobre os riscos no transporte rodoviário de produtos perigosos focam, ora em ferramentas de mitigação (BUBBICO; DI CAVE; MAZZAROTTA, 2004), no desdobramento de incidentes (BUBBICO; FERRARI; MAZZAROTTA, 2000) e em ferramentas quantitativas de análise (BONVICINI; LEONELLI; SPADONI, 1998) mas não elencam os vários riscos da cadeia.

Dessa maneira, a pergunta de pesquisa norteadora deste estudo é assim expressa: quais os principais riscos do transporte rodoviário de produtos perigosos à mobilidade inteligente?

O objetivo é categorizar os riscos relacionados ao transporte rodoviário de produtos perigosos, identificando os principais, por meio da análise de acidentes no transporte rodoviário de produtos perigosos na Região Metropolitana de São Paulo.

A abordagem dos riscos de maneira holística e considerando múltiplos agentes é necessária pois os elementos da cadeia de transporte de produtos perigosos são interconectados e devem atuar coletivamente em prol da mobilidade inteligente. O desenho de pesquisa qualitativo permite identificar ao menos riscos não suscitados em pesquisas anteriores. Outra justificativa é que os achados em contexto diferente do eixo em que se concentram as pesquisas – países do hemisfério norte – podem ter desdobramento em outras localidades semelhantes. Outros países latinos, em crescimento que necessitam de ferramentas como esta (já que os problemas podem aumentar com a intensificação do fluxo de mercadorias trazida pelo desenvolvimento) beneficiam-se com a classificação proposta por este estudo.

Após esta introdução, o trabalho segue, no Referencial Teórico 2, com a síntese dos identificados em revisão sistemática de estudos anteriores em cinco categorias: riscos operacionais, associados à atividade do transporte de produtos perigosos em si (CHAKRABARTI; PARIKH, 2011a; ZHAO; WANG; QIAN, 2012); riscos humanos, agrupando falhas dos operadores do transporte (CHAKRABARTI; PARIKH, 2011a, 2012; DAVIES; LEES, 1992; MILAZZO et al., 2002; OGGERO et al., 2006; REN et al., 2012; SCHWEITZER, 2006; TANIGUCHI; THOMPSON; YAMADA, 2010; WANG et al., 2016; YANG et al., 2010; ZHAO; WANG; QIAN, 2012); riscos governamentais, ligados às atividades poder público (MILAZZO et al., 2002); riscos sociais é caracterizados pela exposição da população (BUBBICO et al., 2006; CHAKRABARTI; PARIKH, 2011b, 2011c, 2012, 2013a; SCHWEITZER, 2006); riscos ambientais, com ação externa a ação humana na causa porém de potencial risco de consequência (CORDEIRO et al., 2016). Ademais, o trabalho investiga se tais achados refletem o contexto de uma metrópole de um país em desenvolvimento, especificamente a Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) – a maior área urbana da América Latina.

No capítulo 3 é descrita a metodologia para a construção da taxonomia e da coleta empírica de dados com estudo de casos. Os dados coletados nas entrevistas dos estudos de casos dos acidentes são discutidos no capítulo 4. O capítulo 5 traz as considerações finais do trabalho.

Referencial Teórico

Mobilidade inteligente

A análise categorial aprofundada dos artigos foi feita utilizando a mobilidade inteligente como lente. A mobilidade inteligente é um dos seis principais eixos das Cidades Inteligentes (ALBINO; BERARDI; DANGELICO, 2013) e, como tal, contribui para a construção de cidades com segurança, eficiência ambiental (HALL et al., 2000).

Mobilidade inteligente é, portanto, o estado em que pessoas e cargas deslocam-se no espaço urbano (BRASIL, 2012) de maneira local, nacional e internacionalmente acessível, com infraestrutura de tecnologias da informação e comunicação disponível em um sistema de transporte seguro, inovador e sustentável (ALBINO; BERARDI; DANGELICO, 2013). Assim, dos artigos

selecionados foram extraídos os elementos que apresentam ao fluxo de pessoas e mercadorias em si e ao ambiente.

Risco

Risco em Língua Portuguesa apresenta um conflito de linguagem comum a conceitos presentes em diversas áreas do conhecimento: várias palavras em Inglês como *hazard*, *risk*, *peril*, *danger* são traduzidas para o Português de forma análoga, mas, no contexto original, referem-se a níveis diferentes de risco.

Risco, neste trabalho, contempla situações que podem acionar um fator de risco levando a incidentes indesejados, traduzindo o termo *risk* em sentido amplo. Fator de risco é um elemento pré-existente, com características não gerenciáveis com potencial de levar a eventos não desejados, desde problemas de saúde até danos ao meio ambiente (*hazard*, em inglês) (COCKSHOTT, 2005; CRERAND, 2005). No caso do transporte rodoviário de produtos perigosos, as características químicas dos produtos perigosos são o fator de risco.

A identificação de riscos é a etapa inicial para a gestão de riscos (HARLAND; BRENCHLEY; WALKER, 2003). A categorização, com o uso de taxonomia, por sua vez, permite identificar grupos homogêneos de riscos, formando bases para futuras formulações de hipóteses sobre leis gerais dos grupos. Auxilia a descrever e compreender a diversidade dos riscos. Fornece visão sintetizada dos riscos a múltiplas áreas de estudo e agentes interessados: gestão, políticas públicas (MCKELVEY, 1978). Finalmente, a classificação hierárquica desses riscos permite elencar prioridades.

Artigos de classificação de riscos no transporte de produtos perigosos, como os de Harland, Brenchley e Walker (2003) e Sodhi et al. (2012) são mais voltados aos eventos indesejados com impacto na operação das empresas. Este trabalho preocupa-se com uma classificação que considere outros agentes.

Os artigos recuperados no âmbito da logística urbana tratam do fluxo de produtos e pessoas em cidade em sentido mais amplo. Aborda questões da formação das cidades, de políticas e planejamento das cidades, de impactos das características socioculturais do espaço urbano entre outras. Os artigos dedicados ao transporte de produtos perigosos, por sua vez, têm abordagem mais focada à sugestão de soluções aos problemas específicos desse tipo de transporte. A classificação a seguir congrega ambas as visões, em nível micro (transporte rodoviário de produtos perigosos) e macro (logística urbana).

Riscos Operacionais

A ordem de riscos operacionais congrega os riscos associados ao exercício do transporte de produtos perigosos em si (CHAKRABARTI; PARIKH, 2011a; ZHAO; WANG; QIAN, 2012). Foi a categoria mais numerosa, subdividida em duas famílias.

A primeira família reúne os riscos técnicos, relacionados à estrutura ou aos processos. Os fatores relacionados a ativos fixos da empresa transportadora foram agrupados na ordem dos riscos de estrutura: equipamentos danificados – instrumentos utilizados sem condição de uso (CHAKRABARTI; PARIKH, 2011a, 2011b; DAVIES; LEES, 1992; HORTON et al., 2003; WANG et al., 2016; YANG et al., 2012); uso de veículos inapropriados às características da substância transportada; e irregularidade da estrutura disponível (CHAKRABARTI; PARIKH, 2012; MACÁRIO; GALELO; MARTINS, 2008; MAHMOUDABADI, 2015; ZHAO; WANG; QIAN, 2012).

Já os riscos relacionados a processos operacionais que aumentam a probabilidade de as características perigosas dos produtos químicos serem acionadas foram agrupados na ordem dos riscos de processo. As espécies encontradas na literatura para este agrupamento são: transporte ilegal de produtos – fretes que não cumprem as leis e especificações (YANG et al., 2010; ZHAO; WANG; QIAN, 2012); fixação inadequada da carga – fixação incorreta do material (YANG et al., 2012, 2010) (CHAKRABARTI; PARIKH, 2011a; MILAZZO et al., 2002); aumento das entregas *just in time* que intensifica a quantidade de veículos nas vias para que as entregas cumpram os limites de horário (MACÁRIO; GALELO; MARTINS, 2008); e seleção do trajeto (CHAKRABARTI; PARIKH, 2012; MACÁRIO; GALELO; MARTINS, 2008; MAHMOUDABADI, 2015; ZHAO; WANG; QIAN, 2012)

A segunda família de riscos operacionais concentra os riscos das atividades de gestão das empresas, riscos gerenciais. Nesta família está a ausência de dados sobre o transporte rodoviário de produtos perigosos que são subsídios para tomada de decisão (QIU et al., 2015; REN et al., 2012; SCHWEITZER, 2006; YANG et al., 2012): estado das vias, atributos dos caminhos, caminhos possíveis, características dos produtos, normas e legislação, fluxo de materiais em regiões, características da população da região, pontos críticos etc) (ALHO; SILVA; SOUSA, 2014;

MAHMOUDABADI, 2015; TRÉPANIER; LEROUX; DE MARCELLIS-WARIN, 2009; VAN RAEMDONCK; MACHARIS; MAIRESSE, 2013). A falta de integração entre empresas da cadeia de transporte rodoviário de produtos perigosos, colabora para aumento da probabilidade de ocorrência de acidentes com os produtos perigosos transportados (AWASTHI; ADETILOYE; CRAINIC, 2016).

A precariedade do planejamento é a atividade gerencial que apresenta riscos ao transporte de produtos perigosos mais citada na revisão de literatura. O argumento comum entre os autores é que a ausência de planos de atividades aumenta a probabilidade de imprevistos (BUBBICO et al., 2006; BUBBICO; DI CAVE; MAZZAROTTA, 2004; BUBBICO; FERRARI; MAZZAROTTA, 2000; MAHMOUDABADI, 2015; YANG et al., 2012) (AWASTHI; ADETILOYE; CRAINIC, 2016; BONVICINI; LEONELLI; SPADONI, 1998; MILAZZO et al., 2002). Com o planejamento, situações críticas podem ser antecipadas e evitadas antes de acionarem o potencial perigoso dos produtos químicos. (CHAKRABARTI; PARIKH, 2013a; CORDEIRO et al., 2014; QIU et al., 2015; REN et al., 2012; SCHWEITZER, 2006; VAN RAEMDONCK; MACHARIS; MAIRESSE, 2013; ZHAO; WANG; QIAN, 2012).

Riscos Humanos

O grupo de riscos humanos reúne as falhas dos operadores do transporte, seja por imprudência, imperícia ou por condições físicas como a fadiga. (CHAKRABARTI; PARIKH, 2011a, 2012; DAVIES; LEES, 1992; MILAZZO et al., 2002; OGGERO et al., 2006; REN et al., 2012; SCHWEITZER, 2006; TANIGUCHI; THOMPSON; YAMADA, 2010; WANG et al., 2016; YANG et al., 2010; ZHAO; WANG; QIAN, 2012).

Riscos Governamentais

Riscos relacionados a ações do poder público foram classificados como riscos governamentais (MILAZZO et al., 2002). Nesta categoria está a falta de políticas públicas adequadas ao transporte rodoviário de produtos perigosos como a integração de diversos modais, ampliação da malha de transporte (TANIGUCHI; THOMPSON; YAMADA, 2010), planejamento de centros de distribuição (MAHMOUDABADI, 2015; OLIVEIRA; CORREIA, 2014)., incentivo e regulação de horários alternativos de entrega (CHIOU, 2016; HOLGUÍN-VERAS; MARQUIS; BROM, 2012).

No que se refere a riscos originados pela inadequação da infraestrutura, estão as condições precárias (como condição do asfalto, iluminação etc.) (MACÁRIO; GALELO; MARTINS, 2008; OLIVEIRA; CORREIA, 2014; YANG et al., 2012, 2010); as regras obsoletas de trânsito – regulamentação do transporte de produtos perigosos não adequada à dinâmica das cidades (MAHMOUDABADI, 2015; MUÑUZURI et al., 2012); e os congestionamentos causados pelo excesso de veículos nas vias que aumentam a probabilidade de choques e outros incidentes que expõem os produtos perigosos à interação com o meio (FAN; CHIANG; RUSSELL, 2015; GONZALEZ-FELIU; SALANOVA, 2012; REN et al., 2012).

Riscos Sociais

O grupo de riscos sociais é caracterizado pela vulnerabilidade da população de localidades frente aos potenciais impactos do transporte rodoviário de produtos perigosos. Estão listados nessa categoria a densidade demográfica em torno da via no trajeto dos veículos (BUBBICO et al., 2006; CHAKRABARTI; PARIKH, 2011b, 2011c, 2012, 2013a; SCHWEITZER, 2006) e próximo a pontos de carga e descarga (BUBBICO et al., 2006; BUBBICO; FERRARI; MAZZAROTTA, 2000), e a morfologia da cidade (concepção, estrutura e mudanças ao longo dos anos), como trechos de estradas íngremes e sinuosos (MILAZZO et al., 2002; MUÑUZURI et al., 2012; REN et al., 2012; SCHWEITZER, 2006).

Riscos Ambientais

Situações causadas por eventos naturais, incontroláveis que aumentam a probabilidade incidentes foram classificados como riscos ambientais (CORDEIRO et al., 2016). Nesta categoria estão: as catástrofes naturais (enchentes, terremotos, chuvas etc.) (TANIGUCHI; THOMPSON; YAMADA, 2010; ZHAO; WANG; QIAN, 2012); outros incidentes, como a explosão do vapor de expansão de um líquido sob pressão (*Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion - BLEVE*) – liberação repentina de uma bola de fogo cuja propagação de calor pode impactar o meio ambiente (CHAKRABARTI; PARIKH, 2011b, 2013b; LANDUCCI et al., 2009; PALTRINIERI et al., 2009), incêndios e radiação térmica (CHAKRABARTI; PARIKH, 2011b, 2013b).

Metodologia

A base teórica que sustenta esta pesquisa, foi construída a partir de revisão sistemática da literatura. O processo de revisão da literatura possibilita o desenvolvimento de teorias, sintetiza áreas com grande volume de pesquisa, permitindo identificar áreas com potencial de desenvolvimento de novos estudos. A adoção de procedimento sistemático viabiliza a gestão do conhecimento e da informação (ARAÚJO, 2006; QUEVEDO-SILVA et al., 2016; SANTOS; KOBASHI, 2009), provendo estatísticas e mapeamento da produção científica (WEBSTER; WATSON, 2002).

As buscas foram realizadas em fevereiro de 2016, nas bases de dados ScienceDirect, Proquest, Emerald, Scielo, Portal de Periódicos Capes, Scopus e Ebsco. Focaram-se no título, resumo e palavras-chave, com termos de dois domínios conceituais diferentes, recomendados por especialistas. Para o transporte de produtos perigosos foram utilizadas combinações das palavras “*transport*”, “*dangerous*”, “*road*”, “*failure*”, “*risk*”, resultando em 48 artigos recuperados. Para logística urbana foram utilizadas as palavras *city logistics*, *risk*, *failure*, tendo retornado 31 artigos. Após leitura flutuante dos artigos recuperados, 41 artigos foram selecionados para análise categorial aprofundada: 31 de transporte de produtos perigosos e 10 de logística urbana.

O emprego de um método de classificação geral possibilita a generalização de achados em ciências sociais já que permite identificar grupos internamente homogêneos (e externamente heterogêneos) sobre os quais podem ser geradas e testadas hipóteses e teorias. Este estudo sintetiza achados de pesquisas anteriores e provê um esquema possível de ser utilizado em outras áreas de estudo (MCKELVEY, 1978) como avaliação quantitativa de riscos, interesses dos diversos *stakeholders* etc.

O artigo seminal de Mckelvey (1978) sobre construção de taxonomias em ciências sociais (baseado no método de ciências biológicas) serviu de base para a construção da classificação dos riscos no transporte rodoviário de produtos perigosos. O nível de maior granularidade (correspondente às espécies) compreende os riscos extraídos da literatura.

O atributo selecionado para a construção dos agrupamentos de maior nível foi a origem da vulnerabilidade do risco. Assim, a partir da leitura superficial da literatura recuperada na revisão sistemática foram estabelecidas as seguintes categorias: riscos ocasionados por decisões da operação da empresa transportadora (operacional); riscos gerados por fatores naturais (ambiental); riscos oriundos de ações das pessoas (humano); riscos causados pelos atributos da organização social (social); e riscos suscitados de atribuições do estado ou de propriedades do ambiente institucional (governamental).

Tais categorias serviram de base para análise de conteúdo do tipo categorial e temática, tendo como unidade de registro os riscos descritos pelos artigos (BARDIN, 1986): os riscos com maior semelhança (ocasionados por agentes ou elementos similares) foram reunidos nesses grupos. As espécies desses grupos foram analisadas em busca de subgrupos internos, conforme reconhecimento de similaridade geral equivalente, como descrito a seguir.

O objetivo de identificar peculiaridades locais do transporte em um país com desenvolvimento tardio, organização urbana não planejada caracteriza a pesquisa como explanatória: busca tornar o fenômeno compreensível e demonstrar como seus elementos agrupam-se segundo uma teoria (MILES, M. B., & HUBERMAN, 1994).

O levantamento de casos (*case survey*), conforme definição de Larsson (1993) é o desenho de pesquisa mais adequado a esses objetivos pois combina conhecimento de pesquisas anteriores (leis gerais) com os achados ideográficos locais. O uso da meta-análise dos resultados de pesquisas anteriores permite superar o problema de generalização das pesquisas qualitativas e é adequada a áreas de pesquisa em que a estratégia predominante é o estudo de casos (LARSSON, 1993).

Assim, a primeira parte deste estudo, consiste no levantamento da literatura por meio de uma revisão sistemática, cujos resultados foram base para a composição do referencial teórico. A codificação foi feita manualmente por conta do caráter exploratório da pesquisa e da característica das unidades de codificação: os artigos científicos são documentos específicos e unidades grandes. Classificadores automáticos (baseados em *machine learning*) precisam ser treinados ou, ao menos, validados. A meta-análise foi realizada conforme os procedimentos de taxonomia de Mckelvey (1978).

A segunda parte contempla o levantamento empírico de casos de uma metrópole latino-americana cujo crescimento urbano não ocorreu de forma ordenada. Para tanto, a estratégia de investigação foi o estudo de casos, que se dedica a compreender a dinâmica do fenômeno em

ocorrências únicas, combinando múltiplas fontes de evidências (como observação, entrevista, documentos), quantitativas ou qualitativas (EISENHARDT, 1989).

Três acidentes no transporte de produtos perigosos, com pelo menos uma vítima fatal ou evacuada, ocorridos na RMSP entre 2006 e 2016 foram selecionados pelo Sistema de Informações sobre Emergências Químicas (SIEQ) da CETESB. O critério de seleção da amostra foi a repercussão do caso nas mídias de massa com vistas a viabilizar a triangulação entre múltiplas fontes de evidência. As fontes de evidência analisadas foram documentos técnicos sobre o acidente, matérias jornalísticas e entrevista semiestruturada com representantes das empresas envolvidas nos acidentes.

As entrevistas foram presenciais, ocorreram no primeiro semestre de 2017 e duraram, em média, uma hora e meia. Os entrevistados avaliaram quais dos riscos da taxonomia composta a partir da revisão da literatura estão presentes na realidade do transporte de produtos perigosos ou que foram determinantes para o acidente em questão.

Quadro 1 - Informações sobre os entrevistados

Caso	Características	Cargo	Tempo de empresa	Tempo no cargo	Formação do entrevistado	Duração da entrevista
Caso1	Mais de 50 anos no mercado de compra e revenda produtos químicos	Encarregado logístico	15 anos	15 anos	Tecnólogo em Logística	2 horas
Caso2	Mais de 53 anos de mercado, cooperativa que transporta líquidos inflamáveis	Técnica de segurança do trabalho e supervisora logística	30 anos	6 anos	Técnica de segurança do trabalho	1,5 hora
Caso3	24 anos de mercado, transporte de produtos corrosivos.	Coordenador Administrativo	11 anos	3 anos	Bacharel em Sistemas de informação	1,5 hora

Para atingir o objetivo da pesquisa, a relevância dos riscos foi avaliada pela frequência de aparição na literatura revisada e nas entrevistas de campo. Com isso, foi possível comparar conhecimento acumulado de pesquisas anteriores, com a realidade endêmica de um país em desenvolvimento cuja construção do espaço urbano foi desordenada.

A abordagem do estudo é, portanto, pós-positivista, submetendo a ciência herdada à prova empírica, levando em conta as particularidades do contexto. Tanto contexto quanto o processo de busca são relevantes para a descoberta da pesquisa, que utiliza múltiplas fontes para verificar a validade ou falseabilidade da teoria (GUBA; LINCOLN, 1994).

Os dados oriundos da coleta serão analisados intra e intercasos, buscando-se identificar diferenças e semelhanças entre os casos e a literatura pesquisada, podendo dessa forma ser emitido um relatório de análise de conteúdo, conforme fundamentado por Miles e Huberman (1994).

Resultados e discussão

A empresa do caso 1 tem sua sede no município de Diadema, RMSP, e há mais de 50 anos importa e comercializa produtos químicos: corrosivos, substâncias orgânicas e peróxidos orgânicos, substâncias tóxicas e substâncias infectantes, dentre outros produtos perigosos). O encarregado logístico, que trabalha na empresa há 15 anos foi entrevistado sobre o acidente ocorrido em 2011 na zona sul da cidade de São Paulo.

Na ocasião, um veículo carregado com hidrogênio em solução aquosa a 50%, ácido crômico sólido, tricloroetileno e cloreto de metileno apresentou vazamento de 400 litros de hidrogênio em solução aquosa a 50% pela válvula de transferência de um IBC (*Intermediate Bulk Container*). Após

análise do acidente foi constatado que houve choque entre os compartimentos após frenagem brusca do caminhão, danificando a estrutura do container e ocasionando o vazamento.

Para o entrevistado, os riscos que contribuíram para a exposição do potencial de contaminação do produto químico ao ambiente foram: morfologia da cidade, equipamento danificado, fixação inadequada da carga, e falha humana.

A empresa do caso 2 é uma cooperativa de 130 cooperados, tem sua sede no município de São Caetano do Sul, RMSP, e há mais de 53 anos transporta líquidos inflamáveis de refinarias de petróleo em cerca de 120 viagens diárias. A técnica de segurança do trabalho, com 30 anos de empresa (há seis no cargo) foi entrevistada sobre o acidente ocorrido em 2016 na zona sul da cidade de São Paulo.

Um caminhão com 10 mil litros de gasolina e 10 mil litros de álcool sofreu colisão lateral de um veículo carregado de açúcar que avançou o sinal vermelho, ocasionando o vazamento de 7 mil litros de gasolina pela válvula de alimentação danificada pelo choque e incêndio. O incêndio derreteu a carga de açúcar sobre o asfalto causou interdição do trânsito, propagou onda de calor que danificou fiação dos arredores e danificou a estrutura do viaduto sob o qual ocorreu o acidente.

Para a entrevistada, o grupo de risco determinante para a exposição do potencial de contaminação do produto químico ao ambiente foi a fragilidade das políticas governamentais, sobretudo na falta de apoio ao planejamento das empresas transportadoras e no incentivo a horários alternativos de entrega. O incidente foi causado pela imprudência de um terceiro, um evento incontrolável pela empresa – similar aos riscos ambientais.

Quadro 2- Taxonomia de riscos no transporte rodoviário de produtos perigosos

Agrupamento			Revisão da literatura		Casos					
			f	Referências	1	2	3	n		
Operacionais	Técnicos	Processos	Transporte ilegal	2	Yang et al. (2010) Zhao; Wang; Qian (2012)					
			Seleção do trajeto	4	Chakrabarti; Parikh (2012) Macário; Galelo; Martins (2008) Mahmoudabadi (2015) Zhao; Wang; Qian (2012)					
			Entregas <i>just in time</i>	1	Macário; Galelo; Martins (2008)					
			Fixação inadequada	4	Yang et al. (2012, 2010) Chakrabarti; Parikh (2011a) Milazzo et al. (2002a)	X			1	
		Estrutura	Equipamento danificado	6	Chakrabarti; Parikh (2011a, 2011b) Davies; Lees (1992) Horton et al. (2003) Wang et al. (2016) Yang et al. (2012)	X			1	
			Veículo inapropriado	4	Chakrabarti; Parikh (2012) Macário; Galelo; Martins (2008) Mahmoudabadi (2015) Zhao; Wang; Qian (2012)					
			Estrutura física irregular							
		Gerenciais	Desintegração corporativa		1	Awasthi; Adetiloye; Crainic (2016)				
			Ausência de dados		8	Qiu et al. (2015) Ren et al. (2012) Schweitzer (2006) Yang et al. (2012) Alho; Silva; Sousa (2014) Mahmoudabadi (2015) Trépanier; Leroux; De Marcellis-Warin (2009) Van Raemdonck; Macharis; Mairesse (2013)				
			Precariedade do planejamento		15	Bubbico et al. (2006) Bubbico; Di Cave; Mazzarotta (2004) Bubbico; Ferrari; Mazzarotta (2000) Mahmoudabadi (2015); Yang et al. (2012) Awasthi; Adetiloye; Crainic (2016) Bonvicini; Leonelli; Spadoni (1998) Milazzo et al. (2002a) Chakrabarti; Parikh (2013a) Cordeiro et al. (2014) Qiu et al. (2015) Ren et al. (2012) Schweitzer (2006) Van Raemdonck; Macharis; Mairesse (2013) Zhao; Wang; Qian (2012)				
Imprudência					X	X	X	3		

Agrupamento		Revisão da literatura		Casos				
		f	Referências	1	2	3	n	
	Imperícia	11	Davies; Lees (1992) Milazzo et al. (2002a) Oggero et al., (2006) Ren et al. (2012) Schweitzer (2006) Taniguchi; Thompson; Yamada (2010) Wang et al., (2016) Yang et al. (2010) Zhao; Wang; Qian (2012)					
	Fadiga							
Governamentais	Políticas	Planejamento de CDs	2	Mahmoudabadi (2015) Oliveira; Correia (2014a)		X		1
		Ações de integração	1	Taniguchi; Thompson; Yamada (2010)				
		Horários alternativos	2	Chiou (2016) Holguín-Veras; Marquis; Brom (2012)		X		1
		Falta de segurança	0	-		X		1
	Infraestrutura	Regras obsoletas	2	Mahmoudabadi, (2015) Muñuzuri et al. (2012)			X	
		Condições precárias	4	Macário; Galelo; Martins (2008) Oliveira; Correia (2014b) Yang et al. (2010) Zhao; Wang; Qian (2012)			X	
	Congestionamento	3	Fan; Chiang; Russell (2015) Gonzalez-Feliu; Salanova (2012) Ren et al. (2012)					
Sociais	Densidade demográfica	7	Bubbico et al. (2006) Bubbico; Ferrari; Mazzarotta (2000) Chakrabarti; Parikh (2011b, 2011c, 2012, 2013a) Schweitzer (2006)					
	Morfologia da cidade	4	Milazzo et al. (2002a) Muñuzuri et al. (2012) Ren et al. (2012) Schweitzer (2006)	X		X	2	
Ambientais	Catástrofes naturais		2	Taniguchi; Thompson; Yamada (2010) Zhao; Wang; Qian (2012)				
	Outros incidentes	BLEVE	3	Chakrabarti; Parikh (2011b, 2013b) Landucci et al. (2009) Paltrinieri et al. (2009)				
		Incêndio	2	Chakrabarti; Parikh (2011b, 2013b)				
		Radiação térmica						

Foi suscitado um novo item, não citado na literatura revisada, mas compreendido como crítico pela entrevistada: a falta de segurança pública na região do acidente. O motorista que avançou no sinal vermelho alegou não ter obedecido o sinal de parada por temer assalto.

A empresa do caso 3 é uma cooperativa de 250 pessoas, com sede em Mauá, RMSP, e há mais de 24 anos transporta substâncias corrosivas em cerca de 70 viagens diárias. O coordenador administrativo, funcionário da empresa há 11 anos (há três no cargo) foi entrevistado sobre o acidente ocorrido em 2016 na zona norte da cidade de São Paulo.

Um veículo com 7,4 toneladas de hipoclorito de sódio tombou em uma rodovia após colidir com dois veículos. Foi necessária a interdição da via para transferência do material para outro caminhão, remoção dos veículos do local e atendimento aos feridos. Não houve vazamento da carga.

Para o entrevistado, os riscos que contribuíram para a exposição do potencial de contaminação do produto químico ao ambiente foram: condições precárias das vias, regras obsoletas de trânsito, infraestrutura inadequada, morfologia da cidade, e falha humana.

A realização das entrevistas permitiu constatar que os riscos do transporte rodoviário de produtos perigosos apontados nas entrevistas foram localizados na literatura como por exemplo, nos casos 1 e 3, a morfologia da cidade foi identificada como risco presente nos acidentes, tanto nas condições de aclive no caso “1” quanto na sinuosidade da pista do caso “3”, indo ao encontro dos trabalhos apresentados por Milazzo (2002) e Schweitzer (2006).

A fixação inadequada da carga no caso “1”, que gerou o deslocamento do material com a rápida frenagem do veículo, ocasionando o acidente que, por sua vez derramou produto na pista. Os trabalhos de Chakrabarti & Parikh (2012) e H. Yang, Zhao, Du, & Wang (2012) apresentam a fixação inadequada da carga como sendo fortes riscos a acidentes.

Como se observa pelo Quadro 2, os riscos mais relevantes segundo a revisão da literatura são a precariedade do planejamento (frequência (f) = 15), seguida pelas falhas humanas em operações (f = 11) e ausência de dados para o planejamento (f=8).

A ordem de relevância não coincide com o observado pelo trabalho de campo, já que o risco mais relevante identificado foi a falha humana, apontado pelos três entrevistados (segundo do *ranking* da literatura). O risco mais relevante na teoria não foi suscitado, a falta de planejamento não foi suscitada possivelmente porque os representantes percebiam o planejamento da empresa como eficaz. As três empresas possuem certificações (ISO, SASSMAQ) e seguem a rigorosa regulação do transporte de produtos perigosos da região para atender aos clientes.

Considerações finais

O levantamento de casos da literatura em conjunto com coleta de dados em estudo de casos permitiu sintetizar os principais riscos no transporte de produtos perigosos em sentido amplo. A coleta de dados focada em um dos agentes (empresas transportadoras) do transporte rodoviário de produtos perigosos mostrou que apenas um membro da cadeia enxerga uma fração dos inúmeros riscos que a atividade oferece. Portanto, ainda que seja uma limitação deste estudo, o uso dessa amostra destaca a importância da análise e atuação conjunta para minimizar os riscos dessa atividade à mobilidade inteligente.

Levar em conta o contexto do fenômeno – país com desenvolvimento tardio, com crescimento urbano desordenado – para determinar o desenho de pesquisa – qualitativo – permitiu identificar novos riscos, não elencados antes na literatura revisada.

Pelo levantamento da literatura e análise dos casos nota-se que há uma hierarquia entre eles. Por exemplo, a negligência das instituições governamentais em fornecerem insumos para tomada de decisão colabora para a ausência de dados, contribuindo para o planejamento precário. Isso reforça a necessidade de instrumentos como este, que ampliam a visão dos agentes da cadeia de transporte rodoviário de produtos perigosos subsidiando intervenções integradas e eficientes com priorização de riscos a serem mitigados e integração de agentes.

Estudos futuros podem investigar ótica de outros agentes, com a aplicação da teoria da agência e teoria dos *stakeholders* já que o fenômeno envolve múltiplos atores com características, limitações e interesses diferentes: indústrias químicas, indústrias de transformação, transportadoras, governos, equipes de atendimento a emergências, população entre outros.

Referências

- ALBINO V., BERARDI U., DANGELICO R.M. Smart cities: definitions, dimensions, and performance. **Proceedings of 8th International Forum on Knowledge Asset Dynamics (IFKAD 2013)** “Smart Growth: Organizations, Cities and Communities”, Zagreb, p.1723–1738, 2013.
- ALHO, A.; SILVA, J. DE A. E; SOUSA, J. P. DE. A state-of-the-art modeling framework to improve congestion by changing the configuration/enforcement of urban logistics loading/unloading bays. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 111, p. 360–369, 2014.
- ARAÚJO, C. A. Bibliometria : evolução histórica e questões atuais. **Em Questão**, v. 12, n. 1, p. 11–32, 2006.
- AWASTHI, A.; ADETILOYE, T.; CRAINIC, T. G. Collaboration partner selection for city logistics planning under municipal freight regulations. **Applied Mathematical Modelling**, v. 40, p. 510–525, 2016.
- BARDIN, L. **El análisis de contenido**. Madrid:Ediciones Akal, 1986.
- BONVICINI, S.; LEONELLI, P.; SPADONI, G. Risk analysis of hazardous materials transportation: evaluating uncertainty by means of fuzzy logic. **Journal of Hazardous Materials**, v. 62, n. 1, p. 59–74, 1998.
- BRASIL. **Lei n. 12.587**, de 3 de janeiro de 2012. Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana; revoga dispositivos dos Decretos-Leis nos 3.326, de 3 de junho de 1941, e 5.405, de 13 de abril de 1943, da Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), aprovada pelo Decreto-Lei no

5.452, de 1o de maio de 1943, e das Leis nos 5.917, de 10 de setembro de 1973, e 6.261, de 14 de novembro de 1975; e dá outras providências. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112587.htm>. Acesso em: 01 jun. 2017.

BUBBICO, R. et al. Risk management of road and rail transport of hazardous materials in Sicily. **Journal of Loss Prevention in the Process Industries**, v. 19, n. 1, p. 32–38, 2006.

BUBBICO, R.; DI CAVE, S.; MAZZAROTTA, B. Risk analysis for road and rail transport of hazardous materials: a simplified approach. **Journal of Loss Prevention in the Process Industries**, v. 17, n. 6, p. 477–482, 2004.

BUBBICO, R.; FERRARI, C.; MAZZAROTTA, B. Risk analysis of LPG transport by road and rail. **Journal of Loss Prevention in the Process Industries**, v. 13, n. 1, p. 27–31, 2000.

CHAKRABARTI, U. K.; PARIKH, J. K. Route evaluation for hazmat transportation based on total risk - a case of Indian State Highways. **Journal of Loss Prevention in the Process Industries**, v. 24, n. 5, p. 524–530, 2011a.

CHAKRABARTI, U. K.; PARIKH, J. K. Route risk evaluation on class-2 hazmat transportation. **Process Safety and Environmental Protection**, v. 89, p. 248–260, 2011b.

CHAKRABARTI, U. K.; PARIKH, J. K. Class-2 hazmat transportation consequence assessment on surrounding population. **Journal of Loss Prevention in the Process Industries**, v. 24, p. 758–766, 2011c.

CHAKRABARTI, U. K.; PARIKH, J. K. Applying HAZAN methodology to hazmat transportation risk assessment. **Process Safety and Environmental Protection**, v. 90, n. 5, p. 368–375, 2012.

CHAKRABARTI, U. K.; PARIKH, J. K. Risk-based route evaluation against country-specific criteria of risk tolerability for hazmat transportation through Indian State Highways. **Journal of Loss Prevention in the Process Industries**, v. 26, n. 4, p. 723–736, 2013a.

CHAKRABARTI, U. K.; PARIKH, J. K. A societal risk study for transportation of class-3 hazmats – a case of Indian state highways. **Journal of Loss Prevention in the Process Industries**, v. 91, p. 275–284, 2013b.

CHIOU, S. W. A bi-objective bi-level signal control policy for transport of hazardous materials in urban road networks. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, v. 42, p. 16–44, 2016.

COCKSHOTT, J. E. Probability Bow-Ties. **Process Safety and Environmental Protection**, v. 83, n. 4, p. 307–316, 2005.

CORDEIRO, F. G. et al. Multi-criteria spatial analysis of hazardous materials transportation. **Vulnerability, Uncertainty, and Risk**, p. 1168–1179, 2014.

CORDEIRO, F. G. et al. Methodological aspects for modeling the environmental risk of transporting hazardous materials by road. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, v. 44, p. 105–121, 2016.

CRERAND, A. Risk management – the bow-tie way. **The Chemical Engineer - consultants and contractors supplement**, p. 18–20, 2005.

DAVIES, P. A.; LEES, F. P. The assessment of major hazards: the road transport environment for conveyance of hazardous materials in Great Britain. **Journal of Hazardous Materials**, v. 32, n. 1, p. 41–79, 1992.

- EISENHARDT, K. M. Building Theories from Case Study Research. **Academy of Management Review**, v. 14, n. 4, p. 532–550, 1989.
- FAN, T.; CHIANG, W. C.; RUSSELL, R. Modeling urban hazmat transportation with road closure consideration. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, v. 35, p. 104–115, 2015.
- GONZALEZ-FELIU, J.; SALANOVA, J. Defining and evaluating collaborative urban freight transportation systems. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 39, p. 172–183, 2012.
- GUBA, E. G.; LINCOLN, Y. S. Competing Paradigms in Qualitative Research. In: DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. (Eds.). **Handbook of Qualitative Research**. Thousand Oaks, CA: Sage, p. 105–117, 1994
- HALL, R. E., BOWERMAN, B., BRAVERMAN, J., TAYLOR, J., & TODOSOW, H. The vision of a smart city. **2nd International Life**, v. 28, p. 7, 2000.
- HARLAND, C.; BRENCHLEY, R.; WALKER, H. Risk in supply networks. **Journal of Purchasing and Supply Management**, v. 9, p. 51–62, 2003.
- HOLGUÍN-VERAS, J.; MARQUIS, R.; BROM, M. Economic impacts of staffed and unassisted off-hour deliveries in New York City. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 39, p. 34–46, 2012.
- HORTON, D. K. et al. Acute public health consequences associated with hazardous substances released during transit, 1993–2000. **Journal of Hazardous Materials**, v. 98, n. 1–3, p. 161–175, 2003.
- LANDUCCI, G. et al. Experimental and analytical investigation of thermal coating effectiveness for 3 m³ LPG tanks engulfed by fire. **Journal of Hazardous Materials**, v. 161, n. 2–3, p. 1182–1192, 2009.
- LARSSON, R. Case Survey Methodology: Quantitative Analysis of Patterns Across Case Studies. **Academy of Management Journal**, v. 36, n. 6, p. 1515–1546, 1993.
- MACÁRIO, R.; GALELO, A.; MARTINS, P. M. Business models in urban logistics. **Ingeniería & desarrollo**, v. 24, p. 77–96, 2008.
- MAHMOUDABADI, A. Developing a chaotic pattern of dynamic risk definition for solving hazardous material routing-locating problem. **Journal of Loss Prevention in the Process Industries**, v. 37, p. 1–10, 2015.
- MCKELVEY, B. Organizational systematics: taxonomic lessons from Biology. **Management Science**, v. 24, n. 13, p. 1428–1440, 1978.
- MILAZZO, M. F. et al. HazMat transport through Messina town: from risk analysis suggestions for improving territorial safety. **Journal of Loss Prevention in the Process Industries**, v. 15, n. 5, p. 347–356, 2002.
- MILES, M. B., HUBERMAN, A. M. Qualitative data analysis: An expanded sourcebook (2^a ed). Thousand Oaks: Sage, 1994.
- MUÑUZURI, J., CORTÉS, P., GUADIX J., ONIEVA, L. City logistics in Spain: why it might never work. **Cities**, v. 29, n.2, p. 133–141, 2012.
- NETO, G.C.O., DE SOUZA, M.T.S., DA SILVA, D., SILVA, L.A. An assessment of the environmental and economic benefits of implementing reverse logistics in the textured glass sector. **Ambiente e Sociedade**, v.17, n.3, p.195–216, 2014.

OGGERO, A. et al. A survey of accidents occurring during the transport of hazardous substances by road and rail. **Journal of Hazardous Materials**, v. 133, n. 1–3, p. 1–7, 2006.

OLIVEIRA, L. K. DE; CORREIA, V. DE A. Proposta metodológica para avaliação dos benefícios de um centro de distribuição urbano para mitigação dos problemas de logística urbana. **Journal of Transport Literature**, v. 8, n. 4, p. 109–145, 2014.

OLIVEIRA NETO, G. C. O., AND W. C. SOUSA. Economic and Environmental Advantage Evaluation of the Reverse Logistic Implementation in the Supermarket Retail. **IFIP – Advances in Information and Communication Technology** v.439, n.1, p.197–204, 2014.

PALTRINIERI, N. et al. Risk reduction in road and rail LPG transportation by passive fire protection. **Journal of Hazardous Materials**, v. 167, p. 332–344, 2009.

POMPONE, E. C., AND OLIVEIRA NETO, G.C. A Survey on Accidents in the Road Transportation of Hazardous Materials in São Paulo, Brazil, from 1983 to 2015. **Transportation Research Record**, v. 2673, n. 2, p.1–9, 2019.

QIU, S. et al. On the application of Valuation-Based Systems in the assessment of the probability bounds of hazardous material transportation accidents occurrence. **Safety Science**, v. 72, p. 83–96, 2015.

QUEVEDO-SILVA, F. et al. Estudo bibliométrico: orientações sobre sua aplicação. **Revista Brasileira de Marketing**, v. 15, n. 2, p. 246–262, 2016.

REBELO, F. Um Novo Olhar Sobre Os Riscos? O Exemplo Das Cheias Rápidas (Flash Floods) Em Domínio Mediterrâneo. **Territorium**, v. 15, p. 7–14, 2008.

REN C, YUAN X, WANG J, ZHANG X, LI JIN. Study on emergency response rank mode of flammable and explosive hazardous materials road transportation. **Procedia Engineering**, v. 45, p. 830–835, 2012.

SANTOS, R. N. M.; KOBASHI, N. Y. Bibliometria, cientometria, infometria: conceitos e aplicações. **Pesquisa Brasileira em Ciência da Informação**, v. 2, n. 1, p. 155–172, 2009.

SCHWEITZER, L. Environmental justice and hazmat transport: a spatial analysis in southern California. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, v. 11, n. 6, p. 408–421, 2006.

SODHI, M. S. SON, B.G, TANG, C.S. Researchers' perspectives on supply chain risk management. **Production and Operations Management**, v. 21, n. 1, p. 1–13, 2012.

TANIGUCHI, E.; THOMPSON, R. G.; YAMADA, T. Incorporating risks in City Logistics. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 2, p. 5899–5910, 2010.

TEIXEIRA, M. DE S. **Análise e prognóstico dos acidentes no transporte rodoviário de produtos perigosos no município de São Paulo (1989 a 2008) – Situação e cenários de risco.** [s.l.] IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Pau, 2010.

TRÉPANIER, M.; LEROUX, M. H.; DE MARCELLIS-WARIN, N. Cross-analysis of hazmat road accidents using multiple databases. **Accident Analysis and Prevention**, v. 41, n. 6, p. 1192–1198, 2009.

VAN RAEMDONCK, K.; MACHARIS, C.; MAIRESSE, O. Risk analysis system for the transport of hazardous materials. **Journal of Safety Research**, v. 45, p. 55–63, 2013.

WANG, X. et al. Bayesian network-based risk assessment for hazmat transportation on the Middle Route of the South-to-North Water Transfer Project in China. **Stochastic Environmental Research and Risk Assessment**, v. 30, n. 3, p. 841–857, 2016.

WEBSTER, J.; WATSON, R. T. Analyzing the Past to Prepare for the Future: Writing a Literature Review. **MIS Quarterly**, v. 26, n. 2, p. R13-23, 2002.

YANG, H. et al. Risk prediction of city distribution engineering based on BP. **Systems Engineering Procedia**, v. 5, p. 55–60, 2012.

YANG, J. et al. A survey on hazardous materials accidents during road transport in China from 2000 to 2008. **Journal of Hazardous Materials**, v. 184, n. 1–3, p. 647–653, 2010.

ZHAO, L.; WANG, X.; QIAN, Y. Analysis of factors that influence hazardous material transportation accidents based on Bayesian networks: a case study in China. **Safety Science**, v. 50, n. 4, p. 1049–1055, 2012.



Esta obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional.