

**UNIVERSIDADE NOVE DE JULHO**  
**PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ADMINISTRAÇÃO**  
**GESTÃO AMBIENTAL E SUSTENTABILIDADE**

**EDSON HADDAD**

**CAPACIDADE DE RESPOSTA DOS ÓRGÃOS PÚBLICOS AOS ACIDENTES**  
**OCORRIDOS NO TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE PRODUTOS PERIGOSOS NA**  
**CIDADE DE SÃO PAULO**

**SÃO PAULO**

**2017**

**EDSON HADDAD**

**CAPACIDADE DE RESPOSTA DOS ÓRGÃOS PÚBLICOS AOS ACIDENTES  
OCORRIDOS NO TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE PRODUTOS PERIGOSOS NA  
CIDADE DE SÃO PAULO**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade Nove de Julho – UNINOVE, como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre** em Gestão Ambiental e Sustentabilidade.

**Orientadora:** Profa. Dra. Cláudia Kniess

**SÃO PAULO**

**2017**

## FICHA CATALOGRÁFICA

Haddad, Edson.

Capacidade de resposta dos órgãos públicos aos acidentes ocorridos no transporte rodoviário de produtos perigosos na cidade de São Paulo. / Edson Haddad. 2017.

160 f.

Dissertação (mestrado) – Universidade Nove de Julho - UNINOVE, São Paulo, 2017.

Orientador (a): Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Claudia Terezinha Kniess.

1. Acidente. 2. Capacidade de resposta. 3. Cloro. 4. Emergência química.

I. Kniess, Claudia Terezinha. II. Título

CDU 658:504.06

**CAPACIDADE DE RESPOSTA DOS ÓRGÃOS PÚBLICOS AOS ACIDENTES  
OCORRIDOS NO TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE PRODUTOS PERIGOSOS NA  
CIDADE DE SÃO PAULO**

**por**

**Edson Haddad**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade Nove de Julho – UNINOVE, como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre** em Gestão Ambiental e Sustentabilidade, apresentada à Banca Examinadora formada por:

---

Profa. Dra. Cláudia Kniess – Universidade Nove de Julho – UNINOVE

---

Profa. Dra. Cláudia Echevengúá Teixeira – Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT

---

Prof. Dr. Mauro Silva Ruiz – Universidade Nove de Julho – UNINOVE

**São Paulo, 12 de setembro de 2017.**

## DEDICATÓRIA

Este objetivo foi alcançado graças ao apoio incondicional da minha esposa Cristiane. Dedico esta conquista aos meus pais Antoine (em memória) e Jamile (em memória), por tudo que me proporcionaram na vida.

Ao meu avô Gabriel (em memória) e ao meu tio Aniss (em memória) que nos momentos difíceis me ajudaram com os estudos universitários.

À minha querida irmã Ederly pelo permanente incentivo, apoio e carinho.  
À minha querida esposa Cristiane por tanta dedicação para com a minha saúde, por não me deixar desistir em momento algum e pela paciência e compreensão pela minha ausência em determinados momentos devido a este trabalho.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, a Deus pelo dom gratuito da vida e por me permitir alcançar este objetivo.

Aos colegas de classe pelos inesquecíveis e alegres momentos juntos.

À minha primeira orientadora Profa. Dra. Cláudia Echevengúá Teixeira pelos ensinamentos e orientações.

À minha segunda orientadora Profa. Dra. Cláudia Kniess, profissional de extrema competência, pela paciência e pelos preciosos momentos de aprendizagem em nossas reuniões de orientação e avaliação deste trabalho. Seu permanente incentivo e compreensão foram essenciais para atingir este objetivo.

Ao Prof. Dr. Mauro Silva Ruiz, membro da banca, pelos sábios conselhos.

Ao amigo Agnaldo Ribeiro Vasconcellos por me avisar sobre o curso de mestrado na Uninove.

Aos profissionais entrevistados nesta dissertação, sem os quais este trabalho não existiria.

À CETESB, pelo profissional que sou e pela oportunidade que me proporciona há 34 anos em aprofundar meus conhecimentos.

Ao amigo Jorge Luiz Nobre Gouveia pelo incentivo, apoio e compreensão pela minha ausência no trabalho em alguns momentos.

Ao amigo Anderson Pioli pelo apoio na produção de gráficos e figuras deste trabalho.

Ao amigo Mauro de Souza Teixeira por dispor de seu tempo e me oferecer valiosas contribuições técnicas com o seu conhecimento.

Ao amigo Sandro Roberto Tomaz pelo apoio na realização das simulações em modelo matemático e produção de figuras deste trabalho.

Ao amigo Giuseppe Giulio Michelino pelo apoio na revisão de texto.

Aos amigos e amigas que direta ou indiretamente me incentivaram a concluir este trabalho.

À minha querida irmã Ederly pelo incentivo no desenvolvimento do trabalho e por cuidar de mim nos momentos difíceis.

À minha querida esposa Cristiane Rezende, cujo amor, dedicação, incentivo e cuidados com a minha saúde me permitiram concluir este trabalho. A você, meu amor.

“Mais vale estarmos preparados para algo que dificilmente ocorrerá do que ocorrer algo para o qual não estamos preparados”

Autor desconhecido

## RESUMO

São Paulo é a cidade mais industrializada da América Latina e com intensa movimentação de produtos químicos, em sua grande maioria pelo modal rodoviário. Assim, é de se esperar a ocorrência de acidentes, o que é preocupante devido aos perigos intrínsecos aos produtos químicos (toxicidade, inflamabilidade, corrosividade) e ao elevado adensamento populacional urbano. Fatalidades ou severos danos à saúde da população bem como impactos ambientais podem ocorrer em função dos acidentes. Além desses aspectos, a capacidade de resposta dos órgãos públicos interfere significativamente na magnitude dos impactos gerados pelos acidentes químicos na cidade. Adequadas ações de resposta por parte dos órgãos públicos resultarão na minimização das consequências dos eventos acidentais sobre a saúde da população e ao meio ambiente. Este estudo tem por finalidade avaliar como se configura o atual cenário de atendimento a emergências no transporte rodoviário de produtos perigosos 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 cálculo, de um acidente rodoviário com cilindro de 900 kg de cloro líquido. As distâncias atingidas pelas nuvens tóxicas de cloro foram plotadas em uma importante via da cidade de São Paulo e estimados o número de vítimas fatais e intoxicadas que o evento poderia gerar na população. Os resultados foram apresentados a especialistas de cinco órgãos públicos que participam rotineiramente da resposta a esse tipo de evento na cidade de São Paulo para avaliar a capacidade de resposta da sua instituição frente ao cenário simulado. Com base nas simulações, nas entrevistas com os especialistas e na documentação levantada na etapa de coleta de dados foi realizada análise para consolidar a atual capacidade de resposta da cidade de São Paulo. Como resultado foram identificadas diversas fragilidades dos órgãos públicos como elevado tempo de resposta, carência de procedimentos, recursos materiais e infraestrutura hospitalar, dentre outros, concluindo-se dessa forma que os órgãos públicos não estão preparados para o atendimento a acidentes com severas consequências sobre a população ocorridos no transporte rodoviário de produtos perigosos na cidade de São Paulo.

Palavras-chave: Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos, Acidente, Capacidade de Resposta, Emergência Química, Cloro.

## **ABSTRACT**

São Paulo is the most industrialized city in Latin America with intense handling of chemical cargos, mostly by road. Thus, accidents during hazardous materials road transportation in the city of São Paulo can be expected, which is of great concern due to inherent chemicals dangers as toxicity, flammability and corrosivity and due to high urban population density. Fatalities or severe damages to people's health as well as environmental impacts may result from chemical accidents. On the other hand, public agencies response capability can significantly interfere on the magnitude of impacts caused by chemical accidents in the city. Adequate response actions by public agencies might minimize accidental events consequences on people's health and on the environment. This study purpose is to evaluate the current effective public agencies response capability to accidents that might to come about during hazardous materials road transportation in the city of São Paulo. To do so, a case study was carried out, which encompassed consequences simulation through mathematical models of a road accident involving a cylinder of 900 kg of liquid chlorine. Results, in terms of distances reached by toxic chlorine clouds, were plotted on an important road in the city of São Paulo, and were estimated the number of fatalities and intoxications that the event could cause on the people. The results were brought forward to five public agencies experts who usually take part on emergency response actions on a routine daily basis in the city of São Paulo, so that they can evaluate their response capability to the simulated scenario. Based on the simulations, on expert interviews and on documentation raised during the data collection stage, an analysis was carried out in order to consolidate the current response capability of public agencies to respond to road accidents involving hazardous materials in the city of São Paulo. As a result, several weaknesses of public agencies were identified, such as a high response time, lack of procedures, materials resources and hospital infrastructure, among others, and so it was concluded that public agencies are not prepared to deal with accidents with severe consequences on the people's health during hazardous materials road transportation in the city of São Paulo.

Keywords: Hazardous Materials Road Transportation Accident, Response Capability, Chemical Emergency, Chlorine.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Distribuição anual das emergências químicas atendidas pela CETESB entre 1978 e 2016.	21
Figura 2 -	Atividades geradoras de emergências químicas informadas ao MMA para o período compreendido entre 2006 e 2010.	35
Figura 3 -	Distribuição espacial dos 621 registros de acidentes rodoviários atendidos pela CETESB no Estado de São Paulo para o período de 2014 a 2016.	37
Figura 4 -	Representação esquemática do gerenciamento de riscos.	50
Figura 5 -	Etapas do atendimento emergencial para ocorrências no transporte rodoviário de produtos perigosos na cidade de São Paulo.	68
Figura 6 -	Fluxograma com as etapas da pesquisa.	79
Figura 7 -	Vista geral da dispersão da nuvem de cloro para as três concentrações de referência.	101
Figura 8 -	Detalhes da área com possibilidade de efeitos perigosos à saúde ou potencialmente fatais às pessoas expostas (contorno azul, distância alcançada de 448 metros, representando a concentração AEGL - 3).	102
Figura 9 -	Detalhes da área com possibilidade de intoxicação das pessoas expostas e prejudicial à habilidade de escapar (contorno verde, distância alcançada de 2.300 metros, representando a concentração AEGL - 2).	103
Figura 10 -	Detalhes da área com possibilidade de irritação das pessoas expostas (permite a fuga) (contorno vermelho, distância alcançada de 4.500 metros, representando a concentração AEGL - 1).	104

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 -	Matriz de amarração desenvolvida para todas as instituições.	94
Quadro 2 -	Resumo das respostas obtidas nas entrevistas.	108

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Utilização de modais de transporte no Brasil e no Estado de São Paulo.	31
Tabela 2 -	Distribuição, por região, dos acidentes rodoviários com produtos perigosos atendidos pela CETESB no Estado de São Paulo para o período de 2006 a 2016.	35
Tabela 3 -	Distribuição das vias onde ocorreram acidentes rodoviários com produtos perigosos na cidade de São Paulo para o período de 2006 a 2016.	38
Tabela 4 –	Dados meteorológicos do dia 23 de junho de 2006 da Estação Meteorológica da CETESB localizada em Pinheiros.	87
Tabela 5 -	Perfil profissional dos especialistas entrevistados.	92
Tabela 6 -	Distâncias atingidas pela nuvem de cloro para diversas concentrações de interesse associado ao número de pessoas que poderão ser afetadas.	99
Tabela 7 -	Descrição das principais áreas afetadas pela nuvem tóxica.	105

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABCR	Associação Brasileira de Concessionárias de Rodovias
ABICLOR	Associação Brasileira da Indústria de Álcalis, Cloro e Derivados
ABIQUIM	Associação Brasileira da Indústria Química
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABPCEA	Associação Brasileira de Prevenção e Controle de Emergências Ambientais
ABRAMET	Associação Brasileira de Medicina de Tráfego
ABTLP	Associação Brasileira de Transporte e Logística de Produtos Perigosos
AEGL	<i>Acute Exposure Guideline Level</i>
ALOHA	<i>Areal Locations of Hazardous Atmospheres</i>
ANTT	Agência Nacional de Transportes Terrestres
APELL	<i>Awareness and Preparedness for Emergencies at Local Level</i>
ARTESP	Agência Reguladora dos Serviços Públicos Delegados de Transporte do Estado de São Paulo
ASSOCIQUIM	Associação Brasileira dos Distribuidores de Produtos Químicos e Petroquímicos
CAMEO	<i>Computer-Aided Management of Emergency Operations</i>
CAS	Chemical Abstract Service
CB-16	Comitê Brasileiro de Transportes e Tráfego
CCB	Comando do Corpo de Bombeiros
CCD	Coordenadoria de Controle de Doenças
CDA	Coordenadoria de Defesa Agropecuária do Estado de São Paulo
CEATOX	Centro de Assistência Toxicológica
CEP2R2	Comissão Estadual de Prevenção, Preparação e Resposta Rápida a Emergências Ambientais com Produtos Perigosos
CEP2R2/SP	Comissão Estadual de Prevenção, Preparação e Resposta Rápida a Emergências Ambientais com Produtos Perigosos
CEPDEC	Coordenadoria Estadual de Proteção e Defesa Civil
CET	Companhia de Engenharia de Tráfego

CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CMTCP	Comissão Municipal para o Transporte de Cargas Perigosas
CNT	Confederação Nacional dos Transportes
COMDEC	Coordenadoria Municipal de Defesa Civil
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
COVISA	Coordenação de Vigilância em Saúde da Secretaria Municipal de Saúde de São Paulo
CPAmb	Comando do Policiamento Ambiental
CPRv	Comando de Policiamento Rodoviário
CRQ - IV	Conselho Regional de Química IV Região
DER	Departamento de Estradas de Rodagem
DL <sub>50</sub>	Dose Letal 50
DOE	Diário Oficial do Estado
DOT	Department of Transportation
DSV	Departamento de Operação do Sistema Viário
EAR	Estudo de Análise de Risco
EIA	Estudo de Impacto Ambiental
EPA	Environmental Protection Agency
EPUSP	Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
ETA	Estação de Tratamento de Água
FEMA	Federal Emergency Management Agency
FIESP	Federação das Indústrias do Estado de São Paulo
FISPQ	Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos
GHS	<i>Globally Harmonized System of Classification and Labeling of Chemicals</i>
GLP	Gás Liquefeito de Petróleo
GRAU	Grupo de Resgate e Atendimento a Urgências
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICCA	International Congress and Convention Association
ICF	Instituto Cuidando do Futuro
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade

	Industrial
IPEM	Instituto de Pesos e Medidas do Estado de São Paulo
LETPP	Licença Especial de Transporte de Produtos Perigosos
MMA	Ministério do Meio Ambiente
NAS	National Academy of Science
NBR	Norma Brasileira
NFPA	National Fire Protection Association
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration
ONU	Organização das Nações Unidas
P2R2	Plano de Prevenção, Preparação e Resposta Rápida a Emergências Ambientais com Produtos Químicos Perigosos
PAE	Plano de Ação de Emergência
PAM	Plano de Auxílio Mútuo
PEA	Plano de Emergência para o Atendimento a Acidentes no Transporte de Produtos Perigosos
PETROBRAS	Petróleo Brasileiro S.A.
PGR	Programa de Gerenciamento de Risco
PGR Rodovias	Programa de Gerenciamento de Riscos de Rodovias para o Transporte de Produtos Perigosos
PMESP	Polícia Militar do Estado de São Paulo
PROCARPE	Programa de Cargas Perigosas
PRODIR	Processo de Distribuição Responsável
PVC	Policloreto de vinila
QUALAR	Qualidade do Ar
RIMA	Relatório de Impacto Ambiental
SABESP	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
SAICM	<i>Strategic Approach to International Chemicals Management</i>
SAMU	Serviço de Atendimento Móvel de Urgência
SASSMAQ	Sistema de Avaliação de Segurança, Saúde, Meio Ambiente e Qualidade
SES	Secretaria Estadual da Saúde
SEST/SENAT	Serviço Social do Transporte - Serviço Nacional de Aprendizagem do Transporte

SICOE	Sistema de Comando de Operações e Emergências
SIEQ	Sistema de Informações sobre Emergências Químicas
SINPDEC	Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil
SLT	Secretaria de Logística e Transporte
SVMA	Secretaria Municipal do Verde e Meio Ambiente
TransAPELL	Alerta e Preparação de Comunidades para Emergências Locais no Transporte de Produtos Perigosos
TRANSPETRO	Petrobras Transporte S.A.
UNEP	United Nations Environment Programme
WHO	World Health Organization

## **Sumário**

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>19</b>
<b>1.1 Problemática de pesquisa.....</b>	<b>23</b>
<b>1.2 Objetivos.....</b>	<b>28</b>
<b>1.2.1 Objetivo geral.....</b>	<b>28</b>
<b>1.2.2 Objetivos específicos.....</b>	<b>28</b>
<b>1.3 Justificativa da pesquisa .....</b>	<b>29</b>
<b>1.4 Estrutura do trabalho .....</b>	<b>30</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>31</b>
<b>2.1 Referencial teórico.....</b>	<b>31</b>
<b>2.1.1 Transporte rodoviário de produtos perigosos .....</b>	<b>31</b>
<b>2.1.2 Gerenciamento de riscos .....</b>	<b>42</b>
<b>2.1.2.1 Conceitos importantes.....</b>	<b>48</b>
<b>2.1.2.2 Ações preventivas .....</b>	<b>51</b>
<b>2.1.2.3 Ações corretivas – papel do poder público no atendimento a acidentes ..</b>	<b>61</b>
<b>2.2 Legislação e normas sobre transporte rodoviário de produtos perigosos.....</b>	<b>69</b>
<b>3 METODOLOGIA .....</b>	<b>77</b>
<b>3.1 Abordagem metodológica .....</b>	<b>77</b>
<b>3.2 Estratégia de pesquisa .....</b>	<b>78</b>
<b>3.3 Trajetória metodológica.....</b>	<b>79</b>
<b>3.3.1 Seleção do caso em estudo.....</b>	<b>79</b>
<b>3.3.2 Caracterização do caso.....</b>	<b>80</b>
<b>3.3.3 Coleta de dados .....</b>	<b>83</b>
<b>3.3.4 Análise documental .....</b>	<b>85</b>
<b>3.3.5 Simulação do caso.....</b>	<b>86</b>
<b>3.3.5.1 Modelo de cálculo .....</b>	<b>86</b>

<b>3.3.5.2 Dados meteorológicos.....</b>	<b>87</b>
<b>3.3.5.3 Concentração de interesse .....</b>	<b>88</b>
<b>3.3.5.4 Adensamento populacional.....</b>	<b>90</b>
<b>3.3.6 Realização das entrevistas .....</b>	<b>91</b>
<b>3.3.7 Análise dos resultados .....</b>	<b>97</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>98</b>
<b>4.1 Resultados das simulações de vazamento de cloro .....</b>	<b>98</b>
<b>4.2 Respostas das instituições frente ao cenário simulado.....</b>	<b>107</b>
<b>4.3 Consolidação do atual cenário de atendimento a emergências .....</b>	<b>115</b>
<b>4.3.1 Análise por questão da entrevista .....</b>	<b>115</b>
<b>4.3.2 Análise das respostas por instituição .....</b>	<b>124</b>
<b>4.4 Recomendações para melhoria do sistema de resposta.....</b>	<b>133</b>
<b>5 CONCLUSÃO .....</b>	<b>137</b>
<b>5.1 Contribuições para a prática .....</b>	<b>141</b>
<b>5.2 Sugestões para trabalhos futuros .....</b>	<b>141</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>142</b>
<b>APÊNDICE A – PROTOCOLO DE ENTREVISTAS .....</b>	<b>149</b>
<b>ANEXO A – RESULTADOS OBTIDOS NA SIMULAÇÃO COM O SOFTWARE ALOHA .....</b>	<b>160</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Os avanços tecnológicos associados à industrialização trazem conforto à sociedade moderna. Somente por meio da utilização de produtos químicos, e a partir de suas reações, o homem consegue produzir medicamentos, alimentos, roupas, carros, casas, produtos de higiene, bem como purificar a água e produzir energia, itens essenciais à sua sobrevivência. Não há área ou setor que não utilize em seus processos ou produtos algum insumo de origem química. Para atender às necessidades da sociedade, é necessária uma grande variedade de produtos químicos (Associação Brasileira da Indústria Química [ABIQUIM], 2017).

O Chemical Abstract Service - CAS, serviço de registro de produtos químicos gerenciado pela Sociedade Americana de Químicos, indicava, em 5 de julho de 2017, o cadastro de 130 milhões de substâncias orgânicas e inorgânicas em seus registros (CAS, 2017).

Não foram encontradas nas fontes pesquisadas (Ministério do Meio Ambiente, Associação Brasileira da Indústria Química, Conselho Regional de Química) informações sobre o número de produtos químicos movimentados ou manipulados no Brasil.

De acordo com a Associação Brasileira da Indústria Química - ABIQUIM, a indústria química brasileira teve, em 2015, um faturamento líquido estimado de US\$ 112,4 bilhões e representava, em 2014, a sexta posição mundial em faturamento líquido, atrás somente de China, Estados Unidos, Japão, Alemanha e Coreia do Sul (ABIQUIM, 2017a). Ainda de acordo com a ABIQUIM, o Brasil registrou, em 2012, mais de 700 indústrias químicas (ABIQUIM, 2017b).

O estado de São Paulo possuía 133.182 indústrias, em 2015, representando 26% do total de empresas que atuavam no setor industrial do Brasil (Portal da Indústria, 2017).

A Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB registrou, em maio de 2017, no seu cadastro de fontes poluidoras, 82.074 indústrias licenciadas, sendo 4.241 indústrias químicas, 9.505 postos e sistemas retalhistas de combustíveis e quatro refinarias de petróleo (dados obtidos em contato telefônico com a CETESB).

Segundo a Petrobras Transporte S.A. - Transpetro, subsidiária da Petrobras e responsável pelo armazenamento e distribuição de petróleo e seus derivados, biocombustíveis e gás natural em todo o país, o Brasil possui 7.500 km de oleodutos e

7.107 km de gasodutos (Transpetro, 2017). Não há informações sobre a extensão de dutos e gasodutos operados pela Transpetro no estado de São Paulo.

O estado de São Paulo possui 250.000 km de rodovias sendo 35.000 km de rodovias pavimentadas (Secretaria de Logística e Transportes do Estado de São Paulo, 2015), dois importantes portos marítimos (Santos, o maior da América Latina, e São Sebastião, no litoral norte do estado) e mais de 44 milhões de habitantes (Portal da Indústria, 2017), sendo mais de 11 milhões apenas na capital (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [IBGE], 2017).

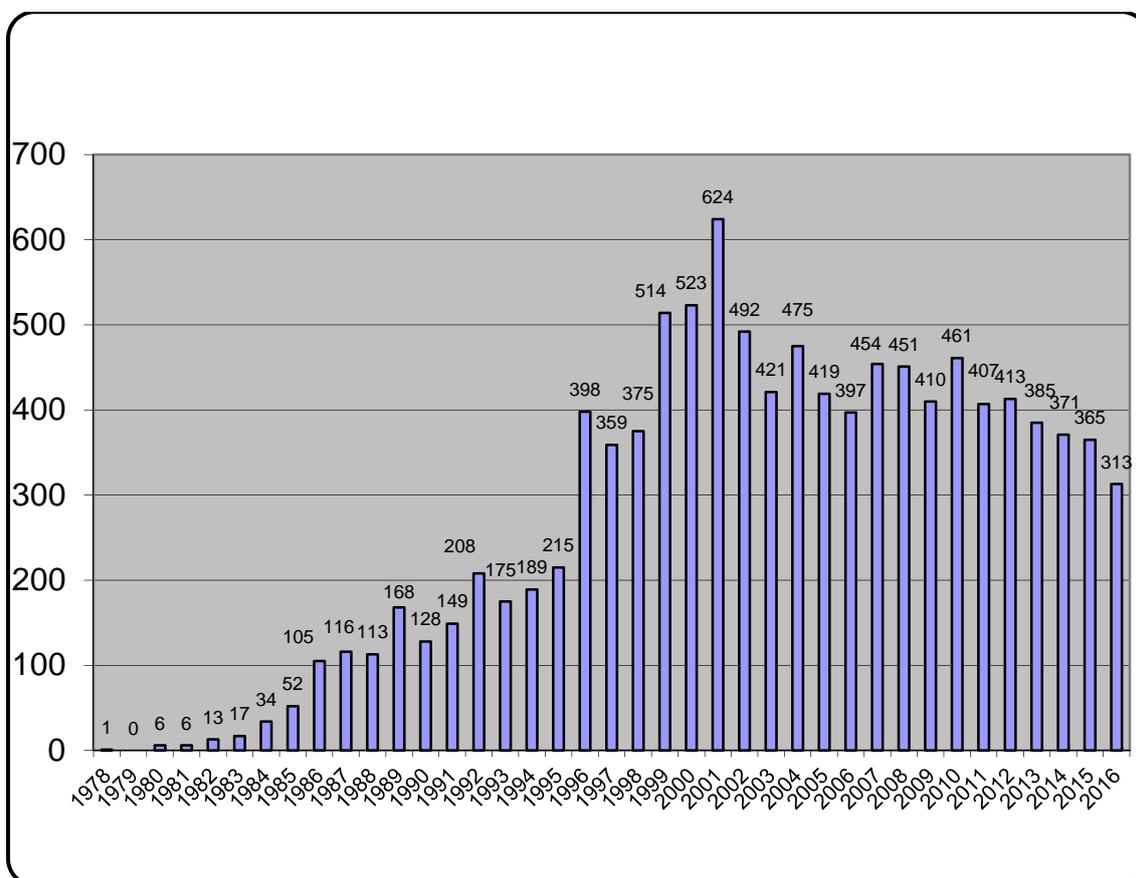
Os números retratados anteriormente evidenciam a elevada industrialização do estado de São Paulo, o que requer uma intensa movimentação e armazenamento de produtos químicos. Não há dados confiáveis sobre a movimentação de produtos químicos pelo modal rodoviário no Brasil ou no estado de São Paulo. No seminário “Procarpe – Programa de Cargas Perigosas”, realizado em 2010, a Companhia de Engenharia de Tráfego - CET da cidade de São Paulo informou que a movimentação de produtos químicos classificados como perigosos na cidade de São Paulo, em 2004, era cerca de 11.000 caminhões por dia.

Como consequência da movimentação de produtos químicos no estado de São Paulo, ocorrem emergências em todas as atividades que manipulam esses materiais, destacando-se transporte rodoviário, transporte por dutos, transporte ferroviário, indústrias, sistemas armazenadores de produtos químicos e outros (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo [CETESB], 2017).

Neste trabalho, 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 (CETESB, 2014).

Diversas instituições participam das ações de resposta a uma emergência química, mais frequentemente o Corpo de Bombeiros, a CETESB, a Polícia Rodoviária ou órgão de trânsito do município, órgãos do setor saúde que desenvolvem o atendimento pré-hospitalar como o Grupo de Resgate e Atendimento a Urgências - GRAU e o Serviço de Atendimento Móvel de Urgência - SAMU, atendimento hospitalar (hospitais, centros de assistência toxicológica) e as vigilâncias sanitária, epidemiológica e ambiental, além da Defesa Civil Municipal.

Dos órgãos mencionados, apenas a 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 - SIEQ (CETESB, 2017). A Figura 1 apresenta o número de atendimentos realizados pela CETESB de 1978 a 2016 (CETESB, 2017).



**Figura 1.** Distribuição anual das emergências químicas atendidas pela CETESB entre 1978 e 2016

Fonte: (CETESB, 2017), figura elaborada pelo autor

Observa-se que o número de atendimentos emergenciais realizados pela CETESB é bastante significativo e possui uma média anual de 403 ocorrências nos últimos dez anos. Ressalta-se que as informações apresentadas se referem aos eventos em que houve a participação da CETESB, portanto pode não representar o total de emergências químicas ocorridas no estado.

De acordo com o “Relatório de Emergências Químicas Atendidas pela CETESB em 2010”, o reduzido número de atendimentos realizados no período de 1978 a 1983 decorre do fato de que a empresa, naquele período, atendia apenas a emergências relacionadas a vazamento de petróleo e derivados, passando a atender a emergências

com os demais produtos químicos a partir de 1983, quando então o número de atendimentos aumentou (CETESB, 2017a).

Ainda segundo o relatório, o incremento observado no número de atendimentos, a partir de 1996, deve-se a atuação da instituição no episódio envolvendo explosão de gás no Osasco Plaza Shopping, município de Osasco, ocorrido em junho de 1996. Desde aquele atendimento emergencial, a CETESB passou a ser demandada pelos órgãos públicos e pela população para atuar em emergências químicas com maior frequência (CETESB, 2017a).

O relatório esclarece ainda que o aumento no número de atendimentos, a partir de 1999, deve-se, provavelmente, à publicação da Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, que dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências, conhecida por Lei de Crimes Ambientais. A Lei menciona em seu artigo 56 que é crime “produzir, processar, importar, exportar, comercializar, transportar e armazenar produto ou substância tóxica, perigosa ou nociva à saúde humana ou ao meio ambiente, em desacordo com as exigências estabelecidas em leis ou nos seus regulamentos” (Brasil, 1998). Dessa forma, as empresas que geraram emergências químicas no estado de São Paulo, independentemente da atividade, passaram a notificar a CETESB no momento da ocorrência, ocasionando o aumento do número de registros (CETESB, 2017a).

Com relação ao pico de 624 atendimentos realizados pela CETESB, em 2001, não há, aparentemente, nenhum fato que possa explicar o elevado número de ocorrências naquele ano (CETESB, 2017a).

Ainda de acordo com o SIEQ, a atividade de transporte rodoviário de produtos perigosos é responsável por mais de 45% dos atendimentos emergenciais ocorridos no estado de São Paulo, com a participação da CETESB, sendo a maioria deles gerados em rodovias. Em seguida, as atividades que mais geraram emergências químicas, foram os postos e sistemas retalhistas de combustíveis e as indústrias (CETESB, 2017).

Emergências químicas são eventos preocupantes, pois os produtos químicos envolvidos representam riscos à segurança e à saúde da população e ao meio ambiente, devido à vulnerabilidade e sensibilidade ambiental das áreas impactadas. Sérios impactos ambientais podem ocorrer em razão de contaminação do solo e dos recursos hídricos, os quais muitas vezes são utilizados para o abastecimento público. Uma única emergência pode gerar severos impactos aos compartimentos ar, água e solo, bem como à flora e à fauna (Oggero, Darbra, Muñoz, Planas & Casal, 2006).

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 - FEMA, agência federal de gerenciamento de emergências dos Estados Unidos da América, 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 (FEMA, 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.

Nesse sentido, este projeto de dissertação busca identificar 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.

### **1.1 Problemática de pesquisa**

De acordo com relatório publicado pela World Health Organization - WHO, cerca de 1,25 milhão de pessoas morreram no mundo, em 2013, por causa de acidentes de trânsito. Os países de baixa ou média renda possuem 54% dos veículos do mundo, no entanto são responsáveis por 90% das mortes no trânsito (World Health Organization [WHO], 2015).

De acordo com os dados do Ministério da Saúde, no Brasil, os acidentes de trânsito foram responsáveis por 43.075 fatalidades e 200.000 internações hospitalares,

em 2014, representando o segundo maior problema de saúde pública no país, perdendo apenas para a desnutrição (Por Vias Seguras, 2015).

Segundo Alves, Gontijo e Raia (2008) foi nos anos de 1970 que os acidentes de trânsito se intensificaram no Brasil, devido ao crescimento no uso de automóveis nas áreas urbanas. Também foi nesse período que o país intensificou suas atividades econômicas e industriais.

Horton, Berkowitz, Haugh, Orr e Kay (2003) analisaram as consequências à saúde pública de acidentes ocorridos no transporte rodoviário de produtos perigosos em 16 estados americanos no período de 1993 a 2000. Os dados foram obtidos nos departamentos estaduais de saúde. Dos 9.392 acidentes analisados, 9,1% resultou em 2008 vítimas, sendo 118 fatais. As vítimas eram trabalhadores e pessoas do público em geral. O dano mais comum observado foi a irritação respiratória devido a exposição ao produto. Em 5,5% dos acidentes foi necessário realizar a remoção de comunidades próximas, totalizando 63.686 pessoas evacuadas.

Nardocci e Leal (2006) realizaram análise dos registros de acidentes no transporte rodoviário de produtos perigosos no estado de São Paulo, para o período de 1996 a 2003. As informações sobre os acidentes foram obtidas do sítio da CETESB, que disponibiliza seus registros de acidentes na internet, e com o Comando do Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo e o Comando da Polícia Militar Rodoviária do Estado de São Paulo, uma vez que estas duas últimas instituições não disponibilizam seus registros de acidentes nos respectivos sítios.

O estudo comparou o número de registros disponíveis nas três instituições mencionadas, bem como levantou o número de óbitos e de feridos, porém somente nos registros do Corpo de Bombeiros e da Polícia Rodoviária já que a CETESB não possuía dados sobre o número de vítimas nos acidentes. Segundo os autores, o número de ocorrências registradas pela CETESB e pelo Corpo de Bombeiros foi semelhante, em torno de 200 acidentes por ano. Já a Polícia Rodoviária possuía o registro de mais de 400 ocorrências anuais no estado para o mesmo período. Tal diferença foi em razão da adoção de critérios distintos para o registro de acidentes entre as instituições. Para a Polícia Rodoviária, um caminhão contendo produto perigoso parado no acostamento com alguma avaria mecânica era considerada uma ocorrência e merecia o registro, enquanto que esse tipo de evento não resulta em acionamento do Corpo de Bombeiros ou da CETESB e, portanto, não é contabilizado.

Com relação a vítimas, o número de vítimas fatais e feridos disponíveis nos registros das instituições eram muito diferentes, já que o Corpo de Bombeiros registrava apenas as vítimas geradas pela exposição ao produto perigoso enquanto a Polícia Rodoviária registrava também aquelas decorrentes dos acidentes de trânsito.

Além das instituições mencionadas, os órgãos da saúde poderiam dispor de dados de vítimas decorrentes de acidentes no transporte rodoviário de produtos perigosos. No entanto, esse tipo de informação não está disponível na Secretaria Estadual da Saúde de São Paulo. Freitas, Porte e Gomez (1995) já haviam identificado tal problema ao relatar a dificuldade e a carência de metodologia do setor saúde para levantamento de dados sobre vítimas decorrentes de emergências químicas. Reforçaram ainda a necessidade de formulação de estratégias para o monitoramento da atividade de transporte de produtos perigosos por parte do setor saúde.

Apesar de falta de registros e estatísticas específicas sobre o número de vítimas, historicamente há um grande número de acidentes rodoviários com produtos perigosos no estado de São Paulo que geraram graves consequências à vida, à saúde pública, ao meio ambiente e ao patrimônio público e privado.

Em 8 de setembro de 1998, no km 179 da Rodovia Anhanguera (SP-330), próximo ao município de Araras, dois ônibus colidiram com dois caminhões transportando combustíveis, acarretando na fatalidade de 53 pessoas. Em 10 de junho de 2006, no km 411 da Rodovia BR 116, município de Juquiá, ocorreu tombamento de carreta transportando 20 toneladas de amônia anidra, resultando na fatalidade de uma pessoa e intoxicação de 63 moradores próximos à rodovia.

Do ponto de vista socioambiental, um acidente relevante ocorreu em 24 de setembro de 2005, no km 44 + 600 m da Rodovia Anchieta, município de Cubatão, decorrente de tombamento de um caminhão-tanque com vazamento de 25 toneladas de destilados de alcatrão de hulha, o que causou a contaminação de dezenas de caixas-d'água de residências localizadas nos bairros-cota da Serra do Mar, além da contaminação do rio Cubatão. Houve necessidade de paralisação da captação de água por vários dias. Além disso, a rodovia permaneceu interditada por uma semana no sentido sul, causando severos transtornos à população e prejuízo financeiro à empresa administradora da rodovia (CETESB, 2017).

De acordo com a base de dados SIEQ da CETESB, de 1º de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2016, período de 11 anos, a CETESB atuou em 203 acidentes no transporte rodoviário de produtos perigosos na cidade de São Paulo (CETESB, 2017).

Ao se associar o número de acidentes de transporte rodoviário de produtos perigosos com o elevado adensamento populacional da cidade de São Paulo, 7.398,26 habitantes por quilômetro quadrado (IBGE, 2017), evidencia-se a possibilidade de ocorrência de danos à saúde da população. Assim, há a necessidade de adoção de medidas preventivas com a finalidade de evitar a ocorrência de acidentes como medidas corretivas, de modo a minimizar os danos, tanto quanto possível. As ações corretivas exigem um eficiente sistema de resposta às emergências por parte dos órgãos públicos, assim como das empresas responsáveis pelo acidente.

Na cidade de São Paulo, diversas instituições, municipais ou estaduais, podem participar de uma ação de resposta a um acidente rodoviário com produtos perigosos. No entanto, considerando que a grande maioria dos acidentes pode comprometer a saúde e a segurança pública, bem como o meio ambiente, minimamente, haverá acionamento e atuação dos órgãos públicos que possuem a atribuição e a responsabilidade de zelar por esses temas. São eles: Companhia de Engenharia de Tráfego - CET, responsável pelo trânsito, Corpo de Bombeiros (segurança pública), CETESB (meio ambiente), Secretaria Estadual da Saúde - SES, responsável pela saúde pública e Defesa Civil Municipal (proteção civil).

Como exemplo, esses órgãos atuaram conjuntamente em um acidente ocorrido na cidade de São Paulo, o qual causou grande repercussão na cidade. Segue o relato, adaptado de registro de emergência química da CETESB.

Em 23 de junho de 2006, um caminhão carroceria transportava cinco cilindros de 2.500 kg 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 140 km). 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 800 kg.

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 pois tratava-se de uma substância cujo perigo era somente a possibilidade de gerar incêndios. Por diversas vezes mencionaram que se o vazamento envolvesse um produto tóxico como amônia gasosa ou cloro gasoso, as consequências seriam muito mais severas, principalmente em termos 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.

Em pesquisas realizadas no SIEQ para o período de 2006 a 2016 não foram identificadas ocorrências na cidade de São Paulo envolvendo vazamento de gases tóxicos (amônia, cloro, cianeto de hidrogênio, sulfeto de hidrogênio e monóxido de carbono) no transporte rodoviário. Também foi consultada a Associação Brasileira da Indústria de Álcalis, Cloro e Derivados - ABICLOR, a qual congrega todos os produtores de cloro no Brasil. A ABICLOR mantém banco de dados de acidentes dos produtos produzidos pelos seus associados (cloro, ácido clorídrico, soda cáustica e hipoclorito de sódio). Em consulta ao relatório de acidentes para o período de 2006 a 2016 foram identificadas quatro ocorrências no estado de São Paulo com cloro, sendo duas na cidade de São Paulo (2012 e 2015), porém ambas envolveram roubo de carga, posteriormente localizada, sem vazamento de produto (Associação Brasileira da Indústria de Álcalis, Cloro e Derivados [ABICLOR], 2017).

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

Assim, o evento de 2006 foi motivador para a problemática de pesquisa desta dissertação 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.

De acordo com Becker, Pitt e Clark (2000), as ações de resposta às emergências químicas têm por finalidade desenvolver atividades visando minimizar impactos à segurança pública, à saúde pública e ao meio ambiente.

Os três aspectos mencionados no parágrafo anterior são bastante específicos e particulares razão pela qual requerem especialistas com conhecimento e experiência nas distintas áreas de atuação. Não há, portanto, meios para que um profissional de um setor possa avaliar o nível de preparação e resposta que outro setor poderá proporcionar na resposta emergencial. Cada instituição tem conhecimento específico sobre a sua capacidade de resposta.

Portanto, a questão de pesquisa para esta dissertação é: Como se configura o atual cenário de atendimento a emergências no transporte rodoviário de produtos perigosos na cidade de São Paulo na perspectiva dos órgãos públicos envolvidos?

## **1.2 Objetivos**

A seguir apresentam-se os objetivos geral e específicos da dissertação.

### **1.2.1 Objetivo geral**

O objetivo geral desta pesquisa é avaliar como se configura o atual cenário de atendimento a emergências no transporte rodoviário de produtos perigosos na cidade de São Paulo na perspectiva dos órgãos públicos envolvidos.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

Os objetivos específicos da pesquisa são:

- a) Demonstrar, por meio de uma simulação de acidente em modelo matemático, o potencial para a ocorrência de danos ao homem decorrente de vazamento de cloro no transporte rodoviário na cidade de São Paulo;
- b) Conhecer as competências legais dos principais órgãos públicos envolvidos no atendimento a emergências geradas no transporte rodoviário de produtos perigosos na cidade de São Paulo;
- c) Analisar como se configura a atuação dos principais órgãos públicos envolvidos no atendimento a emergências geradas no transporte rodoviário de produtos perigosos na cidade de São Paulo;
- d) Identificar as principais dificuldades operacionais dos órgãos públicos envolvidos no atendimento a emergências geradas no transporte rodoviário de produtos perigosos na cidade de São Paulo;

- e) Propor recomendações para a melhoria das ações de resposta aos acidentes ocorridos no transporte rodoviário de produtos perigosos na cidade de São Paulo.

### **1.3 Justificativa da pesquisa**

Considerando que no período de 2006 a 2016 não ocorreu vazamento de gás tóxico na cidade de São Paulo durante o transporte rodoviário, não se conhece a capacidade de resposta dos órgãos públicos frente a tais eventos, justificando, dessa forma, o questionamento da mídia.

Apesar de terem sido identificados diversos documentos sobre o tipo transporte observou-se que, após excluir os artigos de interesse desta dissertação, restaram poucos trabalhos sobre temas importantes como a qualidade e segurança das vias e sua influência nos acidentes, condições dos veículos, estudos sobre o comportamento e conduta dos motoristas, levantamento de legislações municipais com restrições à circulação de caminhões com produtos químicos, impacto psicológico sobre a população decorrente de acidentes rodoviários com produtos químicos e, principalmente, resposta aos acidentes rodoviários com produtos químicos, dentre outros.

Dessa forma, entende-se que há uma lacuna científica sobre as ações de respostas, em especial, sobre a capacidade de resposta dos órgãos públicos no controle desses eventos.

Este projeto de dissertação se propõe a desenvolver estudo com a finalidade de conhecer a capacidade de resposta dos órgãos públicos aos acidentes rodoviários com produtos perigosos na cidade de São Paulo.

O trabalho busca contribuir para o aprimoramento das ações de prevenção, preparação e resposta dos órgãos públicos. Assim, 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.

#### **1.4 Estrutura do trabalho**

A presente dissertação encontra-se estruturada em cinco capítulos. O Capítulo 1 refere-se à introdução que aborda o tema e a sua importância no contexto brasileiro e paulista, a problemática de pesquisa, os principais objetivos do trabalho, a justificativa e a estrutura da dissertação. O Capítulo 2 está dividido em referencial teórico e a legislação e normas técnicas aplicadas ao transporte de produtos perigosos. O referencial teórico foi abordado em dois aspectos: – transporte rodoviário de produtos perigosos, abordando dados estatísticos de acidentes no Brasil e no estado de São Paulo – e gerenciamento de riscos para o transporte rodoviário de produtos perigosos, apresentando os principais conceitos e as principais ações preventivas e corretivas aos acidentes desenvolvidas por órgãos públicos e privados no estado de São Paulo. Para as ações corretivas é detalhado o papel do poder público, relatando suas atribuições e responsabilidades. O item legislação e normas técnicas aborda exclusivamente o transporte rodoviário de produtos perigosos. Já no Capítulo 3, é apresentada a metodologia utilizada, incluindo a abordagem, a trajetória, com detalhamento de cada etapa da pesquisa, a realização das entrevistas, por meio de matrizes de amarração contendo as bases teóricas, e, por fim, a análise dos dados. No Capítulo 4, são apresentados e discutidos os resultados, incluindo as simulações, a análise das entrevistas, a consolidação do atual cenário de atendimento a emergências e as recomendações para o aprimoramento do sistema de resposta. O Capítulo 5 apresenta a conclusão do trabalho assim como a sua contribuição para a prática e as sugestões para trabalhos futuros. Posteriormente, são apresentadas as referências utilizadas na dissertação.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A revisão bibliográfica envolveu o levantamento dos referenciais teóricos como base para as pesquisas, assim como legislações e normas técnicas aplicadas à atividade de transporte de produtos perigosos.

### 2.1 Referencial teórico

Com base no delineamento teórico da pesquisa, esse item consiste na abordagem da atividade de transporte rodoviário de produtos perigosos, no gerenciamento dos riscos envolvidos, com ênfase nos aspectos de atendimento a emergências na cidade de São Paulo e nas atribuições do poder público frente a esses eventos.

#### 2.1.1 Transporte rodoviário de produtos perigosos

No Brasil, são utilizados cinco modais distintos de transporte de cargas: ferroviário, aquaviário, aéreo, dutoviário e rodoviário. Cada um possui estrutura de custos e características operacionais específicas que os tornam mais adequados para determinados tipos de produtos e de operações.

Um levantamento realizado em 2011 pela Federação das Indústrias do Estado de São Paulo - FIESP indicou desequilíbrio entre os diferentes modais, o que aponta para a necessidade de readequações que promovam maior competitividade (Federação das Indústrias do Estado de São Paulo [FIESP], 2011).

Tabela 1

#### Utilização de modais de transporte no Brasil e no Estado de São Paulo.

Modal	Brasil (%)	Estado de São Paulo (%)
Rodoviário	59,0	93,1
Ferrovário	24,0	5,3
Aquaviário	13,0	0,5
Aeroviário	0,3	0,3
Dutoviário	3,7	0,8

*Nota.* Fonte: FIESP, 2011

Ribeiro e Ferreira (2002) corroboram com os dados da FIESP, afirmando que o modal rodoviário é o mais expressivo no transporte de cargas no Brasil, atingindo

praticamente todos os pontos do território nacional. Destacam que as vantagens desse modal estão na possibilidade de transporte integrado porta a porta e de adequação aos tempos demandados, assim como frequência e disponibilidade dos serviços. Apresenta como desvantagem a possibilidade de transportar somente pequenas cargas.

De acordo com Bartholomeu (2006), de forma geral o sistema logístico praticado no Brasil está baseado no transporte rodoviário, muito em razão da falta de investimento nos demais modais de transporte.

Teixeira (2010) afirma que mais de 60% do que é produzido no Brasil é transportado pelo modal rodoviário, incluindo a produção da indústria química e petroquímica. Ressalta-se que em países, como Estados Unidos e Alemanha, apenas um terço dos produtos perigosos é transportado pelo modal rodoviário, prevalecendo o transporte ferroviário.

Conforme dados da Secretaria de Logística e Transportes do Estado de São Paulo, a malha viária pavimentada do estado de São Paulo tem um total de 35 mil quilômetros – sendo 22 mil estaduais, 1.050 federais e mais de 12 mil de estradas vicinais pavimentadas. Esse sistema possibilita que mais de 90% da população do estado esteja a menos de 5 km de uma rodovia pavimentada. De toda a carga movimentada no estado, 93% é transportada por esse modal (Secretaria de Logística e Transportes do Estado de São Paulo, 2015).

De acordo com a Agência Reguladora dos Serviços Públicos Delegados de Transporte do Estado de São Paulo - ARTESP, pesquisa realizada pela Confederação Nacional dos Transportes - CNT revelou que das 20 melhores rodovias do Brasil, 19 são paulistas e fazem parte do Programa de Concessões Rodoviárias do Governo do Estado de São Paulo, fiscalizado e gerenciado pela ARTESP (Agência Reguladora de Serviços Públicos Delegados de Transporte do Estado de São Paulo [ARTESP], 2015).

Ainda de acordo com o levantamento, 94,4% das rodovias paulistas concedidas avaliadas estão classificadas como “ótima” ou “boa”. Quando considerado todo o País, apenas 9,9% da malha estão em ótimas condições. São Paulo é o estado que tem o maior percentual de malha rodoviária avaliada como ótima, com 49,9%, seguido do Rio de Janeiro com 20,6% e do Paraná com 18% (ARTESP, 2015).

A atividade de transporte rodoviário de produtos perigosos é o elo entre os fabricantes, importadores e expedidores dos setores químicos, petroquímicos e de refino de petróleo com, praticamente, todos os demais setores produtivos da sociedade moderna. Por exemplo, o petróleo é obtido nos campos de extração e transportado por

oleodutos para as refinarias que, por sua vez, refinam o produto gerando combustíveis (gasolina e óleo diesel, por exemplo) que são transportados pelo modal rodoviário para as distribuidoras de combustíveis e destas para os postos de serviço (Petróleo Brasileiro S.A. [PETROBRAS], 2017).

A nafta, obtida a partir da extração do petróleo é transportada para as indústrias petroquímicas, sendo a principal matéria-prima para a produção de eteno e propeno. Eteno, por exemplo, é utilizado para o amadurecimento de frutas e na indústria plástica, para fabricação de polietileno. As petroquímicas produzem ainda diversas frações líquidas, como benzeno, tolueno, xileno, produtos amplamente utilizados como solvente para pinturas, revestimentos, borrachas e resinas nas indústrias de tinta e têxtil (PETROBRAS, 2017).

De acordo com Lieggio (2008), o transporte de cargas, inclusive de produtos perigosos, pode ser feito de forma fracionada ou a granel. Carga fracionada é aquela em que os produtos são transportados em pequenas embalagens e estas são dispostas na unidade de transporte (caminhão-baú ou caminhão carroceria, por exemplo). As embalagens normalmente utilizadas nesse tipo de transporte são os tambores metálicos ou plásticos com capacidade para até 200 litros, bombonas plásticas com volume variando de 10 a 100 litros, vidros para o transporte de volumes de até 5 litros, sacos de papel ou plásticos resistentes à água ou pequenos cilindros para gases. É o caso do transporte de pequenos botijões de gás de cozinha. Já a carga a granel é aquela em que o produto é transportado na própria unidade de transporte, ou seja, no próprio tanque de armazenamento. É o caso, por exemplo, do transporte de gasolina, etanol e óleo diesel em caminhões-tanques que abastecem os postos de gasolina.

As embalagens utilizadas no transporte de produtos perigosos no Brasil devem ser homologadas, cabendo ao Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - INMETRO regulamentar, fiscalizar e atestar a adequação dos equipamentos rodoviários destinados ao transporte de produtos perigosos a granel (Produtos Perigosos, 2017).

Teixeira (2005) relata que qualquer atividade que manipula produtos químicos pode gerar acidentes, porém esses eventos 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

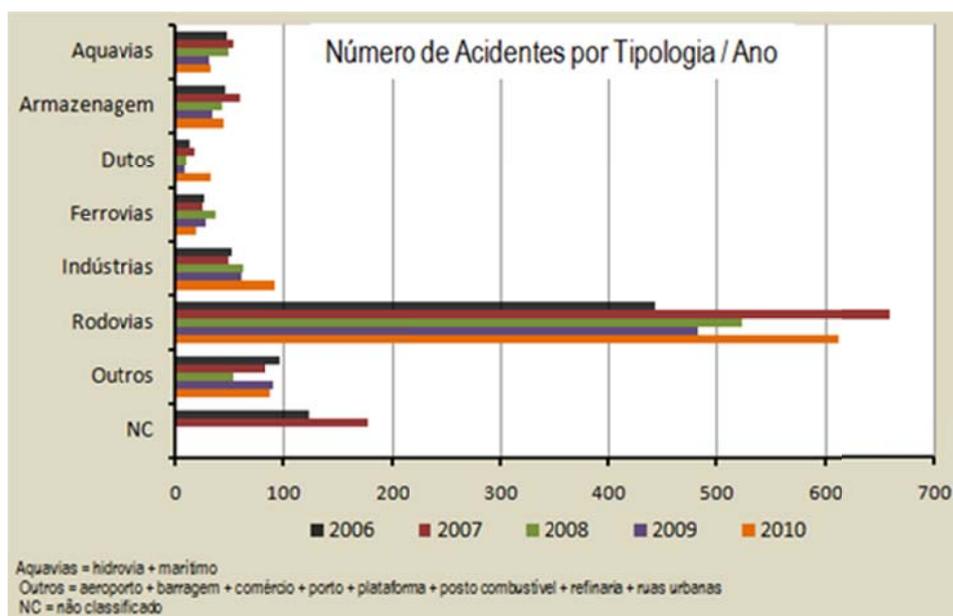
mecânicas, erro humano e ação de terceiros, dentre outras (Wenxue, Hengpeng, Shangjiang & Lili, 2010) e (Yong, 2011). De acordo com Teixeira (2005), o motorista é a principal causa dos acidentes rodoviários no Brasil, portanto erro humano.

No Brasil, não há uma instituição na esfera federal responsável pela centralização de registros de acidentes envolvendo produtos perigosos. Cardoso (2004) menciona que a Agência Nacional de Transportes Terrestres - ANTT, responsável pela gestão da atividade de transporte rodoviário de produtos perigosos no Brasil, poderia coletar e disponibilizar dados sobre movimentação de produtos perigosos no país, bem como administrar base de dados sobre acidentes rodoviários com esses produtos.

Nos Estados Unidos, de acordo com Cardoso (2004), é de responsabilidade do Departamento de Transporte (Department of Transportation - DOT) centralizar as informações sobre acidentes com produtos perigosos na atividade de transporte rodoviário e ferroviário. O DOT exige que todos os acidentes rodoviários com tais produtos sejam comunicados, permitindo uma melhor gestão da atividade.

De 2006 a 2010, o Ministério do Meio Ambiente - MMA do Brasil tomou a iniciativa de realizar coleta de dados de acidentes químicos nos estados, visando construir uma base de dados no país. Os dados foram obtidos das seguintes instituições estaduais: órgãos de Meio Ambiente, Corpo de Bombeiros, Defesa Civil e Secretarias de Vigilância Sanitária ou de Saúde Ambiental (Ministério do Meio Ambiente, 2017).

Em seu sítio na internet, o MMA disponibiliza informações sobre o número total de emergências químicas no Brasil para o período de 2006 a 2010, classificadas por atividades geradoras (Figura 2). No entanto, apenas 16 estados enviaram seus registros de emergências, razão pela qual é possível afirmar que os números apresentados não refletem a realidade do país em termos de emergências químicas.



**Figura 2.** Atividades geradoras de emergências químicas informadas ao MMA para o período compreendido entre 2006 e 2010

Fonte: Ministério do Meio Ambiente, 2017

A Figura 2 mostra que a atividade de transporte rodoviário é a principal fonte geradora de emergências químicas no país, conforme já apresentado. A atividade industrial é a segunda, seguida pela atividade de armazenagem de produtos químicos.

No período de 2006 a 2016, a CETESB atuou, segundo o SIEQ, em 2.418 acidentes no transporte rodoviário de produtos perigosos no estado de São Paulo, sendo que 70,6% dos atendimentos foram realizados no interior, enquanto 22,5% ocorreram na região metropolitana de São Paulo e 6,9% no litoral do (CETESB, 2017). A Tabela 2 apresenta a distribuição dos atendimentos realizados pela CETESB de acordo com a região do estado. As estatísticas apresentadas são a partir de 2006, pois os dados já foram trabalhados e padronizados e, portanto, são mais confiáveis, segundo a própria CETESB.

Tabela 2

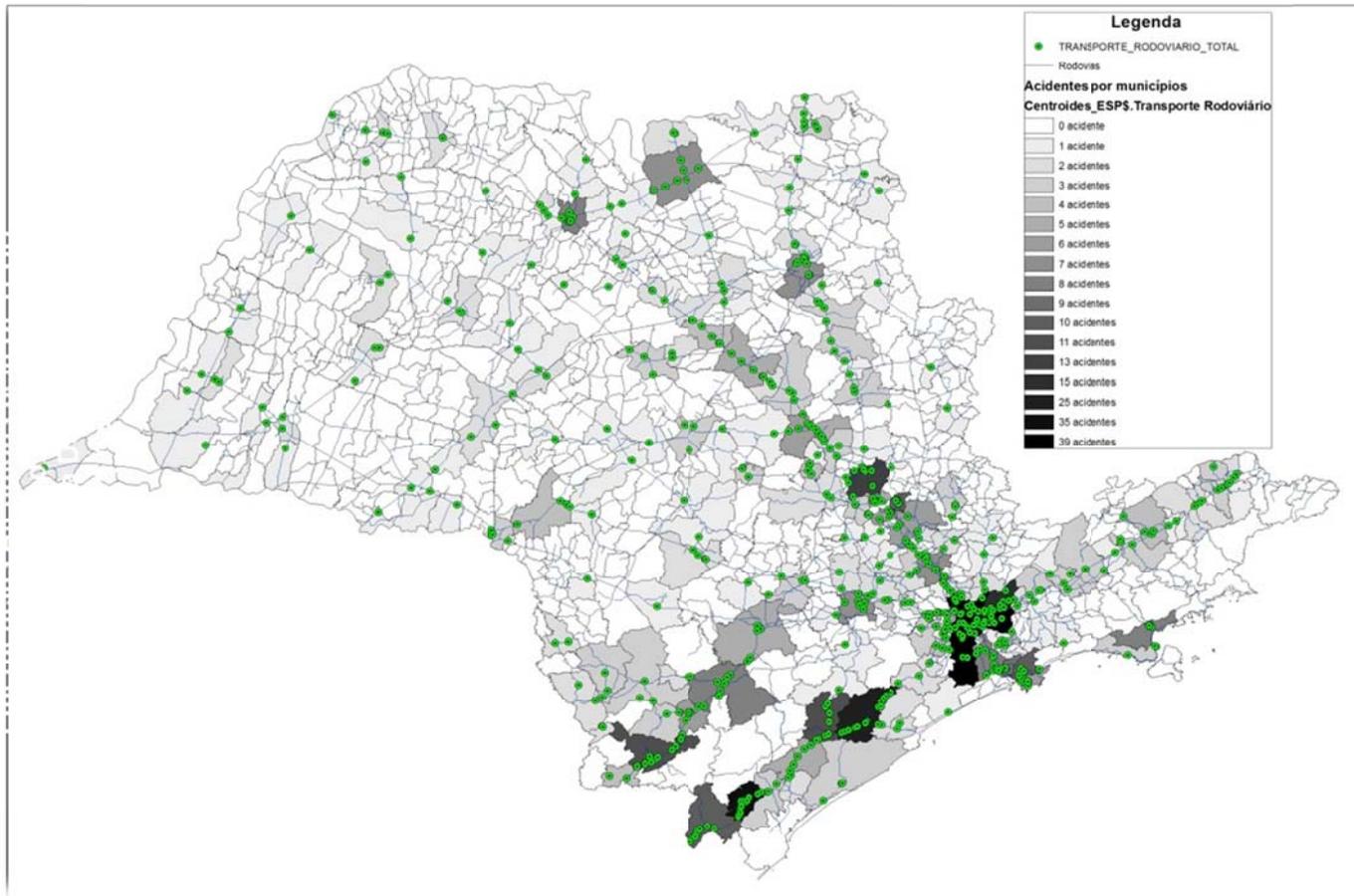
**Distribuição, por região, dos acidentes rodoviários com produtos perigosos atendidos pela CETESB no Estado de São Paulo para o período de 2006 a 2016.**

Região	Número de acidentes (%)	Porcentagem (%)
Interior	1.709	70,6
Litoral	167	6,9
Metropolitana	542	22,5
Total	2.418	100,0

Nota. Fonte: CETESB, 2017. Tabela elaborada pelo autor

O número de acidentes é maior no interior do estado por causa, provavelmente, da elevada malha rodoviária associada à industrialização de algumas regiões como Sorocaba, Campinas, Paulínia, São José dos Campos e outras.

De modo a permitir boa visualização dos locais com maior número de registros de acidentes rodoviários no estado de São Paulo, foi elaborada a Figura 3, a qual apresenta a distribuição espacial dos acidentes atendidos pela CETESB e ocorridos entre 2014 e 2016, totalizando 621 ocorrências. Os registros de acidentes anteriores a 2014 não estão georreferenciados pela CETESB e, portanto, não foram incluídos.



**Figura 3.** Distribuição espacial dos 621 registros de acidentes rodoviários atendidos pela CETESB no estado de São Paulo para o período de 2014 a 2016

Fonte: CETESB, 2017. Figura elaborada pelo autor, utilizando o Programa ArcGIS - ArcMap

Na Figura 3, é possível observar a predominância de acidentes em importantes rodovias distribuídas no estado de São Paulo como as rodovias Anhanguera, Bandeirantes, Washington Luís, Dutra e Régis Bittencourt (BR 116). Também se verifica um elevado número de acidentes na região metropolitana de São Paulo.

Ainda em pesquisa realizada no SIEQ, 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.

A distribuição por via dos acidentes ocorridos na cidade de São Paulo encontra-se na Tabela 3 (CETESB, 2017).

Tabela 3

**Distribuição das vias onde ocorreram acidentes rodoviários com produtos perigosos na cidade de São Paulo para o período de 2006 a 2016.**

Via	Número de acidentes
Anchieta	3
Anhanguera	8
Ayrton Senna da Silva	1
Bandeirantes	18
Dutra, Pres.	6
Fernão Dias	7
Marginal Pinheiros	8
Marginal Tietê	18
Raposo Tavares	2
Rodoanel Mário Covas	12
Ruas e Avenidas / Estradas vicinais	119
Raimundo Pereira de Magalhães (SP 332)	1
<b>Total</b>	<b>203</b>

*Nota.* Fonte: CETESB, 2017. Tabela elaborada pelo autor.

A Tabela 3 mostra que a grande maioria dos acidentes atendidos pela CETESB e gerados pelo transporte rodoviário de produtos perigosos na cidade de São Paulo para o período de 2006 a 2016 ocorreu em ruas e avenidas da cidade. A Tabela apresenta ainda

diversos acidentes em rodovias, cabendo esclarecer que esses ocorreram nos trechos das rodovias localizados na área urbana de São Paulo.

Considerando que ocorreram 203 acidentes na cidade de São Paulo em 11 anos, tem-se uma média de 18,5 ocorrências por ano ou 1,5 ocorrências por mês na cidade de São Paulo, o que é preocupante em razão do elevado adensamento populacional na cidade, conforme abordado no item 1.1 desta dissertação.

Teixeira (2010) afirma que a morosidade do trânsito na cidade de São Paulo pode retardar a chegada das equipes de atendimento a emergências quando da ocorrência de acidentes, podendo assim agravar a situação.

No caso de um acidente rodoviário seguido de vazamento de um gás tóxico, como o cloro, por exemplo, na cidade de São Paulo, as consequências poderão ser extremamente severas à saúde e à segurança pública, conforme será abordado nesta dissertação.

Não há informação de caráter público sobre a movimentação de cloro pelo modal rodoviário na cidade de São Paulo. O mestrando realizou pesquisa em sítios na internet e contatou a ABICLOR e a indústria Unipar Carbocloro, fabricante do produto, porém não obteve informações sobre a movimentação de cloro na cidade de São Paulo.

No entanto, segundo o sítio da Unipar Carbocloro, o cloro é um forte agente bactericida e por esta razão é amplamente utilizado em Estações de Tratamento de Água - ETAs (Unipar Carbocloro, 2017). Assim sendo, a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo - SABESP é grande consumidora de produto em suas seis ETAs existentes na região metropolitana de São Paulo.

De acordo com informações obtidas no setor de logística da SABESP, o consumo mensal de cloro nas seis ETAs é de 995.468,00 quilos, sendo que as ETAs recebem o produto de segunda a sexta-feira. Assim, ao se dividir a quantidade de cloro mencionada por 22 dias (média de dias úteis de um mês) obtém-se o valor de 45.248 kg de cloro por dia que circulam pela região metropolitana, cujo destino final é a SABESP. Uma vez que todo o cloro é adquirido da Unipar Carbocloro (informação da SABESP), sediada em Cubatão, é muito provável que todo o produto destinado às ETAs na região metropolitana de São Paulo, circule pela cidade de São Paulo.

O cloro pode ser transportado para as ETAs em cilindros de 900 kg ou em caminhões com capacidade para 20 toneladas de carga. Dessa forma, o total de 45.248 kg de cloro destinados à SABESP de segunda a sexta-feira vai requerer, no mínimo, três caminhões por dia para o transporte de todo o material.

Ressalta-se que a estimativa acima foi baseada exclusivamente no consumo de cloro por parte da SABESP, sendo que o cloro é também amplamente utilizado na fabricação de policloreto de vinila (PVC), no tratamento de água potável e de piscinas, no tratamento de esgotos, na fabricação de solventes clorados e de agroquímicos e como intermediário na produção de poliuretanos (Unipar Carbocloro, 2017).

Assim, com base no exposto, acredita-se que circulam na cidade de São Paulo mais de três caminhões transportando cloro de segunda a sexta-feira.

Dessa forma, a ocorrência de um acidente rodoviário envolvendo gás cloro na cidade de São Paulo é um evento plausível e que pode ocorrer a qualquer momento, razão pela qual os órgãos públicos devem estar preparados para uma eventual ação de resposta que proporcione o menor impacto à saúde e à segurança pública, bem como ao meio ambiente.

Com referência ao tema transporte de produtos perigosos, na etapa de pesquisa foram identificados dois trabalhos mais frequentemente citados no Brasil. São eles: Mauro de Souza Teixeira com dissertação sobre o tema “Análise e Prognóstico dos Acidentes no Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos no Município de São Paulo (1989 a 2008) - Situação e Cenários de Risco”, de 2010, e Omar Lima Leal com dissertação sobre o tema “Coleta e Registro de Dados de Acidentes com Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos no Estado de São Paulo: Uma Abordagem de Saúde Ambiental”, de 2006. A segunda dissertação mencionada já foi abordada no item 1.1.

A dissertação de Teixeira (2010) é de grande relevância, pois se refere à análise de acidentes ocorridos durante o transporte rodoviário de produtos perigosos na cidade de São Paulo, tornando-se uma importante fonte de consulta para os órgãos de trânsito da cidade, uma vez que são os gestores da atividade de transporte rodoviário na cidade de São Paulo.

A dissertação apresenta ainda simulações de consequência em modelos matemáticos envolvendo gases tóxicos (amônia, cloro), gás inflamável (GLP), líquido tóxico (ácido clorídrico) e líquido inflamável (gasolina). Os resultados das simulações foram plotados na Rodovia Presidente Dutra, junto ao acesso à Ponte Tatuapé, região com elevado adensamento populacional. O objetivo, segundo o autor, foi o de permitir a visualização de possíveis efeitos danosos à população em caso de acidentes com produtos perigosos. O autor ressaltou que o uso de modelos matemáticos pode melhorar a percepção dos riscos dos órgãos públicos e privados que realizam os atendimentos emergenciais.

Ressalta-se que não é possível comparar os resultados obtidos no estudo desenvolvido por Teixeira (2010) com os resultados obtidos nesta dissertação, pois as simulações não envolveram o mesmo cenário acidental (estudo de Teixeira considerou carreta contendo 20 toneladas de produto enquanto esse estudo considerou cilindro contendo 900 kg).

Chakrabarti e Parikh (2011), a exemplo desta dissertação, utilizaram modelos matemáticos para a estimativa de danos às pessoas devido a vazamento de produto tóxico (amônia) e produto inflamável (GLP) no transporte rodoviário de produtos perigosos na Índia. Afirmaram ainda que o uso de modelos matemáticos é uma ferramenta útil para estimar as consequências de vazamentos de produtos químicos durante o transporte rodoviário, sendo que as informações obtidas podem ser utilizadas para a elaboração de planos de emergência.

Russell (1993) estudou as medidas que podem ser adotadas visando à minimização das consequências de acidentes no transporte de produtos perigosos em rodovias. O autor analisou a eficiência de sistemas de proteção construídos ou incorporados ao sistema rodoviário (sinalização, restrição de velocidade, dentre outras). Destaca-se que o autor avaliou como bastante eficiente as caixas de contenção de produtos perigosos que são instaladas nos sistemas de drenagens das rodovias, de modo a proteger um corpo-d'água, em caso de acidente seguido de vazamento de produto.

No âmbito do licenciamento ambiental de rodovias no estado de São Paulo, a CETESB tem exigido das empresas administradoras de rodovias a elaboração de um “Programa de gerenciamento de riscos de rodovias para o transporte de produtos perigosos - PGR Rodovias”, de modo que possam ser implantadas ações preventivas e corretivas aos acidentes. A metodologia empregada pelo PGR Rodovias exige uma etapa inicial de caracterização da rodovia contemplando a identificação e a quantificação dos produtos perigosos, a identificação de elementos socioambientais vulneráveis em até 300 metros das margens da rodovia (ocupação humana, corpos de água, ambientes naturais e áreas protegidas), bem como a identificação dos trechos com maior incidência de acidentes rodoviários. A metodologia permite que o administrador da rodovia identifique os pontos considerados críticos em termos de frequência de acidentes associado à presença de um elemento vulnerável. Para cada ponto crítico identificado, o administrador deve propor uma ação preventiva aos acidentes, bem como deve elaborar o seu Plano de Ação de Emergência - PAE para que possa realizar uma adequada resposta ao acidente (CETESB, 2017b). De acordo com a CETESB, o PAE

proporcionou aos administradores de rodovias uma melhor percepção dos riscos envolvidos nos acidentes, além de terem sido estabelecidos procedimentos padronizados de atuação por parte dos gestores das rodovias, o que contribui para uma ação de resposta com maior segurança tanto para as equipes quanto para a população.

Dentre as medidas preventivas ou corretivas adotadas pelos administradores de rodovias estão as caixas de contenção para produtos perigosos, as quais são instaladas sempre que houver um corpo-d'água em até 300 metros da rodovia e desde que este seja utilizado como captação pública. Tal medida não evita a ocorrência de acidentes rodoviários, porém minimiza suas consequências ambientais e sociais (CETESB, 2017b).

A legislação e as normas brasileiras pertinentes à atividade de transporte rodoviário de produtos perigosos serão abordadas no item 2.2.

### **2.1.2 Gerenciamento de riscos**

Em razão do desenvolvimento tecnológico, a sociedade passou a conviver com os perigos intrínsecos aos produtos químicos e conseqüentemente aos riscos que esses materiais oferecem à saúde e à segurança do homem e do meio ambiente (Gouveia, 2004).

Evidências de tais perigos podem ser observadas no dia a dia de qualquer cidade brasileira. Por exemplo, a ampla utilização de botijões contendo Gás Liquefeito de Petróleo - GLP, (gás de cozinha) em residências, condomínios e estabelecimentos comerciais como restaurantes. Devido ao fato do GLP ser inflamável, em caso de vazamento e em havendo contato com uma fonte de ignição o produto poderá gerar um incêndio ou uma explosão, o que poderá resultar em consideráveis danos às pessoas, ao patrimônio e ao meio ambiente (Corpo de Bombeiros, 2015).

Existem também os postos de abastecimento de combustíveis nas cidades, os quais armazenam grandes quantidades de produtos inflamáveis (gasolina, álcool etílico, óleo diesel e gás natural veicular). Tais materiais, se liberados para o ambiente e em contato com uma fonte de ignição, poderão gerar eventos catastróficos, principalmente pelo fato de estarem localizados junto a edificações com elevada presença humana como residências e estabelecimentos comerciais (Gouveia, 2004).

Gouveia (2004) ainda destaca a movimentação rodoviária de produtos perigosos nas grandes cidades, em especial, na cidade de São Paulo. O transporte de produtos

perigosos nas áreas urbanas é objeto de preocupação, pois devido aos milhares de litros transportados, associado às suas características como toxicidade, corrosividade e inflamabilidade, dentre outras, poderão gerar severos danos às pessoas (intoxicação, queimadura, fatalidade), ao patrimônio público ou privado e ao meio ambiente (ar, água, solo, fauna e flora), quando da ocorrência de acidentes (Horton *et al.*, 2003). Lainha (2011) ressalta ainda que os acidentes geram impactos socioeconômicos como a paralisação de uma rodovia, de uma atividade portuária ou a suspensão na captação e distribuição de água, dentre outras.

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. Alerta ainda que os aspectos geográficos e demográficos interferem de forma significativa nas consequências dos acidentes rodoviários com produtos perigosos. Um acidente ocorrido em área rural pode gerar pequeno impacto sobre as pessoas, ao contrário das consequências que esse mesmo acidente poderá gerar sobre a saúde humana caso ocorra em áreas urbanizadas. No entanto, o autor destaca que, via de regra, para as emergências em áreas urbanas, os recursos humanos e materiais (quantidade e qualidade) estarão prontamente disponíveis, o que não ocorre para eventos em áreas rurais.

Perez (2016) afirma que as consequências das emergências químicas estão associadas a diversos fatores, destacando-se: quantidade de produto vazado, características do produto vazado (propriedades físicas, químicas e toxicológicas), estado físico do produto vazado (determinará a sua mobilidade no ambiente) e vulnerabilidade do entorno da ocorrência (presença de pessoas, corpos-d'água, áreas de preservação ambiental, etc.).

Ainda segundo Perez (2016), outros dois aspectos influenciam de forma significativa nas consequências dos acidentes com produtos perigosos. Essa influência pode ser positiva ou negativa, ou seja, os aspectos a serem mencionados a seguir podem agravar ou minimizar as consequências dos acidentes.

O primeiro aspecto se refere aos fatores como o dia da semana, a hora ou período em que ocorreu o acidente (dia ou noite) e as condições climáticas, entre outros. Perez (2016) menciona que esses fatores normalmente são possíveis agravantes em um cenário de acidente, nomeando-os como “fatores modificativos”.

Dia da semana e hora ou período do acidente podem retardar, por causa de congestionamentos, a chegada das equipes de resposta ou a de recursos que foram solicitados pelas equipes como guinchos, bombas de transferência, material para recolhimento de resíduos, etc. Já as condições climáticas podem agravar as consequências de um acidente, pois em caso de chuva poderá ocorrer reação do produto perigoso com a água, gerando situações de riscos para as equipes de resposta ou para a população. Chuvas intensas poderão ainda carrear o produto perigoso vazado para sistemas de drenagens, gerando confinamento de vapores (situação de elevado risco no caso de produtos inflamáveis em razão da possibilidade de incêndios ou explosões) ou contaminação de corpos-d'água (Perez, 2016).

O segundo aspecto importante que influencia nas consequências dos acidentes rodoviários com produtos perigosos é a capacidade da resposta oferecida pelas instituições envolvidas no atendimento emergencial, portanto, englobam os órgãos públicos e os privados (Perez, 2016), cujo conceito foi apresentado na introdução deste trabalho.

É possível deduzir, portanto, que um acidente envolvendo uma pequena quantidade de um produto com baixa toxicidade ou inflamabilidade em uma área urbana, tende a gerar pequenos transtornos à vida da cidade, muitas vezes restrito a problemas de tráfego. 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 situação, aparentemente controlada, poderá se converter em um evento de elevado risco às equipes de resposta bem como à população.

Quarantelli (1991) cita que uma adequada resposta a uma emergência química não é, necessariamente, a mais rápida. Segundo o autor, a ação de resposta mais apropriada é a mais segura, ou seja, aquela em que os aspectos de segurança foram considerados em todas as etapas dos trabalhos, garantindo a integridade física e mental das equipes de resposta e da população. O autor afirma ainda que em muitos acidentes no transporte rodoviário de produtos perigosos nos Estados Unidos ocorreram problemas no atendimento emergencial devido tanto à dificuldade de localização de técnicos melhor preparados para lidar com uma situação complexa quanto pela dificuldade de mobilização de recursos adicionais para o desenvolvimento dos trabalhos de campo.

Zografos, Vasilakis e Giannouli (2000) afirmam que a minimização dos impactos gerados por um acidente será mais facilmente alcançada se houver um sistema

de resposta a emergências com produtos perigosos, cujo objetivo deve ser o de harmonizar e coordenar as ações das diversas instituições que participam da resposta emergencial. No entanto, ressaltam também que a concepção do mencionado sistema é uma tarefa complexa devido a diversos fatores:

- a) acidentes rodoviários com produtos perigosos são imprevisíveis e com baixa probabilidade de ocorrência, mas que podem gerar severo impacto social;
- b) as responsabilidades dos diversos atores que participam da resposta emergencial podem não estar claramente definidas;
- c) o sistema vai requerer a cooperação e a coordenação de múltiplos atores com diferentes graus de experiência profissional e formação.

Segundo ainda os autores, um adequado sistema deve conter procedimentos para sete etapas da resposta: detecção do acidente, tempo de resposta, avaliação do acidente, ações de controle, saúde pública, segurança pública e reabilitação.

Similarmente a Zografos *et al.* (2000), Horton *et al.* (2003) também corroboram com a necessidade de serem estabelecidos sistemas organizados de resposta a emergências, como forma de minimizar impactos à saúde pública.

Horton *et al.* (2003) comentam que, via de regra, as primeiras equipes a chegarem no local do acidente são policiais e gestores da via onde ocorreu o evento e que esses tendem a ser as primeiras vítimas do acidente, pois trabalham com uniformes das instituições, os quais não oferecem proteção contra a ação de produtos químicos. Por tal razão enfatiza que tais profissionais devem receber intensa capacitação.

Já Gablehouse (2005) menciona que as primeiras pessoas no local do acidente serão as vítimas iniciais do evento, concluindo assim que a população local será a primeira a ser afetada. Destaca que o público em geral tem desconfiança sobre a capacidade de resposta dos órgãos públicos aos acidentes rodoviários com produtos perigosos. Também comenta que o público não acredita que as empresas se esforçam ao máximo para evitar acidentes. Por tal razão, entende que a população existente em áreas de risco, como próximo a indústrias ou rodovias devem receber treinamentos do poder público para que possam reagir de forma adequada em caso de acidentes. Conclui, com propriedade, que as pessoas simplesmente deixam de perceber o risco quando convivem com ele por longos períodos.

Mesmo recebendo treinamentos adequados, Gablehouse (2005) entende que as ações do primeiro órgão público no local nem sempre serão suficientes para dar

segurança ao público. Quanto mais limitados forem os recursos na região, maior será o potencial para que aquele evento fique fora de controle, razão pela qual a população deve ser preparada para reagir adequadamente no caso de acidentes.

Quarantelli (1991) entende que a capacidade de reação da população se deve às condições locais, portanto nada mais lógico que todos os esforços para preparação da população devem ser das prefeituras e das empresas que oferecem o risco. Segundo o autor, a resposta inicial a qualquer acidente é sempre local. É a preparação local que produzirá, ou não, o efeito desejado de salvar vidas durante uma emergência química. Menciona que comunicar uma situação de risco à população é uma tarefa árdua e requer preparação tanto da população quanto do poder público, de modo a não causar pânico, acidentes ou mesmo exposição de pessoas ao produto químico envolvido na emergência. Ressalta que os especialistas em risco possuem conhecimentos sobre as técnicas, táticas e estratégias que devem ser adotadas para controle de uma emergência, mas que possuem conhecimento limitado de como agir com a população. Por essa razão, não devem aguardar um acidente para iniciar o processo de diálogo com a comunidade, de forma a prepará-la para reagir adequadamente.

Preparar a população permitirá dar condições para que ela seja proativa em caso de acidentes, auxiliando nos trabalhos das equipes de emergência e minimizando impactos à sua saúde.

Evidentemente que os órgãos estaduais como Corpo de Bombeiros, órgãos ambientais e de saúde devem participar da preparação, pois estarão envolvidos nas ações de resposta.

Quarantelli (1984) enfatiza que em uma situação de emergência, caberá ao poder público, mais especificamente à Defesa Civil Municipal, providenciar o transporte e abrigo das pessoas eventualmente evacuadas por causa do risco imposto pelo produto. Essa afirmação está de acordo com as atribuições da Defesa Civil em situações de emergência, conforme definido pelo Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil - SINPDEC: “Defesa Civil é o conjunto de ações de prevenção e de socorro, assistenciais e reconstrutivas, destinadas a evitar ou a minimizar os desastres, preservar a integridade física e moral da população, bem como restabelecer a normalidade social” (Confederação Nacional dos Municípios, 2016).

Moore, Geller e Clark (2015) citam que em ocorrências envolvendo produtos perigosos, caberá aos órgãos de saúde as ações relativas ao atendimento hospitalar das

vítimas, ou seja, os hospitais do município deverão estar preparados para recebimento e tratamento de intoxicados.

No Brasil, há poucas iniciativas visando à preparação da comunidade para emergências químicas. O programa Atuação Responsável da ABIQUIM tem entre seus requisitos, o de estabelecer canais de comunicação com a comunidade, preparando-a para reagir a situações envolvendo a liberação acidental de substâncias químicas.

Há metodologias específicas para a preparação da comunidade em caso de acidentes com produtos perigosos. Trata-se do Programa *Awareness and Preparedness for Emergencies at Local Level* (APELL) ou Alerta e Preparação de Comunidades para Emergências Locais.

O APELL foi criado, em 1986, pelo Programa de Meio Ambiente das Nações Unidas - UNEP, após a ocorrência de grandes acidentes industriais no mundo. Trata-se de uma metodologia de trabalho cujo objetivo é o de ajudar governos e indústrias na preparação das ações de resposta às emergências com produtos perigosos assim como na conscientização da comunidade com relação aos riscos existentes e a possíveis impactos decorrentes dos acidentes, orientando-os quanto à conduta a ser adotada no momento da emergência, visando à minimização de impactos à saúde pública e ao meio ambiente (United Nations Environment Programme [UNEP], 2008). Para a preparação da comunidade em caso de acidentes rodoviários, foi criado o Programa “Alerta e Preparação de Comunidades para Emergências Locais No Transporte de Produtos Perigosos - TransAPELL” (UNEP, 2008).

O Programa APELL foi introduzido em diversos municípios brasileiros, entre eles Cubatão, Suzano, Duque de Caxias, Camaçari, Guaratinguetá, São Sebastião, Caraguatatuba e Maceió.

Cabe ao poder público regulamentar e fiscalizar as atividades potencialmente geradoras de acidentes químicos, ou seja, é necessário gerenciar o risco oferecido pelos diversos segmentos, dentre eles, o transporte rodoviário de produtos perigosos.

Apesar de todos os regulamentos, iniciativas e ações adotadas pelos órgãos públicos e privados visando a prevenção de acidentes no transporte rodoviário de produtos perigosos, conforme será apresentado mais adiante, é fato que eles ocorrerão. Não há risco zero, segundo Zografos *et al.* (2000). Sendo assim, é possível afirmar que se há circulação de produtos perigosos nas vias da cidade de São Paulo, em algum momento o acidente ocorrerá. Não há como prever quando tal fato ocorrerá, mas acontecerá. Com essa linha de raciocínio, pode-se dizer que os acidentes são previsíveis.

E se eles ocorrerão, não há motivos para os órgãos públicos não estarem preparados para a resposta emergencial (Gablehouse, 2005).

Considerando que esta dissertação aborda os perigos e riscos associados à atividade de transporte rodoviário de produtos perigosos, é necessário conceituar os diversos termos que serão utilizados neste trabalho.

### **2.1.2.1 Conceitos importantes**

Em razão da ocorrência de grandes acidentes industriais na década de 1980 em todo o mundo, as autoridades brasileiras começaram a buscar metodologias visando a prevenção desses eventos.

Em 23 de janeiro de 1986, foi publicada a Resolução nº 001 do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, que instituiu a necessidade de realização do Estudo de Impacto Ambiental - EIA e do respectivo Relatório de Impacto Ambiental - RIMA para o licenciamento de atividades modificadoras do meio ambiente (Ministério do Meio Ambiente, 1986).

Em 19 de dezembro de 1997, o CONAMA publicou a Resolução nº 237, que realizou uma revisão de procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental no país. O artigo 10 da Resolução estabeleceu que o órgão ambiental responsável pelo licenciamento tem a prerrogativa de exigir qualquer tipo de estudo ambiental necessário ao processo de licenciamento (Ministério do Meio Ambiente, 1997).

A partir de então, a CETESB, órgão responsável pelo controle, fiscalização, monitoramento e licenciamento de atividades geradoras de poluição no estado de São Paulo, passou a exigir do empreendedor, para determinados tipos de empreendimentos, a realização de Estudos de Análise de Riscos no processo de licenciamento ambiental. Dessa forma, além dos aspectos relacionados aos impactos ambientais e à poluição crônica, também a prevenção de acidentes é contemplada no processo de licenciamento (CETESB, 2017c).

No entanto, ressalta-se que a CETESB não realiza o licenciamento ambiental da atividade de transporte rodoviário de produtos perigosos.

Como forma de orientar o empreendedor na elaboração do Estudo de Análise de Risco, bem como agilizar o processo de licenciamento ambiental, a CETESB disponibiliza em seu sítio na internet a Norma Técnica P4.261 - Risco de Acidente de

Origem Tecnológica - Método para decisão e termos de referência, a qual apresenta de forma detalhada, os conceitos, a metodologia e as etapas para a realização de um Estudo de Análise de Risco. Considerando que esta dissertação trata, assim como a Norma CETESB, dos perigos e riscos oferecidos pelos produtos químicos ao homem, associado ao fato de que será utilizado modelo de simulação de cálculo de consequência de vazamento de produto químico, sendo tal modelo amplamente utilizado na análise de risco, os conceitos definidos a seguir foram extraídos da mencionada Norma (CETESB, 2017c).

- (a) **Acidente:** Evento específico não planejado e indesejável, ou uma sequência de eventos que geram consequências indesejáveis.
- (b) **Cenário acidental:** Subdivisão de uma hipótese acidental diferenciada pelas tipologias acidentais e condições meteorológicas, em particular direções do vento.
- (c) **Estudo de Análise de Risco (EAR):** Estudo quantitativo de risco de um empreendimento, baseado em técnicas de identificação de perigos, estimativa de frequências e de efeitos físicos, avaliação de vulnerabilidade e na estimativa do risco.
- (d) **Gerenciamento de risco:** Processo de controle de risco compreendendo a formulação e a implantação de medidas e procedimentos técnicos e administrativos que têm por objetivo prevenir, reduzir e controlar o risco, bem como manter uma instalação ou atividade operando dentro de padrões de segurança considerados toleráveis ao longo de sua vida útil.
- (e) **Hipótese acidental:** Suposição de condições que podem resultar em perda de contenção de matéria e/ou energia.
- (f) **Incidente:** Evento não desejado que poderia resultar em danos à pessoa, ao meio ambiente, à propriedade ou em perdas no processo.
- (g) **Perigo:** Uma ou mais condições físicas ou químicas com potencial para causar danos às pessoas, à propriedade e ao meio ambiente.
- (h) **Programa de Gerenciamento de Risco (PGR):** Documento que define a política e diretrizes de um sistema de gestão, com vista à prevenção de acidentes em instalações ou atividades potencialmente perigosas.
- (i) **Risco:** Medida de danos à vida humana, resultante da combinação entre frequência de ocorrência de um ou mais cenários acidentais e a magnitude dos efeitos físicos associados a esses cenários. (CETESB, 2017c).

A definição de risco utilizada pela CETESB pode ser representada pela Equação (1) (CETESB, 2017c):

$$R = f(c, F, C) \quad (\text{Eq.1})$$

Sendo:

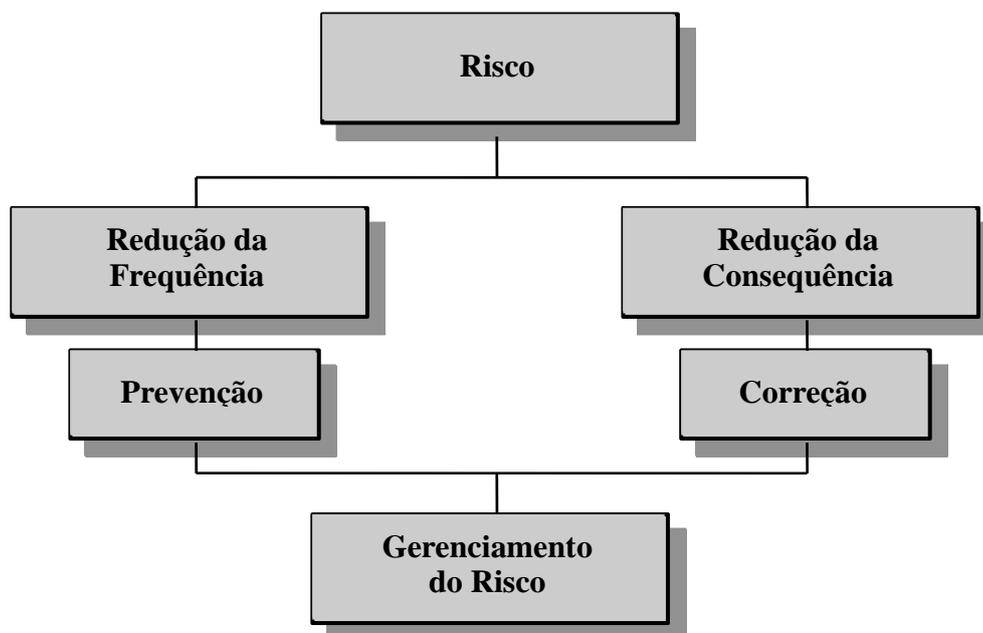
- R = risco;
- F = frequência de ocorrência;
- c = cenário acidental;
- C = consequências (perdas/danos).

A equação demonstra que o risco de uma atividade ou de uma empresa é função do cenário acidental (tipo de vazamento, produto envolvido e suas características perigosas, condições meteorológicas), multiplicado pela sua frequência de ocorrência (probabilidade do evento ocorrer) e pela sua consequência ao homem (número de vítimas com danos à saúde ou à vida).

Observa-se assim que o risco é determinado tanto pela chance de ocorrência de um evento adverso envolvendo um produto químico que possui um perigo intrínseco (por exemplo, um vazamento de um produto tóxico) como pela consequência gerada pela exposição ao perigo oferecido pelo produto (nesse caso a toxicidade).

Importante destacar que gerenciar o risco é, conforme definição apresentada acima, desenvolver atividades voltadas aos aspectos preventivos e corretivos. Portanto, pode-se reduzir o risco de uma atividade por meio de gerenciamento de aspectos preventivos e corretivos.

O gerenciamento de riscos pode ser representado esquematicamente conforme a Figura 4.



**Figura 4.** Representação esquemática do gerenciamento de riscos  
Fonte: Norma P4.261 CETESB

De acordo com Zografos *et al.* (2000), o risco oferecido pelo transporte rodoviário de produtos perigosos pode ser reduzido por meio 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).

As ações preventivas e corretivas aos acidentes rodoviários com produtos perigosos serão abordadas a seguir.

### **2.1.2.2 Ações preventivas**

Durante as pesquisas foram identificados diversos estudos que recomendam o uso da análise de risco como uma ferramenta de gestão da atividade de transporte de produtos perigosos.

Conforme foi apresentado no item 2.1.2.1, o risco é função da probabilidade de ocorrência de um acidente e das consequências desse acidente em termos de número de vítimas (fatais ou intoxicadas). No caso dos estudos de risco para o transporte rodoviário de produtos perigosos, praticamente todos os artigos e dissertações consultadas exploraram as medidas que podem ser adotadas objetivando a redução na chance (probabilidade) de ocorrer um acidente. Há pouca informação sobre as ações corretivas, ou seja, as ações que devem ser adotadas pelas instituições responsáveis pelo atendimento emergencial de modo a minimizar as consequências dos acidentes.

Por exemplo, Saccomano, Shortreed, Aerde e Higgs (1988) recomendam a utilização de estudos de análise de riscos para o transporte rodoviário de produtos perigosos e sugerem metodologias para a obtenção de dados importantes como a média de acidentes, probabilidade de ocorrência de vazamentos e delimitação de áreas de riscos, dentre outros.

Pijawka, Foote e Soesilo (1980) também recomendam o uso da análise de risco para o transporte e sugerem metodologia para a obtenção de um fator de risco para proteção da população lindeira a uma rodovia.

Samuel, Keren, Shelley e Freeman (2009) realizaram uma interessante análise de 1.850 acidentes ocorridos no transporte de produtos perigosos em cinco estados americanos. O estudo correlacionou o local do acidente com a distância percorrida entre o início do transporte e o local do acidente (acidente *versus* distância). Os autores também avaliaram se havia alguma mudança significativa na frequência de distribuição

dos acidentes em razão do tempo de viagem (frequência de acidente *versus* tempo de viagem). Concluíram que os acidentes, em média, ocorreram a uma grande distância da sua origem, demonstrando que quanto mais distante da origem, maior a chance de ocorrência de acidentes, devido, principalmente à fadiga do motorista.

Qiao, Keren e Mannan (2009) publicaram artigo no periódico *Journal of Hazardous Materials* sobre o uso de registros de acidentes e elementos difusos para a estimativa de frequência de acidentes no transporte rodoviário de produtos perigosos. Concluíram que, ao se considerar aspectos como rotas de transporte, programação de viagem e distância, os motoristas podem realizar o transporte em menor tempo, bem como podem evitar trechos rodoviários de alto risco. Também concluíram que o caminho mais rápido pode ser o pior caminho do ponto de vista da segurança, já que as melhores rodovias estão próximas às áreas densamente povoadas.

Heinrich (2004) enfatizou que o uso da análise de risco não é uma garantia que o acidente não ocorrerá ou que as suas consequências não serão graves. A análise permitirá escolher as opções que demonstrem um equilíbrio entre o benefício das ações que serão propostas para reduzir o risco e seus respectivos custos. Ressalta que o objetivo não é a eliminação do risco, já que não existe risco zero. O objetivo é a redução sustentável do risco.

Outra medida muito comum no gerenciamento de risco no transporte é o desenvolvimento 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 em uma menor consequência ao homem ou ao meio ambiente em caso de acidente.

Ainda no campo da prevenção, Lainha (2011) menciona que há no Brasil vários órgãos governamentais, instituições privadas e outras, de âmbito nacional e estadual, que possuem jurisdição, competência, programas e atividades sobre o segmento de transporte de produtos perigosos. O autor ressalta que a prevenção de acidentes no transporte rodoviário de produtos perigosos é uma 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 perigosos), 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 perigosos.

No que se refere ao estado de São Paulo, existem vários Grupos de Trabalho envolvidos com a prevenção de acidentes no transporte rodoviário de produtos perigosos, todos eles coordenados por órgãos públicos, mas com a participação da iniciativa privada. São eles: Comissão e Subcomissões de Estudos e Prevenção de Acidentes no Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos no Estado de São Paulo; Comissão Municipal para o Transporte de Cargas Perigosas e Comissão Estadual de Prevenção, Preparação e Resposta Rápida a Emergências Ambientais com Produtos Perigosos - CEP2R2.

As duas primeiras comissões citadas tratam especificamente do tema transporte rodoviário de produtos perigosos, sendo que a primeira comissão tem como área de abrangência todo o estado de São Paulo, enquanto que a segunda comissão atua somente na cidade de São Paulo. Ambas possuem objetivos semelhantes, basicamente no desenvolvimento de ações voltadas à segurança da atividade de transporte.

A Comissão Estadual criou diversas subcomissões no estado para que o tema possa ser discutido localmente, o que permite maior integração e trabalhos conjuntos entre as instituições da região, como ações de fiscalização em rodovias, realização de exercícios simulados, análise de acidentes, etc. Sempre que as subcomissões identificam problemas que requerem, por exemplo, uma melhoria na legislação ou qualquer outro tema que não possam resolver, eles são levados à comissão estadual (central) para análise e tomada de decisão.

A CEP2R2 é coordenada pela Defesa Civil do Estado de São Paulo e também trabalha com o tema emergências, porém seu foco está direcionado aos grandes acidentes em indústrias e sistemas armazenadores de produtos químicos. Não atua no segmento de transporte rodoviário, já que essa tarefa tem sido desenvolvida pelas outras comissões mencionadas.

Além dos trabalhos preventivos desenvolvidos pelas três comissões mencionadas, coordenadas por órgãos públicos, é importante mencionar que a iniciativa privada também desenvolve programas e ações voltadas à prevenção de acidentes no transporte rodoviário de produtos perigosos, assim como nos aspectos de preparação e resposta.

Considerando que as indústrias, representada pela ABIQUIM, e os distribuidores de produtos químicos, representada pela Associação Brasileira dos Distribuidores de Produtos Químicos e Petroquímicos - ASSOCIQUIM são aqueles que contratam as empresas de transporte, é natural que possuam programas específicos para uma adequada seleção de empresa de transporte, de modo a minimizar os riscos de acidentes. Vale lembrar que a legislação também responsabiliza as empresas expedidoras e as destinatárias em caso de acidentes durante o transporte (Agência Nacional de Transporte Terrestre [ANTT], 2016).

Por sua vez, as empresas de transporte de produtos perigosos também estão organizadas em uma associação de classe. Trata-se da Associação Brasileira de Transporte e Logística de Produtos Perigosos - ABTLP, a qual participa ativamente de todos os grupos de trabalho citados.

A seguir serão detalhados os principais trabalhos desenvolvidos pelas iniciativas públicas e privadas mencionadas anteriormente, relativas ao transporte rodoviário de produtos perigosos.

#### **a) Comissão e Subcomissões de Estudos e Prevenção de Acidentes no Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos no Estado de São Paulo**

Por meio da Resolução nº 005, de 28 de abril de 1999, a Secretaria de Logística e Transportes do Estado de São Paulo criou a “Comissão de estudos e prevenção de acidentes no transporte rodoviário de produtos perigosos” (intitulada Comissão Central), com a finalidade de: motivar ações preventivas aos acidentes; propor melhorias nas normas e regulamentos; promover ações integradas de fiscalização (blitz); realizar análise de acidentes visando identificar as causas básicas de modo a evitar recorrência; promover exercícios simulados de atendimento a emergências; desenvolver atividades de capacitação com a finalidade de aprimorar a capacidade de resposta e integração entre os órgãos públicos envolvidos nas ações de resposta aos acidentes. A Comissão foi reestruturada por meio da Resolução nº 009, de 16 de dezembro de 2015.

As entidades que integram a Comissão Central são:

- a) Secretaria de Logística e Transporte - SLT, que exerce a coordenação;
- b) Departamento de Estradas de Rodagem - DER;
- c) Polícia Militar do Estado de São Paulo - PMESP, por meio dos seus representantes: Comando de Policiamento Rodoviário - CPRv, Comando do Corpo de Bombeiros - CCB e Comando do Policiamento Ambiental - CPAmb.
- d) Coordenadoria Estadual de Proteção e Defesa Civil - CEPDEC;
- e) Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB;
- f) Agência Reguladora do Transporte do Estado de São Paulo - ARTESP;
- g) Instituto de Pesos e Medidas do Estado de São Paulo - IPEM;
- h) Coordenadoria de Controle de Doenças - CCD;
- i) Coordenadoria de Defesa Agropecuária do Estado de São Paulo - CDA;
- j) Coordenação de Vigilância em Saúde da Secretaria Municipal de Saúde de São Paulo - COVISA;
- k) Companhia de Engenharia de Tráfego - CET;
- l) Departamento de Operação do Sistema Viário - DSV;
- m) Associação Brasileira de Transporte e Logística de Produtos Perigosos - ABTLP;
- n) Associação Brasileira de Distribuidores dos Produtos Químicos e Petroquímicos - ASSOCIQUIM;
- o) Associação Brasileira de Concessionárias de Rodovias - ABCR;
- p) Associação Brasileira da Indústria Química - ABIQUIM;
- q) Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT - Comitê Brasileiro de Transportes e Tráfego - ABNT/CB-16;
- r) Associação Brasileira de Prevenção e Controle de Emergências Ambientais - ABPCEA;
- s) Associação Brasileira de Medicina de Tráfego - ABRAMET;
- t) Conselho Regional de Química IV Região - CRQ - IV;
- u) Escola Politécnica da Universidade de São Paulo - EPUSP;
- v) Serviço Social do Transporte - Serviço Nacional de Aprendizagem do Transporte - SEST/SENAT;
- w) Instituto Cuidando do Futuro - ICF;
- x) Federação das Indústrias do Estado de São Paulo - FIESP.

Considerando a elevada extensão do estado de São Paulo e visando permitir uma melhor gestão da atividade de transporte rodoviário de produtos perigosos, foram estruturadas nove Subcomissões no Estado de São Paulo, as quais possuem as mesmas atribuições da Comissão Central. As subcomissões com trabalhos em andamento são: Alto Tietê, Registro, Baixada Santista, Região Metropolitana de São Paulo, Paulínia, Ribeirão Preto, São José do Rio Preto, Sorocaba e Vale do Paraíba (CETESB, 2017d).

#### **b) Comissão Municipal para o Transporte de Cargas Perigosas**

Por meio da Lei nº 11.368, de 17 de maio de 1993, foi criada na cidade de São Paulo a Comissão Municipal para o Transporte de Cargas Perigosas - CMTCP, de caráter permanente, cuja coordenação cabe à Coordenadoria Municipal de Defesa Civil - COMDEC (Prefeitura de São Paulo, 2017).

Diversos órgãos públicos participam da CMTCP, dentre eles a Defesa Civil do Município, a Companhia de Engenharia de Tráfego de São Paulo, o Comando do Policiamento de Trânsito de São Paulo, o Departamento de Operações do Sistema Viário, a Secretaria Municipal do Verde e Meio Ambiente, o Corpo de Bombeiros e a CETESB.

A Comissão tem por atribuição assessorar o Poder Público Municipal nas tarefas de regulamentação, implementação e execução da Lei nº 11.368. Também é atribuição da Comissão elaborar e implantar um Plano de Emergência para o Atendimento a Acidentes no Transporte de Produtos Perigosos - PEA no âmbito do município de São Paulo, o qual deverá contemplar os seguintes aspectos:

- a) definição de programa mínimo com noções sobre produtos perigosos e treinamentos dos funcionários dos órgãos envolvidos;
- b) dotação dos recursos envolvidos;
- c) implantação de sistema de comunicação integrado entre as entidades participantes do plano;
- d) implantação de banco de dados de recursos humanos e materiais, incluindo um cadastro de especialistas e voluntários para atuação em emergências;
- e) campanha de divulgação e esclarecimento da comunidade.

O mencionado PEA será abordado em mais detalhes no item 2.1.2.3.

**c) Comissão Estadual de Prevenção, Preparação e Resposta Rápida a Emergências Ambientais com Produtos Perigosos - CEP2R2**

Depois do vazamento de 1 bilhão e 200 milhões de litros de resíduos industriais por causa do rompimento de uma barragem da empresa Indústria Cataguases de Papel e Celulose ocorrido no município de Cataguases, em Minas Gerais, em 29 de março de 2003, o Ministério do Meio Ambiente, em conjunto com todos os estados brasileiros, desenvolveu o Plano de Prevenção, Preparação e Resposta Rápida a Emergências Ambientais com Produtos Químicos Perigosos - P2R2 (Ministério do Meio Ambiente, 2017a).

Por meio do Decreto nº 5.098, de junho de 2004, o governo federal promulgou o mencionado Plano. Seu objetivo é o de aprimorar a prevenção de grandes acidentes químicos no país, bem como preparar as instituições para uma rápida ação de resposta, com recursos humanos e materiais compatíveis com a magnitude dos eventos.

A estrutura do Plano prevê a criação de uma Comissão Nacional do P2R2, bem como de Comissões Estaduais do P2R2, de modo que o tema possa ser desenvolvido de acordo com as necessidades e prioridades de cada estado.

A Comissão Nacional do P2R2 foi criada em 27 de outubro de 2004 enquanto que, no estado de São Paulo, a Comissão Estadual (CEP2R2/SP) foi criada pela Casa Militar do governador em 30 de novembro de 2009 por meio da Resolução Cmil nº 38-610-Cedec, com o objetivo de promover as ações preconizadas pelo Plano (Resolução Cmil n. 38-610-Cedec, 2009).

Integram a CEP2R2/SP, as seguintes instituições:

- a) Coordenadoria Estadual de Defesa Civil;
- b) Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA;
- c) Secretaria de Logística e Transportes;
- d) Secretaria Estadual da Saúde;
- e) Marinha do Brasil;
- f) Secretaria do Meio Ambiente;
- g) Corpo de Bombeiros;
- h) Polícia Militar Ambiental;
- i) Polícias Rodoviárias (Estadual e Federal).

A CEP2R2/SP não desenvolveu nenhuma ação específica no que se refere ao transporte rodoviário de produtos perigosos, pois esse tema vem sendo amplamente discutido e estudado pelas principais entidades públicas e privadas na Comissão de Estudos e Prevenção de Acidentes no Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos e na Comissão Municipal para o Transporte de Cargas Perigosas.

No entanto, a CEP2R2/SP elaborou um Protocolo Unificado de Atendimento a Emergências Químicas no Estado de São Paulo, o qual será abordado no item 2.1.2.3.

#### **d) ABIQUIM**

A ABIQUIM foi fundada em 1994 e congrega cerca de 170 empresas e 56 prestadores de serviços. Suas empresas associadas atuam, em sua maioria, no ramo da química industrial de base.

A International Congress and Convention Association - ICCA é uma rede que congrega as associações das indústrias químicas em todo o mundo. Depois da ocorrência de diversos acidentes de elevada magnitude na indústria química mundial, o ICCA criou o programa *Responsible Care* (Atuação Responsável), como forma de colaborar com a gestão adequada de substâncias químicas, conforme preconizado pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente intitulado *Strategic Approach to International Chemicals Management* - SAICM (ABIQUIM, 2017c).

A ABIQUIM coordena no Brasil o Programa Atuação Responsável, sendo este um compromisso ético da indústria química com a melhoria contínua nas áreas de saúde, segurança e meio ambiente. Baseia-se em princípios diretivos e utiliza Códigos de Práticas Gerenciais para sua aplicação (ABIQUIM, 2017c).

Os Códigos, em número de seis, abrangem todas as etapas do ciclo de vida dos produtos químicos, além de tratarem de peculiaridades dos próprios produtos. São eles: Segurança de Processos; Saúde e Segurança do Trabalhador; Proteção Ambiental; Transporte e Distribuição; Diálogo com a Comunidade e Preparação para o Atendimento a Emergências; Gerenciamento de Produtos (ABIQUIM, 2017c).

A adesão ao Programa é voluntária, porém caso alguma empresa associada à ABIQUIM não participe, certamente perderá competitividade.

Destaca-se que um dos Códigos é específico para o tema “Diálogo com a comunidade e preparação para o atendimento a emergências”, o que evidencia a preocupação da indústria com os aspectos de preparação e resposta aos acidentes.

Desde 1989, a ABIQUIM disponibiliza à sociedade um serviço conhecido por Pró-Química. Trata-se de um sistema de informações e comunicações, com o objetivo de fornecer, via telefone, orientações de natureza técnica em caso de emergências com produtos químicos. Realiza o acionamento das empresas públicas e privadas que atuarão nas emergências, assim como presta suporte técnico, caso necessário. Sua Central de Informações opera 24 horas por dia, sete dias por semana e pode ser contatada por meio do telefone 0800 11 8270 (Discagem Direta Gratuita) de qualquer parte do território nacional.

A ABIQUIM, preocupada com a qualidade dos serviços oferecidos pelos seus parceiros como as empresas de transporte, por exemplo, desenvolveu o Programa “Sistema de Avaliação de Segurança, Saúde, Meio Ambiente e Qualidade” - SASSMAQ, o qual possibilita uma avaliação do desempenho nas áreas de segurança, saúde, meio ambiente e qualidade das empresas que prestam serviços à indústria química (ABIQUIM, 2017d).

Assim, foram definidos padrões de segurança, saúde e meio ambiente, os quais deverão ser atendidos pelas empresas que desejam trabalhar com as indústrias associadas à ABIQUIM. Dessa forma, o SASSMAQ auxilia na qualificação das empresas que transportam produtos perigosos, o que colabora com a redução de acidentes (ABIQUIM, 2017d).

#### **e) Processo de Distribuição Responsável - PRODIR**

PRODIR significa Processo de Distribuição Responsável e foi adotado no Brasil em dezembro de 2001 para certificar empresas de distribuição de produtos químicos. O Programa tem sua origem nos Estados Unidos e foi implantado no Brasil pela Associação Brasileira dos Distribuidores de Produtos Químicos e Petroquímicos - ASSOCIQUIM (Associação Brasileira dos Distribuidores de Produtos Químicos e Petroquímicos [ASSOCIQUIM], 2017).

O PRODIR também se baseia em doze códigos e suas respectivas práticas gerenciais: gerenciamento de risco, atendimento a legislações e normas, seleção de transportadores, manuseio e armazenagem, procedimentos de trabalho e treinamento, gerenciamento de resíduos, atendimento a emergências e preparação da comunidade, integração com a comunidade, gerenciamento do produto, auditorias internas, ações corretivas e preventivas e controle de documentos (ASSOCIQUIM, 2017).

Os códigos e suas práticas passam por auditorias internas e externas. Posteriormente a empresa recebe um certificado atestando que cumpre com todos os requisitos de segurança, saúde e meio ambiente (ASSOCIQUIM, 2017).

Destaca-se novamente a preocupação dos distribuidores de produtos químicos com as empresas prestadoras de serviços de transporte, uma vez que um dos códigos se refere ao processo de seleção de transportadoras (ASSOCIQUIM, 2017).

**f) Associação Brasileira de Transporte e Logística de Produtos Perigosos - ABTLP**

A Associação Brasileira de Transporte e Logística de Produtos Perigosos - ABTLP é uma entidade empresarial, criada em 16 de outubro de 1998, para defender os interesses de transportadores e operadores logísticos com atuação no segmento de produtos perigosos (Associação Brasileira de Transporte e Logística de Produtos Perigosos [ABTLP], 2017).

Objetiva promover o desenvolvimento contínuo do mercado de transporte e logística de produtos perigosos, bem como estudar e tratar dos problemas estruturais, políticos, econômicos, sociais, ambientais, legislativos e jurídicos relacionados ao segmento (ABTLP, 2017).

Promove cursos e eventos para as empresas associadas como forma de mantê-los atualizados sobre as boas práticas de trabalho, legislação e outros temas relacionados (ABTLP, 2017).

Também colaboram com o poder público participando de grupos de trabalho voltados ao transporte de produtos perigosos (ABTLP, 2017).

Conforme apresentado nos itens acima, o poder público, por meio de suas distintas comissões voltadas ao tema transporte de produtos perigosos, assim como as indústrias e os distribuidores de produtos químicos (que contratam as empresas de transporte) e a associação dos transportadores rodoviários de produtos perigosos, desenvolvem trabalhos específicos visando reduzir a probabilidade de ocorrência de acidentes ou minimizar suas consequências.

De acordo com Teixeira (2010), em estudo realizado dos acidentes ocorridos na cidade de São Paulo no transporte rodoviário de produtos perigosos para o período compreendido entre 1989 a 2008 (20 anos), identificou-se o registro de 390

atendimentos emergenciais realizados pela CETESB. O estudo mostrou que 63% dos acidentes nas vias públicas da cidade de São Paulo foram causados pelos motoristas, seja por imperícia, imprudência ou negligência. A segunda causa dos acidentes foi a falha mecânica com 31% dos casos. Em 6% dos casos não foi possível definir a causa.

Portanto, os trabalhos desenvolvidos pelos órgãos públicos e privados devem ser priorizados na formação e capacitação dos motoristas de caminhões que transportam produtos perigosos, já que são os principais responsáveis pelos acidentes.

Lainha (2011) afirma ainda que as empresas não devem esquecer que os trabalhos de remediação de uma área contaminada por uma emergência química exigem grande aporte financeiro, razão pela qual as ações preventivas devem ser priorizadas.

### **2.1.2.3 Ações corretivas – Papel do poder público no atendimento a acidentes**

Diversos órgãos podem participar de uma ação de resposta na cidade de São Paulo, de acordo com o tipo de evento e suas consequências. De forma geral, os que atuam mais frequentemente nas ocorrências são: Companhia de Engenharia de Tráfego - CET, Defesa Civil do Município de São Paulo, Corpo de Bombeiros, CETESB e Secretaria Estadual da Saúde, por meio de serviços de resgate do Grupo de Resgate e Atendimento a Urgências - GRAU, do Serviço de Atendimento Móvel de Urgência - SAMU e do atendimento hospitalar, sempre que houver vítimas.

O atendimento emergencial sempre foi realizado com base na rotina diária que propiciou a integração entre as instituições, a credibilidade adquirida e ao reconhecimento das atribuições e responsabilidades de cada uma no cenário da emergência.

Em 15 de setembro de 2011, ocorreu, devido à neblina, um grave engavetamento de veículos e caminhões na Rodovia dos Imigrantes, km 41, município de São Bernardo do Campo. Cerca de 150 veículos se envolveram, nove contendo produtos perigosos. O atendimento emergencial foi confuso e desorganizado.

Por tal razão, durante a análise daquela ocorrência na Comissão Estadual de P2R2, as instituições julgaram essencial a elaboração e implantação de um Protocolo Unificado de Atendimento a Emergências Químicas, formalizando-se assim a parceria entre os órgãos públicos e o compromisso com a qualidade da resposta a uma emergência química (independente da atividade geradora), uma vez que tal evento

representa um risco à saúde e à segurança pública, bem como para com o meio ambiente (Defesa Civil do Estado de São Paulo, 2012).

Em 10 de outubro de 2012, o Protocolo foi assinado entre os seguintes órgãos públicos estaduais e federais: 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 (IBAMA) e Marinha do Brasil (Defesa Civil do Estado de São Paulo, 2012). A coordenação é exercida pela Coordenadoria Estadual de Defesa Civil do Estado de São Paulo.

Seus principais objetivos são:

- Integrar as atividades dos órgãos públicos para atender as emergências químicas no estado de São Paulo, que representem risco à saúde, à segurança pública, ao meio ambiente, ao patrimônio público e privado;
- Estabelecer os princípios básicos mínimos para nortear a realização dessas atividades, promovendo uma atuação integrada e buscando ações de respostas eficientes e eficazes no atendimento a esses episódios;
- Elevar o nível de informação de todos os segmentos relacionados com o tema;
- Estimular trabalhos em parceria e de cooperação do poder público com o setor privado, organizações não governamentais, universidades, comunidade, dentre outros, para melhor atender às demandas geradas pelas emergências químicas. (Defesa Civil do Estado de São Paulo, 2012).

O Protocolo estabeleceu que os trabalhos desenvolvidos na fase emergencial serão coordenados pelo Corpo de Bombeiros, podendo, se necessário, compartilhar com outros órgãos de acordo com a natureza da emergência. Também define que a gestão da emergência será realizada por meio do Sistema de Comando de Operações e Emergências - SICOE, que é a ferramenta de gestão de emergências utilizada pelo Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo. O SICOE foi instituído pelo Corpo de Bombeiros em 1997 com a finalidade de esquematizar e ordenar a resposta emergencial, servindo como Posto de Comando e oferecendo ao Comandante das Operações todo o suporte técnico necessário ao planejamento estratégico e à coordenação tática das ações inerentes à emergência (Corpo de Bombeiros, 2017).

Um aspecto importante do Protocolo é que cada instituição forneceu à Defesa Civil Estadual, coordenadora da Comissão Estadual de P2R2 e gestora do Protocolo, 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.

Em razão dos objetivos deste trabalho, estão apresentadas abaixo somente as atribuições e competências dos órgãos que assinaram o Protocolo e que participarão de emergências químicas geradas no transporte rodoviário de produtos perigosos na cidade de São Paulo.

Segundo o Corpo de Bombeiros, suas atribuições e competências na resposta às emergências químicas são:

- Comandar e coordenar as operações durante o atendimento à ocorrência enquanto perdurar a fase emergencial;
- Avaliar a situação e delimitar as áreas de isolamento (quente, morna e fria) para a segurança coletiva na emergência;
- Atuar na área quente, devidamente equipado e prestar socorro às possíveis vítimas, além de conter e confinar o vazamento de produto químico;
- Estabelecer Posto de Comando com a doutrina Sistema de Comando de Operações e Emergências (SICOE) no local da emergência;
- Adotar medidas de mitigação para resolução da emergência;
- Solicitar o apoio de outros órgãos públicos para o atendimento da emergência. (Defesa Civil do Estado de São Paulo, 2012).

Segundo a CETESB, suas atribuições e competências nas emergências químicas são:

- Avaliar o cenário acidental;
- Identificar os produtos e/ou seus riscos;
- Apoiar os órgãos intervenientes na avaliação da ocorrência, quanto aos riscos químicos e suas consequências para o meio ambiente, à saúde e à segurança pública;
- Exigir dos responsáveis as ações de combate adequadas do ponto de vista de segurança ambiental;
- Avaliar de forma preliminar a contaminação do ar, da água e do solo decorrentes de emergências químicas;
- Determinar as ações para a recuperação das áreas atingidas. (Defesa Civil do Estado de São Paulo, 2012).

Segundo a Secretaria de Estado da Saúde, suas atribuições e competências nas emergências químicas são:

- Coordenar o atendimento da saúde durante a ocorrência enquanto perdurar a fase emergencial;
- Acionar o Plano de Atendimento a Desastres e Incidentes com Múltiplas Vítimas e Preparação Hospitalar;

- Regular junto as Centrais de Regulação Médica o encaminhamento das vítimas aos diversos hospitais;
- Realizar o atendimento hospitalar das vítimas encaminhadas, assim como o atendimento ambulatorial após a alta conforme as necessidades;
- Prestar assistência clínica toxicológica por meio dos Centros de Assistência Toxicológica (CEATOX), nos casos de intoxicação aguda com produtos químicos. (Defesa Civil do Estado de São Paulo, 2012).

O Protocolo é a oportunidade para o aprimoramento das ações de prevenção, preparação e resposta às emergências químicas. Estão previstos no Protocolo capacitação técnica entre as instituições, análise de acidentes relevantes, fluxograma de acionamento, banco de dados de acidentes e banco de dados de recursos humanos e materiais, dentre outros instrumentos para a sua adequada gestão.

Diversos cursos de capacitação já foram realizados. A CETESB realizou cinco cursos sobre “Noções básicas de segurança nas emergências químicas” para médicos e enfermeiros do GRAU, SAMU e de hospitais, entre 2013 e 2015.

Em 25 e 26 de março de 2014, foi realizado em São Paulo o curso “Primeiro no Local” com a finalidade de capacitar profissionais para atuarem como o primeiro no local de um acidente rodoviário com produtos perigosos. O público-alvo do curso foram os agentes de Defesa Civil do Município de São Paulo, Guarda Civil Metropolitana, CET, DSV, Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente, Polícia Militar, Corpo de Bombeiros, Vigilâncias Sanitária, Epidemiológica e Ambiental do município de São Paulo, SAMU, GRAU, CETESB e SABESP.

Também já foram realizados diversos exercícios simulados de acidentes rodoviários na cidade de São Paulo, de modo a integrar as equipes de resposta e avaliar os trabalhos desenvolvidos.

Corpo de Bombeiros e CETESB assinaram em 27 de setembro de 2006 um Termo de Cooperação Técnica, permitindo que as instituições ministrem palestras e cursos específicos de acordo com as necessidades de cada uma. Por exemplo, a CETESB ministra ao Corpo de Bombeiros cursos sobre Atendimento a emergências químicas, Derrames de óleo no mar, A química dos produtos perigosos, dentre outros.

Os cursos mencionados fazem parte da agenda anual de cursos da empresa e, sempre que solicitado pelo Corpo de Bombeiros, a CETESB disponibiliza vagas para aquela instituição.

Já o Corpo de Bombeiros tem ministrado os seguintes cursos à CETESB: Formação de brigada de incêndio, Primeiros socorros e Estágio de adaptação ao serviço

de resgate e salvamento. O intercâmbio dos cursos continua sendo realizado até a presente data.

O Protocolo é a consolidação daquilo que a sociedade espera dos órgãos públicos quando da ocorrência de uma emergência química. Que estes atuem de forma coordenada e integrada, respeitando suas atribuições, competências e responsabilidades.

As instituições do município de São Paulo, como a CET e a Defesa Civil, não integram o Protocolo estabelecido pelo P2R2. No entanto, a Comissão Municipal para o Transporte de Cargas Perigosas, coordenada pela Defesa Civil do Município de São Paulo, elaborou e implantou, em 2011, o Plano de Emergência para o Atendimento a Acidentes no Transporte de Produtos Perigosos (PEA) 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 (Jusbrasil, 2011).

O Plano envolve órgãos públicos municipais (CET e Defesa Civil, dentre outros), estaduais (Corpo de Bombeiros, CETESB e Secretaria Estadual da Saúde, dentre outros), federais (IBAMA e ANTT, dentre outros) e órgãos de apoio (ABIQUIM e ABICLOR, dentre outros).

O Plano estabelece atribuições gerais à todas as instituições participantes bem como informa as atribuições específicas de cada órgão. De forma geral, as atribuições específicas do Corpo de Bombeiros, CETESB e Secretaria Estadual da Saúde são semelhantes àquelas mencionadas no Protocolo da Comissão Estadual de P2R2.

Assim, seguem apenas as atribuições específicas da Defesa Civil Municipal de São Paulo e do CET, uma vez que são os órgãos de interesse desta dissertação conforme já justificado.

#### Atribuições da Coordenadoria Municipal de Defesa Civil - COMDEC:

- Acionar os órgãos participantes do plano;
- Mobilizar os recursos humanos e materiais, para apoio aos trabalhos de campo; quando não houver o suporte por parte dos responsáveis;
- Manter cadastro atualizado dos contatos, recursos humanos e materiais, para suporte às atividades de campo durante o atendimento às emergências;
- Promover a integração com outros planos de contingência e estimular a adoção de planos de cooperação para o atendimento às emergências;
- Estimular ações voltadas para a preparação e prevenção de acidentes;
- Implantação de central de gerenciamento ao atendimento às emergências. (Jusbrasil, 2011).

Atribuições específicas do CET:

- Operar o sistema viário;
- Sinalizar, isolar e desobstruir a via pública de acordo com a situação apresentada;
- Mobilizar recursos humanos e materiais para apoio aos trabalhos de campo;
- Desencadear os acionamentos necessários, conforme procedimento operacional. (Jusbrasil, 2011).

A partir das atribuições e responsabilidades descritas pelas próprias instituições nos documentos “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”, associado ao conceito de capacidade de resposta estabelecido pela FEMA/USA, foi possível adaptar tal conceito para as instituições de interesse desta dissertação. Assim, têm-se os seguintes conceitos de capacidade de resposta dos órgãos públicos envolvidos nas emergências geradas no transporte rodoviário de produtos perigosos na cidade de São Paulo:

**Para o órgão de trânsito:** é a capacidade de reduzir o impacto e a consequência de uma ocorrência por meio de controle e gestão do tráfego, bem como sinalização e isolamento da área afetada ou a ser afetada (Fonte: adaptado pelo autor).

**Para o Corpo de Bombeiros:** é a capacidade de avaliar e gerenciar as consequências da liberação do produto químico, incluindo a identificação do produto, uso de roupas e máscaras de proteção, resgate de vítimas na área impactada pelo produto, contenção e minimização dos efeitos do produto e descontaminação de vítimas, equipes de resposta e equipamentos, dentre outras ações (Fonte: adaptado pelo autor).

**Para os órgãos da saúde:** é a capacidade de despachar os recursos para os serviços médicos de urgência, realizar o atendimento pré-hospitalar de vítimas, incluindo triagem e tratamento de vítimas, transporte para os hospitais, tratamento hospitalar das vítimas e orientação à comunidade (Fonte: adaptado pelo autor).

**Órgão ambiental:** é a capacidade de avaliar a contaminação ambiental de modo que possam ser adotadas medidas visando à proteção ou à minimização de impactos à população e ao meio ambiente (Fonte: adaptado pelo autor).

**Defesa Civil:** é a capacidade de apoiar os trabalhos de campo por meio de acionamento das instituições e da mobilização de recursos humanos e materiais (Fonte: adaptado pelo autor).

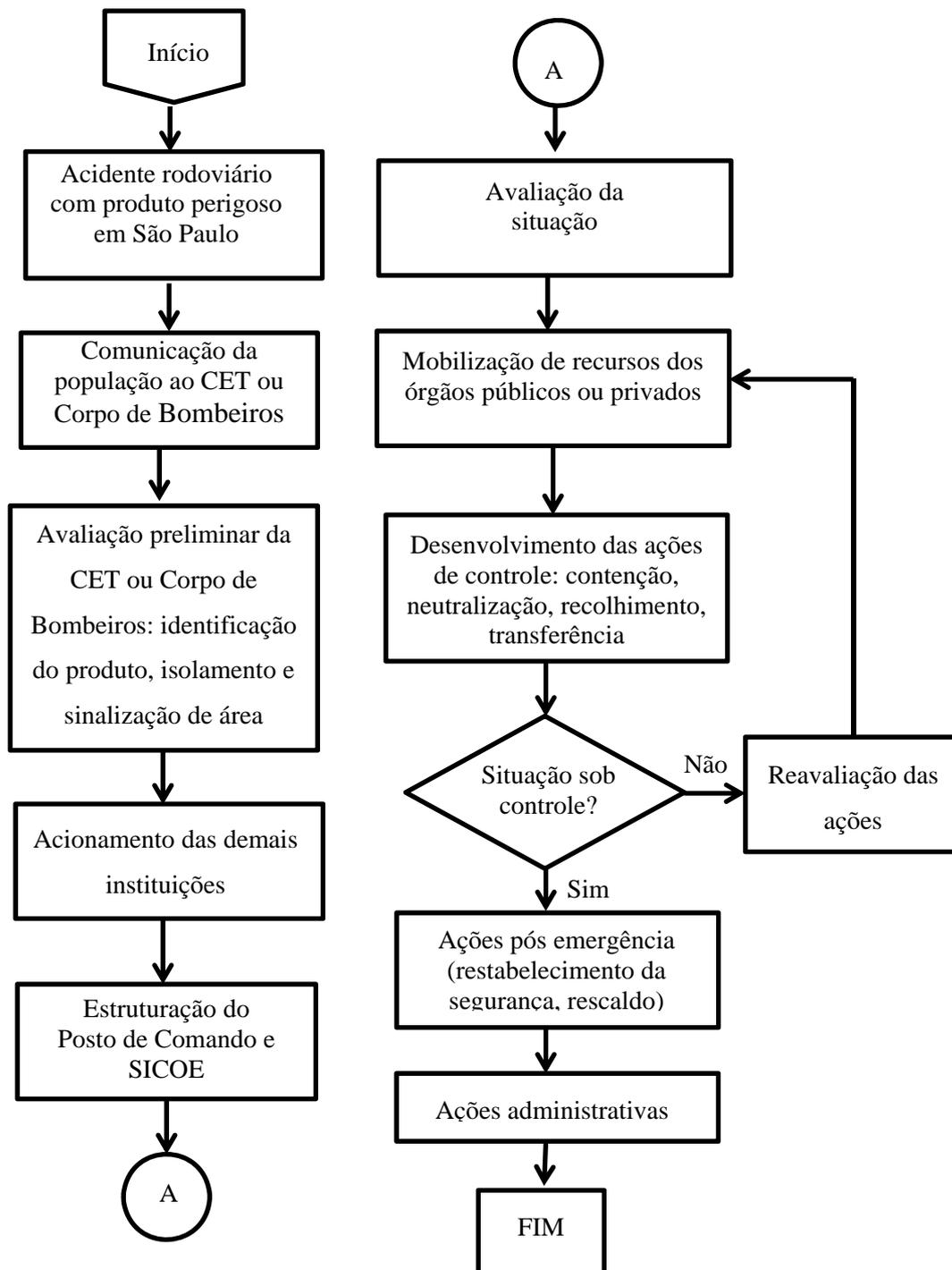
No caso da Defesa Civil, não consta as ações de caráter assistencial à população como o fornecimento imediato de abrigo, alimentação, banho e distribuição de itens essenciais às pessoas afetadas (colchões, cobertores, produtos de higiene pessoal, dentre outros). Também não constam as ações de orientação à população, pois essas não foram descritas pela Defesa Civil no “Plano de Emergência para o Atendimento a Acidentes no Transporte de Produtos Perigosos”. No entanto, tais ações são de responsabilidade da Defesa Civil Municipal conforme estabelecido pelo Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil e abordado no item 2.1.2.

Desde 2003, a ABNT dispõe da NBR 14064 - Atendimento a emergência no transporte de produtos perigosos. Essa Norma foi revisada e publicada em 30 de julho de 2015. O seu objetivo é o de estabelecer os requisitos mínimos para orientar as ações básicas a serem adotadas por entidades ou pessoas envolvidas direta ou indiretamente em situações de emergência no transporte rodoviário de produtos perigosos.

O público-alvo da Norma são as instituições que atuam nas emergências ocorridas no transporte rodoviário de produtos perigosos, portanto Corpo de Bombeiros, Polícia Rodoviária, órgãos ambientais, Defesa Civil, concessionárias e demais administradores de rodovias, empresas de transporte, indústrias e empresas prestadoras de serviços de atendimento a emergências, dentre outras (ABNT NBR 14064, 2015).

O Anexo A da Norma apresenta os “Procedimentos dos envolvidos no atendimento à emergência no transporte rodoviário de produtos perigosos”. São detalhados os procedimentos a serem cumpridos pelo motorista, pela primeira instituição no local da ocorrência, pelos agentes de Trânsito e de Defesa Civil, Corpo de Bombeiros, Polícia Militar, órgãos ambientais e órgãos do setor saúde, dentre outros.

A partir dos procedimentos, atribuições e responsabilidades das instituições envolvidas na resposta aos acidentes rodoviários com produtos perigosos na cidade de São Paulo e descritas no Protocolo e no PEA, foi possível elaborar um fluxograma esquematizando as etapas de um atendimento emergencial (Figura 5).



**Figura 5.** Etapas do atendimento emergencial para ocorrências no transporte rodoviário de produtos perigosos na cidade de São Paulo

Fonte: Elaborado pelo autor

De acordo com a Figura 5, a partir da ocorrência de um acidente no transporte rodoviário de produto perigoso na cidade de São Paulo, a CET ou o Corpo de Bombeiros deverão ser informados pela população. Dependendo da via onde ocorreu o acidente, a própria CET poderá identificar o problema por meio de seus observadores ou sistema de vigilância com câmeras distribuídos pelas principais ruas e avenidas da cidade.

Uma dessas duas instituições deverá ser a primeira a chegar ao local do acidente e desenvolver 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 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, bem como solicitar os recursos necessários ao atendimento emergencial. Tais recursos poderão ser solicitados aos órgãos públicos ou à empresa responsável pelo transporte do produto perigoso envolvido na ocorrência.

Periodicamente o atendimento é avaliado e a ocorrência é dada por encerrada após o desenvolvimento das diversas frentes de trabalho e restabelecimento da segurança do local.

## **2.2 Legislação e normas sobre transporte rodoviário de produtos perigosos**

Segundo Lieggio (2008), somente após a ocorrência de um grande acidente envolvendo produtos químicos, o governo federal passou a desenvolver normas e regulamentos específicos para o transporte de produtos perigosos no Brasil. O acidente motivador ocorreu em 1977 e envolveu uma operação de descarregamento de sacos contendo o produto pentaclorofenato de sódio, popularmente denominado “pó da China”, no Mercado de São Sebastião, Rio de Janeiro. Devido ao descumprimento de regras de segurança do trabalho, diversos trabalhadores tiveram contato com o produto, sendo que seis foram a óbito e diversos se intoxicaram.

Lainha (2011) relata que o primeiro diploma legal sobre o transporte rodoviário de produtos perigosos no Brasil foi o Decreto-Lei nº 2.063, 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 perigosos. O

Decreto nº 88.821, também de 6 de outubro de 1983, aprovou o regulamento para a execução do serviço de transporte rodoviário de cargas ou produtos perigosos. É, portanto, o primeiro instrumento regulatório dessa atividade no Brasil, o primeiro país da América Latina a publicar um regulamento sobre esse tipo de transporte.

Em razão das exigências e das dificuldades para o cumprimento e fiscalização do regulamento de transporte de produtos perigosos, tornando-o quase que impraticável, em 1986, o governo federal, por meio do Ministério dos Transportes, constituiu um grupo de trabalho com a finalidade de revisar o Decreto nº 88.821. Assim, em 18 de maio de 1988, foi aprovado o Decreto nº 96.044, o qual cancelou e substituiu o Decreto nº 88.821. Esse Decreto permanece em vigor até os dias de hoje. O novo Decreto foi complementado pela Portaria do Ministério dos Transportes nº 291, de 31 de maio de 1988, que por sua vez utilizou como referência a publicação da Organização das Nações Unidas - ONU intitulada *United Nations Orange Book*, desenvolvida por um grupo de especialistas de diversos países, inclusive o Brasil, com a finalidade de promover a segurança na movimentação de produtos perigosos. Essa publicação é revisada a cada dois anos e serve como base para a legislação brasileira sobre o tema (Lainha, 2011).

O Decreto nº 96.044 define produto perigoso, para fins de transporte por via pública, as substâncias encontradas na natureza ou produzidas por qualquer processo que possuam propriedades físico-químicas, biológicas ou radioativas que representem risco para a saúde de pessoas, para a segurança pública e para o meio ambiente (Brasil, 1988).

Importante frisar que nem todos os produtos químicos são considerados produtos perigosos para o transporte rodoviário. O termo “produto perigoso” deve ser utilizado apenas para os produtos classificados como perigosos pelo Decreto nº 96.044 e seus regulamentos complementares. Nesta dissertação se utilizou o termo produto perigoso sempre se referindo à atividade de transporte rodoviário, pois se trata de terminologia específica do transporte. Nas demais situações, foi utilizado o termo produto químico.

Dentre diversos aspectos importantes, o Decreto 96.044 estabelece regramentos sobre os seguintes temas:

- a) Condições do transporte;
- b) Simbologia para o transporte;
- c) Acondicionamento da carga;
- d) Itinerário;
- e) Estacionamento;

- f) Documentação de transporte;
- g) Pessoal envolvido na operação de transporte;
- h) Procedimentos em casos de emergência, acidente ou avaria;
- i) Deveres, obrigações e responsabilidades dos fabricantes, expedidores, destinatários e transportadores; e
- j) Fiscalização, infrações e penalidades.

O Decreto estabelece ainda que a fiscalização do regulamento de transporte e de suas normas e instruções complementares é de responsabilidade das autoridades com jurisdição sobre as vias por onde ocorre a movimentação do veículo (Brasil, 1988). Assim, cabe à Polícia Rodoviária Federal fiscalizar a movimentação de produtos perigosos nas rodovias federais, enquanto que a Polícia Rodoviária Estadual fiscaliza as rodovias estaduais. No caso de transporte de produto perigoso em áreas urbanas, caberá ao órgão de trânsito do município realizar a fiscalização. Na cidade de São Paulo, tal atribuição é de competência do Departamento de Operação do Sistema Viário - DSV, órgão da Secretaria Municipal de Transportes.

O regulamento menciona diversas normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, as quais especificam as exigências aplicáveis ao transporte rodoviário de produtos perigosos.

A ABNT é o órgão responsável pela normalização técnica no Brasil, sendo a base necessária para o desenvolvimento tecnológico. Segundo Teixeira (2010), as principais normas relativas ao transporte, manuseio e armazenamento de produtos perigosos, em vigor atualmente, estão relacionadas a seguir:

- a) ABNT NBR 7500/2013 – Identificação para o Transporte Terrestre, Manuseio, Movimentação e Armazenamento de Produtos (última versão 2013);
- b) ABNT NBR 7501/2011 – Transporte Terrestre de Produtos Perigosos - Terminologia (última versão 2011);
- c) ABNT NBR 7503/2016 – Ficha de Emergência e Envelope para o Transporte Terrestre de Produtos Perigosos – Características, Dimensões e Preenchimento (última versão 2016);
- d) ABNT NBR 9735/2016 – Conjunto de Equipamentos para Emergências no Transporte Terrestre de Produtos Perigosos (última versão 2016);

- e) ABNT NBR 14064/2015 – Transporte rodoviário de produtos perigosos - Diretrizes do atendimento à emergência (última versão 2015);
- f) ABNT NBR 14095/2008 – Transporte rodoviário de produtos perigosos - Área de estacionamento para veículos - Requisitos de segurança (última versão 2008);
- g) ABNT NBR 14619/2015 – Transporte terrestre de produtos perigosos — Incompatibilidade química (última versão 2015).

Em 05 de junho de 2001, foi publicada a Lei Federal nº 10.233/01, a qual transferiu a atribuição de estabelecer padrões e normas técnicas complementares relativas às operações de transporte terrestre de produtos perigosos do Ministério dos Transportes à Agência Nacional de Transportes Terrestres - ANTT.

Em 12 de fevereiro de 2004, foi publicada a Resolução nº 420 da ANTT, a qual contém instruções complementares ao Decreto nº 96.044/88.

Em 4 de maio de 2011, a ANTT publicou a Resolução nº 3.665, a qual atualizou o Regulamento para o Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos.

Em 14 de dezembro de 2016, a ANTT publicou a Resolução nº 5.232, a qual aprova as Instruções Complementares ao Regulamento Terrestre do Transporte de Produtos Perigosos. Em seu artigo 2 é estabelecido o prazo de sete meses, contados a partir da vigência da Resolução, para cumprimento das disposições estabelecidas em seus anexos (ANTT, 2016). Em 3 de julho de 2017, foi publicada a Resolução nº 5.377 da ANTT, alterando o prazo para cumprimento das exigências da Resolução ANTT nº 5.232, passando a ser de 12 meses após a publicação, portanto 16 de dezembro de 2017 (ANTT, 2017).

O Decreto nº 96.044/88 e as Resoluções ANTT nº 420/2004, 3.665/11 e 5.232/16 constituem os principais instrumentos legais que regulamentam o transporte rodoviário de produtos perigosos no Brasil.

Os produtos perigosos apresentam características e comportamentos semelhantes, razão pela qual foram agrupados em nove classes e subclasses de risco pela Resolução nº 5.232/2016. São elas:

### **Classe 1: Explosivos**

- Subclasse 1.1: Substâncias e artigos com risco de explosão em massa

- Subclasse 1.2: Substâncias e artigos com risco de projeção, mas sem risco de explosão em massa
- Subclasse 1.3: Substâncias e artigos com risco de fogo e com pequeno risco de explosão ou de projeção, ou ambos, mas sem risco de explosão em massa
- Subclasse 1.4: Substâncias e artigos que não apresentam risco significativo
- Subclasse 1.5: Substâncias muito insensíveis, com risco de explosão em massa
- Subclasse 1.6: Artigos extremamente insensíveis, sem risco de explosão em massa

**Classe 2: Gases**

- Subclasse 2.1: Gases inflamáveis
- Subclasse 2.2: Gases não inflamáveis, não tóxicos
- Subclasse 2.3: Gases tóxicos

**Classe 3: Líquidos inflamáveis****Classe 4: Sólidos inflamáveis; substâncias sujeitas à combustão espontânea; substâncias que, em contato com água, emitem gases inflamáveis**

- Subclasse 4.1: Sólidos inflamáveis, substâncias autorreagentes e explosivos sólidos insensibilizados
- Subclasse 4.2: Substâncias sujeitas à combustão espontânea
- Subclasse 4.3: Substâncias que, em contato com água, emitem gases inflamáveis

**Classe 5: Substâncias oxidantes e peróxidos orgânicos**

- Subclasse 5.1: Substâncias oxidantes
- Subclasse 5.2: Peróxidos orgânicos

**Classe 6: Substâncias tóxicas e substâncias infectantes**

- Subclasse 6.1: Substâncias tóxicas
- Subclasse 6.2: Substâncias infectantes

**Classe 7: Material radioativo****Classe 8: Substâncias corrosivas**

### **Classe 9: Substâncias e artigos perigosos diversos, incluindo substâncias que apresentem risco para o meio ambiente**

A Resolução nº 5.232 define os ensaios e os critérios técnicos para que os produtos perigosos sejam identificados e classificados nas diversas classes de risco, de acordo com suas propriedades físicas, químicas e toxicológicas.

Conforme já mencionado, na cidade de São Paulo, cabe ao DSV legislar sobre o transporte de produtos perigosos, tendo autonomia para estabelecer restrições à circulação, estacionamento e operações de carga e descarga de produtos perigosos.

Assim, em 17 de maio de 1993, a Prefeitura de São Paulo publicou a Lei nº 11.368 que versava sobre o transporte de produtos perigosos de qualquer natureza por veículos de carga no município de São Paulo, regulamentada pelo Decreto nº 36.957 de 1997. A Lei nº 11.368 definiu quatro grupos distintos de produtos e estabeleceu que o Poder Público deveria providenciar a lista de produtos caracterizados nos grupos I e II. Também delegou ao Poder Público Municipal regulamentar as condições e restrições à circulação, estacionamento, parada, carga e descarga de veículos que transportavam produtos perigosos nas vias do município de São Paulo (Prefeitura de São Paulo, 2017). Os quatro grupos estabelecidos foram:

- I - produtos de alta periculosidade intrínseca;
- II - produtos com alta frequência de circulação;
- III - produtos de consumo local (combustíveis automotivos, gás engarrafado para uso doméstico, gases do ar);
- IV – outros.

A Lei mencionada definiu ainda que o Poder Público Municipal regulamentaria as rotas e horários para o transporte de produtos perigosos no município de São Paulo.

Tais definições se concretizaram por meio do Decreto nº 36.957 de 10 de julho de 1.997, o qual regulamentou a Lei nº 11.368. No entanto, esse decreto foi revogado pelo Decreto nº 50.446/2009, atualmente em vigor na cidade de São Paulo.

Esse decreto estabelece obrigatoriedade às empresas de transporte de produtos perigosos em realizar um cadastro na prefeitura, bem como obter, para cada veículo, uma Licença Especial de Transporte de Produtos Perigosos - LETPP, expedida pelo DSV. Também exige que a empresa de transportes elabore um Plano de Atendimento a Emergências - PAE, o qual deverá ser analisado e aprovado pela Secretaria Municipal

do Verde e Meio Ambiente - SVMA. Somente após tal aprovação é que a empresa recebe a LETPP e poderá trafegar nas vias públicas de São Paulo (Prefeitura de São Paulo, 2017).

O DSV publicou diversas Portarias contendo restrições à circulação de produtos perigosos na cidade de São Paulo. A última publicação sobre o tema é a Portaria nº 100/2016 - DSV.GAB, de 25 de abril de 2016. O artigo 2º estabelece as restrições de circulação de produtos perigosos (Departamento de Operação do Sistema Viário [DSV], 2016).

Art.2º Fica proibido o trânsito de veículos que transportam produtos perigosos, de segundas às sextas-feiras, exceto feriados, no período das 5 às 10 horas e das 16 às 21 horas:

- I - no minianel viário composto pelas vias relacionadas no Anexo IV desta Portaria;
- II- na área do centro expandido, delimitada pelo minianel viário (exclusive). (DSV, 2016).

O Anexo IV estabelece que o minianel viário compreende as seguintes vias:

Marginal Tietê, em todas as suas denominações, no trecho compreendido entre a Ponte. Tatuapé e o Trevo de 32 – “Cebolão”;

Trevo de 32 - “Cebolão”, em toda a sua extensão;

Marginal Pinheiros, em todas as suas denominações, no trecho compreendido entre o Trevo de 32 - “Cebolão” e a Av. dos Bandeirantes;

Av. dos Bandeirantes, em toda a sua extensão;

Av. Affonso D’Escagnole Taunay, em toda a sua extensão;

Vd. Ministro Aliomar Baleeiro, em toda a sua extensão;

Complexo Viário Maria Maluf, em toda a sua extensão;

Av. Presidente Tancredo Neves, em toda a sua extensão;

R. Malvina Ferrara Samarone, em toda a sua extensão;

R. das Juntas Provisórias, em toda a sua extensão;

Vd. Grande São Paulo, em toda a sua extensão;

Av. Professor Luiz Inácio Anhaia Melo, entre Viaduto Grande São Paulo e a Av. Salim Farah Maluf;

Av. Salim Farah Maluf, entre a Av. Professor Luiz Inácio Anhaia Melo e a Ponte Tatuapé. (DSV, 2016).

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

É de responsabilidade do poder público desenvolver ações com a finalidade de promover uma adequada gestão dos riscos da atividade de transporte, tanto por meio de ações preventivas com a finalidade de reduzir a probabilidade de ocorrências de

acidentes, quanto por meio de ações corretivas visando minimizar, tanto quanto possível, as consequências dos acidentes sobre a saúde e a segurança da população e do meio ambiente.

### **3 METODOLOGIA**

A metodologia utilizada nesta dissertação envolveu distintos procedimentos de pesquisa, os quais serão apresentados a seguir.

#### **3.1 Abordagem metodológica**

O estudo desenvolvido nesta dissertação foi de caráter exploratório. De acordo com Martins e Theóphilo (2009), a pesquisa de cunho exploratório 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.

De acordo com Gonçalves (2014), a pesquisa exploratória permite, com uma pequena amostra, que o pesquisador defina seu problema de pesquisa e formule sua hipótese com mais precisão. De certa forma, depende da intuição do pesquisador. Ao final da pesquisa exploratória o pesquisador terá maior conhecimento sobre o tema e poderá construir hipóteses.

A pesquisa exploratória pode incluir levantamentos bibliográficos e entrevistas com pessoas familiarizadas com o problema pesquisado ou a análise de exemplos semelhantes, os quais podem estimular e facilitar a compreensão.

Considerando os objetivos desta dissertação, a pesquisa possui caráter qualitativo, não havendo preocupação com o aspecto quantitativo.

Segundo Martins e Theóphilo (2009), a pesquisa qualitativa é um método de investigação científica que se foca no caráter subjetivo do objeto analisado. O caráter qualitativo de uma pesquisa se justifica quando se dispõe de pouca informação a respeito do assunto pesquisado, sendo necessário explorar o conhecimento que as pessoas possuem sobre um tema específico.

Ainda segundo Martins e Theóphilo (2009), a pesquisa qualitativa se aplica quando se deseja conhecer o funcionamento de uma estrutura, sendo necessário estudar um processo.

A pesquisa qualitativa tem por finalidade compreender e interpretar opiniões ou comportamentos dos integrantes de um grupo selecionado, sendo esse o caso desta dissertação. Já a pesquisa quantitativa prioriza os aspectos de frequência e intensidade do comportamento dos indivíduos de um grupo selecionado (Marconi & Lakatos, 2003).

Martins e Theóphilo (2009) relatam que a consistência de uma pesquisa qualitativa pode ser verificada por meio de uma associação entre os elementos do referencial teórico e os achados da investigação, isto é, empregar métodos diferentes de coleta de dados e comparar resultados. Tal processo foi utilizado nesta dissertação conforme será abordado no item 3.2.

Martins e Theóphilo (2009) mencionam ainda que o pesquisador deve ter o cuidado de ser imparcial, devendo interpretar os fatos livre de julgamentos pessoais, atendo-se a manter um olhar de cientista.

### **3.2 Estratégia de pesquisa**

Com relação à estratégia de pesquisa, foi utilizada nesta dissertação o Estudo de Caso.

Segundo Yin (2015), a metodologia Estudo de Caso é indicada nas ocasiões em que o pesquisador possui pouco ou nenhum controle sobre os eventos ligados à situação a ser estudada. Objetiva-se compreender como ou porque um determinado evento, situação ou fenômeno ocorre.

Segundo Bonoma (1985, p. 207), o Estudo de Caso é útil "...quando um fenômeno é amplo e complexo, onde o corpo de conhecimentos existente é insuficiente para permitir a proposição de questões causais e quando um fenômeno não pode ser estudado fora do contexto no qual ele naturalmente ocorre".

A preferência pelo uso do Estudo de Caso deve ser dada quando do estudo de eventos contemporâneos, em situações onde os comportamentos relevantes não podem ser manipulados, mas onde é possível se fazer observações diretas e entrevistas sistemáticas. Apesar de ter pontos em comum com o método histórico, o Estudo de Caso se caracteriza pela "... capacidade de lidar com uma completa variedade de evidências - documentos, artefatos, entrevistas e observações" (Yin, 2015).

O Estudo de Caso contempla três etapas: planejamento, técnicas de coleta de dados e análise e interpretação dos resultados, podendo-se utilizar diversas fontes de informação na coleta de dados como documentos, entrevistas e observação direta. No entanto, o mais comum é o uso de questionários e entrevistas estruturadas.

A diversidade de fontes de informações no processo de coleta de dados é, segundo Yin (2005), essencial para garantir a qualidade dos resultados.

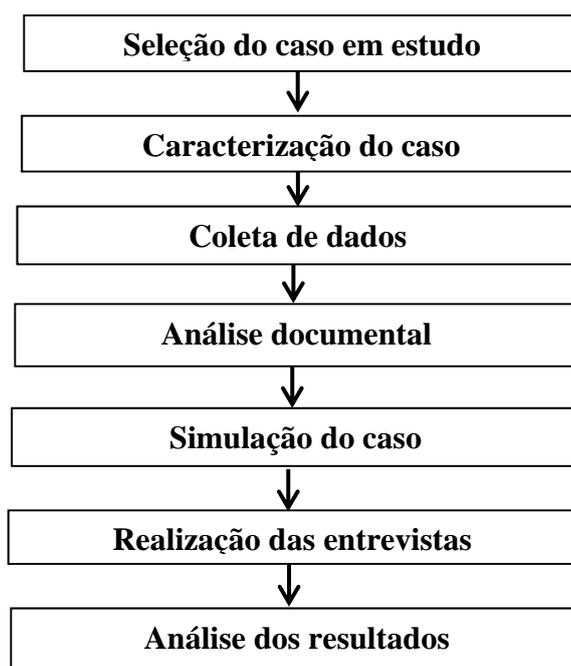
Martins e Theóphilo (2009) afirmam que a vantagem mais importante que se apresenta no uso de fontes múltiplas de evidências é o desenvolvimento de linhas

convergentes de investigação, por meio de um processo de triangulação das fontes. A convergência dos resultados advindos de distintas fontes oferece elevada confiabilidade ao estudo. As conclusões obtidas por meio de triangulações serão mais convincentes e precisas se baseadas em distintas fontes de informação. Dessa maneira, o estudo de caso poderá ser validado e evita-se que fique subordinado à subjetividade do pesquisador.

O Estudo de Caso utilizado nesta dissertação envolveu múltiplas evidências de dados, tais como análise documental, pesquisa bibliográfica, simulações em modelo matemático e entrevistas. A triangulação dos dados realizada permitiu estabelecer uma cadeia de relações entre as fontes, o que permitiu que os objetivos fossem alcançados.

### 3.3 Trajetória metodológica

A seguir será apresentada a trajetória metodológica utilizada neste trabalho. Para facilitar a compreensão, é apresentado, na Figura 6, o fluxograma contendo as etapas da pesquisa.



**Figura 6.** Fluxograma com as etapas da pesquisa  
Fonte: Elaborado pelo autor

As etapas apresentadas no fluxograma serão detalhadas a seguir.

#### 3.3.1 Seleção do Caso em Estudo

Para responder à questão de pesquisa desta dissertação foi necessário conhecer a capacidade de resposta dos órgãos públicos aos acidentes rodoviários com produtos perigosos.

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. Tais resultados foram apresentados aos especialistas entrevistados de modo a conhecer a capacidade de resposta das instituições ao evento estudado.

Para realizar a simulação em modelo matemático foi necessário formular uma hipótese acidental. A hipótese acidental estudada é aquela descrita no item 1.1 Problemática de Pesquisa deste trabalho.

Trata-se do acidente ocorrido no transporte de diversos cilindros do produto butilmercaptana em caminhão-carroceria, que 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, provocou a queda da carga seguido de vazamento de 800 kg do produto de um dos cilindros.

Dessa forma, o caso escolhido se refere a uma queda de cilindro durante o transporte rodoviário de produto perigoso na cidade de São Paulo, com vazamento de 800 kg de produto.

Ressalta-se que 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.

### **3.3.2 Caracterização do caso**

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

#### **a) Local do acidente**

O local do acidente considerado foi o mesmo do acidente ocorrido em 2006 com a butilmercaptana, portanto na via expressa da Marginal Pinheiros, a cerca de 500 metros após a ponte Cidade Jardim, sentido Rodovia Castello Branco, na cidade de São Paulo.

Todas as plotagens das simulações foram realizadas a partir desse local.

### **b) Seleção da substância tóxica**

O vazamento ocorrido em 2006 envolveu um produto inflamável e de baixa toxicidade. Conforme comentado anteriormente, a imprensa suscitou dúvidas quanto à capacidade de resposta dos órgãos públicos, caso o acidente ocorrido envolvesse um produto tóxico.

Assim sendo foi necessário selecionar um produto classificado com tóxico para avaliar as consequências no caso de vazamento, obtendo-se nas simulações as distâncias alcançadas pela nuvem tóxica na atmosfera para diversas concentrações de interesse.

Para tal seleção, utilizou-se como referência a Norma P4.261 da CETESB sobre Risco de Acidente de Origem Tecnológica - Método para decisão e termos de referência. Nela é apresentado um quadro de classificação de toxicidade de substâncias químicas (página 10), o qual classifica os produtos em quatro categorias, desde 1 até 4, sendo que a categoria 1 representa as substâncias praticamente não tóxicas enquanto que 4 representa as substâncias muito tóxicas, cuja  $DL_{50}$  (Dose Letal capaz de matar 50% da população testada) é menor que 50 mg/kg. O Quadro 4 na página 12 da mencionada Norma informa que o cloro pertence à categoria 4 de toxicidade, portanto muito tóxico (CETESB, 2017e).

De forma similar, a Agência de Proteção ao Fogo dos Estados Unidos - NFPA publicou a Norma 704 - *Standard System for the Identification of the Hazards of Materials for Emergency Response*, a qual possui critério de classificação de perigo de um produto com relação à saúde, à inflamabilidade e à reatividade. Para cada perigo, há uma classificação que varia de zero a 4, sendo que zero representa ausência do perigo e 4 representa perigo extremo. Por meio da base de dados CAMEO CHEMICALS (<https://cameochemicals.noaa.gov/chemical/2862>) observa-se que o cloro possui o valor 4 para a classificação de perigo à saúde segundo a Norma NFPA 704, indicando tratar-se de uma substância muito tóxica.

Por fim, consultou-se a Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos (FISPQ) do cloro, elaborada pela empresa Unipar Carbocloro, fabricante do produto. A FISPQ é um documento normalizado pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) conforme norma, ABNT-NBR 14.725 e deve ser elaborada pela empresa que manipula o produto e disponibilizada aos seus trabalhadores.

A FISPQ fornece informações do produto relativas aos aspectos de segurança, saúde e meio ambiente, sendo um instrumento de comunicação dos perigos. A FISPQ

está dividida em 16 seções sendo que no campo 2 são apresentadas informações sobre identificação de perigos do produto, incluindo-se a classificação do *Globally Harmonized System of Classification and Labeling of Chemicals* - GHS ou, conforme utilizado no Brasil, “Sistema Globalmente Harmonizado de Classificação e Rotulagem de Produtos Químicos”.

Na FISPQ do cloro, elaborada pela Unipar Carbocloro, estão disponíveis as seguintes informações, dentre outras:

**Nº de Registro no CAS:** 7782-50-5

**Peso Molecular:** 71

**Fórmula:** Cl<sub>2</sub>

**Principais usos recomendados para a substância:** Fabricação de PVC, tratamento de águas, tratamento de esgotos, fabricação de produtos clorados e agroquímicos. Utilizado também como matéria-prima na produção de anticoagulantes, lubrificantes, fluídos para freios e outros.

**Aspecto físico, forma e cor:** líquido sob pressão e gás à pressão atmosférica.

**Cor:** gás com cor esverdeada.

**Odor:** pungente, penetrante e irritante.

**Ponto de ebulição:** -34,04°C a 760 mmHg

**Densidade do gás (ar=1):** 2,5

**Limite de Tolerância no Brasil:** 0,8 ppm (partes por milhão)

**Efeitos adversos à saúde humana:** O cloro é um irritante das vias respiratórias e fortemente agressivo. Os efeitos dependem da concentração e do tempo de exposição. A inalação, mesmo que rápida, pode levar a lesões brônquicas. Se o tempo de exposição for elevado, ocorrerá edema pulmonar, seguido de morte. O contato do cloro com os olhos causará irritações e queimaduras. Na pele, causará vermelhidão e formação de bolhas por queimadura por baixa temperatura (cloro liquefeito).

**Principais sintomas:** A exposição do gás resulta em dores de cabeça, inquietação e sensação de sufocamento, lacrimejamento e redução da capacidade respiratória.

**Frases de perigo da classificação GHS:**

H280 Contém gás sob pressão: pode explodir sob ação do calor.

H290 Pode ser corrosivo para os metais.

H304 Pode ser fatal se ingerido e penetrar nas vias respiratórias.

H314 Provoca queimadura severa à pele e danos aos olhos.

H317 Pode provocar reações alérgicas na pele.

H318 Provoca lesões oculares graves.

H330 Fatal se inalado.

H334 Quando inalado pode provocar sintomas alérgicos, de asma ou dificuldades respiratórias.

H400 Muito tóxico para os organismos aquáticos. (Unipar Carbocloro, 2017).

A classificação de perigo do GHS para o cloro, conforme as frases H304, H314, H318, H330 e H334 apresentadas acima, reafirma que o produto é de elevada toxicidade ao homem.

Ressalta-se que o cloro é, de fato, uma substância de elevada toxicidade, tendo sido inclusive utilizado como arma química na primeira guerra mundial. Seu potencial para causar danos à saúde ou à vida das pessoas é amplamente reconhecido.

Uma vez que ocorre o transporte de cilindros de 900 kg de cloro na cidade de São Paulo e sendo este produto considerado tóxico, entende-se que o estudo das consequências de um eventual vazamento de produto associado à avaliação realizada pelos especialistas entrevistados permitiu conhecer a capacidade de resposta das instituições frente a um acidente rodoviário com um produto tóxico, obtendo-se assim a resposta ao questionamento formulado nesta dissertação.

### **c) Tipologia acidental**

Com relação ao tipo de avaria estudado, assumiu-se a mesma tipologia acidental ocorrida no caso da butilmercaptana, ou seja, a ruptura total da válvula do cilindro.

Portanto, a tipologia acidental objeto do estudo de consequências por meio de modelo matemático de cálculo foi:

- Vazamento de cloro líquido devido à ruptura total da válvula de 3/8” decorrente de queda de cilindro de 900 kg durante o transporte rodoviário na cidade de São Paulo.

Ressalta-se que o estudo abordou o vazamento de 800 kg de cloro, de modo a representar o cenário ocorrido em 2006.

### **3.3.3 Coleta de dados**

Depois da definição pelo caráter exploratório, buscou-se pelo delineamento da pesquisa que é uma fase inicial de planejamento e envolveu o processo de coleta de dados. Esse processo teve por finalidade possibilitar que outros pesquisadores executem a mesma pesquisa e alcancem as mesmas conclusões (Martins & Theóphilo, 2009).

Martins e Theóphilo (2009) afirmam que o elemento mais importante da fase de delineamento é a coleta de dados. Ainda segundo os autores, a coleta de dados é um processo que pode envolver pesquisas bibliográficas, documental, experimental, *ex-post facto*, levantamento (*surveys*), estudo de campo e estudo de caso.

Nesta dissertação, a coleta de dados foi realizada inicialmente por meio de pesquisa bibliográfica e documental, portanto, dados secundários. A pesquisa bibliográfica permitiu identificar documentos (artigos, teses, livros) com temática pertinente aos interesses da dissertação.

Durante a etapa de pesquisa, o mestrando identificou diversos artigos, teses, dissertações, documentos, relatórios e livros técnicos sobre o tema transporte rodoviário de produtos perigosos no Brasil e no mundo. As bases de dados pesquisadas foram: Scopus, ScienceDirect, SciELO e Google Acadêmico. As palavras-chave utilizadas foram: produtos perigosos, acidentes químicos, emergências químicas, transporte rodoviário de produtos perigosos, gestão e gerenciamento do transporte rodoviário de produtos perigosos, preparação hospitalar para emergências, resposta a emergências, risco no transporte, *hazardous materials*, *hazmat*, *emergency response*, *chemical accidents*, *chemical emergencies*, *hazardous materials incidents*, *hazardous materials road transportation accidents*, *preparedness for hazardous materials incidents*, *hazardous materials transportation risk*. O período pesquisado foi de quarenta anos. Foram identificados oitenta e três documentos em português e inglês, os quais foram agrupados por temática abordada, para avaliação.

Dentre os temas mais comumente abordados nos documentos encontrados destacam-se: metodologia para definição de rotas de transporte, georreferenciamento de acidentes de uma rodovia ou de uma região, análise estatística de acidentes rodoviários, estudos de risco para o transporte rodoviário de produtos perigosos, gerenciamento de risco, logística de transporte, estudo de casos de acidentes, planos de emergência e saúde ocupacional do condutor de veículo transportando produtos perigosos.

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 nesta dissertação. O primeiro é o “Protocolo Unificado de Atendimento a Emergências Químicas no Estado de São Paulo”, firmado entre diversos órgãos públicos estaduais que atendem a emergências com produtos perigosos. O segundo documento de referência é o “Plano de emergência para o atendimento a acidentes no transporte de produtos perigosos na cidade de São Paulo”, elaborado entre órgãos públicos do município e do estado de São Paulo. Os documentos consultados foram objeto de rápida leitura e seleção. O processo utilizado está de acordo com Martins e Theóphilo (2009) que afirmam que a leitura exploratória deve ser utilizada para realizar a triagem de material consultado.

Depois da seleção preliminar, conforme Martins e Theóphilo (2009) preconizam, realizou-se a leitura completa dos documentos, o que permitiu organizar e correlacionar o material com a problemática de pesquisa, bem como hierarquizar os documentos.

Ainda na fase de coleta de dados, como dados primários, foram realizadas simulações de consequências de acidente envolvendo vazamento de produto perigoso (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 perigosos na cidade de São Paulo. Nesse momento houve a observação participante do mestrando.

### **3.3.4 Análise documental**

Conforme já abordado, a integração e o trabalho conjunto entre as instituições que realizam a resposta emergencial a uma emergência química, incluindo os acidentes no transporte rodoviário de produtos perigosos, são elementos essenciais para o sucesso do atendimento.

Dessa maneira, os documentos identificados na fase de coleta de dados (Protocolo de atendimento a emergências químicas e o Plano de emergência para o atendimento a acidentes no transporte de produtos perigosos na cidade de São Paulo), 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 coordenação e gestão da emergência, elementos essenciais para uma adequada ação de resposta.

As informações disponibilizadas nos documentos citados acima sobre as atribuições e responsabilidades das instituições nas emergências foram utilizadas para a elaboração da matriz de amarração.

A partir da análise dos documentos e do referencial teórico dessa dissertação, 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 perigosos podem gerar danos à saúde e segurança pública, bem como ao meio ambiente, as instituições de

interesse desta dissertação 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.

O envolvimento das instituições acima com o tema é reforçado pelo fato de participarem da Comissão de Estudos e Prevenção de Acidentes no Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos no Estado de São Paulo ou da Comissão Municipal para o Transporte de Cargas Perigosas.

### **3.3.5 Simulação do caso**

Para essa etapa foi necessária a definição de diversos parâmetros que nortearam as simulações em modelo matemático de cálculo. Tais parâmetros, assim como o modelo de cálculo utilizado, são apresentados a seguir.

#### **3.3.5.1 Modelo de cálculo**

A simulação foi realizada por meio do software *Areal Locations of Hazardous Atmospheres* - ALOHA, desenvolvido pela National Oceanic and Atmospheric Administration - NOAA em parceria com a Environmental Protection Agency - EPA, ambas dos Estados Unidos. O ALOHA é um dos programas pertencente à plataforma *Computer-Aided Management of Emergency Operations* - CAMEO. Todos os programas citados são de domínio público, portanto gratuitos e de livre utilização à profissionais e organizações que atuam na resposta às emergências químicas.

O ALOHA foi desenvolvido com a finalidade de auxiliar os profissionais de resposta a emergências químicas na obtenção de informações rápidas, precisas e importantes para o desencadeamento de ações de controle de emergência. Dessa forma, é capaz de modelar a dispersão de substâncias tóxicas (líquidas ou gasosas), fornecendo como resultado as distâncias atingidas pela nuvem na atmosfera para uma concentração definida pelo usuário. Também estima as distâncias atingidas pela radiação térmica emitida pelos incêndios, bem como as distâncias de danos decorrentes de explosões (Environmental Protection Agency of United States of America [EPA], 2016).

O ALOHA possui base de dados de centenas de substâncias químicas contendo as propriedades físicas e químicas necessárias para a realização das simulações. A substância cloro está disponível na base de dados do ALOHA.

### 3.3.5.2 Dados meteorológicos

O ALOHA, como qualquer modelo de dispersão atmosférica, necessita de dados meteorológicos para realizar a estimativa da distância atingida pela nuvem tóxica na atmosfera. Os parâmetros meteorológicos necessários para a simulação são: velocidade do vento (m/s), sentido do vento, temperatura ambiente (°C) e umidade atmosférica (%).

Dessa forma, foi necessário levantar os dados meteorológicos no momento do acidente ocorrido com a butilmercaptana, ou seja, dia 23 de junho de 2006, por volta das 5 horas da manhã, na Marginal Pinheiros, bairro do Itaim Bibi.

Para obtenção de tais dados, recorreu-se às estações meteorológicas que a CETESB tem distribuídas na cidade de São Paulo. Os dados foram obtidos do sistema “Qualidade do Ar” - QUALAR que monitora e registra as concentrações de poluentes atmosféricos assim como os dados meteorológicos de hora em hora em 21 estações distribuídas na cidade de São Paulo (CETESB, 2017f).

A Estação de Pinheiros, localizada na Avenida Professor Frederico Hermann Junior 345, Alto de Pinheiros, São Paulo, é a mais próxima do local do acidente ocorrido em 2006 e por essa razão as informações meteorológicas necessárias às simulações foram extraídas dessa estação. Em pesquisa realizada no QUALAR, Estação de Pinheiros, para o dia 23 de junho de 2006 foram obtidos os dados apresentados na Tabela 4.

Tabela 4  
**Dados meteorológicos do dia 23 de junho de 2006 da Estação Meteorológica da CETESB localizada em Pinheiros**

Horário (h)	Parâmetro			
	Direção do vento	Velocidade do vento (m/s)	Temperatura ambiente (°C)	Umidade atmosférica (%)
4	Calm	0	13,1	81
5	Calm	0	12,8	82
6	Calm	0	12,7	83
7	Calm	0	12,7	83
8	Calm	0	13,1	84
9	Calm	0	14,9	85
10	WNW	0,7	18,8	81

*Nota.* Fonte: CETESB, 2017f

Observa-se na Tabela 4 que entre quatro e nove horas da manhã do dia 23 de junho de 2006 a estação registrou período de calmaria de vento. O sistema registra como calmaria toda vez que a velocidade do vento se encontra abaixo de 0,5 m/s. Nos períodos de calmaria também não há, evidentemente, registro da direção do vento.

O modelo ALOHA necessita de dados sobre a direção e velocidade do vento para que possa realizar a estimativa e as plotagens das distâncias atingidas pela nuvem tóxica na atmosfera. Assim, objetivando dar continuidade ao estudo, foram assumidos os primeiros dados disponíveis após as 5 horas, portanto foram utilizados nas simulações os dados registrados pela estação às 10 horas da manhã.

A notação WNW para a direção do vento às 10 horas da manhã na Tabela 4 significa que o vento ocorria da direção Oeste - Noroeste para a direção Este - Sudeste. Essa informação foi importante para as plotagens das nuvens, conforme será abordado mais adiante.

A velocidade de vento utilizada nas simulações foi de 1 m/s, pois é o menor valor recomendado pelo software ALOHA, de modo a se obter resultados mais confiáveis.

### **3.3.5.3 Concentração de interesse**

O modelo ALOHA necessita que seja informada uma concentração de produto de interesse (por exemplo, concentração que causa intoxicação, fatalidade), sendo esta utilizada como referência pelo modelo para a estimativa da máxima distância atingida pela nuvem tóxica na atmosfera.

De modo a subsidiar a fase de entrevistas e considerando que em um acidente rodoviário envolvendo um gás tóxico em área urbana poderão ocorrer danos à vida ou à saúde das pessoas, foram selecionados três valores distintos de referência para as simulações.

Com a finalidade de auxiliar na avaliação de riscos associados à exposição a produtos químicos por parte da população, em 2001 a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos - EPA, com o apoio da Academia Nacional de Ciências Americana - NAS, desenvolveu os valores *Acute Exposure Guideline Level* – AEGGL (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/m<sup>3</sup>) 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 (EPA, 2017).

Uma vez que o dano a ser produzido a uma pessoa exposta a um produto tóxico dependerá tanto da concentração do material quanto do tempo de exposição ao produto, os valores de AEGL foram estabelecidos para cinco períodos de exposição: 10 minutos, 30 minutos, 60 minutos, 4 horas e 8 horas, permitindo que as equipes de resposta possam decidir sobre a melhor ação de proteção a ser tomada. De forma geral, existem duas ações de proteção para a população exposta ou sob risco de exposição a uma nuvem tóxica. A primeira ação protetora envolve a evacuação de uma população na área de risco enquanto que a segunda ação protetora envolve orientação para que a população permaneça nas suas edificações (residências, estabelecimentos comerciais, escritórios), com portas e janelas fechadas, até que a nuvem tóxica se dissipe na atmosfera (EPA, 2017).

A tomada de decisão quanto a melhor ação protetora a ser adotada visando a segurança da população será aquela baseada na experiência e conhecimento das equipes de resposta associado aos dados técnico-científicos obtidos na literatura, reduzindo dessa forma o caráter subjetivo da ação a ser tomada. O conhecimento dos limites de exposição combinado com o tempo de exposição são componentes essenciais de planejamento e resposta a emergências químicas. Durante uma resposta de emergência, os limites podem ser utilizados para avaliar a gravidade do evento e identificar potenciais resultados da exposição, auxiliando no processo de tomada de decisão quanto a melhor ação protetora a ser adotada.

A FISPQ do cloro, elaborada pela Unipar Carbocloro, informa que o produto é um gás de cor esverdeada e com odor pungente, penetrante e irritante. O produto possui, portanto, propriedades de alerta, ou seja, permite que as pessoas percebam que o ambiente está contaminado seja pela observação visual da nuvem, seja pelo odor agressivo do material. A partir dessas características, e com base na experiência do mestrando, é possível afirmar que a maioria das pessoas não deverá permanecer exposta ao cloro por período prolongado, exatamente devido ao forte odor do produto. A reação natural das pessoas será a de se retirar da área contaminada pelo produto.

Assim, os valores de AEGL utilizados nessa dissertação referem-se ao tempo de exposição de 10 minutos. Esse tempo foi assumido em razão das próprias características do produto cloro, conforme exposto acima.

Corroborando com essa seleção de tempo de exposição de 10 minutos o fato da CETESB orientar em sua Norma P4.261 para realização de estudos de análise de risco, a utilização do tempo de exposição de 10 minutos para estimativa de danos às pessoas.

Portanto, o estudo de consequências foi realizado para o cloro utilizando-se os valores de AEGL 1, 2 e 3 associados ao tempo de exposição de 10 minutos, que são respectivamente 0,5 ppm, 2,8 ppm e 50 ppm. 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.

#### **3.3.5.4 Adensamento populacional**

Depois da simulação em modelo matemático, a nuvem tóxica de cloro foi plotada na Marginal Pinheiros em São Paulo de modo a permitir uma melhor visualização do seu alcance (distância) e área atingida. A plotagem foi realizada na Marginal Pinheiros no mesmo local do acidente ocorrido com a butilmercaptana em 2006. Para tanto foi utilizado o programa Google Earth.

Com o objetivo de subsidiar a etapa das entrevistas com informações importantes sobre os possíveis danos que a nuvem tóxica poderá gerar na população na área atingida pelo cloro, foi realizada estimativa do número de pessoas afetadas pela nuvem tóxica para os três níveis estabelecidos pelo AEGL, quais sejam: fatalidade (AEGL – 3), intoxicação gerando efeito incapacitante de fuga (AEGL – 2) e irritação sem gerar efeito incapacitante de fuga (AEGL - 1).

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, de acordo com o IBGE de 2010 (IBGE, 2017).

Assim, foi possível estimar o número de pessoas a serem afetadas pela nuvem de cloro, em termos de fatalidades, de pessoas intoxicadas sem e com a possibilidade de fuga (AEGLs 3, 2 e 1 respectivamente).

### **3.3.6 Realização das entrevistas**

Nessa etapa foram realizadas entrevistas estruturadas que, segundo Marconi e Lakatos (2003), são aquelas desenvolvidas de acordo com um roteiro estabelecido e com profissionais qualificados e afetos ao tema da dissertação. O objetivo das entrevistas foi o de conhecer a capacidade de resposta das instituições ao evento simulado.

As entrevistas foram agendadas com os especialistas com, no mínimo, uma semana de antecedência e foram realizadas no local de trabalho do entrevistado. As entrevistas duraram entre 30 e 40 minutos e foram gravadas, mediante autorização.

O entrevistador pôde, a partir das respostas obtidas durante a fase de entrevistas, elaborar novos questionamentos ou esclarecimentos de modo a permitir que os objetivos fossem alcançados.

Os profissionais entrevistados (sujeitos de pesquisa) foram selecionados com base no conhecimento empírico sobre o envolvimento deles com o tema transporte de produtos perigosos, dada à participação que possuem em grupos de trabalho, cursos e treinamentos, bem como nos trabalhos de campo que desenvolvem durante uma ação de resposta às emergências químicas.

São profissionais qualificados e envolvidos com a temática desta dissertação e, portanto, as informações obtidas representam o atual momento de preparação e de

resposta aos acidentes rodoviários com produtos perigosos na cidade de São Paulo das suas instituições.

A Tabela 5 apresenta o perfil profissional dos especialistas entrevistados.

Tabela 5

**Perfil profissional dos especialistas entrevistados.**

<b>Identificação do entrevistado e Instituição</b>	<b>Formação</b>	<b>Tempo na instituição</b>	<b>Cargo atual</b>	<b>Tempo no cargo atual</b>	<b>Faixa etária</b>
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.* Fonte: elaborado pelo autor

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 aos objetivos específicos desta dissertação. Assim, cada questionamento realizado estava, obrigatoriamente, associado a um objetivo específico da dissertação de modo a garantir os resultados desejados.

Foi elaborada uma matriz de amarração, sendo que a grande maioria das questões foi aplicada a todas as instituições, uma vez que são de caráter geral e comum a todas elas. No entanto, considerando que a Defesa Civil Municipal e a Secretaria Estadual da Saúde possuem atribuições bastante específicas na emergência, principalmente relacionadas à assistência à população, alguns questionamentos foram dirigidos exclusivamente a essas instituições. Assim, as questões 8 e 9 foram dirigidas apenas à Defesa Civil Municipal enquanto que a questão 12 foi dirigida somente à Secretaria Estadual da Saúde. A questão 10 não se aplica à CETESB, pois orientar a

população não é de sua atribuição, visto tratar-se de aspectos de saúde e segurança pública.

Uma vez elaborada a matriz de amarração, foi realizado um pré-teste com a finalidade de avaliar e aprimorar os questionamentos. Para a realização do pré-teste foi selecionado um técnico da CETESB que há 25 anos desenvolve o atendimento a emergências químicas no estado de São Paulo, portanto trata-se de um profissional com reconhecida experiência na temática abordada nesta dissertação.

O pré-teste foi realizado em 10 de maio de 2017 e teve a duração de 45 minutos. Durante a realização do pré-teste foi possível identificar que alguns questionamentos não estavam claros quanto ao seu objetivo, o que gerou respostas que não atendiam às necessidades da dissertação. Outras questões suscitaram dúvidas como no caso da questão 4, cuja redação inicial se referia ao tempo de resposta da instituição para chegada ao local da ocorrência, não se esclarecendo qual o dia e horário da semana a pergunta se referia. Assim, as respostas obtidas no pré-teste permitiram aprimorar a redação de diversas questões na matriz de amarração.

O Quadro 1 apresenta a versão final da matriz de amarração desenvolvida e utilizada nas entrevistas. A matriz traz, em sua última coluna, a indicação da instituição para qual a pergunta se aplica.

**Quadro 1 - Matriz de amarração desenvolvida para todas as instituições (continua).**

**Objetivo geral:** Avaliar como se configura o atual cenário de atendimento a emergências no transporte rodoviário de produtos perigosos na cidade de São Paulo na perspectiva dos órgãos públicos envolvidos.

Objetivo específico	Perguntas para a entrevista	Referencial teórico	Instituição a quem se aplica
a) Demonstrar, por meio de uma simulação de acidente em modelo matemático, o potencial para a ocorrência de danos ao homem decorrente de vazamento de cloro no transporte rodoviário na cidade de São Paulo	1) Você e a sua instituição têm conhecimento da magnitude das consequências em caso de vazamento de 800 kg de cloro no transporte rodoviário na cidade de São Paulo?	Teixeira (2010)	Corpo de Bombeiros, CETESB, CET, Secretaria Estadual da Saúde e COMDEC
	2) Você e a sua instituição conhecem ou utilizam <i>softwares</i> ou aplicativos como ferramenta de apoio na preparação e resposta a acidentes rodoviários com produtos perigosos na cidade de São Paulo?	Teixeira (2010)	Corpo de Bombeiros, CETESB, CET, Secretaria Estadual da Saúde e COMDEC
b) Conhecer as competências legais dos principais órgãos públicos envolvidos no atendimento a emergências geradas no transporte rodoviário de produtos perigosos na cidade de São Paulo	3) As atuais atribuições da sua instituição correspondem àquelas mencionadas no Protocolo Unificado (Estadual) ou no Plano de Emergência do Município de São Paulo?	Defesa Civil do Estado de São Paulo (2012); Jusbrasil (2011)	Corpo de Bombeiros, CETESB, CET, Secretaria Estadual da Saúde e COMDEC

**Quadro 1 - Matriz de amarração desenvolvida para todas as instituições (continuação).**

**Objetivo geral:** Avaliar como se configura o atual cenário de atendimento a emergências no transporte rodoviário de produtos perigosos na cidade de São Paulo na perspectiva dos órgãos públicos envolvidos.

Objetivo específico	Perguntas para a entrevista	Referencial teórico	Instituição a quem se aplica
c) Analisar como se configura a atuação dos principais órgãos públicos envolvidos no atendimento a emergências geradas no transporte rodoviário de produtos perigosos na cidade de São Paulo	4) Qual o tempo de resposta (deslocamento mais início das ações de combate) da sua primeira equipe? Considerar o evento às 5 e às 10 horas da manhã de um dia útil da semana. Considerar que pode haver grande congestionamento.	Gablehouse (2005)	Corpo de Bombeiros, CETESB, CET, Secretaria Estadual da Saúde e COMDEC
	5) Existem procedimentos institucionalizados, do tipo protocolo ou similar, para cumprimento das suas atribuições nos acidentes rodoviários envolvendo gases tóxicos na cidade de São Paulo?	Defesa Civil do Estado de São Paulo (2012); Jusbrasil (2011)	Corpo de Bombeiros, CETESB, CET, Secretaria Estadual da Saúde e COMDEC
	6) Em linhas gerais quais seriam as suas principais ações no cenário acidental apresentado?	Defesa Civil do Estado de São Paulo (2012); Jusbrasil (2011)	Corpo de Bombeiros, CETESB, CET, Secretaria Estadual da Saúde e COMDEC
	7) Os recursos humanos e materiais disponíveis na sua instituição são suficientes para o cumprimento das suas atribuições nos acidentes rodoviários envolvendo gases tóxicos na cidade de São Paulo? Considerar aspectos de quantidade e qualidade.	Lainha (2011)	Corpo de Bombeiros, CETESB, CET, Secretaria Estadual da Saúde e COMDEC
	8) Há procedimentos e recursos para realizar uma grande ação de evacuação na cidade de São Paulo?	Gablehouse (2005)	COMDEC
	9) Há áreas pré-definidas (abrigos) dotadas de equipamentos e suprimentos para recebimento de grande número de pessoas evacuadas?	Gablehouse (2005)	COMDEC
	10) Como seria dada a orientação (comunicação de risco) entre a sua instituição e a população na área afetada ou a ser afetada pela nuvem tóxica de cloro?	Quarantelli (1991)	Corpo de Bombeiros, CET, Secretaria Estadual da Saúde, COMDEC

**Quadro 1 - Matriz de amarração desenvolvida para todas as instituições (continuação).**

**Objetivo geral:** Avaliar como se configura o atual cenário de atendimento a emergências no transporte rodoviário de produtos perigosos na cidade de São Paulo na perspectiva dos órgãos públicos envolvidos.

Objetivo específico	Perguntas para a entrevista	Referencial teórico	Instituição a quem se aplica
d) Identificar as principais dificuldades operacionais dos órgãos públicos envolvidos no atendimento a emergências geradas no transporte rodoviário de produtos perigosos na cidade de São Paulo	11) Quais as principais dificuldades a serem enfrentadas pela sua instituição no cenário apresentado? (Considere aspectos relativos ao tempo de deslocamento, recursos humanos, recursos materiais compatíveis com o porte e severidade do evento, controle emocional da equipe frente a um evento de elevada severidade, dentre outros).	Horton <i>et al.</i> (2003)	Corpo de Bombeiros, CETESB, CET, Secretaria Estadual da Saúde e COMDEC
	12) Na área atingida pela nuvem tóxica há hospitais e centros de saúde. Há procedimentos estabelecidos caso haja necessidade de realizar evacuação desses estabelecimentos?	Horton <i>et al.</i> (2003)	Secretaria Estadual da Saúde
e) Propor recomendações para a melhoria das ações de resposta aos acidentes ocorridos no transporte rodoviário de produtos perigosos na cidade de São Paulo	13) No seu entendimento, estudos como esse poderiam auxiliar no planejamento das ações de preparação e resposta aos acidentes rodoviários envolvendo produtos perigosos na cidade de São Paulo?	Heinrich (2004)	Corpo de Bombeiros, CETESB, CET, Secretaria Estadual da Saúde e COMDEC
	14) Sua instituição encontra-se preparada para atuar em emergências com gases tóxicos no transporte rodoviário na cidade de São Paulo, como no cenário acidental estudado?	Heinrich (2004) Defesa Civil do Estado de São Paulo (2012); Jusbrasil (2011)	Corpo de Bombeiros, CETESB, CET, Secretaria Estadual da Saúde e COMDEC
	15) Considerando o seu conhecimento sobre o atual estágio dos órgãos públicos envolvidos na resposta, você entende que a cidade de São Paulo está preparada para minimizar os impactos à saúde e segurança pública, bem como ao meio ambiente, gerados por emergências com gases tóxicos no transporte rodoviário?	Heinrich (2004) Defesa Civil do Estado de São Paulo (2012); Jusbrasil (2011)	Corpo de Bombeiros, CETESB, CET, Secretaria Estadual da Saúde e COMDEC

Observa-se por meio do referencial teórico do Quadro 1 que há poucos autores sobre o tema emergências químicas.

A partir da matriz de amarração, foi criado um Protocolo de Entrevistas, o qual se encontra no Apêndice A dessa dissertação.

### **3.3.7 Análise dos resultados**

A análise dos resultados obtidos foi realizada por meio da triangulação das informações entre as diversas fontes de evidências utilizadas na dissertação. As fontes de evidências referem-se às informações obtidas na etapa de dados coletados e incluem as pesquisas documental e bibliográfica (dados secundários), associado às simulações em modelo matemático (dados primários) e às respostas obtidas nas entrevistas.

Todos os elementos citados foram analisados de forma integrada com a finalidade de estabelecer associações entre o referencial teórico e os achados da investigação. Para as entrevistas foi realizada a análise do conteúdo, de modo a permitir que a triangulação alcançasse os objetivos da dissertação.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Nesse item são apresentados os resultados obtidos nas simulações realizadas de vazamento de cloro e a análise das respostas por meio da consolidação do atual cenário de atendimento a emergências no transporte rodoviário de produtos perigosos na cidade de São Paulo na perspectiva dos órgãos públicos envolvidos.

### **4.1 Resultados das simulações de vazamento de cloro**

Os resultados obtidos na simulação com o *software* ALOHA estão apresentados no Anexo A.

Conforme já abordado, 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 6 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 (IBGE, 2017).

Tabela 6

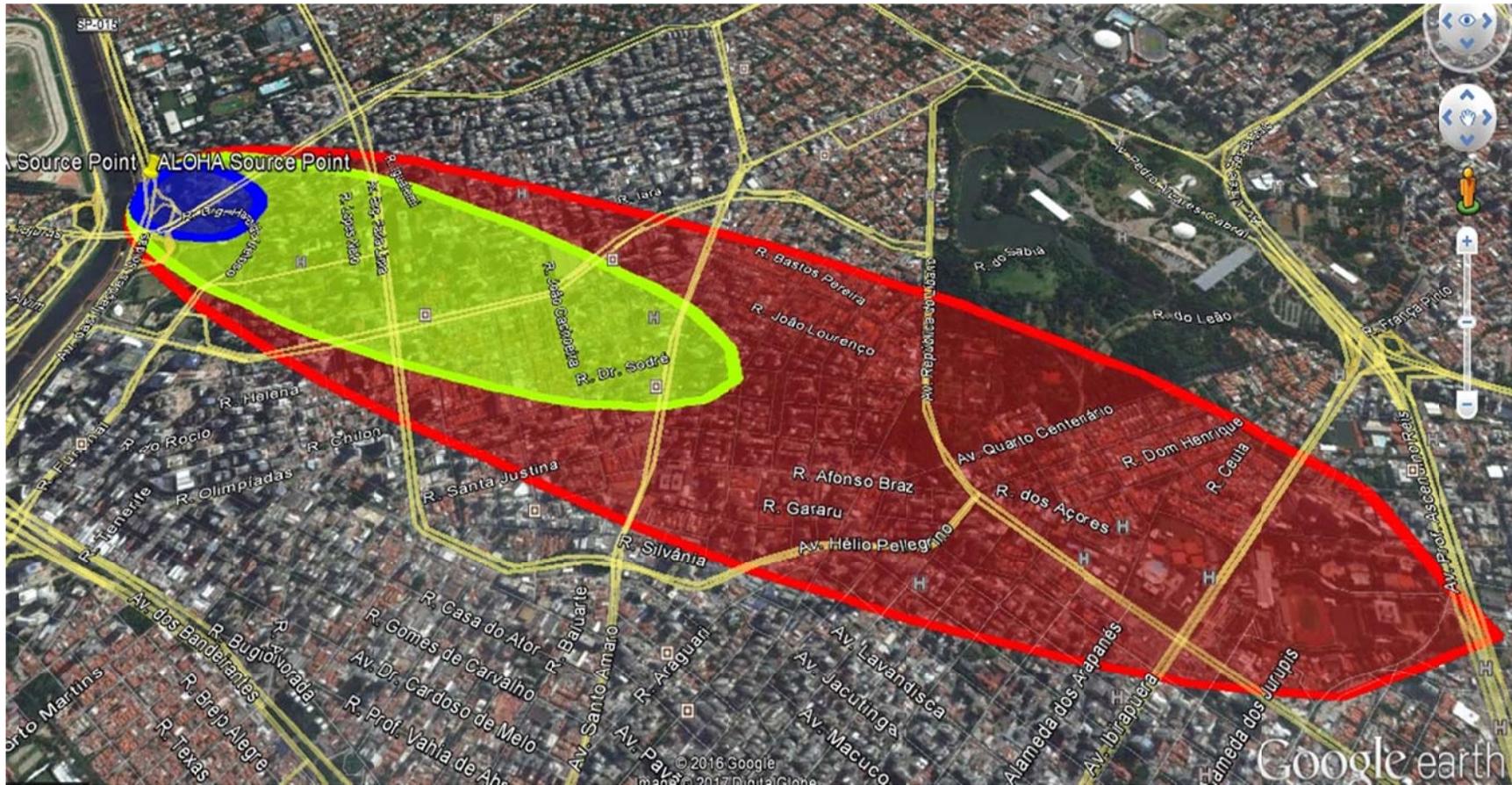
**Distâncias atingidas pela nuvem tóxica de cloro para diversas concentrações de interesse associado ao número de pessoas que poderão ser afetadas.**

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

*Nota.* Fonte: elaborado pelo autor

\* A associação a uma cor objetiva facilitar a visualização da nuvem nas Figuras 7 a 10

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 7 apresenta a plotagem da nuvem para as 3 concentrações de referência, enquanto que as Figuras 8, 9 e 10 apresentam a plotagem da nuvem para as concentrações AEGL 3, 2 e 1, respectivamente. Ressalta-se que o processo de dispersão da nuvem respeitou a direção e sentido do vento registrado naquele dia.



**Figura 7.** Vista geral da dispersão da nuvem de cloro para as três concentrações de referência  
 Fonte: Elaborado pelo autor



**Figura 8.** Detalhes da área com possibilidade de efeitos perigosos à saúde ou potencialmente fatais às pessoas expostas (contorno azul, distância alcançada de 448 metros, representando a concentração AEGL - 3)

Fonte: Elaborado pelo autor



**Figura 9.** Detalhes da área com possibilidade de intoxicação das pessoas expostas e prejudicial à habilidade de escapar (contorno verde, distância alcançada de 2.300 metros, representando a concentração AEGL - 2).

Fonte: Elaborado pelo autor



A Tabela 7 apresenta os principais bairros, avenidas e as unidades de saúde que se encontram dentro da área atingida pela nuvem para as três concentrações de interesse. Em todos os bairros citados há escolas, estabelecimentos comerciais (lojas, centros comerciais, correios, farmácias, bibliotecas, museus, postos de combustíveis, mercados, restaurantes, hotéis, agências bancárias, etc.) e residências. Foi dada ênfase em avenidas e unidades de saúde, pois há questões específicas sobre aspectos de controle de tráfego e evacuação de unidades de saúde. 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.

Tabela 7

**Descrição das principais áreas afetadas pela nuvem tóxica.**

<b>Contorno</b>	<b>Bairros</b>	<b>Avenidas</b>	<b>Hospitais, Centro de Saúde e Clínicas</b>
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 Av. Henrique Chamma Av. Brig. Faria Lima Av. Pres. Juscelino Kubitschek Av. Santo Amaro	CAPS 3 – Centro de Atenção Psicossocial (Av. Henrique Lafer 590 - Moema); 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 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	Clínica Ortopédica Ibirapuera (R. Afonso Braz, 817 - Vila Nova Conceição)  Unico Excimer Laser – Unidade de Cirurgia Ocular (Av. Ibirapuera 1314 – Moema)  Vasculab - Cirurgia Vascular (Rua Joaquim Floriano, 820 - Itaim Bibi)

Nota. Fonte: elaborado pelo autor

Por meio das Tabelas 6 e 7 e Figuras 7 a 10 observa-se que o vazamento de 800 kg 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 e ocupando uma área de 4 km<sup>2</sup>. De acordo com a densidade populacional da cidade de São Paulo e com tal área ocupada pela nuvem, 29.593 pessoas poderão se intoxicar. Na área ocupada pela nuvem há diversas avenidas e ruas importantes, ambas com intensa presença humana. 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 7. Ressalta-se que a concentração de 0,5 ppm permite a possibilidade de fuga das pessoas expostas, caso apresentem condições para tal.

A concentração AEGL -2 (2,8 ppm), 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 1,2 km<sup>2</sup> 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 (50 ppm), a qual representa efeitos perigosos à saúde e potencialmente fatais ao homem, alcançou a distância máxima de 448 metros, ocupando uma área de 0,12 km<sup>2</sup>, 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.

Um aspecto importante é o fato da nuvem de cloro ser mais densa que o ar, portanto, em seus momentos iniciais, seu processo de dispersão na atmosfera será próximo ao solo. Dessa forma, é provável que pessoas situadas em áreas altas (prédios, por exemplo) não sejam afetadas ou sofram, eventualmente, exposição a baixas concentrações do produto.

## **4.2 Respostas das instituições frente ao cenário simulado**

O Quadro 2 apresenta o resumo das respostas obtidas nas entrevistas com as diferentes instituições.

**Quadro 2 – Resumo das respostas obtidas nas entrevistas (continua).**

Pergunta	Entrevistado				
	E1 – Corpo de Bombeiros	E2 - CETESB	E3 - CET	E4 – Secretaria Estadual da Saúde	E5 – Defesa Civil do Município de São Paulo
1) Você e a sua instituição têm conhecimento da magnitude das consequências em caso de vazamento de 800 kg de cloro no transporte rodoviário na cidade de São Paulo?	Possuem boa noção das consequências devido a constantes treinamentos com cloro.	Não. Sabe que é um produto de alta toxicidade, porém desconhece a magnitude do impacto.	Tem conhecimento que acidentes com cloro podem gerar severos danos, porém não conhecia a magnitude dos impactos.	Pessoalmente conhecia, mas a grande maioria dos técnicos não conhece o potencial existente no produto para gerar impactos.	Não. Possui grande preocupação com esse cenário devido à grande movimentação de produtos químicos na cidade de São Paulo.
2) Você e a sua instituição conhecem ou utilizam <i>softwares</i> ou aplicativos como ferramenta de apoio na preparação e resposta a acidentes rodoviários com produtos perigosos na cidade de São Paulo?	Sim.	Não é um recurso prontamente disponível para a emergência, pois dependeria de apoio de outra área da empresa.	Não utilizam <i>softwares</i> para estimativa de consequências de acidentes com produtos perigosos.	Sim, utilizam em função da parceria com o Corpo de Bombeiros, pois esses fazem uso de <i>softwares</i> .	Não utilizam <i>softwares</i> para estimativa de consequências de acidentes com produtos perigosos.
3) As atuais atribuições da sua instituição correspondem àquelas mencionadas no Protocolo Unificado (Estadual) ou no Plano de Emergência do Município de São Paulo?	Sim.	Sim.	Sim.	Sim.	Sim.

**Quadro 2 – Resumo das respostas obtidas nas entrevistas (continuação).**

Pergunta	Entrevistado				
	E1 – Corpo de Bombeiros	E2 - CETESB	E3 - CET	E4 – Secretaria Estadual da Saúde	E5 – Defesa Civil do Município de São Paulo
4) Qual o tempo de resposta (deslocamento mais início das ações de combate) da sua primeira equipe? Considerar o evento às 5 e às 10 horas da manhã de um dia útil da semana. Considerar que pode haver grande congestionamento.	5h: 5 a 10 minutos. Viatura sairia do Posto de Pinheiros.  10h: máximo de 20 minutos.	5h: de 90 e 120 minutos, pois os técnicos estarão em suas residências e deverão se deslocar à CETESB e depois ao local. 10h: 20 a 30 minutos.	5h: máximo de 12 minutos.  10h: máximo de 12 minutos.  Obs.: para acidentes em regiões afastadas do centro, esse tempo será maior.	5h: de 10 a 20 minutos.  10h: de 10 a 20 minutos.  Obs.: tempo estimado para a chegada do GRAU – Serviço de Resgate do Estado.	5h: máximo de 60 minutos.  10h: máximo de 30 minutos.
5) Existem procedimentos institucionalizados, do tipo protocolo ou similar, para cumprimento das suas atribuições nos acidentes rodoviários envolvendo gases tóxicos na cidade de São Paulo?	Sim. Há Procedimentos Operacionais Padronizados.	Sim, há diretrizes de como agir na resposta.	Sim, por meio de treinamentos periódicos e reciclagens.	Sim, para a equipe do atendimento pré-hospitalar, pois possuem protocolos de atuação. Para os hospitais, há grande variação entre as unidades. Alguns estão melhores preparados que outros.	Há protocolo de fluxo de acionamento. Os procedimentos de resposta estão sendo elaborados.

**Quadro 2 – Resumo das respostas obtidas nas entrevistas (continuação).**

Pergunta	Entrevistado				
	E1 – Corpo de Bombeiros	E2 - CETESB	E3 - CET	E4 – Secretaria Estadual da Saúde	E5 – Defesa Civil do Município de São Paulo
6) Em linhas gerais quais seriam as suas principais ações no cenário acidental apresentado?	Avaliar o cenário. Isolar a área. Conter o produto vazado. Aguardar a equipe especializada em produtos perigosos que viria da unidade da Vila Maria para prestar apoio.	Se apresentar ao Comando da Operação (SICOE). Avaliar o cenário do ponto de vista ambiental. Monitorar concentrações de cloro no ambiente. Disponibilizar as informações ao comando da operação. Auxiliar na tomada de decisões.	Operar o sistema viário; Sinalizar, isolar e desobstruir a via pública de acordo com a situação apresentada; Mobilizar recursos humanos e materiais para apoio aos trabalhos de campo; Desencadear os acionamentos necessários.	Deslocar equipes com médicos e enfermeiros ao local. Acionamento e orientação dos hospitais para recebimento das vítimas. Montagem do posto médico avançado para triagem e distribuição de vítimas para as unidades de saúde.	Ações de apoio em geral como auxílio no abandono de área, apoio social, acionamento dos órgãos de saúde e de meio ambiente, cadastro de ambulâncias e cadastro de vítimas em apoio ao SAMU.
7) Os recursos humanos e materiais disponíveis na sua instituição são suficientes para o cumprimento das suas atribuições nos acidentes rodoviários envolvendo gases tóxicos na cidade de São Paulo? Considerar aspectos de quantidade e qualidade.	Sim.	Sim. Mesmo assim estamos adquirindo novos equipamentos de detecção ambiental para melhorar a nossa capacidade de resposta.	Sim.	Há recursos, porém não para a proporção do cenário. Há equipamentos de proteção, barracas de descontaminação, chuveiros infláveis, mas necessita investimento em infraestrutura. Haveria dificuldades no atendimento.	Sim, pois é uma atividade de apoio.

**Quadro 2 – Resumo das respostas obtidas nas entrevistas (continuação).**

Pergunta	Entrevistado				
	E1 – Corpo de Bombeiros	E2 - CETESB	E3 - CET	E4 – Secretaria Estadual da Saúde	E5 – Defesa Civil do Município de São Paulo
8) Há procedimentos e recursos para realizar uma grande ação de evacuação na cidade de São Paulo?	Não aplicável. *	Não aplicável.	Não aplicável.	Não aplicável.	Temos a responsabilidade, mas não temos protocolo para isso. Seria necessário o apoio da mídia para obter sucesso nesse trabalho. Essa ação seria desenvolvida no momento da emergência, pois não há protocolo.
9) Há áreas pré-definidas (abrigos) dotadas de equipamentos e suprimentos para recebimento de grande número de pessoas evacuadas?	Não aplicável.	Não aplicável.	Não aplicável.	Não aplicável.	Não há. Seria avaliado e realizado no momento da emergência, mas seria um trabalho difícil já que não há procedimento pré-estabelecido.

\*O termo não aplicável significa que a pergunta não foi dirigida à instituição.

**Quadro 2 – Resumo das respostas obtidas nas entrevistas (continuação).**

Pergunta	Entrevistado				
	E1 – Corpo de Bombeiros	E2 - CETESB	E3 - CET	E4 – Secretaria Estadual da Saúde	E5 – Defesa Civil do Município de São Paulo
10) Como seria dada a orientação (comunicação de risco) entre a sua instituição e a população na área afetada ou a ser a afetada pela nuvem tóxica de cloro?	Legalmente essa comunicação seria da Defesa Civil Estadual ou Municipal. O Corpo de Bombeiros e a Polícia Militar divulgariam em suas redes sociais.	Não aplicável. *	A CET faria a orientação dos motoristas com carretas de sinalização. A orientação das pessoas cabe à Defesa Civil.	Assessoria da Secretaria para informar a mídia (televisão e rádio), passando orientação sobre o que fazer em caso de intoxicação. Twitter do Corpo de Bombeiros para informar a população.	Bombeiros, CET e COMDEC fariam a notificação à mídia. Utilizaríamos megafone para avisar a população. Não há protocolo para essa ação.
11) Quais as principais dificuldades a serem enfrentadas pela sua instituição no cenário apresentado? (Considere aspectos relativos ao tempo de deslocamento, recursos humanos, recursos materiais compatíveis com o porte e severidade do evento, controle emocional da equipe frente a um evento de elevada severidade, dentre outros).	No momento inicial a dificuldade seria avaliar adequadamente os riscos e dimensionar a extensão do problema. Dependeria da equipe que estivesse em serviço. Evacuação da comunidade. Paralisação do tráfego. Falta de uma cultura de Defesa Civil por parte da comunidade.	Tempo de deslocamento fora do horário administrativo. A história mostra que um monitor de cloro tem sido suficiente, porém nesse evento esse número seria insuficiente. Atendimento à imprensa poderia ser um problema. Não são esperadas perdas de controle emocional de algum técnico, mas poderia ocorrer.	Orientar as pessoas a não ingressarem na área de risco. Não temos poder de polícia. Outra dificuldade é a ânsia dos nossos técnicos em ajudar as pessoas contaminadas. Em resumo consciência do nosso agente e dos motoristas. Problemas sérios de comunicação entre as instituições de resposta.	Infraestrutura no atendimento hospitalar. Os hospitais já estão com as emergências sobrecarregadas e esse episódio traria uma carga de intoxicados muito grande. Outra dificuldade seria a falta de conhecimento sobre o que está acontecendo de fato. Por fim, lidar com o pânico da população, pois não está em nossa cultura ter eventos de grandes proporções.	Tempo de deslocamento, carência de recursos humanos, falta de equipamentos de proteção individual, pânico da população.

\*O termo não aplicável significa que a pergunta não foi dirigida à instituição.

**Quadro 2 – Resumo das respostas obtidas nas entrevistas (continuação).**

Pergunta	Entrevistado				
	E1 – Corpo de Bombeiros	E2 - CETESB	E3 - CET	E4 – Secretaria Estadual da Saúde	E5 – Defesa Civil do Município de São Paulo
12) Na área atingida pela nuvem tóxica há hospitais e centros de saúde. Há procedimentos estabelecidos caso haja necessidade de realizar evacuação desses estabelecimentos?	Não aplicável.	Não aplicável.	Não aplicável.	Estimulamos os hospitais a prepararem planos de abandono, mas não estamos no ponto ideal. Unidades de saúde próximas teriam dificuldade em fazer a evacuação de pacientes graves, terapia intensiva e centros cirúrgicos. O GRAU apoiaria os hospitais na transferência de internados, mas não seria um trabalho tão profissional como o necessário para um momento crítico.	Não aplicável.
13) No seu entendimento, estudos como esse poderiam auxiliar no planejamento das ações de preparação e resposta aos acidentes rodoviários envolvendo produtos perigosos na cidade de São Paulo?	Sim, ferramenta importante para avaliar o risco e integrar os órgãos envolvidos na segurança da cidade.	Sim, não há como negar a importância dos modelos matemáticos. Boa ferramenta, mas pouco utilizada. É cultural.	Com certeza. A simulação envolve um acidente que pode ocorrer numa região com grande adensamento populacional. Deveria ser levado a algum comitê para melhorar a preparação para a resposta na cidade.	Sim, o mapa colorido permitiria entender a gravidade da situação a que estaríamos submetidos e ajudaria a desenvolver a percepção dos riscos a que estamos expostos. A maioria não sabe o que significa ter cloro circulando na cidade.	Sem dúvida. Essa conversa já levantou muitos temas que precisamos desenvolver. Serviria para planejar as ações e teríamos uma ideia da magnitude. Seria um trabalho de inteligência para preparar a resposta.

\*O termo não aplicável significa que a pergunta não foi dirigida à instituição.

**Quadro 2 – Resumo das respostas obtidas nas entrevistas (continuação).**

Pergunta	Entrevistado				
	E1 – Corpo de Bombeiros	E2 - CETESB	E3 - CET	E4 – Secretaria Estadual da Saúde	E5 – Defesa Civil do Município de São Paulo
14) Sua instituição encontra-se preparada para atuar em emergências com gases tóxicos no transporte rodoviário na cidade de São Paulo, como no cenário acidental estudado?	Sim, num primeiro momento. Temos recursos, mas teríamos dificuldades em dimensionar a extensão do problema.	Sim, está. Porém a experiência mostra que ninguém está preparado para os piores acidentes.	A CET tem condições de fazer grandes desvios e grandes interdições na cidade. A preparação dependerá das pessoas que atuarão. Elas nem sempre agem como se espera, por isso as treinamos constantemente, para condicioná-las a atuarem corretamente.	Encontra-se em preparação. Não estamos 100% preparados, mas começamos a caminhada.	Na plenitude não, pois há muita coisa sendo construída. São Paulo é uma bomba-relógio. Como temos poucos acidentes com muitas vítimas, não priorizamos o tema. O seu estudo mostrou que muitos outros temas deveriam estar no Plano de Emergência do município.
15) Considerando o seu conhecimento sobre o atual estágio dos órgãos públicos envolvidos na resposta, você entende que a cidade de São Paulo está preparada para minimizar os impactos à saúde e segurança pública, bem como ao meio ambiente, gerados por emergências com gases tóxicos no transporte rodoviário?	Estamos bem aquém do necessário para uma emergência dessa dimensão. Precisamos melhorar muito a nossa preparação, nosso tempo de resposta. As pessoas não sabem como reagir ao acidente. É um problema cultural.	A cidade tem estrutura e os órgãos conhecem bem suas atribuições, pois há protocolo assinado. Alguns órgãos têm mais experiência e melhor capacidade de resposta que outros. Estamos longe da perfeição, observamos isso nos simulados. A cidade tem se preparado, mas podemos melhorar.	Não está preparada. As comissões tratam de assuntos menos relevantes, quando deveriam focar na melhoria da resposta. A cidade poderia ter hospitais cadastrados e mapeados para receber vítimas, acionamentos mais rápidos, poderíamos ter uma central única com as instituições, uma sala de crise para a gestão da emergência. A cidade atenderá, mas sem a eficiência que uma grande emergência demandaria.	Essa situação simulada evidencia que temos muita “lição de casa” para fazer. Se ocorresse esse evento teríamos muitos problemas com a interdição de vias importantes, escolas, hospitais, etc. A cidade está se preparando, mas não estamos 100% preparados.	A cidade responderia com base na vontade, responsabilidade e comprometimento de todas as instituições. Fariam o melhor possível, com muito empenho, mas não dentro de um protocolo e de uma forma organizada, orquestrada. Precisamos de planos e protocolos institucionalizados.

### **4.3 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 perigosos na cidade de São Paulo por meio da triangulação entre as diversas fontes de evidências utilizadas na dissertação (pesquisa documental e bibliográfica), simulações com modelo matemático e respostas obtidas nas entrevistas.

Por meio da pesquisa bibliográfica foram identificados diversos artigos técnicos e dissertações que foram utilizadas nessa análise. A pesquisa documental permitiu identificar 2 documentos de maior relevância para essa análise. São eles: o Protocolo Estadual e o Plano de Atendimento a Emergência da cidade de São Paulo.

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, as quais foram analisadas em duas etapas. Na primeira, a análise foi realizada questão a questão, o que permitiu conhecer o estágio atual de cada instituição no tema objeto da pergunta. Posteriormente a análise foi realizada por instituição, de modo a identificar suas capacidades de respostas, conforme objetivo desta dissertação. Dessa maneira, obteve-se uma melhor percepção do atual sistema de resposta aos acidentes rodoviários com produtos perigosos na cidade de São Paulo, sendo esse o objetivo geral deste trabalho.

#### **4.3.1 Análise por questão da entrevista**

Na questão 1 do protocolo de entrevista (Apêndice A), apenas o Corpo de Bombeiros mencionou que possui conhecimento da magnitude das consequências que podem ser geradas a partir de um vazamento de 800 kg de cloro durante o transporte rodoviário na cidade de São Paulo. Justificou afirmando que tal conhecimento é decorrente de constantes treinamentos com o produto. Dada à elevada toxicidade do cloro, as próprias empresas fabricantes, distribuidoras e transportadoras do produto

forneem treinamento ao Corpo de Bombeiros sobre as ações de resposta a vazamentos de cloro, seja em cilindros ou em carretas-tanques. Todas 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.

A Tabela 3 dessa dissertação evidenciou a ocorrência de 1,5 acidentes por mês na cidade de São Paulo envolvendo produtos perigosos, sendo a maioria em ruas e avenidas. Também foi estimada a movimentação de, no mínimo, três caminhões transportando cloro diariamente (segunda a sexta-feira) pela cidade. Assim, acidentes envolvendo cloro é um evento a ser considerado pelos órgãos públicos.

Dessa forma, cabe ao poder público estar preparado para atuar nesses cenários. 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.

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.

As simulações realizadas evidenciaram o potencial para ocorrência de danos ao homem devido a vazamento de cloro durante o transporte rodoviário na cidade de São Paulo, sendo esse o objetivo específico “a” desta dissertação.

Na questão 2 do protocolo de entrevista (Apêndice A), somente o Corpo de Bombeiros informou que utiliza *softwares* como ferramenta de apoio para a preparação e resposta aos acidentes rodoviários. A Secretaria Estadual da Saúde informou que utiliza *softwares* de forma indireta, uma vez que o uso ocorre por meio da parceria e treinamentos conjuntos com o Corpo de Bombeiros. A CETESB informou que a empresa possui *softwares*, porém seu uso dependeria de apoio técnico de outra área da empresa, cujos técnicos poderão não estar disponíveis se a emergência ocorrer fora do horário administrativo da empresa.

Chakrabarti e Parikh (2011) ressaltaram a importância no uso de modelos matemáticos como ferramenta para auxiliar no estabelecimento de planos de emergência, documento que apresentará os procedimentos de uma instituição para a realização de um atendimento emergencial.

Saccomano *et al.* (1988) e Pijawka *et al.* (1980) também recomendaram o uso de análise de risco, e conseqüentemente de modelos matemáticos, para a estimativa de danos decorrentes de acidentes de transporte rodoviário de produtos perigosos.

O fato dos órgãos públicos não utilizarem a ferramenta análise de risco ou os modelos matemáticos de simulação de conseqüências pode justificar a dificuldade que possuem na percepção dos riscos conforme comentado na questão 1.

Na questão 3 do protocolo de entrevista (Apêndice A), todas as instituições confirmaram que as suas atribuições no cenário de uma emergência química são aquelas informadas no Protocolo Estadual ou no Plano de Emergência do Município de São Paulo. As atribuições e as competências das instituições foram identificadas no Protocolo Estadual e no Plano de Emergência do Município de São Paulo e confirmadas nas respostas obtidas nessa questão. Dessa forma, o objetivo específico “b” foi alcançado.

Na questão 4 do protocolo de entrevista (Apêndice A), relativa 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 o seu tempo de resposta é, no máximo, de 15 minutos caso o vazamento ocorra às 5 horas da manhã. 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. Caso o evento ocorra às 10 horas da manhã de um dia útil da semana, Corpo de Bombeiros, CET e Secretaria Estadual da Saúde continuariam sendo os primeiros a chegarem ao local em, no máximo, 20 minutos. Defesa Civil e CETESB estimaram que chegariam ao local em até 30 minutos, após serem acionados. Os entrevistados destacaram que os tempos de resposta informados foram para o evento simulado na Marginal Pinheiros e que, caso o evento ocorresse em áreas mais afastadas como a zona leste da cidade, os tempos de resposta seriam maiores que os mencionados.

A partir das respostas e das atribuições das instituições, independente do horário da ocorrência, a CET chegaria ao local e faria o controle do tráfego enquanto que o Corpo de Bombeiros faria o atendimento inicial às vítimas intoxicadas, supostamente em grande número de acordo com as simulações. As equipes da Secretaria Estadual da Saúde, por meio do SAMU e do GRAU, receberiam as vítimas descontaminadas pelo Corpo de Bombeiros e fariam o transporte até os hospitais que seriam selecionados para recebê-las, certamente fora da área impactada ou a ser impactada pela nuvem tóxica de cloro.

A ação de resgate, descontaminação e transporte de vítimas intoxicadas exigiria um grande número de profissionais tanto do Corpo de Bombeiros quanto do SAMU e do GRAU, o que pode demandar longo período de tempo. Considerando que apenas a CETESB possui equipamento portátil de detecção de cloro na atmosfera e que essa instituição somente chegaria ao local em 30 minutos (no caso do evento ocorrer às 10 horas da manhã) ou em até 2 horas (no caso do evento ocorrer às 5 horas da manhã) após ser acionada, o Corpo de Bombeiros não teria o seu apoio para o monitoramento ambiental durante o atendimento emergencial. No momento da chegada da equipe da CETESB, a fase emergencial poderia já ter sido encerrada.

A ausência da CETESB tornaria a resposta emergencial mais complexa exatamente pelo desconhecimento dos locais mais fortemente impactados pela nuvem tóxica de cloro, pois tal informação seria de extrema relevância, já que permitiria priorizar as ações de controle da emergência e socorro às vítimas. O monitoramento ambiental com equipamentos de detecção retiraria o caráter subjetivo com relação ao deslocamento da nuvem na atmosfera e agregaria segurança aos trabalhos desenvolvidos pelas diversas equipes de resposta.

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. Ressalta-se que há diversas áreas com população especialmente vulnerável aos efeitos do gás cloro como escolas, asilos, creches, orfanatos, igrejas, centros de saúde e hospitais, dentre outros.

No cenário apresentado, as equipes de resposta poderiam realizar a evacuação das pessoas existentes nas áreas impactadas ou a serem impactadas ou poderiam orientar a população a permanecer nos seus estabelecimentos comerciais ou residenciais com portas e janelas fechadas, aparelhos de ar condicionado desligados até a passagem da nuvem tóxica. De acordo com os princípios do SICOE, os órgãos envolvidos na resposta emergencial seriam consultados sobre o melhor procedimento a ser adotado e as eventuais ausências da CETESB e da Defesa Civil prejudicariam os trabalhos. Outros aspectos importantes para a tomada de decisão seriam as condições meteorológicas, o comportamento da nuvem na atmosfera, a área atingida ou a ser atingida, a disponibilidade de recursos humanos e materiais para orientação e remoção da população, dentre outros.

Outro aspecto importante é que a velocidade do vento no momento do vazamento, e utilizada na simulação, foi de 1 metro por segundo, o que significa que no momento da chegada do Corpo de Bombeiros para o evento às 5 horas da manhã (tempo de resposta de 10 minutos ou 600 segundos) a nuvem tóxica já estaria a cerca de 600 metros de distância do ponto de vazamento, portanto, impactando áreas bem afastadas e com presença de pessoas. Essa situação já evidenciaria um cenário de elevada magnitude e requereria o acionamento de equipes e recursos adicionais de todas as instituições envolvidas na resposta emergencial.

Certamente o tempo de resposta das instituições seria um aspecto de extrema relevância para minimização dos impactos do produto sobre a população e ao meio ambiente.

Os documentos Protocolo Estadual e o Plano Municipal não abordam aspectos relativos ao tempo de resposta das instituições.

Teixeira (2010) afirmou que a morosidade no trânsito na cidade de São Paulo pode retardar a chegada das instituições. Perez (2016) afirmou o dia da semana e o período do dia podem agravar as consequências dos acidentes devido à dificuldade de acesso ao local do acidente, elevado número de vítimas, etc.

Acredita-se que cada instituição se esforça para que seu tempo de resposta seja o menor possível, porém não há regramento sobre o assunto, fato esse que pode agravar as consequências de um acidente com produtos perigosos.

A questão 5 do protocolo de entrevista (Apêndice A) se refere aos aspectos de preparação das instituições para o atendimento emergencial. Corpo de Bombeiros, CETESB, CET e Secretaria Estadual da Saúde (SAMU e GRAU) 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 vai requerer. O elemento essencial para um adequado atendimento emergencial é a preparação, conforme comentado por Quarantelli (1991).

Na questão 6 do protocolo de entrevista (Apêndice A), as instituições detalharam, de forma geral, suas principais ações no cenário estudado. Todas as ações relatadas estão de acordo com as atribuições e responsabilidades das instituições, conforme consta no Protocolo Estadual e no Plano de Emergência Municipal. Esse

aspecto é importante, pois evidencia que não há sobreposição de atribuições, pois poderia gerar conflitos entre as instituições durante a resposta emergencial.

Zografos *et al.* (2000) ressaltaram a importância de ser definido um sistema de resposta a emergências de forma a harmonizar e coordenar as ações de resposta, contendo inclusive as responsabilidades de cada instituição. Portanto, esses aspectos no Protocolo Estadual e no Plano de Emergência Municipal estão de acordo com os documentos identificados na pesquisa bibliográfica.

A questão 7 do protocolo de entrevista (Apêndice A) se refere à disponibilidade de recursos humanos e materiais das instituições para o atendimento emergencial. Com exceção da Secretaria Estadual da Saúde, 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.

Lainha (2011) comentou que a ocorrência de danos ao homem decorrente de uma emergência química dependerá, dentre outros fatores, da disponibilidade de recursos humanos e materiais compatíveis com a magnitude do evento. Não dispor de recursos materiais apropriados poderá limitar a atuação dos órgãos, por exemplo, no socorro às vítimas.

Gablehouse (2005) destacou que quanto maior a carência de recursos maior será o potencial para que o evento fique fora de controle.

Observa-se que a resposta fornecida pela Defesa Civil Municipal à essa questão (não há carência de recursos) conflita com as respostas da instituição às questões 9 e 11, conforme será apresentado.

As questões 8 e 9 do protocolo de entrevista (Apêndice A) foram direcionadas exclusivamente à Defesa Civil do município de São Paulo e referem-se à existência de procedimentos e recursos para evacuação da população (questão 8), bem como abrigo com recursos para recebimento da população. Para a questão 8, a Defesa Civil informou que possui a responsabilidade pela ação de evacuação, porém não dispõe de procedimentos para tal. Em uma situação real necessitaria de apoio da mídia para orientar a população. Com relação à questão 9, também informou não dispor de área para conduzir a população evacuada. Para as duas questões o entrevistado informou

“...que as ações seriam desenvolvidas no momento da emergência, mas que seria um trabalho difícil, pois não há procedimento preestabelecido”.

Gablehouse (2005) mencionou a importância em preparar a comunidade existente em áreas de risco com treinamentos específicos para que possam reagir de forma adequada quando da ocorrência de acidentes com produtos químicos.

Observa-se, portanto, que as informações obtidas no processo de coleta de dados no que se refere à preparação da comunidade e local para abrigo temporário em caso de necessidade de evacuação não são praticadas pela Defesa Civil do município de São Paulo.

A questão 10 do protocolo de entrevista (Apêndice A) aborda a comunicação de risco dos órgãos públicos e a população. Cada instituição deu uma resposta distinta. 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. A Defesa Civil informou ainda que não possui protocolo para essa ação e que poderia utilizar “megafones para avisar a população”.

Orientar a população sob risco de morte devido à exposição a uma nuvem tóxica de cloro na atmosfera é uma das principais ações da resposta que os órgãos públicos devem desenvolver durante a situação de emergência de acordo com Quarantelli (1984) e Gablehouse (2005). Segurança pública é atribuição dos órgãos públicos.

Considerando as respostas obtidas nas questões 8, 9 e 10 do protocolo de entrevista (Apêndice A), fica evidente a necessidade de preparação tanto da comunidade quanto dos órgãos públicos para uma adequada ação de evacuação em caso de emergências químicas. Também se evidencia a necessidade de preparação de uma área dotada de equipamentos e infraestrutura para receber pessoas evacuadas (Quarantelli, 1984). No cenário em estudo, estimou-se que milhares de pessoas poderiam necessitar de orientação sobre como reagir ao vazamento de cloro assim como abrigo temporário. É muito provável que ocorreria pânico na população por falta de orientação e informação sobre os procedimentos de segurança que deveriam ser adotados.

A comunicação de risco entre os órgãos públicos e a população carece de planejamento minucioso (UNEP, 2008). Fica claro que cada instituição faria seu informe à mídia e algumas utilizariam as redes sociais. Não foi mencionada a

possibilidade de realização de entrevista coletiva com a participação de um representante de cada órgão, o que minimizaria a possibilidade de conflito entre as informações a serem prestadas pelos diversos órgãos públicos à mídia, sendo esse um fator que pode causar perda da credibilidade das instituições no caso de informações controversas. O Protocolo Estadual e o Plano de Emergência Municipal não abordam aspectos relativos ao acionamento e comunicação entre as instituições, comunicação com a mídia e comunicação com a população.

As ações praticadas pelos órgãos públicos não convergem com as informações coletadas na pesquisa bibliográfica realizada desta dissertação.

A questão 11 do protocolo de entrevista (Apêndice A) se refere às principais dificuldades a serem encontradas pelas instituições no cenário acidental simulado.

O Corpo de Bombeiros informou que encontraria dificuldade em avaliar adequadamente o cenário no momento inicial, quando da chegada da sua primeira equipe, relatando que 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, portanto teriam que se deslocar até a CETESB para, posteriormente, se deslocarem com a viatura dotada de recursos específicos ao local da ocorrência. Também comentou que dispor de um único monitor de cloro poderia não atender às necessidades da emergência e dos órgãos intervenientes. Salientou ainda que o atendimento a imprensa poderia representar um problema. 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.

De acordo com as respostas obtidas, fica claro que as dificuldades ocorreriam em todas as etapas do atendimento emergencial, inclusive no primeiro momento, cuja avaliação inicial é determinante na identificação da magnitude do evento e projeção de suas possíveis consequências à população (Gablehouse, 2005).

A avaliação inicial é a responsável pelo acionamento e mobilização de recursos adicionais para o atendimento como outras equipes, viaturas e equipamentos. O elevado tempo de resposta da CETESB e da Defesa Civil pode provocar sobrecarga às demais instituições. O suporte técnico associado ao monitoramento ambiental da CETESB são fortes aliados na condução técnica da resposta emergencial. Com relação ao serviço de resgate de vítimas, nenhuma instituição relatou dificuldades, no entanto a Secretaria Estadual da Saúde mencionou que os hospitais teriam dificuldades em receber muitas vítimas. Somente a Defesa Civil mencionou falta de recursos para atuar na emergência, enquanto que muitos demonstraram preocupação com o possível pânico da população.

Um aspecto interessante abordado pelo Corpo de Bombeiros e pela Secretaria Estadual da Saúde refere-se à falta de uma cultura de Defesa Civil da sociedade, pois por meio dessa haveria um intenso trabalho de prevenção de acidentes, mas também de preparação e resposta da população a desastres em geral, sejam eles de origem natural ou tecnológica.

Por meio das respostas obtidas nessa questão, o objetivo específico “d” foi alcançado.

A questão 12 do protocolo de entrevista (Apêndice A) foi dirigida apenas à Secretaria Estadual da Saúde, pois se refere à preparação hospitalar para realizar evacuação de seus trabalhadores e pacientes. De acordo com a entrevistada, muitos hospitais não possuem plano de abandono em condições de desenvolver a atividade de forma segura aos seus pacientes, principalmente aqueles em terapias intensivas e centros cirúrgicos. De acordo com a entrevistada “não seria um trabalho tão profissional como o necessário para um momento crítico”.

A resposta acima permite concluir que é necessário continuar estimulando e fortalecendo os hospitais a desenvolverem seus planos de abandono, de modo que sejam estabelecidos procedimentos adequados para casos de evacuação. A integração com o GRAU e o SAMU é necessária, pois tais instituições poderiam apoiar nessa atividade.

A questão 13 do protocolo de entrevista (Apêndice A) objetivou avaliar se os estudos teóricos por meio de modelos matemáticos podem auxiliar no planejamento das ações de preparação e resposta. Todos os entrevistados afirmaram que sim, pois permitiria conhecer a magnitude de um possível evento indesejável na cidade de São Paulo. Também foi sugerido que o estudo desenvolvido nesta dissertação seja apresentado aos diversos grupos de trabalho existentes de forma a auxiliá-los nos aspectos de preparação e resposta.

A questão 14 do protocolo de entrevista (Apêndice A) se refere 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”.

A triangulação das respostas obtidas na questão 14 com o referencial teórico e as simulações será realizada no item 4.3.2.

A questão 15 do protocolo de entrevista (Apêndice A) se refere à percepção que o entrevistado possui sobre a capacidade de resposta da cidade de São Paulo a eventos de elevada magnitude envolvendo gás tóxico, como o estudo de caso apresentado nessa dissertação. Todos os entrevistados afirmaram, com convicção, que a cidade de São Paulo não está preparada para o atendimento a uma emergência química de grande porte gerada no transporte rodoviário de gás tóxico na cidade de São Paulo.

A triangulação das respostas obtidas na questão 15 com o referencial teórico e as simulações será realizada no item 4.3.2.

#### **4.3.2 Análise das respostas por instituição**

Para a análise da capacidade de resposta dos órgãos públicos no cenário simulado, foi utilizado o conceito adaptado de capacidade de resposta de cada instituição conforme definido no item 2.1.2.3, o qual considerou as atribuições e

responsabilidades de cada uma delas disponíveis nos documentos “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”.

Inicialmente são realizados comentários gerais sobre a capacidade de resposta de cada instituição e, em seguida, é realizada a triangulação das informações coletadas nas pesquisas com os resultados das simulações e as respostas obtidas nas entrevistas.

A análise é apresentada a seguir por instituição.

#### **a) Instituição: Corpo de Bombeiros**

**Conceito de capacidade de resposta:** é a capacidade de avaliar e gerenciar as consequências da liberação do produto químico, incluindo a identificação do produto, uso de roupas e máscaras de proteção, resgate de vítimas na área impactada pelo produto, contenção e minimização dos efeitos do produto e descontaminação de vítimas, equipes de resposta e equipamentos, dentre outras ações (Fonte: adaptado pelo autor).

**Análise:** O tempo de resposta para chegada ao local da ocorrência é reduzido e possui protocolo de atendimento. De acordo com a resposta às questões 11 e 14, poderia haver dificuldade em realizar o adequado dimensionamento da magnitude do evento, em razão da experiência e capacidade técnica da equipe encarregada do atendimento inicial ao evento. Não há carência de recursos. Não foi relatada qualquer dificuldade técnica em desenvolver as ações de combate à nuvem tóxica de cloro na atmosfera, nem tampouco em realizar a descontaminação das vítimas para posterior encaminhamento ao serviço médico para transporte aos hospitais. Na questão 14, foi informado que a instituição está preparada, mas que poderia enfrentar dificuldades técnicas.

#### **b) Instituição: CETESB**

**Conceito de capacidade de resposta:** é a capacidade de avaliar a contaminação ambiental de modo que possam ser adotadas medidas visando à proteção ou minimização de impactos à população e ao meio ambiente (Fonte: adaptado pelo autor).

**Análise:** Para cumprir com as suas atribuições o tempo de resposta da instituição deve ser compatível com as necessidades da emergência. Porém, de acordo com a resposta à questão 4, para cenários como vazamentos de gás (via de regra eventos de curta duração) ocorridos fora do horário administrativo, a CETESB poderia chegar ao

local após a situação ter sido controlada pelo Corpo de Bombeiros ou mesmo após a ocorrência da dispersão natural do produto na atmosfera. De acordo com a resposta à questão 11, poderia haver carência de equipamentos de detecção de cloro na atmosfera, pois a empresa dispõe de apenas uma unidade. Não foi mencionado pelo entrevistado carência de recursos humanos ou dificuldades técnicas para cumprimento de suas atribuições. Possui diretriz para atuação no cenário estudado. Na questão 14, foi informado que a instituição está preparada para atuar no cenário estudado.

#### **c) Instituição: CET**

**Conceito de capacidade de resposta:** é a capacidade de reduzir o impacto e a consequência de uma ocorrência por meio de controle e gestão do tráfego, bem como sinalização e isolamento da área afetada ou a ser afetada (Fonte: adaptado pelo autor).

**Análise:** Tempo de resposta apropriado, independente do horário da ocorrência. Possui procedimento para atuar no cenário simulado. Não mencionou falta de recursos humanos ou materiais, mas mencionou nas questões 11 e 14 a possibilidade de seus agentes não cumprirem com os procedimentos preestabelecidos, principalmente pela ânsia em auxiliar as pessoas intoxicadas, o que não é de atribuição da instituição, além de não possuírem equipamentos de proteção individual para atuação em área contaminada pelo produto. Não foi relatada dificuldade operacional em promover o controle do tráfego. Na questão 14, foi informado que a instituição está preparada para atuar no cenário estudado.

#### **d) Instituição: Secretaria Estadual da Saúde**

**Conceito de capacidade de resposta:** é a capacidade de despachar os recursos para os serviços médicos de urgência, realizar o atendimento pré-hospitalar de vítimas, incluindo triagem e tratamento de vítimas, transporte para os hospitais, tratamento hospitalar das vítimas e orientação à comunidade (Fonte: adaptado pelo autor).

**Análise:** Tempo de resposta apropriado, independente do horário da ocorrência. De acordo com a resposta à questão 5, há procedimentos preestabelecidos para o serviço de resgate, porém há hospitais que não estão preparados para o recebimento de vítimas. De acordo com a resposta à questão 7, poderia haver falta de recursos em um evento com a magnitude do caso estudado. De acordo com a resposta à questão 11, além de

alguns hospitais não possuem procedimentos para recebimento de vítimas, muitos estão constantemente lotados, o que pode inviabilizar o direcionamento de vítimas. De acordo com a questão 12, hospitais dentro da área impactada pela nuvem tóxica poderão ter muitas dificuldades em realizar a evacuação, caso fosse essa a decisão tomada pelas instituições envolvidas na resposta emergencial. Na questão 14, foi informado que a instituição se encontra em fase de preparação para eventos envolvendo produtos químicos de elevada magnitude à saúde da população.

#### **e) Instituição: Defesa Civil do Município de São Paulo**

**Conceito de capacidade de resposta:** é a capacidade de apoiar os trabalhos de campo por meio de acionamento das instituições e da mobilização de recursos humanos e materiais (Fonte: adaptado pelo autor).

**Análise:** O tempo de resposta informado na questão 4 é relativamente elevado, principalmente para eventos fora do horário administrativo. De acordo com a resposta à questão 5, não há protocolo ou procedimentos preestabelecidos para atuação na emergência, apenas para acionamento dos demais órgãos. Na questão 6, é informado que possui a atribuição de apoiar as ações de abandono de área, mas na questão 8 é informado que não há procedimento para tal. Na questão 9, afirma-se que não há área para recebimento de pessoas evacuadas. Na questão 11, é afirmado que há carência de recursos humanos e materiais. Na questão 14, foi informado que a instituição não está totalmente preparada para atuar em um cenário de elevadas consequências à população, mas que se encontra em fase de preparação.

Emergências químicas podem comprometer a saúde e a segurança pública, assim como o meio ambiente, portanto é de responsabilidade dos órgãos públicos a atuação nesses eventos. É fato que nenhuma instituição atende sozinha, com a qualidade necessária, a uma emergência como o caso simulado nesta dissertação. São diversos aspectos envolvidos (saúde pública, segurança pública, controle de tráfego, resgate e transporte de vítimas, avaliação da contaminação ambiental, assistência social às vítimas, etc.), portanto, a ação de resposta é, necessariamente, multi-institucional. Assim, os impactos decorrentes do vazamento de um gás tóxico somente serão minimizados se houver um eficiente sistema de resposta dos órgãos públicos.

Zografos *et al.* (2000) afirmaram que a minimização dos impactos gerados por um acidente será mais facilmente alcançada se houver um sistema de resposta

harmonizado e bem coordenado entre as instituições. O sistema, segundo os autores, deve conter responsabilidades e procedimentos para sete etapas da emergência: detecção do acidente, tempo de resposta, avaliação do acidente, ações de controle, saúde pública, segurança pública e reabilitação. Subtende-se que uma adequada ação de resposta é função da eficiência dos órgãos públicos no cumprimento de suas atribuições em cada uma das etapas mencionadas. Esses aspectos serão avaliados a seguir considerando um acidente rodoviário com produto perigoso na cidade de São Paulo.

A primeira etapa envolve a detecção do evento que na cidade de São Paulo ocorreria por parte da CET, pois possui vigilância com câmeras distribuídas na cidade, ou por parte de motoristas que informariam o ocorrido à CET ou ao Corpo de Bombeiros. Nesse aspecto, é razoável imaginar que a notificação da ocorrência seria rápida, independente do horário do evento.

A segunda etapa, tempo de resposta, conforme relatada por Teixeira (2010) e Perez (2016) poderia ser prejudicada pela morosidade do trânsito na cidade de São Paulo, agravada pelo bloqueio de vias por parte do CET e Corpo de Bombeiros, que seriam os primeiros no local do acidente, seguido pelos órgãos de resgate (GRAU e SAMU). Dessa forma, os tempos de resposta da CETESB e da Defesa Civil Municipal poderiam ser agravados pela dificuldade em trafegar pelas vias próximas ao acidente. Nenhum dos documentos pesquisados apresentou informações sobre o que poderia ser considerado um tempo de resposta adequado. No caso em estudo, CET, Corpo de Bombeiros e os serviços de resgate chegariam ao local da ocorrência em até 20 minutos, independente do horário do evento, enquanto que CETESB e Defesa Civil levariam de 20 e 120 minutos, dependendo do horário da ocorrência, o que pode ser considerado um tempo elevado, quando comparado ao tempo das demais instituições.

A terceira e quarta etapas envolvem a avaliação do acidente e as ações de controle. Para a realização de uma adequada avaliação do acidente é necessário que a equipe encarregada possua conhecimento técnico, recursos materiais e procedimentos preestabelecidos, conforme afirmado por Perez (2016). No caso em estudo, Corpo de Bombeiros e CET fariam a avaliação inicial da ocorrência e ambos informaram que possuem procedimentos para tal. No entanto as duas instituições também levantaram a possibilidade de dificuldades técnicas nessa ação, pois dependeriam da capacitação da equipe que estaria atuando. Horton *et al.* (2003) comentaram sobre a importância da capacitação para as equipes de policiais e de gestores de tráfego uma vez que esses são, via de regra, os primeiros a chegarem ao local e potencialmente as primeiras vítimas,

pois não possuem equipamentos de proteção contra a ação de produtos químicos e poderiam atuar muito mais com a emoção do que com a razão, sugerindo atos de heroísmo como o resgate de pessoas intoxicadas, fato esse comentado pelo entrevistado da CET.

As ações de controle da emergência são aquelas desenvolvidas diretamente sobre o produto químico e seriam desenvolvidas pelas equipes do Corpo de Bombeiros com apoio técnico e operacional da CETESB. Nenhuma das instituições mencionou dificuldades técnicas ou carência de recursos para o cumprimento dessa atividade.

Quarantelli (1991) ressaltou a importância em dispor de recursos humanos e materiais apropriados para o enfrentamento à situação apresentada, inclusive mencionando que não é suficiente ter um reduzido tempo de resposta, mas também chegar à cena com os recursos necessários. Dispor de recursos evitaria ações de controle improvisadas, as quais poderiam resultar no agravamento da situação emergencial. A afirmação de Quarantelli (1991) de que recursos humanos e materiais estão mais prontamente disponíveis em áreas urbanas do que em áreas rurais parece ter validade para a cidade de São Paulo.

A quinta e a sexta etapas sugeridas por Zografos *et al.* (2000) referem-se aos aspectos de saúde e segurança pública. O cenário simulado nesta dissertação demonstra claramente que as consequências de um eventual vazamento de cloro atingiriam uma grande área com a presença de pessoas, causando severos impactos à saúde e segurança pública. A preservação da saúde e da segurança pública são de responsabilidades de todas as instituições envolvidas na resposta emergencial, cada uma atuando dentro de sua área de competência. Gablehouse (2005) afirmou que o primeiro órgão público no local nem sempre proverá a segurança necessária à cena, o que é o caso no cenário simulado devido às elevadas dimensões da nuvem no momento da chegada da CET ou do Corpo de Bombeiros. Destacou a necessidade de treinar a população existente em áreas de risco sobre como reagir adequadamente às situações de risco que poderiam estar expostas. Quarantelli (1991) também comentou sobre tal necessidade e que seria atribuição da Prefeitura/Defesa Civil preparar a população.

A Defesa Civil do Município de São Paulo deixou claro na entrevista que ainda não há qualquer ação de preparação da população para casos de vazamentos químicos. Tampouco a própria Defesa Civil está preparada para orientar a população no momento da emergência, de acordo com o entrevistado. Quarantelli (1991) comentou sobre a dificuldade existente em comunicar risco à população no momento da emergência, pois

poderia provocar pânico. Pânico esse que foi comentado por diversos especialistas entrevistados nesta dissertação.

A população tende a se comportar mal durante uma emergência, pois possuem, via de regra, baixa percepção do risco. Cada indivíduo possui uma percepção distinta, baseada nas suas experiências pessoais e, portanto, apresenta comportamento único. No entanto, ao se modificar a percepção do risco de um indivíduo, é possível modificar seu comportamento na emergência.

O melhor caminho para tal, segundo os especialistas, é por meio da criação de políticas públicas de prevenção de desastres desde o ensino básico. Por meio da educação será possível estimular a percepção dos riscos nas pessoas e, conseqüentemente, mudar o seu comportamento. A preparação da população daria condições para que fosse proativa em caso de emergência, minimizando o pânico e auxiliando as equipes de resposta.

A própria Defesa Civil Nacional esclarece no conceito de Defesa Civil apresentado no item 2.1.2 que é sua atribuição desenvolver as ações assistenciais em uma emergência, portanto, é de sua responsabilidade providenciar o transporte e o abrigo às pessoas evacuadas em função do caso estudado nesta dissertação. No entanto, conforme informado pelo entrevistado, não há preparação do órgão para fornecer transporte de emergência nem tampouco área para abrigar a população evacuada.

No Plano de Emergência para o Atendimento a Acidentes no Transporte de Produtos Perigosos consta, como atribuição da Defesa Civil do Município de São Paulo “estimular ações voltadas para a preparação e prevenção de acidentes”, portanto, as ações de preparação da população estão previstas e podem ser desenvolvidas previamente à ocorrência de acidentes.

Com relação aos aspectos de saúde, a entrevistada da Secretaria Estadual da Saúde esclareceu que no cenário simulado, com centenas ou milhares de vítimas, haveria dificuldade no atendimento hospitalar, devido tanto à falta de preparação do setor hospitalar para recebimento e tratamento das vítimas quanto pela indisponibilidade de leitos para internações. Moore *et. al.* (2015) ressaltaram a necessidade dos órgãos de saúde se prepararem para o atendimento hospitalar de vítimas.

No Protocolo Estadual consta como atribuição e competência da Secretaria Estadual da Saúde “coordenar o atendimento da saúde durante a ocorrência enquanto perdurar a fase emergencial”. Para cumprir com essa ação é necessário intensificar os aspectos de preparação.

A sétima etapa envolve a reabilitação, sendo essa a fase de reconstrução da normalidade social conforme definido pela Defesa Civil Nacional e abordada no item 2.1.2. Essa ação envolve mais diretamente a CET, a Defesa Civil e a Secretaria Estadual da Saúde, instituições essas responsáveis pela reorganização do tráfego, da rotina da cidade e dos serviços de atendimento pré-hospitalar e hospitalar. Por se tratar de uma ação pós-emergencial, nenhum questionamento sobre esse tema foi realizado nas entrevistas, no entanto, é essencial o pronto restabelecimento da normalidade após a ocorrência de um acidente, pois outros eventos poderão ocorrer e exigirão o pronto atendimento dos órgãos públicos.

A minimização dos impactos, tanto quanto possível, e o cumprimento de todas as etapas de um atendimento emergencial de maneira eficiente por parte dos órgãos públicos constituem-se, basicamente, a capacidade de resposta da cidade de São Paulo aos acidentes rodoviários envolvendo produtos perigosos.

Recorda-se a definição dada pela FEMA/USA para capacidade de resposta e apresentada no item 2.1.2: 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 segurança da população, bem como ao meio ambiente e preservação do patrimônio público e privado (FEMA, 2017).

A análise realizada nesse item atendeu ao objetivo específico “c” desta dissertação: Analisar como se configura a atuação dos principais órgãos públicos envolvidos no atendimento a emergências geradas no transporte rodoviário de produtos perigosos na cidade de São Paulo.

A partir do conhecimento do impacto sobre a população da cidade de São Paulo que um eventual vazamento de cloro no transporte rodoviário pode acarretar, associado às respostas obtidas nas entrevistas e ao nível de preparação e resposta necessários por parte dos órgãos públicos para o enfrentamento às emergências químicas, é possível afirmar que a cidade de São Paulo não está preparada para responder de forma adequada a um evento de grande magnitude no transporte rodoviário de produtos perigosos.

Essa conclusão não é somente do pesquisador, mas também de 5 especialistas das principais instituições que atendem a emergências na cidade de São Paulo,

conforme as respostas obtidas na questão 15 do questionário utilizado nas entrevistas, portanto na própria perspectiva das instituições envolvidas na resposta emergencial.

Becker *et al.* (2000) afirmaram que as ações de resposta a uma emergência química têm por finalidade minimizar impactos à saúde e segurança pública, assim como ao meio ambiente. No entanto, conforme evidenciado nessa análise, há indicativos para acreditar que poderão ocorrer impactos à saúde da população no caso de vazamentos de gases tóxicos na cidade de São Paulo.

Os impactos sobre a saúde da população poderão ser minimizados no caso de um evento como o simulado nesta dissertação, porém não se pode afirmar se tal minimização será na intensidade que a sociedade espera ou que os órgãos públicos poderiam fornecer caso estivessem melhor preparados.

Órgãos como o Corpo de Bombeiros, CET e CETESB aparentam, pelas respostas obtidas, estar melhores preparados para atuarem nas emergências químicas, enquanto que a Secretaria Estadual da Saúde se encontra preparada para os aspectos de atendimento pré-hospitalar, mas não está totalmente preparada para o atendimento hospitalar. Já a Defesa Civil do Município de São Paulo, aparentemente, é a instituição menos preparada para atuar nesses cenários, dada à falta de estrutura, recursos materiais e procedimentos preestabelecidos.

O fato de um atendimento emergencial ser realizado com o máximo empenho de todos, movido pelo senso de responsabilidade e profissionalismo das instituições, conforme foi comentado nas entrevistas, não é suficiente para garantir a preservação da saúde e da vida da população, bem como das próprias equipes de resposta.

Os entrevistados evidenciaram diversas fragilidades do sistema de resposta da cidade de São Paulo, já que afirmaram que enfrentariam muitas dificuldades técnicas e operacionais como, por exemplo, o elevado tempo de resposta, a escassez de recursos humanos e materiais, a carência de sistemas de comunicação entre as instituições, a carência de procedimentos para atuação junto a população, a falta de área específica para recebimento da população evacuada, as dificuldades no atendimento hospitalar às vítimas, etc.

Assim, subtende-se que os órgãos públicos atendem a emergências químicas na cidade, porém não estão preparados para eventos de elevada gravidade em termos de danos à população.

O fato dos órgãos públicos atenderem a emergências não significa, necessariamente, que realizam os trabalhos dentro de padrões de segurança

considerados adequados tanto para as próprias equipes de resposta quanto para a população.

Denota-se claramente a necessidade de aprimorar os aspectos de preparação e repostas às emergências químicas na cidade de São Paulo. Evidentemente, se a cidade de São Paulo não está preparada para responder a um acidente no transporte rodoviário de produtos perigosos com a segurança e qualidade necessárias, também não está preparada para qualquer outra grande emergência química como, por exemplo, em atividades industriais ou em sistemas de armazenamento e distribuição de produtos químicos.

O Protocolo Estadual e o Plano de Emergência Municipal constituem ótimas iniciativas visando a integração entre as instituições e a gestão adequada das emergências, no entanto, carecem de complementações. Ainda que importantes, os dois documentos não podem conter, basicamente, apenas as atribuições e responsabilidades dos órgãos públicos nas emergências, mesmo por que tais informações, ainda que de forma indireta, podem ser encontradas nas legislações que deram origem às instituições.

No item 4.4 a seguir são apresentadas algumas recomendações visando à melhoria do atual sistema de resposta às emergências químicas na cidade de São Paulo.

#### **4.4 Recomendações para melhoria do sistema de resposta**

As análises apresentadas nos itens anteriores evidenciam a necessidade de aperfeiçoamento dos trabalhos desenvolvidos por diversas instituições durante um atendimento emergencial.

Para aprimorar a capacidade de resposta dos órgãos públicos aos acidentes com produtos químicos, três questões podem ser feitas:

- a) Quão preparados os órgãos públicos devem estar?
- b) Quão preparados os órgãos públicos estão?
- c) O que deve ser feito para diminuir essa diferença?

Para responder a essas perguntas, os órgãos públicos devem, inicialmente, determinar quais são os eventos adversos a serem enfrentados. A partir daí, poderão ser definidas as tarefas que precisam ser feitas, como devem ser feitas e os recursos necessários para executá-las, visando atingir o nível desejado de desempenho.

Nesse sentido, o uso de *softwares* pode auxiliar na estimativa dos danos à população decorrente dos acidentes e, conseqüentemente, no dimensionamento dos

recursos humanos e materiais que serão necessários para uma resposta emergencial a eventos envolvendo produtos perigosos.

Com base nos resultados da pesquisa, são apresentadas diversas recomendações visando à melhoria das ações de prevenção, preparação e resposta aos acidentes rodoviários com produtos perigosos na cidade de São Paulo. Portanto, ao propor ações preventivas e corretivas, objetiva-se aprimorar o gerenciamento dos riscos associados à atividade de transporte rodoviário de produtos perigosos.

As recomendações, de caráter genérico, poderão auxiliar os órgãos públicos na revisão de documentos técnicos e na formulação de políticas públicas com a finalidade de prevenir acidentes ou reduzir suas consequências ao homem, ao meio ambiente e ao patrimônio público e privado.

Recomendações específicas para o Protocolo Estadual e o Plano de Emergência Municipal:

- a) Inserir no documento critério para classificação de eventos segundo a severidade (por exemplo, baixa, média e alta ou nível 1, 2 e 3) de modo a facilitar a avaliação da primeira instituição a chegar ao local da ocorrência e a consequente mobilização de instituições e recursos adicionais para o atendimento;
- b) Estabelecer rotina de avaliação das ações de resposta desenvolvidas pelas instituições após cada atendimento emergencial com a finalidade de aprimorar o sistema;
- c) Definir sistemática de acionamento das instituições no caso de acidentes com produtos químicos (recomendação válida para o Protocolo Estadual uma vez que o Plano de Emergência Municipal possui fluxograma de acionamento estabelecido);
- d) Estabelecer sistema de comunicação entre os órgãos públicos (rádios com canal específico para emergências químicas, por exemplo) visando agilizar o acionamento, bem como permitir a troca rápida de informações durante o atendimento emergencial, inclusive durante o deslocamento das equipes a campo (troca de informações técnicas, melhores vias de acesso, recursos necessários, etc.);
- e) Definir protocolos de entrevistas à mídia de modo a evitar divergências nas informações prestadas por diversas instituições;

- f) Estabelecer procedimento de comunicação de risco dos órgãos públicos com a população durante os atendimentos emergenciais. As redes sociais e aplicativos para aparelhos celulares podem ser de grande valia para orientar a população;
- g) Incluir os Centros de Assistência Toxicológica, uma vez que oferecem serviço especializado sobre tratamento às vítimas de intoxicação química;
- h) Estabelecer programas de capacitação com a participação de todas as instituições, dentre eles o curso “Primeiro no Local”, cujo objetivo é o de capacitar os profissionais de instituições públicas e privadas que possuem a atribuição de realizar o atendimento a um acidente rodoviário com produto perigoso para atuarem como o primeiro no local;
- i) Estabelecer rotina de realização de exercícios simulados com a participação dos órgãos públicos, iniciativa privada e população.

**Recomendações de caráter geral:**

- a) Estabelecer parcerias com os Planos de Auxílio Mútuos (PAM) existentes na cidade de São Paulo e nas cidades da Grande São Paulo, uma vez que possuem equipes e recursos para o enfrentamento a emergências com produtos químicos e poderão apoiar os órgãos públicos nos trabalhos de campo;
- b) Estabelecer programas de preparação da comunidade de modo que essa possa reagir de forma adequada (sistemas de alerta e alarme, rotas de evacuação, exercícios simulados, etc.) em caso de acidentes com produtos químicos, bem como criar cultura prevencionista;
- c) Estabelecer telefone único para emergências na cidade de São Paulo;
- d) Estabelecer centro integrado com os principais órgãos públicos que atendem a emergências na cidade de São Paulo de forma a agilizar os acionamentos, bem como aprimorar a gestão da emergência em todas as suas etapas;
- e) Promover a capacitação hospitalar para recebimento de vítimas intoxicadas por produtos químicos;

- f) Reavaliar as rotas de transporte de produtos perigosos na cidade de São Paulo, considerando a possibilidade de utilização de vias e regiões com os menores adensamentos populacionais;
- g) Criar restrições para a circulação de produtos de alta periculosidade, como limitar quantidade transportada por veículo, obrigatoriedade de escolta, etc.;
- h) Definir programa mínimo de capacitação aos profissionais envolvidos no atendimento a ocorrências com produtos químicos (responsabilidade do Ministério do Trabalho e Emprego);
- i) Promover eventos e palestras dirigidas aos profissionais de imprensa com a finalidade de informá-los e prepará-los para cooperar com os órgãos públicos quando da ocorrência de uma emergência com produtos químicos.

## 5 CONCLUSÃO

O presente trabalho teve por finalidade avaliar como se configura o atual cenário de atendimento a emergências no transporte rodoviário de produtos perigosos na cidade de São Paulo na perspectiva dos órgãos públicos envolvidos.

O trabalho evidenciou que a atividade de transporte rodoviário de produtos perigosos pode, em caso de acidente, gerar severas consequências à saúde e à segurança pública, ao meio ambiente e aos patrimônios públicos e privados.

De acordo com as informações coletadas no desenvolvimento desta dissertação, as consequências dos acidentes podem ser agravadas se:

- a) O tempo de resposta dos órgãos públicos não for compatível com as necessidades da emergência;
- b) A primeira equipe a chegar ao local não realiza avaliação adequada do porte do evento e, conseqüentemente, não desenvolve corretamente as ações de sinalização e isolamento da área assim como de evacuação da população, nem tampouco solicita recursos adicionais para o controle da emergência;
- c) As equipes de intervenção não possuem qualificação técnica para desenvolver o atendimento emergencial;
- d) As equipes de intervenção desenvolvem ações inadequadas;
- e) As equipes de intervenção não dispõem de recursos materiais adequados ou suficientes;
- f) Há falta de procedimentos para orientar a população;
- g) A população não está preparada para reagir de forma segura;
- h) Há falta de comunicação ou comunicação inadequada entre os órgãos públicos e dos órgãos públicos com a população e com a mídia.

Outros aspectos podem ainda influenciar no atendimento emergencial como a gestão da emergência e a integração entre as instituições.

Foi constatado durante o desenvolvimento do trabalho 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 perigosos, 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. Afirmarções como “faremos o nosso melhor” ou “na hora se vê” não pertencem às situações de risco, em especial, àquelas envolvendo produtos químicos. Conforme comentado por um especialista “Todos têm o direito de voltar para casa com a mesma saúde que saíram para o trabalho”. O caminho para evitar improvisos e riscos desnecessários é a preparação para a resposta, incluindo a aquisição de recursos materiais.

Preparação refere-se aos trabalhos realizados com a finalidade de estabelecer táticas, estratégias e procedimentos técnicos visando capacitar as equipes para atuarem em uma emergência química como, por exemplo, o desenvolvimento de planos, protocolos, acordos de ajuda mútua e a realização de exercícios simulados, dentre outros.

A pesquisa realizada nesta dissertação mostrou claramente que a preparação para uma emergência não é uma tarefa simples, pois requer conhecimento, dedicação e integração entre as instituições. O planejamento, associado aos exercícios simulados, pode seguramente, reduzir as consequências sociais e ambientais das emergências químicas.

A capacitação é, certamente, uma das ações mais efetivas para garantir a segurança das equipes e conseqüentemente da população. No entanto não há no país legislação específica sobre o tema. Assim, cada órgão capacita seu empregado de acordo com o que entende ser o mais adequado. Capacitações em conjunto ou a realização de exercícios simulados frequentes seguidos de reuniões de avaliação permitirão aperfeiçoar os procedimentos e melhorar a integração entre as instituições, fatores essenciais para um adequado atendimento emergencial.

A partir das informações obtidas nesta dissertação, 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 (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.

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 trabalho.

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

As simulações realizadas neste estudo foram desenvolvidas com o *software* ALOHA, gratuito, com a finalidade de evidenciar que se trata de uma ferramenta prontamente disponível a todos, portanto poderá ser utilizada para auxiliar os órgãos públicos na preparação e resposta às emergências químicas na cidade de São Paulo.

A dúvida levantada pela mídia após o acidente com butilmercaptana em 2006 (motivadora desta dissertação) 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 estudado nesta dissertação ocorresse hoje, 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. A cidade de São Paulo não estava preparada em 2006 e não está preparada em 2017.

Ressalta-se que o cenário simulado nesta dissertação envolveu o vazamento de apenas 800 kg de cloro a partir de um cilindro. No entanto circulam pela cidade caminhões transportando 20 toneladas de cloro ou de outro gás tóxico como amônia, portanto, as consequências em caso de vazamento desse inventário serão ainda piores do que as estimadas neste trabalho.

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.

Todos os objetivos específicos desta dissertação foram alcançados.

Por meio de simulação realizada em modelo matemático foi possível demonstrar o potencial para a ocorrência de danos ao homem decorrente de vazamento de cloro no transporte rodoviário na cidade de São Paulo, sendo esse o objetivo específico a).

A pesquisa documental permitiu identificar os documentos “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”, nos quais estão descritas as competências legais dos principais órgãos públicos envolvidos no atendimento a emergências geradas no transporte rodoviário de produtos perigosos na cidade de São Paulo, sendo esse o objetivo específico b).

No item 4.3 desta dissertação foi realizada a análise da atuação dos principais órgãos públicos envolvidos no atendimento a emergências geradas no transporte rodoviário de produtos perigosos na cidade de São Paulo, sendo esse o objetivo específico c).

Por meio da pergunta 11 do questionário utilizado nas entrevistas foi possível identificar as principais dificuldades operacionais dos órgãos públicos envolvidos no atendimento a emergências geradas no transporte rodoviário de produtos perigosos na cidade de São Paulo, sendo esse o objetivo específico d).

No item 4.4, foram propostas recomendações para a melhoria das ações de resposta aos acidentes ocorridos no transporte rodoviário de produtos perigosos na cidade de São Paulo, sendo esse o objetivo específico e).

Considerando que todos os objetivos específicos foram alcançados e a partir da triangulação das informações obtidas no processo de coleta de dados associadas aos resultados das simulações e às respostas obtidas nas entrevistas, foi possível alcançar o objetivo geral desta dissertação: Avaliar como se configura o atual cenário de atendimento a emergências no transporte rodoviário de produtos perigosos na cidade de São Paulo na perspectiva dos órgãos públicos envolvidos.

Da mesma forma, a questão de pesquisa desta dissertação (Como se configura o atual cenário de atendimento a emergências no transporte rodoviário de produtos perigosos na cidade de São Paulo na perspectiva dos órgãos públicos envolvidos?) também foi respondida por meio da análise integrada dos dados coletados.

## **5.1 Contribuições para a prática**

Espera-se que este trabalho possa contribuir para o aprimoramento das ações de prevenção, preparação e resposta dos órgãos públicos aos acidentes rodoviários envolvendo produtos perigosos na cidade de São Paulo sendo, portanto, de interesse de diversas instituições públicas e privadas.

Esta dissertação poderá ser utilizada, por exemplo, para aprimorar a percepção dos órgãos públicos sobre as possíveis consequências dos acidentes rodoviários envolvendo gases tóxicos na cidade de São Paulo.

O conhecimento prévio de tais consequências permitirá que os órgãos públicos reflitam sobre suas atuais capacidades de resposta frente a eventos de elevadas magnitudes em termos de danos à saúde da população decorrentes de acidentes no transporte rodoviário.

Dessa forma, os órgãos públicos poderão avaliar aspectos como tempo de resposta, se os procedimentos estão compatíveis com os perigos e riscos oferecidos pelos produtos químicos à saúde humana, capacitação do seu corpo técnico, recursos materiais disponíveis para o cumprimento de suas atribuições e responsabilidades, infraestrutura hospitalar, infraestrutura para abrigar pessoas evacuadas, dentre outros.

Os resultados obtidos neste trabalho também poderão motivar eventuais iniciativas da Defesa Civil Estadual e da Defesa Civil Municipal, coordenadoras do Protocolo Estadual e do Plano de Emergência Municipal, respectivamente, com a finalidade de avaliar a necessidade de aprimoramento desses documentos. Isso exigirá a cooperação de múltiplos atores com diferentes graus de experiência profissional e formação, mas será uma oportunidade para minimizar danos à saúde da população em caso de uma emergência química na cidade de São Paulo.

## **5.2 Sugestões para trabalhos futuros**

Como sugestão para futuros trabalhos, novos estudos podem ser desenvolvidos como, por exemplo: avaliar e comparar os programas de formação e capacitação de técnicos dos órgãos públicos que realizam o atendimento a emergências químicas; avaliar a distribuição das unidades de resposta das instituições na cidade de São Paulo com a finalidade de reduzir o tempo de resposta; proposição de programas de educação ambiental à população sobre os riscos e ações a serem adotadas em caso de acidentes no transporte rodoviário de produtos perigosos na cidade de São Paulo, entre outros.

## REFERÊNCIAS

- ABNT NBR 14064, de 30 de julho de 2015. Atendimento a emergência no transporte de produtos perigosos. São Paulo: Associação Brasileira de Normas Técnicas. Recuperado em 4 janeiro, 2017, de <https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=346402>
- Agência Nacional de Transporte Terrestre. (2016). *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.* Recuperado em 26 janeiro, 2017, de <http://www.antt.gov.br/index.php/content/view/50082.html>
- Agência Nacional de Transporte Terrestre. (2017). *Resolução nº 5.377, de 29 de junho de 2017. Altera o caput do artigo 2º da Resolução ANTT nº 5.232 de 14 de dezembro de 2016.* Recuperado em 8 julho, 2017, de [http://portal.antt.gov.br/index.php/content/view/51930/Resolucao\\_n\\_\\_5377.html?utm\\_source=newsletter\\_1208&utm\\_medium=email&utm\\_campaign=antt-prorroga-prazo-para-cumprimento-das-exigencias-da-resolucao-n-5232](http://portal.antt.gov.br/index.php/content/view/51930/Resolucao_n__5377.html?utm_source=newsletter_1208&utm_medium=email&utm_campaign=antt-prorroga-prazo-para-cumprimento-das-exigencias-da-resolucao-n-5232)
- Agência Reguladora de Serviços Públicos Delegados de Transporte do Estado de São Paulo. (2015). *Rodovias.* Recuperado em 5 junho, 2017, de <http://www.artesp.sp.gov.br/rodovias.html>
- Alves, P., Gontijo, G.A.S., & Raia, A. A., Jr. (2008). *Análise do transporte rodoviário de produtos perigosos no estado de São Paulo suas consequências no meio ambiente* (Dissertação de mestrado). Programa de Pós-graduação em Engenharia Urbana - Universidade Federal de São Carlos-UFSCar, São Carlos, São Paulo, Brasil.
- Associação Brasileira da Indústria de Álcalis, Cloro e Derivados. (2017). *Relatório de acidentes.* São Paulo: ABICLOR, 2017.
- Associação Brasileira da Indústria Química. (2017a). *A indústria química.* Recuperado em 4 janeiro, 2017, de <http://www.abiquim.org.br/a-industria-quimica/conceito-conjuntura-estatistica-pergunta-resposta>
- Associação Brasileira da Indústria Química. (2017b). *Pacto Nacional da Indústria Química.* Recuperado em 4 janeiro, 2017, de <http://www.abiquim.org.br/abiquim/pacto-nacional-da-industria-quimica>
- Associação Brasileira da Indústria Química. (2017c). *Programa Atuação Responsável.* Recuperado em 4 janeiro, 2017, de <http://canais.abiquim.org.br/atuacaoresponsavel/>
- Associação Brasileira da Indústria Química. (2017d). *Programa SASSMAQ.* Recuperado em 4 janeiro, 2017, de <http://canais.abiquim.org.br/sassmaq/>
- Associação Brasileira da Indústria Química. (2017). *Química é vida.* Recuperado em 6 janeiro, 2017, de <http://www.abiquim.org.br/voce-e-a-quimica/quimica-e-vida>

- Associação Brasileira de Transporte e Logística de Produtos Perigosos. (2017). *Produtos perigosos*. Recuperado em 4 janeiro, 2017, de <http://www.abtlp.org.br/>
- Associação Brasileira dos Distribuidores de Produtos Químicos e Petroquímicos. (2017). *Prodir – Processo de Distribuição Responsável*. Recuperado em 5 junho, 2017, de [http://www.associquim.com.br/prodir\\_new/](http://www.associquim.com.br/prodir_new/)
- Bartholomeu, D. B. (2006). *Quantificação dos impactos econômicos e ambientais decorrentes do estado de conservação das rodovias brasileiras* (Dissertação de doutorado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, São Paulo, Brasil. Recuperado de: <https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&q=Quantifica%C3%A7%C3%A3o+dos+impactos+econ%C3%B4micos+e+ambientais+decorrentes+do+estado+de+conserva%C3%A7%C3%A3o+das+rodovias+brasileiras&btnG=&lr=>
- Becker, S. M., Pitt, R., & Clark, S. (2000). *Environmental health, public safety, and social impacts associated with transportation accidents involving hazardous substances*. Tuscaloosa, Alabama: University Transportation Center for Alabama.
- Bonoma, T. V. (1985). Case research in marketing: opportunities, problems, and process. *Journal of Marketing Research*, 22(2), 199-208.
- Cardoso, M. M., Jr. (2004). *Transporte de produtos perigosos pelo modal rodoviário: Proposta de um método de elaboração do Plano de Gerenciamento de Riscos Ambientais* (Dissertação de mestrado). Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil. Recuperado de [http://cassiopea.ipt.br/teses/2004\\_TA\\_Moacyr\\_Machado\\_Cardoso.pdf](http://cassiopea.ipt.br/teses/2004_TA_Moacyr_Machado_Cardoso.pdf)
- Chakrabarti, U. K., & Parikh, J. K. (2011). Class-2 hazmat transportation consequence assessment on surrounding population. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries* 24(2011) 758,766
- Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. (2014). *Manual de atendimento a emergências químicas*. São Paulo: Editora Governo do Estado de São Paulo.
- Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. (2017c). *Análise de riscos*. Recuperado em 22 janeiro, 2017, de <http://riscotecnologico.cetesb.sp.gov.br/>
- Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. (2017d). *Comissão de estudos e prevenção de acidentes*. Recuperado em 25 janeiro, 2017, de <http://emergenciasquimicas.cetesb.sp.gov.br/tipos-de-acidentes/rodovias/comissao-de-estudos-e-prevencao-de-acidentes/>
- Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. (2017e). *Norma Cetesb P4.261*. Recuperado em 23 janeiro, 2017, de <http://riscotecnologico.cetesb.sp.gov.br/estudo-de-analise-de-risco/norma-cetesb-p4-261/>
- Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. (2017b). *Programa de Gerenciamento de Riscos para Administradores de Rodovias para o Transporte de Produtos Perigosos – PGR Rodovias*. Recuperado em 12 julho, 2017, de <http://cetesb.sp.gov.br/emergencias-quimicas/wp->

content/uploads/sites/53/2016/04/DD-070-2016-C-Programa-de-Gerenciamento-de-Risco-PGR-RODOVIAS-intranet-1.pdf

Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. (2017a). *Relatórios de Atendimento. Relatório de emergências químicas atendidas pela Cetesb em 2010*. Recuperado em 26 abril, 2017, de <http://emergenciasquimicas.cetesb.sp.gov.br/apresentacao/relatorios-de-atendimento/>

Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. (2017). *SIEQ – Sistema de Informações sobre Emergências Químicas*. Recuperado em 26 janeiro, 2017, de <http://sistemasinter.cetesb.sp.gov.br/emergencia/relatorio.php>

Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. (2017f). *Sistema de informações da qualidade do ar*. Recuperado em 13 fevereiro, 2017, de <http://qualar.cetesb.sp.gov.br/qualar/home.do>

Confederação Nacional dos Municípios. (2016). *Defesa civil e prevenção de desastres - como seu município pode estar preparado*. Recuperado em 27 junho, 2017, de [http://www.cnm.org.br/cms/biblioteca/Defesa\\_Civil\\_e\\_Prevencao\\_de\\_Desastres.pdf](http://www.cnm.org.br/cms/biblioteca/Defesa_Civil_e_Prevencao_de_Desastres.pdf)

Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo. (2015). *IT-28 - Manipulação, armazenamento, comercialização e utilização de gás liquefeito de petróleo - GLP*. Recuperado em 26 janeiro, 2017, de [http://www.corpodebombeiros.sp.gov.br/internetcb/Downloads/IT-28-Manipulacao\\_armazenamento\\_comercializacao\\_e\\_utilizacao\\_de\\_gas\\_liquefeito\\_de\\_petroleo-GLP.pdf](http://www.corpodebombeiros.sp.gov.br/internetcb/Downloads/IT-28-Manipulacao_armazenamento_comercializacao_e_utilizacao_de_gas_liquefeito_de_petroleo-GLP.pdf)

Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo. (2017). *O Corpo de bombeiros*. Recuperado em 26 maio, 2017, de <http://www.corpodebombeiros.sp.gov.br>

*Decreto n. 96.044, de 18 de maio de 1988*. Aprova o regulamento para o transporte rodoviário de produtos perigosos e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 19 mai. 1988.

Defesa Civil do Estado de São Paulo. (2012). *Protocolo unificado de atendimento a emergências químicas no estado de São Paulo*. Coordenadoria Estadual de Defesa Civil. Recuperado em 26 janeiro, 2017, de <http://www.defesacivil.sp.gov.br/>

Departamento de Operação do Sistema Viário. (2016). *Portaria n° 100/2016-DSV.GAB, de 25 de abril de 2016*. Recuperado em 7 setembro, 2016, de <http://www.cetsp.com.br/media/467308/portaria-100-dsv-gab-25-04-2016.pdf>

Environmental Protection Agency of United States of America. (2016). *ALOHA software*. Recuperado em 14 fevereiro, 2017, de <https://www.epa.gov/cameo/aloha-software>

Environmental Protection Agency of United States of America. (2017). *Acute exposure guideline levels for airborne chemicals*. Recuperado em 15 fevereiro, 2017, de <https://www.epa.gov/aegl>

- Federação das Indústrias do Estado de São Paulo. (2011). *Matriz de transporte*. Recuperado em 4 junho, 2015, de <http://www.fiesp.com.br/transporte-e-logistica/matriz-de-transporte/>
- Federal Emergency Management Agency. (2017). *National preparedness*. Recuperado em 30 março, 2017, de <https://www.fema.gov/national-preparedness>
- Freitas, C. M., Porte, M. F., & Gomez, C. M. (1995). Acidentes químicos ampliados: um desafio para a saúde pública. *Revista Saúde Pública*, 29(6), 503-514
- Gablehouse, T. R. (2005). The role of local communities in chemical accident prevention and preparedness. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries* 18 (2005) 549–552
- Gonçalves, H. A. (2014). *Manual de metodologia da pesquisa científica*. São Paulo: Avercamp Editora.
- Gouveia, J. L. N. (2004). *Atuação de equipes de atendimento emergencial em vazamentos de combustíveis em postos e sistemas retalhistas* (Dissertação de mestrado). Faculdade de Saúde Pública, São Paulo, SP, Brasil. Recuperado de <http://emergenciasquimicas.cetesb.sp.gov.br/artigos-e-documentos-tecnicos/teses/>
- Heinrich, J. S. S., (2004). *Aplicação da análise de riscos a atividades do transporte rodoviário de carga geral* (Dissertação de mestrado). Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, Brasil.
- Horton, D. K., Berkowitz Z., Haugh, G. S., Orr, M. F., & Kay, W. E. (2003). Acute public health consequences associated with hazardous substances released during transit, 1993–2000. *Journal of Hazardous Materials*, B98 (2003) 161–175.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2017). *Cidade de São Paulo*. Recuperado em 5 janeiro, 2017, de <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=355030&search=sao-paulo|sao-paulo>
- Jusbrasil (2011). *Portaria 01/COMDEC/SMSU/2011*. Recuperado em 4 fevereiro, 2017, de <https://www.jusbrasil.com.br/diarios/28265482/pg-6-cidade-diario-oficial-do-estado-de-sao-paulo-dosp-de-09-07-2011>
- Lainha, M. A. J. (2011). *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* (Dissertação de mestrado). Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil. Recuperado de <http://emergenciasquimicas.cetesb.sp.gov.br/artigos-e-documentos-tecnicos/teses/>
- Lei n. 9.605, de 12 de fevereiro de 1998*. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades. Presidência da República, Casa Civil. Recuperado em 15 maio, 2017, de [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9605.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9605.htm)

- Lieggio, M., Jr. (2008). *Transporte rodoviário de produtos perigosos: proposta de metodologia para escolha de empresas de transporte com enfoque em gerenciamento de riscos* (Dissertação de mestrado). Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília, Distrito Federal, Brasil. Recuperado de <http://repositorio.unb.br/handle/10482/6834>
- Martins, G. A., & Theóphilo, C. R. (2009). *Metodologia da investigação científica para ciências sociais aplicadas (2ª ed.)*. São Paulo: Editora Atlas.
- Marconi, M. A., & Lakatos, E. M. (2003). *Fundamentos de metodologia científica*. São Paulo: Editora Atlas.
- Ministério do Meio Ambiente. (1986). *Resolução CONAMA Nº 001, de 23 de janeiro de 1986*. Publicado no Diário Oficial da União em 17 fevereiro de 1986. Recuperado em 13 dezembro, 2016, de <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>
- Ministério do Meio Ambiente. (1997). *Resolução CONAMA nº 237, de 19 de dezembro de 1997*. Recuperado em 13 dezembro, 2016, de <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res97/res23797.html>
- Ministério do Meio Ambiente. (2017a). *Emergências ambientais*. Ministério do Meio Ambiente. Recuperado em 27 setembro, 2016, de <http://www.mma.gov.br/seguranca-quimica/emergencias-ambientais>
- Ministério do Meio Ambiente. (2017). *Estatísticas de acidentes*. Ministério do Meio Ambiente. Recuperado em 27 setembro, 2016, de <http://www.mma.gov.br/seguranca-quimica/emergencias-ambientais/estatisticas-de-acidentes>
- Moore, B. L., Geller, R. J., & Clark, C. (2015). *Hospital preparedness for chemical and radiological disasters*. Recuperado em 27 setembro, 2016 de [http://www.emed.theclinics.com/article/S0733-8627\(14\)00075-3/fulltext](http://www.emed.theclinics.com/article/S0733-8627(14)00075-3/fulltext)
- Nardocci, A. C., & Leal, O. L. (2006). Informações sobre acidentes com transporte de produtos perigosos no Estado de São Paulo: os desafios para a vigilância em saúde ambiental. *Saúde e Sociedade, 15*, 113-121.
- Oggero, A., Darbra, R. M., Muñoz, M., Planas, E. & Casal, J. (2006) A survey of accidents occurring during the transport of hazardous substances by road and rail. *Journal of Hazardous Materials, A133*, 1–7.
- Perez, R. C. (2016). *Emergências tecnológicas*. 2ª Edição. Sorocaba: Editora Create.
- Petróleo Brasileiro S.A. (2017). *Petroquímica e fertilizantes*. Recuperado em 27 setembro, 2016, de <http://www.petrobras.com.br/pt/nossas-atividades/areas-de-atuacao/petroquimica-e-fertilizantes/>
- Pijawka, K. D., Foote, S., & Soesilo, A. *Risk assessment of transporting hazardous material: route analysis and hazard management*. Transportation Research Record 1020, TRB, Washington: National Research Council, 1980.

- Por Vias Seguras. (2015). *Estatísticas do Ministério da Saúde*. Associação Brasileira de Prevenção de Acidentes de Trânsito. Recuperado em 8 janeiro, 2017, de [http://www.viasseguras.com/os\\_acidentes/estatisticas/estatisticas\\_nacionais/estatisticas\\_do\\_ministerio\\_da\\_saude](http://www.viasseguras.com/os_acidentes/estatisticas/estatisticas_nacionais/estatisticas_do_ministerio_da_saude)
- Portal da Indústria (2017). *São Paulo*. Recuperado em 8 fevereiro, 2017, de <http://perfilestados.portaldaindustria.com.br/estado/sp>
- Prefeitura de São Paulo. (2017). *Transporte de Produtos Perigosos*. Secretaria Municipal de Mobilidade e Transportes. Recuperado em 4 fevereiro, 2017, de [http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/transportes/autorizacoes\\_especiais/transporte\\_de\\_produtos\\_perigosos/index.php?p=3597](http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/transportes/autorizacoes_especiais/transporte_de_produtos_perigosos/index.php?p=3597)
- Produtos Perigosos. (2017). *Como se dá o processo de homologação de embalagens para transporte de produtos perigosos?* Recuperado em 12 fevereiro, 2017, de [http://www.produtosperigosos.com.br/lermais\\_materias.php?cd\\_materias=1021](http://www.produtosperigosos.com.br/lermais_materias.php?cd_materias=1021)
- Qiao, Y., Keren, N., & Mannan, M. S. (2009). Utilization of incident databases and fuzzy sets to estimate frequency of HazMat transport incidents. *Journal of Hazardous Materials*. doi:10.1016/j.jhazmat.2009.01.097.
- Quarantelli, E. L. (1984). Chemical disaster preparedness at the local community level. *Journal of Hazardous Materials*, 8 (1984) 239-249.
- Quarantelli, E. L. (1991). Disaster planning for transportation accidents involving hazardous materials. *Journal of Hazardous Materials*. 27 (1991) 49-60.
- Resolução CMil 38-610 - Cedec, de 30 de novembro de 2009*. Dispõe sobre a instituição da Comissão do Plano de Prevenção, Preparação e Resposta Rápida a Emergências Ambientais com Produtos Químicos Perigosos - P2R2 - no Comitê para Estudos da Ameaças Naturais e Tecnológicas do Estado de São Paulo. Recuperado em 26 janeiro, 2017, de [http://www.cvs.saude.sp.gov.br/legis.asp?te\\_codigo=15&as\\_codigo=64&origem=gt](http://www.cvs.saude.sp.gov.br/legis.asp?te_codigo=15&as_codigo=64&origem=gt)
- Ribeiro, P. C. C., & Ferreira, K. A. Logística e transportes: uma discussão sobre os modais de transporte e o panorama brasileiro. *XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGP)*. Curitiba – PR, 2002.
- Russell, E. R. (1993). Rating counter measures for mitigation of hazardous materials incidents. *Journal of Transportation Engineering* 1993. 119:211-225.
- Saccomanno, F. F., Shortreed, J. H., Aerde, M. V., & Higgs, J. (1988). *Comparison of risk measures for the transport of dangerous commodities by truck and rail*. Transportation Research Record, 1245, TRB, Washington: National Research Council.
- Samuel, C., Keren, N., Shelley, M. C., & Freeman, S. A. (2009). Frequency analysis of hazardous material transportation incidents as a function of distance from origin to incident location. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 22 (2009) 783–790

- Secretaria de Logística e Transportes do Estado de São Paulo. (2015). *História*. Recuperado em 6 junho, 2015, de [http://www.transportes.sp.gov.br/secretaria\\_/historia.asp](http://www.transportes.sp.gov.br/secretaria_/historia.asp)
- Teixeira, M. S. (2005). *Relatório de atendimento a acidentes ambientais no transporte rodoviário de produtos perigosos de 1983 a 2004*. CETESB. Recuperado em 23 junho, 2016, de <http://emergenciasquimicas.cetesb.sp.gov.br/apresentacao/relatorios-de-atendimento/>
- Teixeira, M. S. (2010). *Análise e prognóstico dos acidentes no transporte rodoviário de produtos perigosos no município de São Paulo (1989 a 2008) - situação e cenários de risco* (Dissertação de mestrado). Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil. Recuperado de <http://emergenciasquimicas.cetesb.sp.gov.br/artigos-e-documentos-tecnicos/teses/>
- Transpetro (2017). *Dutos e terminais*. Petrobras Transporte S.A. Recuperado em 12 fevereiro, 2017, de [http://www.transpetro.com.br/pt\\_br/areas-de-negocios/terminais-e-oleodutos.html](http://www.transpetro.com.br/pt_br/areas-de-negocios/terminais-e-oleodutos.html)
- Unipar Carbocloro (2017). *Cloro Líquido*. Recuperado em 12 dezembro, 2016, de [http://www.uniparcarbocloro.com.br/uniparcarbocloro/web/conteudo\\_pt.asp?idioma=0&conta=28&tipo=48938&id=181896](http://www.uniparcarbocloro.com.br/uniparcarbocloro/web/conteudo_pt.asp?idioma=0&conta=28&tipo=48938&id=181896)
- United Nations Environment Programme. (2008). *Awareness and preparedness for emergencies at local level*. United Nations Environment Programme. Recuperado em 12 fevereiro, 2017, de <http://apell.eecentre.org/>
- Wenxue, C., Hengpeng, W., Shangjiang, S., & Lili, A. (2010). *An improved hazardous material road transportation accident rate analysis model*. Guangzhou, China: School of Economics and Commerce, South China University of Technology.
- World Health Organization. (2015). *Violence and injury prevention*. Recuperado em 5 janeiro, 2017, de [http://www.who.int/violence\\_injury\\_prevention/road\\_safety\\_status/2015/en/](http://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2015/en/)
- Yin, R. K. (2015). *Estudo de caso: planejamento e métodos*. Porto Alegre: Bookman editora.
- Yong, Q., Ruifang, M., & Zhiheng, X. (2011). *Risk evaluation of hazardous materials road transportation*. Sichuan Sheng, China: College of Traffic and Transportation, Southwest Jiaotong University. ICTE 2011 © ASCE 2011
- Zografos, K. G., Vasilakis, G. M., & Giannouli, I. M. (2000). Methodological framework for developing decision support systems \_DSS/ for hazardous materials emergency response operations. *Journal of Hazardous Materials* 71, 503–521

## APÊNDICE A – PROTOCOLO DE ENTREVISTAS

O Protocolo de entrevista envolve o roteiro a ser utilizado durante a fase de entrevistas com os profissionais selecionados. O roteiro apresenta as seguintes etapas:

- Introdução – objetivo da dissertação, objetivos da entrevista, agradecer e esclarecer por que o entrevistado foi selecionado;
- Definição das condições – tempo estimado da entrevista (entre 45 e 60 minutos), solicitação de autorização para gravação;
- Apresentação do caso estudado – apresentação do cenário acidental estudado, apresentação dos resultados das simulações, apresentação dos mapas de vulnerabilidade com as distâncias atingidas pela nuvem tóxica para as diversas concentrações de interesse, estimativa de número de pessoas afetadas (fatalidade e intoxicadas), esclarecimentos de eventuais dúvidas do entrevistado;
- Realização da entrevista – aplicação das questões apresentadas na matriz de amarração para a instituição objeto da entrevista, eventuais questionamentos adicionais em função das respostas obtidas, de modo a não se perder o objetivo da entrevista e do trabalho;
- Informações gerais – o entrevistado será informado sobre as próximas etapas da dissertação;
- Agradecimento ao entrevistado.

## **PROTOCOLO DE ENTREVISTAS**

**UNIVERSIDADE NOVE DE JULHO**

**PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ADMINISTRAÇÃO**

**GESTÃO AMBIENTAL E SUSTENTABILIDADE**

**ALUNO EDSON HADDAD**

**TEMA DA DISSERTAÇÃO: CAPACIDADE DE RESPOSTA DOS ÓRGÃOS  
PÚBLICOS AOS ACIDENTES OCORRIDOS NO TRANSPORTE  
RODOVIÁRIO DE PRODUTOS PERIGOSOS NA CIDADE DE SÃO PAULO**

### **Objetivo da Dissertação**

Avaliar como se configura o atual cenário de atendimento a emergências no transporte rodoviário de produtos perigosos na cidade de São Paulo na perspectiva dos órgãos públicos envolvidos.

### **Seleção do Entrevistado**

Você foi selecionado para a entrevista uma vez que a sua instituição atua frequentemente no atendimento a emergências no transporte rodoviário de produtos perigosos na cidade de São Paulo. Serão 15 questões sobre a atuação da sua instituição no cenário acidental simulado. Este documento foi enviado para seu conhecimento prévio do cenário estudado e das questões que serão abordadas na entrevista.

Agradeço à sua atenção e disponibilidade.

### **Metodologia**

Definiu-se uma hipótese de acidente rodoviário na cidade de São Paulo, conforme será apresentado mais adiante. Foi realizada, por meio de modelo matemático, uma estimativa das consequências do vazamento de cloro, estimando-se as distâncias atingidas pela nuvem tóxica na atmosfera para três níveis distintos de danos à saúde humana. Com as dimensões da nuvem tóxica, foi realizada uma estimativa do número de vítimas fatais e intoxicadas pelo produto. Tais resultados estão apresentados nesse documento. O questionário desse documento será utilizado na entrevista e será a referência do dissertante para conhecer a capacidade de resposta da sua instituição ao evento estudado.

### **Definição da hipótese acidental**

Vazamento de 800 kg de cloro líquido devido a ruptura total da válvula de 3/8” decorrente de queda de cilindro durante o transporte rodoviário na cidade de São Paulo.

### **Local do acidente**

Via expressa da Marginal dos Pinheiros, a cerca de 500 metros após a ponte Cidade Jardim, sentido Rodovia Castello Branco, na cidade de São Paulo. Nesse local ocorreu um vazamento de 800 kg de butilmercaptana (líquido inflamável com forte odor) em 23 de junho de 2006, ocasião em que a mídia questionou a capacidade de resposta da cidade de São Paulo aos acidentes envolvendo gases tóxicos, tornando-se o agente motivador deste trabalho.

### **Simulação de Consequências**

A simulação das consequências do vazamento de cloro foi realizada com o *software* ALOHA, desenvolvido pela NOAA e EPA/USA.

### **Concentrações de Referência utilizadas nas simulações**

As concentrações de referência utilizadas nas simulações foram aquelas desenvolvidas e recomendadas pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos - EPA, com o apoio da Academia Nacional de Ciências Americana - NAS. Tratam-se dos valores *Acute Exposure Guideline Level* – AEGL (Guia com níveis para exposição aguda), estabelecidos como limites máximos de exposição para a população em geral, destinados a auxiliar os órgãos públicos na preparação e nas ações de resposta às emergências químicas.

AEGL - *Acute Exposure Guideline Level* (Guia com níveis para exposição aguda)

- AEGL-1 é a concentração no ar (expressa em ppm ou mg/m<sup>3</sup>) de uma substância acima da qual se prevê que a população em geral, incluindo indivíduos suscetíveis, pode experimentar desconforto notável, irritação ou determinados efeitos não sensoriais assintomáticos. No entanto, os efeitos não são incapacitantes e são transitórios e reversíveis após a exposição.
- AEGL-2 é a concentração no ar (expressa em ppm ou mg/m<sup>3</sup>) de uma substância acima da qual se prevê que a população em geral, incluindo indivíduos suscetíveis, pode experimentar efeitos de longa duração ou irreversíveis à saúde ou prejudicar a habilidade de escapar.

- AEGL-3 é a concentração no ar (expressa em ppm ou mg/m<sup>3</sup>), de uma substância acima da qual se prevê que a população em geral, incluindo indivíduos suscetíveis, pode experimentar efeitos perigosos à saúde ou potencialmente fatais.

<b>Concentração de Referência para tempo de exposição de 10 minutos (ppm)</b>	<b>Efeito sobre a população</b>
<b>0,5</b>	AEGL - 1 Desconforto notável, irritação. Efeitos não incapacitantes, transitórios e reversíveis após a exposição.
<b>2,8</b>	AEGL - 2 Efeitos de longa duração ou irreversíveis à saúde ou prejudicial à habilidade de escapar.
<b>50,0</b>	AEGL - 3 Efeitos perigosos à saúde ou potencialmente fatais.

#### **Estimativa da área ocupada pela nuvem tóxica e do número de vítimas**

A estimativa da área da 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, de acordo com o IBGE/2010.

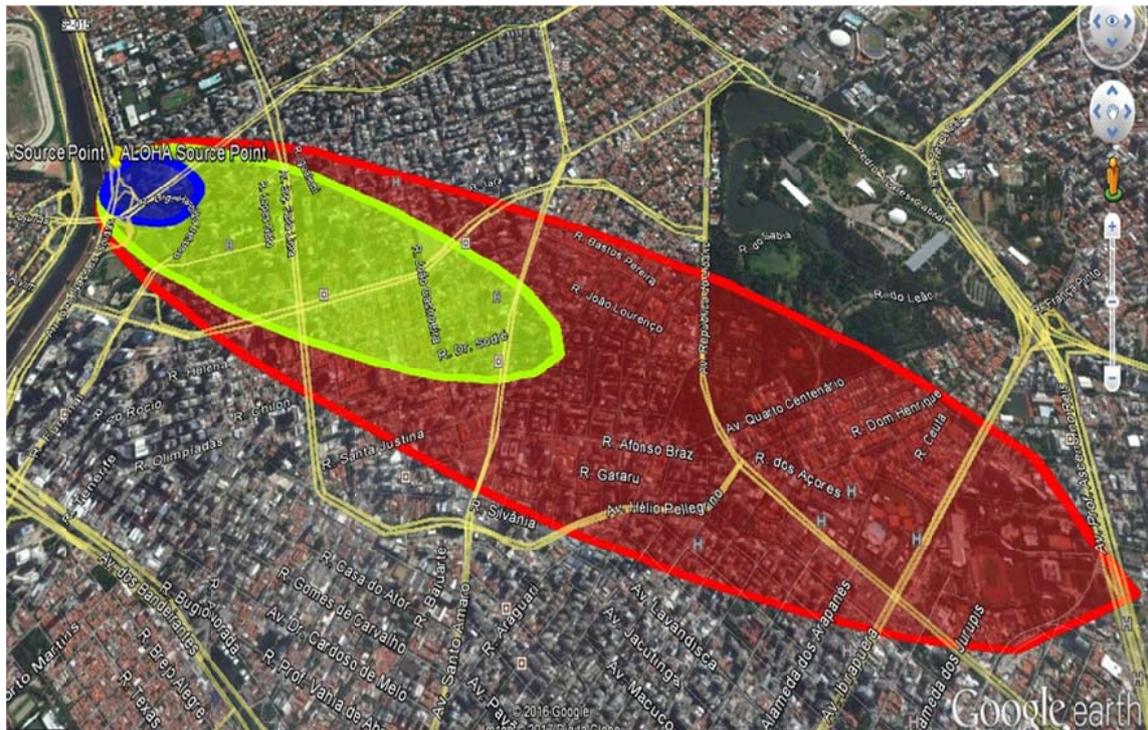
Assim, foi possível estimar o número de pessoas a serem afetadas pela nuvem de cloro, em termos de fatalidades, de pessoas intoxicadas sem a possibilidade de fuga e de pessoas intoxicadas com possibilidade de fuga.

## Resultados das simulações

### Distâncias atingidas pelas nuvens tóxicas para as três concentrações de referência

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

### Plotagem da nuvem de cloro para as três concentrações de referência



### Detalhes da área com possibilidade de efeitos perigosos à saúde ou potencialmente fatais das pessoas expostas (azul)



Detalhes da área com possibilidade de intoxicação das pessoas expostas (prejudicial à habilidade de escapar (verde)



Detalhes da área com possibilidade de irritação das pessoas expostas (permite a fuga) (vermelho)



**Descrição das principais áreas afetadas pelas nuvens tóxicas**

<b>Contorno</b>	<b>Bairros</b>	<b>Avenidas</b>	<b>Hospitais, Centro de Saúde e Clínicas</b>
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 Av. Henrique Chamma Av. Brig. Faria Lima Av. Pres. Juscelino Kubitschek Av. Santo Amaro	CAPS 3 – Centro de Atenção Psicossocial (Av. Henrique Lafer 590 - Moema); 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 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	Clínica Ortopédica Ibirapuera (R. Afonso Braz, 817 - Vila Nova Conceição)  Unico Excimer Laser – Unidade de Cirurgia Ocular (Av. Ibirapuera 1314 – Moema)  Vasculab - Cirurgia Vascular (Rua Joaquim Floriano, 820 - Itaim Bibi)

### Questionário para as entrevistas

Objetivo específico da dissertação	Perguntas para a entrevista	Referencial teórico	Instituição a quem se aplica
a) Demonstrar, por meio de uma simulação de acidente em modelo matemático, o potencial para a ocorrência de danos ao homem decorrente de acidente no transporte rodoviário de cloro na cidade de São Paulo	1) Você e a sua instituição têm conhecimento da magnitude das consequências em caso de vazamento de 900 kg de cloro no transporte rodoviário na cidade de São Paulo?	Teixeira (2010)	Corpo de Bombeiros, CETESB, CET, Secretaria Estadual da Saúde e COMDEC
	2) Você e a sua instituição conhecem ou utilizam <i>softwares</i> ou aplicativos como ferramenta de apoio na preparação e resposta a acidentes rodoviários com produtos perigosos na cidade de São Paulo?	Teixeira (2010)	Corpo de Bombeiros, CETESB, CET, Secretaria Estadual da Saúde e COMDEC
b) Conhecer as competências legais dos principais órgãos públicos envolvidos no atendimento a emergências geradas no transporte rodoviário de produtos perigosos na cidade de São Paulo	3) As atuais atribuições da sua instituição correspondem às mencionadas no Protocolo Unificado (Estadual) ou no Plano de Emergência do município de São Paulo?	Defesa Civil do Estado de São Paulo (2012); Jusbrasil (2011)	Corpo de Bombeiros, CETESB, CET, Secretaria Estadual da Saúde e COMDEC

<b>Objetivo específico da dissertação</b>	<b>Perguntas para a entrevista</b>	<b>Referencial teórico</b>	<b>Instituição a quem se aplica</b>
c) Analisar como se configura a atuação dos principais órgãos públicos envolvidos no atendimento a emergências geradas no transporte rodoviário de produtos perigosos na cidade de São Paulo	4) Qual o tempo de resposta (deslocamento mais início das ações de combate) da sua primeira equipe? Considerar o evento às 5 e às 10 horas da manhã de um dia útil da semana. Considerar que pode haver grande congestionamento.	Gablehouse (2005)	Corpo de Bombeiros, CETESB, CET, Secretaria Estadual da Saúde e COMDEC
	5) Existem procedimentos institucionalizados, do tipo protocolo ou similar, para cumprimento das suas atribuições nos acidentes rodoviários envolvendo gases tóxicos na cidade de São Paulo?	Defesa Civil do Estado de São Paulo (2012); Jusbrasil (2011)	Corpo de Bombeiros, CETESB, CET, Secretaria Estadual da Saúde e COMDEC
	6) Em linhas gerais quais seriam as suas principais ações no cenário acidental apresentado?	Defesa Civil do Estado de São Paulo (2012); Jusbrasil (2011)	Corpo de Bombeiros, CETESB, CET, Secretaria Estadual da Saúde e COMDEC
	7) Os recursos humanos e materiais disponíveis na sua instituição são suficientes para o cumprimento das suas atribuições nos acidentes rodoviários envolvendo gases tóxicos na cidade de São Paulo? Considerar aspectos de quantidade e qualidade.	Lainha (2011)	Corpo de Bombeiros, CETESB, CET, Secretaria Estadual da Saúde e COMDEC
	8) Há procedimentos e recursos para realizar uma grande ação de evacuação na cidade de São Paulo?	Gablehouse (2005)	COMDEC
	9) Há áreas pré-definidas (abrigos) dotadas de equipamentos e suprimentos para recebimento de grande número de pessoas evacuadas?	Gablehouse (2005)	COMDEC
	10) Como seria dada a orientação (comunicação de risco) entre a sua instituição e a população na área afetada ou a ser afetada pela nuvem tóxica de cloro?	Quarantelli (1991)	Corpo de Bombeiros, CET, Secretaria Estadual da Saúde, COMDEC

Objetivo específico da dissertação	Perguntas para a entrevista	Referencial teórico	Instituição a quem se aplica
d) Identificar as principais dificuldades operacionais dos órgãos públicos envolvidos no atendimento a emergências geradas no transporte rodoviário de produtos perigosos na cidade de São Paulo	11) Quais as principais dificuldades a serem enfrentadas pela sua instituição no cenário apresentado? (Considere aspectos relativos ao tempo de deslocamento, recursos humanos, recursos materiais compatíveis com o porte e severidade do evento, controle emocional da equipe frente a um evento de elevada severidade, dentre outros).	Horton <i>et al.</i> (2003)	Corpo de Bombeiros, CETESB, CET, Secretaria Estadual da Saúde e COMDEC
	12) Na área atingida pela nuvem tóxica há hospitais e centros de saúde. Há procedimentos estabelecidos caso haja necessidade de realizar evacuação desses estabelecimentos?	Horton <i>et al.</i> (2003)	Secretaria Estadual da Saúde
e) Propor recomendações para a melhoria das ações de resposta aos acidentes ocorridos no transporte rodoviário de produtos perigosos na cidade de São Paulo	13) No seu entendimento, estudos como esse poderiam auxiliar no planejamento das ações de preparação e resposta aos acidentes rodoviários envolvendo produtos perigosos na cidade de São Paulo?	Heinrich (2004)	Corpo de Bombeiros, CETESB, CET, Secretaria Estadual da Saúde e COMDEC
	14) Sua instituição encontra-se preparada para atuar em emergências com gases tóxicos no transporte rodoviário na cidade de São Paulo, como no cenário acidental estudado?	Heinrich (2004) Defesa Civil do Estado de São Paulo (2012); Jusbrasil (2011)	Corpo de Bombeiros, CETESB, CET, Secretaria Estadual da Saúde e COMDEC
	15) Considerando o seu conhecimento sobre o atual estágio dos órgãos públicos envolvidos na resposta, você entende que a cidade de São Paulo está preparada para minimizar os impactos à saúde e segurança pública, bem como ao meio ambiente, gerados por emergências com gases tóxicos no transporte rodoviário?	Heinrich (2004) Defesa Civil do Estado de São Paulo (2012); Jusbrasil (2011)	Corpo de Bombeiros, CETESB, CET, Secretaria Estadual da Saúde e COMDEC

**ANEXO A – RESULTADOS OBTIDOS NA SIMULAÇÃO COM O SOFTWARE ALOHA****PRINTOUT ALOHA****SITE DATA:**

Location: SAO PAULO, BRAZIL

Time: April 8, 2017 1502 hours DST (using computer's clock)

**CHEMICAL DATA:**

Chemical Name: CHLORINE

CAS Number: 7782-50-5                      Molecular Weight: 70.91 g/mol

AEGL-1 (10 min): 0.5 ppm   AEGL-2 (10 min): 2.8 ppm   AEGL-3 (10 min): 50 ppm

Ambient Boiling Point: -33.0° C

Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm

Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

**ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)**

Wind: 1 meters/second from WNW at 10 meters

Ground Roughness: urban or forest      Cloud Cover: 5 tenths

Air Temperature: 18.8° C                      Stability Class: B

No Inversion Height                      Relative Humidity: 81%

**SOURCE STRENGTH:**

Leak from short pipe or valve in horizontal cylindrical tank

Non-flammable chemical is escaping from tank

Tank Diameter: 0.762 meters      Tank Length: 2 meters

Tank Volume: 0.92 cubic meters

Tank contains liquid                      Internal Temperature: 20° C

Chemical Mass in Tank: 900 kilograms

Tank is 90% full

Circular Opening Diameter: 0.375 inches

Release Duration: 20 minutes

Max Average Sustained Release Rate: 40.0 kilograms/min (averaged over a minute)

Total Amount Released: 800 kilograms

Note: The chemical escaped as a mixture of gas and aerosol (two phase flow).

**THREAT ZONE:**

Model Run: Heavy Gas

Red : 4.5 kilometers --- (0.5 ppm)

Orange: 2.3 kilometers --- (2.8 ppm)

Yellow: 448 meters --- (50 ppm)