

Capacidade de resposta dos Órgãos Públicos aos acidentes ocorridos no transporte rodoviário de produtos químicos na cidade de São Paulo

Responsiveness of Public Agencies to accidents occurred in the road transport of chemical products in the city of São Paulo

Edson Haddad¹  <http://orcid.org/0000-0002-9792-350>

Cláudia Terezinha Kniess^{2,3,4}  <http://orcid.org/0000-0002-1961-2037>

Mauro Silva Ruiz⁵  <http://orcid.org/0000-0001-9890-3774>

Claudia Echevengua Teixeira⁶  <http://orcid.org/0000-0003-3771-2653>

Resumo

O estado de São Paulo possui uma intensa movimentação rodoviária de produtos químicos, situação preocupante devido aos perigos intrínsecos ao transporte desses materiais e aos riscos de acidentes em uma cidade de elevado adensamento populacional. A capacidade de resposta dos órgãos públicos, ou seja, a capacidade de minimizar os impactos à saúde e segurança pública e ao meio ambiente, também interfere na magnitude das consequências dos acidentes. Nesse contexto, este artigo objetiva avaliar como se configura o atual cenário de atendimento a emergências no transporte rodoviário de produtos químicos na cidade de São Paulo, na perspectiva dos órgãos públicos envolvidos. Para tanto, foi realizado um estudo de caso, o qual envolveu a simulação, em modelo matemático, de um acidente rodoviário com cloro. Foram plotadas na cidade de São Paulo as distâncias atingidas pela nuvem tóxica e estimados o número de vítimas fatais e intoxicadas pelo produto. Por meio de entrevistas, os resultados foram apresentados a especialistas de cinco órgãos públicos para que avaliassem a capacidade de resposta da instituição frente ao cenário simulado. Com base nas simulações, entrevistas e documentação levantada foi realizada a análise para consolidar a atual capacidade de resposta da cidade de São Paulo, tendo sido identificadas diversas fragilidades para o atendimento emergencial.

Palavras-chave: Acidente. Capacidade de resposta. Cloro. Emergência química. Transporte rodoviário de produtos químicos.

Abstract

São Paulo state has an intense road traffic of chemical products, a worrying situation due to the intrinsic dangers to the transportation of these materials and the risks of accidents in a city with a high population density. The response capacity of public agencies, that is, the ability to minimize impacts on public health and safety and the environment, also interferes with the magnitude of the consequences of accidents.

¹ Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, Departamento de Emergências Químicas. São Paulo, SP, Brasil.

² Universidade São Judas Tadeu, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. São Paulo, SP, Brasil.

³ Universidade Federal de São Paulo, Escola Paulista de Política, Economia e Negócios, Departamento de Administração. Campus Osasco, R. Angélica, Jd. das Flores, 06110295, Osasco, SP, Brasil. Correspondência para/Correspondence to: C.T. KNISS. E-mail: <kniesscl@gmail.com>.

⁴ Universidade de Taubaté, Programa de Pós-Graduação em Gestão e Desenvolvimento Regional. Taubaté, SP, Brasil.

⁵ Espiral, Educação e Assessoria. Rio Claro, São Paulo, Brasil.

⁶ Secretaria de Desenvolvimento Econômico do Governo do Estado de São Paulo, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. São Paulo, SP, Brasil.

In this context, this article aims to evaluate how the current scenario of emergency assistance in the road transport of chemical products in the city of São Paulo is configured, from the perspective of involved public agencies. To this end, a case study was carried out, which involved the simulation, in a mathematical model, of a road accident with chlorine. The distances reached by the toxic cloud were plotted in the city of São Paulo's map and the numbers of fatal and poisoned victims by the product were estimated. Through interviews, the results were presented to specialists from five public agencies to assess the institution's capacity to respond to the simulated scenario. Based on the simulations, interviews and raised documentation, the analysis was carried out to consolidate the current response capacity of the city of São Paulo, having identified several weaknesses for emergency care.

Keywords: Accident. Response capacity. Chlorine. Chemical emergency. Road transport of chemical products.

Introdução

A alta industrialização no estado de São Paulo acarreta a elevada movimentação de produtos químicos e, como consequência, ocorrem emergências em todas as atividades que manipulam esses materiais, destacando-se transporte rodoviário, transporte por dutos, transporte ferroviário, indústrias e sistemas armazenadores de produtos químicos (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, 2017a).

Neste artigo, o termo emergência refere-se a qualquer tipo de emergência com produto químico ou, como mais usual, utiliza-se o termo emergência química. Emergência química é uma situação envolvendo produtos químicos, os quais podem de alguma forma, representar perigo à saúde e segurança da população, meio ambiente e aos patrimônios público e privado, requerendo, portanto, intervenções imediatas (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, 2014).

A possibilidade de ocorrência de danos ao homem, ao meio ambiente e ao patrimônio público ou privado está intimamente ligada a diversos fatores como rapidez na identificação do problema e mobilização das equipes de resposta, capacidade de resposta das equipes em lidar com a emergência, disponibilidade de recursos humanos e materiais compatíveis com a magnitude do evento, cumprimento dos procedimentos operacionais, além de aspectos de integração e planejamento de ações entre as instituições (Lainha, 2011).

De acordo com a *Federal Emergency Management Agency*, agência federal de gerenciamento de emergências dos Estados Unidos, no senso geral, capacidade de resposta é a capacidade que uma instituição possui em avaliar e gerenciar adequadamente as consequências de uma liberação acidental de produtos químicos, respeitadas as suas atribuições e responsabilidades no cenário da emergência. Como resultado, tem-se uma rápida identificação do evento acidental, rápida chegada das equipes de resposta, minimização do impacto à saúde e à segurança da população, bem como ao meio ambiente e à preservação do patrimônio público e privado (Federal Emergency Management Agency, 2017).

Não há informações ou estudos específicos sobre a capacidade de resposta dos órgãos públicos que atuam no combate às emergências com produtos químicos na cidade de

São Paulo. Os órgãos públicos dimensionam seus recursos humanos e materiais para o atendimento às emergências químicas com base no histórico de ocorrências na sua área de atuação. Uma vez que não há registros de emergências químicas com severas consequências à saúde e segurança pública da população nos últimos 10 anos (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, 2019), os órgãos públicos poderão não estar adequadamente preparados para tais eventos.

No entanto, se o atendimento emergencial não for realizado por equipes com conhecimento e percepção dos riscos, com recursos materiais adequados e com procedimentos apropriados, a emergência química, aparentemente simples e controlada, poderá se converter em um evento de elevado risco às equipes de resposta bem como à população.

No Estado de São Paulo apenas a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (Cetesb) disponibiliza em seu sítio na internet informações detalhadas sobre os atendimentos emergenciais realizados pela empresa por meio da base de dados Sistema de Informações sobre Emergências Químicas (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, 2019). Segundo a Cetesb, a empresa atua em cerca de 350 emergências químicas por ano, sendo que a atividade de transporte rodoviário de produtos químicos é responsável por mais de 45% dos atendimentos emergenciais ocorridos no estado de São Paulo (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, 2017a).

Ainda de acordo com o Sistema de Informações sobre Emergências Químicas, de 2.418 atendimentos realizados no período de 2006 a 2016 no estado de São Paulo, 203 destes, representando 8,4% do total, ocorreram na cidade de São Paulo. Considerando que o estado possui 645 municípios, o valor de 8,4%, atribuído a apenas um município pode ser considerado bastante elevado. Com a ocorrência de 203 acidentes na cidade de São Paulo em 11 anos, tem-se uma média de 18,5 ocorrências por ano ou 1,5 por mês, o que é preocupante em razão do elevado adensamento populacional urbano.

Como exemplo de atendimento emergencial segue o relato de um acidente com grande repercussão na cidade de São Paulo, adaptado do registro de emergência química da Cetesb. Em 23 de junho de 2006, um caminhão carroceria transportava cinco cilindros de 2.500kg cada de butilmercaptana (odorante do gás de cozinha) e, ao trafegar pela via expressa da Marginal Pinheiros, a cerca de 500 metros após a ponte Cidade Jardim, sentido Rodovia Castello Branco, na cidade de São Paulo, ocorreu a queda da carga seguido de vazamento do produto.

Considerando o perigo apresentado pelo produto (inflamável) associado ao fato de possuir um forte odor (o que impedia a aproximação de pessoas sem uso de equipamentos de proteção respiratória) e que cilindros se encontravam espalhados pela pista, equipes do Corpo de Bombeiros, Defesa Civil Municipal, Companhia de Engenharia de Tráfego e Cetesb

mantiveram a Marginal Pinheiros interditada por 9 horas, causando severos transtornos à rotina da cidade (congestionamento de 140km). De acordo com a imprensa, 40 pessoas foram atendidas em hospitais devido à inalação do produto vazado. Ressalta-se que a quantidade de butilmercaptana vazada foi de 800kg.

As matérias veiculadas pelas mídias televisiva e escrita, imediatamente após o acidente, questionavam a capacidade de resposta da cidade de São Paulo a vazamentos de produtos químicos e alegavam que as consequências do vazamento da butilmercaptana não foram piores porque tratava-se de uma substância cujo perigo era somente a possibilidade de gerar incêndios. Por diversas vezes mencionaram que se o vazamento envolvesse um gás tóxico como amônia ou cloro, as consequências seriam muito mais severas, principalmente em termos de ocorrência de vítimas, questionando inclusive se os órgãos públicos teriam condições de realizar o atendimento emergencial com a qualidade e eficiência necessária para preservar a saúde e a segurança da população.

A inquietude manifestada pela imprensa após o vazamento de butilmercaptana em 2006 permanece sem resposta, ou seja, o evento mencionado criou dúvidas quanto à capacidade e à qualidade da resposta dos órgãos públicos para o atendimento a emergências no transporte rodoviário de produtos químicos na cidade de São Paulo.

Assim, o evento de 2006 foi motivador para a problemática de pesquisa deste estudo que se refere à falta de conhecimento atual sobre a capacidade de resposta dos órgãos públicos perante a liberação acidental de gás tóxico no transporte rodoviário dentro da cidade de São Paulo. Nesse sentido, este artigo busca avaliar como se configura o atual cenário da cidade de São Paulo para o enfrentamento a situações envolvendo vazamento de produtos químicos no transporte rodoviário, na perspectiva dos órgãos públicos envolvidos nas ações de resposta. E, com base no delineamento teórico da pesquisa, o referencial teórico deste artigo consiste na abordagem da atividade de transporte rodoviário de produtos químicos e no gerenciamento dos riscos envolvidos.

Durante a fase de coleta de dados foram identificados diversos documentos sobre o transporte de produtos químicos, porém, evidenciou-se que há uma lacuna científica sobre as ações de respostas aos acidentes rodoviários com produtos químicos, em especial, sobre a capacidade de resposta dos órgãos públicos no controle desses eventos e, nesse sentido, o artigo busca contribuir para o aprimoramento das ações de prevenção, preparação e resposta dos órgãos públicos.

As informações a serem geradas neste projeto são de interesse de diversas instituições. Por exemplo, a partir do conhecimento da magnitude das consequências das liberações acidentais de produtos químicos durante o transporte rodoviário, poderão ocorrer aprimoramentos na legislação de transporte na cidade de São Paulo, definição de rotas adequadas de transporte, adoção de medidas de orientação e proteção da população no caso

de acidentes bem como fortalecimento das capacidades de resposta dos órgãos públicos visando minimizar as consequências dos eventos acidentais. O estudo também contribuirá com a discussão de políticas públicas sobre segurança química, especificamente para os setores transporte, saúde, meio ambiente, segurança pública e proteção civil.

Transporte rodoviário de produtos químicos

Teixeira (2010) afirma que mais de 60% do que é produzido no Brasil é transportado pelo modal rodoviário. Relata que os acidentes envolvendo produtos químicos são mais comuns no transporte rodoviário, já que há uma grande variedade de interferências que podem gerar situações de risco, como as condições adversas de tempo, condições do pavimento e da via, falta de sinalização, excesso de velocidade, estado físico do motorista, uso de celular ao volante, uso de medicamentos sem prescrição médica, consumo de álcool ou de drogas, falhas mecânicas, erro humano e ação de terceiros, dentre outras. Conclui que o motorista é a principal causa dos acidentes rodoviários no Brasil, portanto erro humano (Teixeira, 2010).

Lainha (2011) relata que o primeiro diploma legal sobre o transporte rodoviário de produtos químicos no Brasil foi o Decreto Lei nº2.063, publicado em 6 de outubro de 1983, que abordava as multas a serem aplicadas por infrações à regulamentação para a execução dos serviços de transporte rodoviário de cargas ou produtos químicos. O Decreto nº88.821, também de 6 de outubro de 1983, aprovou o regulamento para a execução do serviço de transporte rodoviário de cargas ou produtos químicos.

O Decreto nº88.821 estabeleceu que a fiscalização do regulamento de transporte é de responsabilidade da autoridade com jurisdição sobre a via por onde ocorre a movimentação do veículo. Assim, cabe à Polícia Rodoviária realizar tal fiscalização nas rodovias enquanto o órgão de trânsito do município deve fiscalizar essa atividade na área urbana. Na cidade de São Paulo, tal atribuição é de competência do Departamento de Operação do Sistema Viário.

Em 12 de fevereiro de 2004, foi publicada a Resolução nº420 da Agência Nacional de Transporte Terrestre, a qual contém instruções complementares ao Decreto nº96.044/88. Em 14 de dezembro de 2016, a Agência Nacional de Transporte Terrestre publicou a Resolução nº5.232, a qual aprova as Instruções Complementares ao Regulamento Terrestre do Transporte de Produtos Químicos (Agência Nacional de Transporte Terrestre, 2016).

Em 17 de maio de 1993, a Prefeitura de São Paulo publicou a Lei nº11.368 que versava sobre o transporte de produtos químicos no município de São Paulo, regulamentada pelo Decreto nº36.957 de 1997. A Lei estabeleceu que o poder público Municipal deveria regulamentar as condições e restrições à circulação, estacionamento, parada, carga e descarga de veículos que transportavam produtos químicos nas vias do município de São Paulo (Secretaria Municipal de Mobilidade e Transportes, 2017). O Decreto nº50.446/2009 definiu

as rotas e horários para o transporte de produtos químicos, tendo sido proibido o trânsito de veículos com esses materiais, de segunda à sexta-feira, exceto feriados, no período das 5 às 10 horas e das 16 às 21 horas no minianel viário e na área do centro expandido (Departamento de Operação do Sistema Viário, 2016).

Gerenciamento de Riscos

Quarantelli (1991) afirma que embora possa haver cidades com baixa probabilidade de ocorrência de acidentes de origem natural (enchentes, furacões), praticamente não há mais cidades com baixa probabilidade de ocorrência de acidentes de origem tecnológica (causados pelo homem), em razão do desenvolvimento tecnológico. Afirma ainda que devem ser estabelecidos sistemas organizados de resposta a emergências, como forma de minimizar impactos à saúde pública em caso de acidentes químicos.

De acordo com Zografos; Vasilaki; Giannouli (2000), o gerenciamento dos riscos envolvidos no transporte de produtos químicos envolve a adoção de ações voltadas para a redução da frequência ou da probabilidade de ocorrência dos acidentes (caráter preventivo) ou na redução das consequências geradas pelo evento acidental (caráter corretivo).

Durante as pesquisas foram identificados diversos estudos que recomendam o uso de metodologias para a definição de melhores rotas de transporte. No entanto, Heinrich (2004) menciona que a malha rodoviária brasileira oferece poucas opções de rotas, dificultando a seleção de uma rota que forneça menor probabilidade de acidente ou de uma rota que acarretará uma menor consequência ao homem ou ao meio ambiente em caso de acidente. Lainha (2011) menciona que a prevenção de acidentes no transporte rodoviário de produtos químicos é de responsabilidade do poder público e da iniciativa privada, por meio de todos os envolvidos na cadeia do transporte, ou seja, expedidor, transportador e destinatário da carga.

Os órgãos públicos, portanto, possuem a atribuição de realizar a gestão da atividade devendo, assim, estabelecer normas e regulamentos para que a atividade se desenvolva dentro de padrões considerados adequados de segurança, bem como devem fiscalizar as empresas de transporte, garantindo dessa forma o cumprimento da legislação.

Já a iniciativa privada, representada pelo setor industrial (principal cliente das empresas de transporte de produtos químicos), bem como por diversas associações de empresas de transporte, tem a responsabilidade de manter o segmento de transporte operando dentro de padrões adequados de segurança, buscando sempre o seu aprimoramento. Cabe ainda à iniciativa privada colaborar com o poder público, auxiliando-o tecnicamente para a melhoria da legislação e do mercado de transporte de produtos químicos.

Em 10 de outubro de 2012, o poder público do Estado de São Paulo estabeleceu um

Protocolo Unificado de Atendimento a Emergências Químicas, tendo sido formalizado o compromisso com a qualidade da resposta a uma emergência química (independente da atividade geradora). Os seguintes órgãos públicos estaduais e federais assinaram o documento: Secretarias do Meio Ambiente, da Saúde, da Casa Militar, da Segurança Pública, de Logística e Transporte, Cetesb, Corpo de Bombeiros, Polícia Ambiental e Polícia Rodoviária Estadual, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis e Marinha do Brasil (Defesa Civil do Estado de São Paulo, 2012).

Um aspecto importante do Protocolo Unificado de Atendimento a Emergências Químicas é que cada instituição forneceu à Defesa Civil Estadual (gestora), suas atribuições e responsabilidades nas ações de resposta às emergências. Para cumprir com as suas responsabilidades, as instituições devem capacitar seus recursos humanos e investir na aquisição de recursos necessários para atuarem conforme consta no protocolo.

As instituições do município de São Paulo, como a Companhia de Engenharia de Tráfego (CET) e a Defesa Civil, não integram o Protocolo Estadual, no entanto, integram a Comissão Municipal para o Transporte de Cargas Perigosas, coordenada pela Defesa Civil do Município de São Paulo, a qual implantou, em 2011, o Plano de Emergência para o Atendimento a Acidentes no Transporte de Produtos Perigosos no âmbito do município de São Paulo, conforme a Portaria 01/COMDEC/SMSU/2011 da Defesa Civil do Município de São Paulo e da Secretaria Municipal de Segurança Urbana (Secretaria Municipal de Segurança Urbana, 2011). No plano estão definidas as atribuições e responsabilidades desses órgãos nas ações de resposta aos acidentes no transporte rodoviário de produtos químicos.

De acordo com o Protocolo Estadual e o Plano de Emergência mencionados, a partir da ocorrência de um acidente no transporte rodoviário de produto químico na cidade de São Paulo, a CET ou o Corpo de Bombeiros deverão ser informados pela população. Uma dessas duas instituições deverá ser a primeira a chegar ao local do acidente e desenvolverá as ações iniciais de identificação do produto, isolamento e sinalização de área. Também será responsável pelos acionamentos das demais instituições como a Cetesb, a Defesa Civil Municipal e os órgãos do setor da saúde como o serviço de resgate médico e as vigilâncias sanitária e epidemiológica. Um posto de comando será estabelecido para coordenação das ações de resposta. Caberá às instituições presentes no posto de comando definirem as ações de resposta. A ocorrência é dada por encerrada após o desenvolvimento das diversas frentes de trabalho e restabelecimento da segurança do local.

Por meio do referencial teórico evidencia-se que a atividade de transporte rodoviário de produtos químicos é fundamental para o desenvolvimento do país, porém imputa riscos à sociedade, principalmente em áreas com elevado adensamento populacional, como ocorre nas áreas urbanas.

Materiais e Métodos

O estudo desenvolvido é de caráter exploratório que, de acordo com Martins e Theóphilo (2009), visa à descoberta e a familiarização com um tema pouco conhecido ou investigado, sendo de grande relevância o processo de coleta de dados e informações, como é o caso. A pesquisa possui caráter qualitativo e a estratégia de pesquisa adotado foi o Estudo de Caso (Yin, 2015).

A pesquisa documental (registros, relatórios, protocolos, planos, normas) permitiu conhecer as estatísticas de acidentes na cidade de São Paulo, bem como identificar dois documentos que foram utilizados como referência neste estudo. São eles: “Protocolo Unificado de Atendimento a Emergências Químicas no Estado de São Paulo” e “Plano de emergência para o atendimento a acidentes no transporte de produtos perigosos na cidade de São Paulo”, ambos já mencionados.

Ainda na fase de coleta de dados, como dados primários, foram realizadas simulações de consequências de acidente envolvendo vazamento de produto químico (cloro) por meio do modelo matemático de cálculo, de modo a conhecer as possíveis distâncias alcançadas pela nuvem tóxica do produto com potencial para causar danos à saúde (intoxicação) ou à vida das pessoas expostas. Os documentos selecionados serviram como referência para a elaboração da matriz de amarração utilizada no desenvolvimento do protocolo de entrevistas.

Em um segundo momento da coleta de dados foram realizadas entrevistas padronizadas (dados primários) a especialistas de diversos órgãos públicos envolvidos no atendimento a emergências no transporte rodoviário de produtos químicos na cidade de São Paulo.

Seleção do caso em estudo

Para responder à questão de pesquisa deste artigo foi necessário conhecer a magnitude das consequências decorrentes da liberação acidental de um gás tóxico durante o transporte rodoviário na cidade de São Paulo. Para tanto, foi realizada uma simulação de um vazamento de um gás tóxico, em modelo matemático, para obtenção das distâncias alcançadas pela nuvem tóxica na atmosfera. Com a dimensão da nuvem tóxica, foi realizada uma estimativa do número de vítimas fatais e intoxicadas pelo produto.

Para realizar a simulação em modelo matemático foi necessário formular uma hipótese acidental. A hipótese acidental estudada é a queda de cilindro durante o transporte rodoviário na cidade de São Paulo, com vazamento de 800kg de produto, portanto trata-se de uma hipótese semelhante ao acidente ocorrido no butilmercaptana na via expressa da Marginal Pinheiros. As simulações foram realizadas mantendo-se todas as características do acidente ocorrido com a butilmercaptana (local do acidente, tipologia acidental como o tipo de avaria ocorrida no cilindro, quantidade de produto vazado, condições meteorológicas), havendo

somente a modificação do produto para cloro (tóxico), já que este foi o questionamento da imprensa.

A substância cloro foi selecionada a partir da consulta à sua Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos, elaborada pela empresa Unipar Carbocloro, fabricante do produto, na qual constam informações do produto relativas aos aspectos de segurança, saúde e meio ambiente, sendo um instrumento de comunicação dos perigos. Nela consta que o cloro é uma substância classificada como de elevada toxicidade ao homem.

Caracterização do caso

A caracterização do caso estudado envolveu diversos aspectos, os quais serão apresentados e justificados a seguir.

Modelo de cálculo

A simulação foi realizada com o *Software Areal Locations of Hazardous Atmospheres* (ALOHA), desenvolvido pela *National Oceanic and Atmospheric Administration* em parceria com a *Environmental Protection Agency* (EPA), ambas dos Estados Unidos. O ALOHA é de domínio público, portanto gratuito e de livre utilização à profissionais e organizações que atuam na resposta às emergências químicas (*Environmental Protection Agency of United States of America*, 2016).

Dados meteorológicos

Os valores utilizados nas simulações foram obtidos da Estação de Pinheiros do sistema “Qualidade do Ar”, operado pela Cetesb, que registra as concentrações de poluentes atmosféricos e dados meteorológicos (*Companhia Ambiental do Estado de São Paulo*, 2017b). Os dados utilizados foram: velocidade do vento de 1 metro por segundo, sentido do vento de oeste para noroeste, temperatura ambiente de 18,8°C e umidade atmosférica de 81%.

Concentração de interesse

Com a finalidade de auxiliar na avaliação de riscos associados à exposição a produtos químicos por parte da população, em 2001 a EPA, com o apoio da Academia Nacional de Ciências Americana, desenvolveu os valores *Acute Exposure Guideline Level* (AEGl, Guia com Níveis para Exposição Aguda) como limites de exposição destinados a auxiliar na preparação e nas ações de resposta às emergências químicas.

Os valores AEGl foram disponibilizados para três níveis de danos às pessoas. O AEGl-1 representa a concentração no ar (expressa em ppm ou mg/m³) de uma substância acima do qual se prevê que, em caso de exposição, a população em geral, incluindo indivíduos

suscetíveis (por exemplo idosos, crianças, enfermos), pode experimentar desconforto notável, irritação ou determinados efeitos assintomáticos. No entanto, os efeitos não são incapacitantes, sendo transitórios e reversíveis após a exposição. Já o AEGL-2 é a concentração no ar de uma substância acima do qual se prevê que, em caso de exposição, a população em geral, incluindo indivíduos suscetíveis, pode experimentar efeitos de longa duração ou irreversíveis à saúde ou prejudicar a habilidade de escapar. O AEGL-3 é a concentração no ar, de uma substância acima do qual se prevê que, em caso de exposição, a população em geral, incluindo indivíduos suscetíveis, pode experimentar efeitos perigosos à saúde ou potencialmente fatais (Environmental Protection Agency of United States of America, 2017).

Considerando que em um acidente rodoviário envolvendo um gás tóxico em área urbana poderão ocorrer danos à vida ou à saúde das pessoas, foram utilizados os 3 valores de AEGL (1, 2 e 3) nas simulações que para o cloro são respectivamente 0,5ppm, 2,8ppm e 50ppm. A notação ppm significa partes por milhão e representa uma concentração de gás na atmosfera, indicando quantas partes estão contaminadas em um milhão de partes de ar.

Adensamento populacional

Para a estimativa do número de pessoas afetadas (moradores, trabalhadores e usuários das vias) em cada nível de concentração AEGL foi necessário estimar a área ocupada pela nuvem tóxica, bem como o número de pessoas que poderão estar presentes no interior dessa nuvem. A estimativa da área ocupada pela nuvem tóxica foi realizada por meio do programa *Google Earth*. Já para a estimativa do número de expostos, foi utilizada como referência a densidade demográfica média da cidade de São Paulo que é de 7.398,26 habitantes por quilômetro quadrado de área (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2017).

Análise documental

Os documentos identificados na fase de coleta de dados (Protocolo de atendimento e Plano de emergência), são de extrema importância, pois envolvem os órgãos públicos do município e do estado de São Paulo que, de fato, atuam na resposta aos acidentes. Os dois documentos apresentam as atribuições e responsabilidades das instituições, bem como definem aspectos de integração, coordenação e gestão da emergência, elementos primordiais para uma adequada ação de resposta. A partir da análise dos documentos e do referencial teórico consultado, foi possível selecionar as instituições que foram entrevistadas após a simulação com modelos matemáticos de cálculo de dispersão de gás tóxico na atmosfera.

Considerando que os acidentes rodoviários com produtos químicos podem gerar danos à saúde e segurança pública, bem como ao meio ambiente, as instituições de interesse

deste estudo foram aquelas que possuem a responsabilidade de zelar por esses aspectos, portanto as seguintes instituições foram selecionadas para a fase de entrevistas: Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo, Defesa Civil do município de São Paulo, Secretaria Estadual da Saúde, Cetesb e CET.

Realização das entrevistas

Nessa etapa foram realizadas entrevistas estruturadas com o objetivo de conhecer a capacidade de resposta das instituições ao evento simulado. Os profissionais entrevistados (sujeitos de pesquisa) são qualificados e envolvidos com a temática deste estudo e, portanto, as informações obtidas representam o atual momento de preparação e de resposta aos acidentes rodoviários com produtos químicos na cidade de São Paulo das suas instituições (*Quadro 1*).

Quadro 1. Perfil profissional dos especialistas entrevistados.

Identificação do entrevistado e Instituição	Formação	Tempo na instituição	Cargo atual	Tempo no cargo atual	Faixa etária
E1 – Corpo de Bombeiros	Químico Industrial	20 anos	Tenente-coronel e Comandante do 4º Grupamento de Bombeiros	1 ano	Entre 45 e 50 anos
E2 – Cetesb	Químico	31 anos	Gerente do Setor de Atendimento a Emergências	11 anos	Entre 50 e 55 anos
E3 – CET	Engenheiro Civil	30 anos	Gerente de Transportes Especiais	1 ano	Entre 60 e 65 anos
E4 – Secretaria Estadual da Saúde	Médica	5 anos	Assessora do Secretário Estadual da Saúde	5 anos	Entre 45 e 50 anos
E5 – Defesa Civil do Município de São Paulo	Geólogo	15 anos	Coordenador de ações preventivas e recuperativas	15 anos	Entre 50 e 55 anos

Nota: As entrevistas duraram entre 30 e 40 minutos e foram gravadas, mediante autorização. CET: Companhia de Engenharia de Tráfego; Cetesb: Companhia Ambiental do Estado de São Paulo.

Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

O processo de elaboração dos questionamentos feitos aos entrevistados baseou-se nas informações obtidas durante a fase de coleta de dados (artigos técnicos, dissertações, teses, simulações), associado ao objetivo deste estudo. As informações disponibilizadas no Protocolo Estadual e no Plano de Emergência foram utilizadas para a elaboração de uma matriz de amarração. Também foi realizado um pré-teste com a finalidade de avaliar e aprimorar os questionamentos da matriz de amarração.

Os questionamentos abordaram vários temas pertinentes à preparação e resposta às emergências químicas, destacando-se aspectos relativos ao conhecimento e uso de modelos matemáticos como ferramenta de gestão de emergências, atribuições da instituição na resposta emergencial, infraestrutura e tempo de resposta, capacidade de avaliar e gerenciar a emergência, existência de protocolos de atuação, integração com outras instituições,

comunicação de risco com a população, principais dificuldades a serem enfrentadas no cenário simulado e estágio atual de preparação da instituição para atuar em grandes emergências químicas na cidade de São Paulo.

A versão final da matriz de amarração contém os seguintes parâmetros: objetivo específico, perguntas para as entrevistas, referencial teórico e instituição a que se aplica a pergunta.

A partir da matriz de amarração, foi criado e utilizado um Protocolo de Entrevistas.

Resultados e Discussão

Resultados das simulações de vazamento de cloro

As simulações tiveram a finalidade de estimar a máxima distância atingida pelo processo de dispersão da nuvem tóxica de cloro na atmosfera para 3 concentrações de interesse. A *Tabela 1* apresenta as distâncias atingidas pela nuvem para cada concentração de interesse, assim como a área ocupada pela nuvem tóxica e o número máximo de pessoas que poderão ser contaminadas considerando o adensamento populacional de 7.398,26 habitantes por quilômetro quadrado (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2017).

Tabela 1. Distâncias atingidas pela nuvem tóxica de cloro para diversas concentrações de interesse associado ao número de pessoas que poderão ser afetadas.

Concentração de Referência para tempo de exposição de 10 minutos (ppm)	Efeito sobre a população	Distância máxima atingida pela nuvem tóxica (m)	Área ocupada pela nuvem tóxica (km ²)	Número máximo de pessoas dentro da área de alcance da nuvem tóxica para a concentração de referência
0,5 (contorno vermelho*)	AEGL – 1: Desconforto notável, irritação. Efeitos não incapacitantes, transitórios e reversíveis após a exposição.	4.500	4,0	29.593
2,8 (contorno verde*)	AEGL – 2: Efeitos de longa duração ou irreversíveis à saúde ou prejudicial à habilidade de escapar.	2.300	1,2	8.878
50,0 (contorno azul*)	AEGL – 3: Efeitos perigosos à saúde ou potencialmente fatais.	448	0,12	888

Nota: * A associação a uma cor objetiva facilitar a visualização da nuvem na Figura 1.

Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

De modo a visualizar as áreas alcançadas pela nuvem de cloro na atmosfera, foi realizada sua plotagem na Marginal Pinheiros, uma vez que esse foi o local do evento ocorrido em 2006. A *Figura 1* apresenta a plotagem da nuvem para as 3 concentrações de referência. Ressalta-se que o processo de dispersão da nuvem respeitou a direção e sentido do vento registrados naquele dia.

O *Quadro 2* apresenta os principais bairros, avenidas e as unidades de saúde que se encontram dentro da área atingida pela nuvem para as 3 concentrações de interesse. Em todos os bairros citados há escolas, estabelecimentos comerciais (lojas, correios, farmácias, bibliotecas, museus, postos de combustíveis, mercados, restaurantes, hotéis, agências bancárias *etc.*) e residências. Não foram relacionadas todas as unidades de saúde, uma vez que a citação teve por finalidade apenas evidenciar a existência desse tipo de estabelecimento na área de risco.

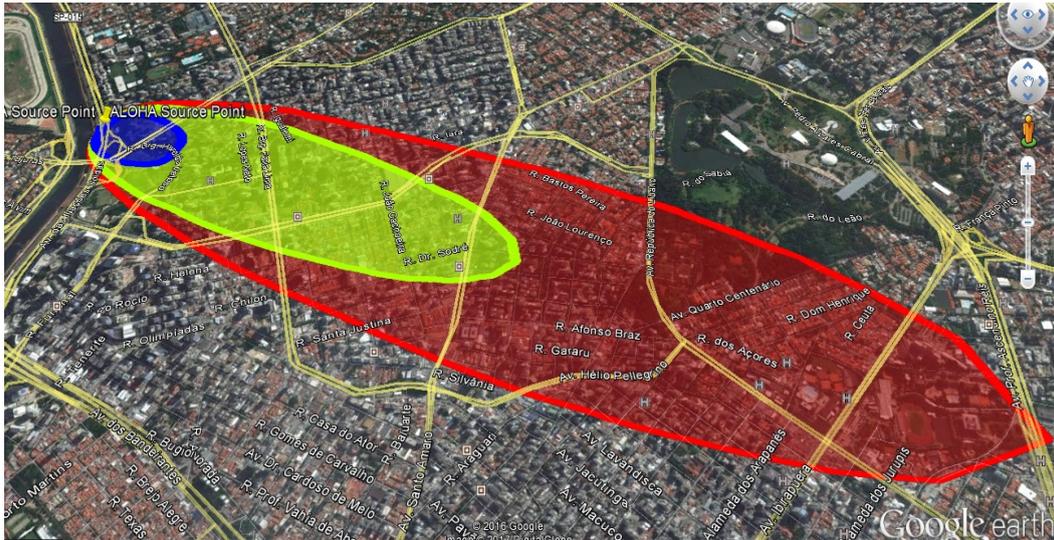


Figura 1. Vista geral da dispersão da nuvem de cloro para as três concentrações de referência.
 Fonte: Elaborada pelos autores (2017).

Quadro 2. Descrição das principais áreas afetadas pela nuvem tóxica.

Contorno	Bairros	Avenidas	Hospitais, Centro de Saúde e Clínicas
Azul (AEGL – 3, efeitos perigosos à saúde ou potencialmente fatais)	Pinheiros; Chácara Itaim	Av. Nações Unidas Av. Cidade Jardim Av. Henrique Chamma	Nenhum
Verde (AEGL – 2, pode causar danos irreversíveis à saúde ou prejudicial à habilidade de escapar)	Chácara Itaim; Itaim Bibi; Vila Nova Conceição	Av. Nações Unidas	CAPS 3 – Centro de Atenção Psicossocial (Av. Henrique Lafer 590 - Moema)
		Av. Henrique Chamma Av. Brig. Faria Lima Av. Pres. Juscelino Kubitschek Av. Santo Amaro	Hospital e Maternidade São Luiz (Rua Dr. Alceu de Campos Rodrigues 143, Vila Nova Conceição)
Vermelho (AEGL – 1, causa irritação, permite a fuga das pessoas)	Itaim Bibi; Vila Nova Conceição; Moema; Jardim Luzitânia	Av. Brig. Faria Lima	Clínica Ortopédica Ibirapuera (R. Afonso Braz, 817 – Vila Nova Conceição)
		Av. Pres. Juscelino Kubitschek Av. Santo Amaro Av. República do Líbano Av. Hélio Pellegrino Av. IV Centenário Av. Ibirapuera Av. Indianópolis Av. Prof. Ascendino Reis	Unico Excimer Laser – Unidade de Cirurgia Ocular (Av. Ibirapuera 1314 – Moema) Vasculab – Cirurgia Vasculuar (Rua Joaquim Floriano, 820 - Itaim Bibi)

Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

Por meio da *Tabela 1*, *Quadro 2* e *Figura 1* observa-se que o vazamento de 800kg de cloro no transporte rodoviário na cidade de São Paulo poderá causar severas consequências à população, de acordo com o *Software ALOHA*.

A maior distância atingida pela nuvem tóxica de cloro foi para a concentração de 0,5 ppm que representa possibilidade de causar irritação ao trato respiratório das pessoas expostas (AEGL-1), alcançando 4.500 metros a partir do ponto de vazamento, ocupando uma área de 4km² e podendo intoxicar 29.593 pessoas. Do ponto de vista da vulnerabilidade, há elevado número de estabelecimentos com ocupação humana que exigirão dos órgãos públicos atenção especial no momento da emergência como escolas, creches, orfanatos, asilos, igrejas e centros de saúde, além de centenas de restaurantes, estabelecimentos comerciais e residenciais, bem como diversas clínicas médicas conforme a *Tabela 3*. Ressalta-se que a concentração de 0,5ppm permite a possibilidade de fuga das pessoas expostas, caso apresentem condições para tal.

A concentração AEGL-2 (2,8ppm), a qual pode causar efeitos irreversíveis à saúde da população assim como prejudicar a fuga, atingiu a distância máxima de 2.300 metros a partir do ponto de vazamento, resultando em uma área impactada de 1,2km² e podendo afetar até 8.878 pessoas. Nessa área também há grande concentração de estabelecimentos comerciais assim como elevada presença humana que necessitará de auxílio para se proteger da nuvem tóxica. Especial atenção deverá ser dada ao Hospital e Maternidade São Luiz, pois poderá ser necessária sua evacuação, inclusive de pacientes internados ou que se encontram em unidades de terapia intensiva, ação essa de elevada complexidade.

Já a concentração AEGL-3 (50ppm), a qual representa efeitos perigosos à saúde e potencialmente fatais ao homem, alcançou a distância máxima de 448 metros, ocupando uma área de 0,12km², podendo afetar 888 pessoas. Essa é a área que será mais fortemente impactada pela nuvem de cloro uma vez que a concentração do produto é a mais elevada. Pessoas presentes em locais abertos na área ocupada pela nuvem tóxica poderão ser severamente afetadas pelo produto.

Consolidação do atual cenário de atendimento a emergências

Nessa etapa é realizada a consolidação do atual cenário de atendimento a emergências no transporte rodoviário de produtos químicos na cidade de São Paulo por meio da triangulação entre as diversas fontes de evidências utilizadas no estudo (pesquisa documental e bibliográfica), simulações com modelo matemático e respostas obtidas nas entrevistas com especialistas dos órgãos envolvidos na resposta emergencial.

A análise dos dados buscou ainda identificar relação direta entre as consequências do cenário acidental estudado em termos de número de fatalidades e intoxicados, com as ações a serem desenvolvidas pelos diversos órgãos públicos nas ações de resposta, respeitadas as

suas atribuições e responsabilidades, conforme definido no Protocolo Estadual e no Plano de Atendimento a Emergência do Município de São Paulo.

A consolidação do atual cenário de atendimento a emergências na cidade de São Paulo foi conduzida por meio da análise das respostas obtidas nas entrevistas.

Análise dos dados

Somente o Corpo de Bombeiros relatou que possui conhecimento e utiliza *softwares* para estimativa da magnitude das consequências que podem ser geradas a partir de um vazamento de 800kg de cloro durante o transporte rodoviário na cidade de São Paulo. As demais instituições afirmaram que conheciam a elevada toxicidade do cloro, no entanto, não “imaginavam” que um eventual vazamento do produto poderia causar intoxicações a elevadas distâncias, conforme os resultados das simulações.

O fato de algumas instituições não terem a percepção das consequências de um vazamento de cloro sobre a saúde da população sugere que poderão não estar preparadas para atuar de forma adequada nesse cenário (Gablehouse, 2005). Teixeira (2010) ressaltou a importância da percepção dos riscos por parte das instituições que atendem às emergências e afirmou que o uso de modelos matemáticos auxilia nesse processo.

Com relação ao tempo necessário para chegar ao local da ocorrência e iniciar as suas ações, o Corpo de Bombeiros, a CET e a Secretaria Estadual da Saúde informaram que chegariam em até 15 minutos caso o vazamento ocorra às 5 horas da manhã (como no caso da butilmercaptana). Para esse mesmo horário, a Defesa Civil estimou seu tempo de resposta em até 1 hora, enquanto que a Cetesb estimou em até 2 horas.

A demora da Cetesb tornaria a resposta emergencial mais complexa exatamente pelo desconhecimento dos locais mais fortemente impactados pela nuvem tóxica de cloro, já que é a única instituição que possui equipamentos para detecção de cloro na atmosfera. O tempo de resposta da Defesa Civil também agravaria a atuação do Corpo de Bombeiros, uma vez que não receberiam apoio para comunicar o risco e orientar a população quanto aos procedimentos de segurança que deveriam ser adotados.

Com relação aos aspectos de preparação das instituições para o atendimento emergencial, Corpo de Bombeiros, Cetesb, CET e Secretaria Estadual da Saúde (SAMU – Serviço de Atendimento Móvel de Urgência e GRAU – Grupo e Resgate e Atenção às Urgências) informaram que possuem protocolos ou procedimentos para atuarem, o que não ocorre com a Defesa Civil do Município de São Paulo. Dispor de procedimentos institucionalizados é uma forma de se preparar para atuar em cenários complexos como o aqui simulado. Ao serem estabelecidos procedimentos, é possível antever as dificuldades e prever as necessidades que um cenário acidental irá requerer. O elemento essencial para um adequado atendimento emergencial é a preparação (Quarantelli, 1991).

No que se refere à disponibilidade de recursos humanos e materiais, com exceção da Secretaria Estadual da Saúde e da Defesa Civil Municipal, todas as demais instituições afirmaram que possuem recursos humanos e materiais em quantidade e qualidade suficientes para o enfrentamento a um vazamento de cloro na cidade de São Paulo. A Secretaria Estadual da Saúde demonstrou preocupação com o elevado número de vítimas que poderiam ser gerados, informando que encontrariam dificuldades no cenário simulado, principalmente no atendimento hospitalar às vítimas intoxicadas, pois os hospitais encontram-se totalmente ocupados. A Defesa Civil Municipal informou que não possui procedimentos e recursos para ação de evacuação, bem como abrigo com recursos para recebimento da população. Informaram que em uma situação real necessitaria de apoio da mídia para orientar a população.

Com relação à comunicação de risco à população, o Corpo de Bombeiros e a CET mencionaram que tal atribuição é da Defesa Civil, enquanto que a Defesa Civil relatou que necessitaria de apoio do Corpo de Bombeiros e da CET para que, juntos, notificassem a mídia. A Secretaria Estadual da Saúde, por sua vez, informaria à mídia por meio de sua assessoria de imprensa, além de utilizar redes sociais do Corpo de Bombeiros para informar a população.

De acordo com o Corpo de Bombeiros, sua maior dificuldade na situação simulada seria avaliar adequadamente o cenário no momento inicial, pois dependeria muito do conhecimento e experiência do bombeiro encarregado de comandar a primeira equipe. Relatou ainda que ações como paralisação do tráfego e evacuação de pessoas seriam especialmente difíceis muito em razão da falta de uma cultura de Defesa Civil da população. Já a Cetesb informou que uma dificuldade seria o seu tempo de resposta fora do horário administrativo (até 2 horas), pois seus técnicos não permanecem na empresa (expediente a partir das 8 horas). Também comentou que dispor de um único monitor de cloro poderia não atender às necessidades da emergência e dos órgãos intervenientes. A CET informou que as principais dificuldades seriam a orientação e o controle do fluxo de pessoas às áreas de risco ou mesmo a “ânsia de nossos técnicos em ajudar as pessoas contaminadas”. Destacou que a comunicação entre as instituições representaria uma grande dificuldade pela falta de uma central única de operações para os órgãos públicos assim como pela falta de um sistema de comunicação via rádio entre as instituições. A Secretaria Estadual da Saúde relatou que a sua maior dificuldade no cenário simulado seria a infraestrutura hospitalar, em razão do elevado número de pessoas intoxicadas que o evento poderia gerar. Relatou ainda que é preocupante a possibilidade de pânico na população, pois não há histórico de eventos de grandes proporções na cidade de São Paulo. A Defesa Civil Municipal informou que o seu tempo de deslocamento, associado à falta de recursos humanos e materiais, além do pânico da população seriam os principais problemas a serem enfrentados.

Já com relação à percepção que os órgãos públicos possuem sobre a sua capacidade

de resposta a um acidente rodoviário com gás tóxico na cidade de São Paulo, Corpo de Bombeiros, Cetesb e CET informaram que estão preparados para esse tipo de evento, porém mencionaram algumas restrições. Corpo de Bombeiros e CET levantaram a possibilidade de que seus profissionais poderiam avaliar o cenário de forma equivocada (Corpo de Bombeiros) ou deixar de cumprir algum procedimento preestabelecido (CET). A Cetesb afirmou que “ninguém está preparado para os piores acidentes”. Secretaria Estadual da Saúde e Defesa Civil informaram que não estão totalmente preparadas, mas que estão aperfeiçoando seus trabalhos. A Defesa Civil afirmou que “como temos poucos acidentes com muitas vítimas, não priorizamos o tema”.

Conclusão

O presente estudo teve por finalidade avaliar como se configura o atual cenário de atendimento a emergências no transporte rodoviário de produtos químicos na cidade de São Paulo na perspectiva dos órgãos públicos envolvidos. Evidenciou-se que a atividade de transporte rodoviário de produtos químicos pode, em caso de acidente, gerar severas consequências à saúde e à segurança pública, ao meio ambiente e aos patrimônios públicos e privados.

Foi constatado durante o desenvolvimento do estudo que cada indivíduo possui uma percepção distinta do risco envolvido na atividade de transporte, e até mesmo especialistas de órgãos que realizam rotineiramente o atendimento emergencial não conhecem a magnitude dos eventos que podem ser gerados quando de um acidente. No entanto, todos reconhecem que há riscos envolvidos na atividade de transporte rodoviário de produtos químicos, o que é bastante positivo.

Os especialistas afirmam que emergências são eventos que não possuem um padrão definido, ou seja, cada cenário tem suas características próprias, em razão de fatores como produto e quantidade envolvida, estado físico do produto, tipo de embalagem, características ambientais e ocupação humana na região do acidente. Dessa forma, é de se supor que os profissionais que desenvolvem tal atividade estão constantemente expostos a eventos críticos de gravidade e intensidade variadas, obrigando-os a testar suas habilidades e limitações, talvez até mesmo sem os recursos mais apropriados. Não é razoável acreditar que no momento da emergência ocorrerão ações individuais de superação ou atos heroicos. Afirmações como “faremos o nosso melhor” ou “na hora se vê” não pertencem às situações de risco, em especial, àquelas envolvendo produtos químicos. O caminho para evitar improvisos e riscos desnecessários é a preparação para a resposta, ou seja, o desenvolvimento de atividades com a finalidade de estabelecer táticas, estratégias e procedimentos técnicos visando capacitar as equipes para atuarem em uma emergência química.

A partir das informações obtidas neste estudo, entende-se que há poucos trabalhos específicos voltados à preparação para a resposta a um evento de elevada magnitude envolvendo

produtos químicos na cidade de São Paulo (exercícios simulados basicamente). Talvez isso aconteça por que as ocorrências de pequeno e médio porte têm sido atendidas frequentemente de forma adequada. Não é um bom argumento. Será necessário apenas um grande evento com consequências sobre a saúde da população para afetar a credibilidade dos órgãos públicos.

O atendimento a uma emergência química envolvendo um gás altamente tóxico como o cloro em área densamente habitada é uma atividade de alta complexidade.

Como responsáveis pelas ações de combate às emergências químicas, as instituições devem proporcionar respostas rápidas e seguras, a partir da melhoria das suas capacidades de resposta, as quais devem ser compatíveis com a magnitude dos eventos que ameaçam a população, conforme apresentado neste estudo.

A dúvida levantada pela mídia após o acidente com butilmercaptana em 2006 (motivadora deste estudo) sobre a capacidade de resposta dos órgãos públicos da cidade de São Paulo caso o acidente envolvesse um gás tóxico se justifica. Caso o evento aqui estudado ocorresse atualmente, seria de se esperar grande dificuldade na resposta emergencial, muitas vítimas intoxicadas e a constatação da necessidade de melhorar os aspectos de preparação e resposta.

Os órgãos públicos sabem que a sociedade espera que atuem com profissionalismo e competência em uma emergência química. Para tanto será necessário que todos os órgãos envolvidos tenham tempo de resposta compatível com a emergência, bem como equipes formadas por profissionais qualificados e com conhecimento dos riscos, possuam recursos e procedimentos de resposta adequados, além de aspectos de organização e integração entre as instituições.

Agradecimentos

Cláudia Terezinha Kniess agradece ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (Processo 311357/2016-4) pelo apoio ao desenvolvimento das pesquisas.

Referências

Agência Nacional de Transporte Terrestre. *Resolução nº 5.232, de 14 de dezembro de 2016*. Aprova as Instruções Complementares ao Regulamento Terrestre do Transporte de Produtos Perigosos, e dá outras providências. Brasília: ANTT. Disponível em: <http://www.antt.gov.br/index.php/content/view/50082.html>. Acesso em: 26 jan. 2017.

Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. *Manual de atendimento a emergências químicas*. São Paulo: Cetesb, 2014.

Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. *SIEQ – Sistema de Informações sobre Emergências Químicas*. São Paulo: Cetesb, 2017a. Disponível em: <http://sistemasinter.cetesb.sp.gov.br/emergencia/relatorio.php>. Acesso em: 26 jan. 2017.

Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. *Sistema de informações da qualidade do ar*. São Paulo: Cetesb, 2017b. Disponível em: <http://qualar.cetesb.sp.gov.br/qualar/home.do>. Acesso em: 13 fev. 2017.

Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. *SIEQ – Sistema de Informações sobre Emergências Químicas*. São Paulo: Cetesb, 2019. Disponível em: <http://sistemasinter.cetesb.sp.gov.br/emergencia/relatorio.php>. Acesso em: 30 jan. 2019.

Defesa Civil do Estado de São Paulo. *Protocolo unificado de atendimento a emergências químicas no estado de São Paulo*. São Paulo: Coordenadoria Estadual de Defesa Civil, 2012. Disponível em:

<http://www.defesacivil.sp.gov.br/>. Acesso em: 26 jan. 2017.

Departamento de Operação do Sistema Viário. *Portaria nº 100/2016-DSV.GAB, de 25 de abril de 2016*. São Paulo: DSV, 2016. Disponível em: <http://www.cetsp.com.br/media/467308/portaria-100-dsv-gab-25-04-2016.pdf>. Acesso em: 7 set. 2016.

Environmental Protection Agency of United States of America. *ALOHA Software*. New York: EPA, 2016. Available from: <https://www.epa.gov/cameo/aloha-software>. Cited: Feb. 14, 2017.

Environmental Protection Agency of United States of America. *Acute exposure guideline levels for airborne chemicals*. New York: EPA, 2017. Available from: <https://www.epa.gov/aegl>. Cited: Feb. 15, 2017.

Federal Emergency Management Agency. *National preparedness*. Washington: FEMA, 2017. Available from: <https://www.fema.gov/emergency-managers/national-preparedness>. Cited: Mar. 30, 2017.

Gablehouse, T. R. The role of local communities in chemical accident prevention and preparedness. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, v.18, n. 4-6, p. 549-552, 2005.

Heinrich, J. S. S. *Aplicação da análise de riscos a atividades do transporte rodoviário de carga geral*. 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Cidade de São Paulo*. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=355030&search=sao-paulo|sao-paulo>. Acesso em: 5 jan. 2017.

Lainha, M. A. J. *Proposta de estrutura para implantação de um sistema de prevenção, preparação e resposta a acidentes ambientais com produtos químicos perigosos, com aplicação no Litoral Norte do Estado de São Paulo*. 2011. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental) – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, São Paulo, 2011.

Martins, G. A.; Theóphilo, C. R. *Metodologia da investigação científica para ciências sociais aplicadas*. 2. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2009.

Quarantelli, E. L. Disaster planning for transportation accidents involving hazardous materials. *Journal of Hazardous Materials*, v. 2, n. 7, p. 49-60, 1991.

Secretaria Municipal de Mobilidade e Transportes. *Transporte de Produtos Perigosos*. São Paulo: Secretaria Municipal de Mobilidade e Transportes, 2017. Disponível em: http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/transportes/autorizacoes_especiais/transporte_de_produtos_perigosos/index.php?p=3597. Acesso em: 4 fev. 2017.

Secretaria Municipal de Segurança Urbana. *Portaria 272/2011 – smsul/gabinete*. São Paulo: Secretaria Municipal de Segurança Urbana, 2011. Disponível em: <https://www.jusbrasil.com.br/diarios/28265482/pg-6-cidade-diario-oficial-do-estado-de-sao-paulo-dosp-de-09-07-2011>. Acesso em: 4 fev. 2017.

Teixeira, M. 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*. 2010. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental) – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, São Paulo, 2010.

Yin, R. K. *Estudo de caso: planejamento e métodos*. 5. ed. São Paulo: Bookman, 2015.

Zografos, K. G.; Vasilakis, G. M.; Giannouli, I. M. Methodological framework for developing Decision Support Systems (DSS) for hazardous materials emergency response operations. *Journal of Hazardous Materials*, v. 71, n. 1-3, p. 503-521, 2000.

Como citar este artigo/How to cite this article

Haddad, E. *et al.* Capacidade de resposta dos Órgãos Públicos aos acidentes ocorridos no transporte rodoviário de produtos químicos na cidade de São Paulo. *Sustentabilidade: diálogos interdisciplinares*, v. 1, e205166, 2020.

Recebido em 3/11/2020, versão final em 10/11/2020 e aprovado em 11/11/2020

