

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA POLITÉCNICA
PROGRAMA DE EDUCAÇÃO CONTINUADA EM ENGENHARIA
MBA/USP – GESTÃO E TECNOLOGIAS AMBIENTAIS**

ANÁLISE DE CONSEQUÊNCIAS DE ACIDENTES TECNOLÓGICOS A
COMUNIDADES PRESENTES NO ENTORNO DE PLANTAS INDUSTRIAIS
DA REGIÃO DO PORTO DE SANTOS – SP.

Carlos Ferreira Lopes

Quarto ciclo/2018

DEDICATÓRIA

Dedico esta monografia à minha querida esposa, Rosi, pelo seu amor, companheirismo e apoio para a realização de meu curso.

Dedico também ao meu querido filho Felipe, que me ensinou o significado de “amor incondicional”, e pelo seu companheirismo.

Aos meus pais e familiares que representam meu porto seguro e que deles pude aprender e incorporar em minha vida valores pessoais, morais e espirituais com os quais os obstáculos da vida se tornam transponíveis.

Vivemos momentos difíceis. *Give Peace a Chance*
John Lennon

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me dar saúde com a qual posso conquistar meus objetivos e por ter-me proporcionado uma família linda e acolhedora.

À minha supervisora, Prof. Letícia Cristina Alves Mesquita, pelas valiosas sugestões feitas a esse trabalho.

À CETESB, empresa em que muito me orgulho em trabalhar a 30 anos. Devo a ela toda a minha formação profissional.

Ao Jorge Luiz Nobre Gouveia pelo incentivo e apoio na realização deste curso de especialização.

Ao Edson Haddad pelas conversas sobre o tema desenvolvido e pela revisão do texto desta monografia.

Ao Sandro Roberto Tomaz pelo auxílio na utilização do modelo ALOHA e pelas importantes sugestões feitas ao trabalho.

Ao Marco Antônio José Lainha, que inicialmente propôs a criação do Sistema Integrado de Gestão da Baixada Santista, com o qual pude participar de várias reuniões técnicas e das quais extraí o tema desenvolvido para esta monografia.

Aos colegas da Defesa Civil de Santos, de Guarujá, CODESP e 6º Grupamento de Bombeiros, nas figuras do Cel. Onias, Pacita, Cel. Smicelatto, Cel. Nocetti e Cel. Tenório, pelas valiosas conversas e aprendizado.

Aos colegas da CETESB, em especial do Setor de Atendimento a Emergências e de Análise de Riscos.

À minha querida esposa Rosi e meu querido filho Felipe, fontes de minha inspiração e cujas presenças em minha vida me fortalece e me faz seguir em frente.

RESUMO

A crescente produção, movimentação e utilização de produtos químicos pela sociedade, associada à pressão econômica visando ao atendimento do atual mercado globalizado, vem impactando no aumento do número de acidentes de origem tecnológica, cujas consequências muitas vezes afetam a saúde e segurança da população presente no entorno de plantas industriais. De modo a minimizar os impactos negativos desses acidentes, várias iniciativas e planos de emergência são desenvolvidos e implantados visando planejar ações de resposta e proteção ao meio ambiente e à população. O Porto de Santos, localizado na região da Baixada Santista, SP, abriga uma série de instalações que movimentam produtos químicos e que podem gerar acidentes tecnológicos pondo em risco populações da proximidade. Este trabalho teve por objetivos avaliar os planos e iniciativas implantadas no Porto de Santos visando analisar como os mesmos abordam a questão da proteção de populações vulneráveis. Da mesma forma buscou-se estimar a população atingida por concentrações tóxicas AEGL – *Agude Exposure Guideline Levels* em função de simulações de vazamentos de grande porte de substâncias químicas provenientes de duas empresas localizadas no Porto, utilizando o modelo de dispersão de plumas denominado ALOHA e MARPLOT. Os resultados indicaram que os planos existentes na região apresentam fragilidades e falta de padronização quanto aos aspectos de proteção de populações do entorno das instalações. Da mesma forma, com a aplicação do modelo de dispersão pôde-se estimar o número de pessoas atingidas pelas diferentes concentrações tóxicas. Os resultados obtidos por este estudo podem servir de subsídios às ações de defesa civil que pode implantar ações mais abrangentes e padronizadas de proteção das populações vulneráveis a acidente de origem tecnológica. Foram feitas recomendações no sentido da revisão dos atuais planos de emergência das empresas de modo que os mesmos abordem a questão da proteção de populações de modo mais incisivo e que se implante na região do Porto de Santos programas abrangentes para alarme, comunicação de riscos, e planejamento de ações evasivas de proteção da população, como por exemplo, o Programa APELL - *Awareness and Preparedness for Emergencies at Local Level*.

Palavras-chave: Acidentes tecnológicos; Plano de Ação de Emergência; Porto de Santos; Estimativa de Consequências ao Homem; Proteção de População.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Representação esquemática do gerenciamento de riscos tecnológicos	27
Figura 2 -	Acidentes registrados pelo IBAMA no período de 2006 a 2014 de um total de 4.713 registros	30
Figura 3 -	Número de acidentes ocorridos entre os anos de 2011 e 2014, por tipo de dano causado	31
Figura 4 -	Acidentes registrados no banco de dados do IBAMA, por Estado brasileiro, entre o período de 2006 e 2014	32
Figura 5 -	Emergências químicas registradas pela CETESB no período de janeiro de 1978 a dezembro de 2017	32
Figura 6 -	Vítimas atingidas em função de emergências químicas atendidas pela CETESB entre o período de janeiro de 2005 e dezembro de 2017	33
Figura 7 -	Total de acidentes registrados e atendidos pela CETESB entre o período de janeiro de 1978 e dezembro de 2017, por região do Estado de São Paulo (região metropolitana, interior e litoral)	34
Figura 8 -	Número de ocorrências registradas por município do litoral de São Paulo entre o período de 01.01.1978 e 31.12.2017	34
Figura 9 -	Número de vítimas registradas nos municípios de Santos e Guarujá entre o período de 01.01.2005 e 31.12.2017	35
Figura 10 -	Níveis de AEGL e os respectivos efeitos a que se referem	38
Figura 11 -	Estimativa de zonas de perigo geradas pelo modelo ALOHA. As zonas vermelha, laranja e amarela indicam áreas onde determinado limite de concentração de interesse foi excedido	40
Figura 12 -	Estrutura modular do SCO a qual pode se adaptar em função da complexidade do cenário acidental	52
Figura 13 -	Planos de Área implantados e em vias de implantação ao longo do território nacional	58
Figura 14 -	Layout do simulado realizado pela Transpetro no qual foi treinada a evacuação da população do entorno	64

Figura 15 -	Setores do Porto Organizado de Santos de acordo com o PAM	66
Figura 16 -	Empresas participantes do PAM do Porto de Santos	67
Figura 17 -	Empresas participantes do PAMG	68
Figura 18 -	Empresas participantes do PAM de Cubatão	68
Figura 19 -	Fluxo de acionamento do PIE da ABTL e empresas participantes	70
Figura 20 -	Categorias de resposta a vazamentos com base na classe do produto químico	71
Figura 21 -	Detalhe da colocação de barreiras de contenção durante o simulado ocorrido em Santos no âmbito do PAPS	73
Figura 22 -	Plumas geradas pelo incêndio as quais foram monitoradas visando estabelecer a necessidade de evacuação de população do entorno	74
Figura 23 -	Pluma tóxica gerada em função da reação química da água de combate e chuvas sobre o produto dicloroisocianurato de sódio	75
Figura 24 -	Modelo conceitual de <i>layout</i> de um terminal evidenciando a posição e conteúdo de um contêiner envolvido em um sinistro	79
Figura 25 -	Localização da Baixada Santista e seus municípios	81
Figura 26 -	Localização dos principais tipos de terminais no Porto de Santos	82
Figura 27 -	Principais terminais que movimentam produtos químicos no Porto de Santos	83
Figura 28 -	Localização das empresas Cutrale e Ageo	85
Figura 29 -	Quantidade vazada de líquidos inflamáveis em acidentes ocorridos no Estado de São Paulo entre jan/1978 e dez/2017, para as ocorrências onde foram estabelecidos os volumes vazados – Armazenamento	87
Figura 30 -	Quantidade vazada de líquidos corrosivos em acidentes ocorridos no Estado de São Paulo entre jan/1978 e dez/2017, para as ocorrências onde foram estabelecidos os volumes vazados – Armazenamento	88

Figura 31 -	Quantidade vazada de produtos tóxicos em acidentes ocorridos no Estado de em São Paulo entre jan/1978 e dez/2017, para as ocorrências onde foram estabelecidas as massas vazadas – Armazenamento	89
Figura 32 -	Modelo conceitual de liberação acidental com ruptura de tanque. À esquerda, vazamento de amônia refrigerada; à direita, vazamento de acrilonitrila com formação de poça na área do dique de contenção	89
Figura 33 -	Classes de estabilidade atmosférica e a dispersão de plumas tóxicas	91
Figura 34 -	Resumo dos pressupostos utilizados para o estudo de dispersão atmosférica para acrilonitrila, período diurno	102
Figura 35 -	Distâncias das diferentes zonas de perigo no entorno da empresa Ageo, plotadas no <i>software</i> MARPLOT – Acrilonitrila, período diurno, de acordo com as concentrações AEGL	103
Figura 36 -	Concentrações tóxicas de AEGL 3, 2 e 1 (hachuradas em vermelho, laranja e amarelo, respectivamente) para acrilonitrila - período diurno. Não houve população fixa afetada, à exceção de trabalhadores das empresas indicadas	104
Figura 37 -	Resumo dos pressupostos utilizados para o estudo de dispersão atmosférica para acrilonitrila, período noturno	105
Figura 38 -	Distâncias das diferentes zonas de perigo no entorno da empresa Ageo, plotadas no <i>software</i> MARPLOT – Acrilonitrila, período noturno, de acordo com as concentrações AEGL	106
Figura 39 -	Concentrações tóxicas de AEGL 3, 2 e 1 (hachuradas em vermelho, laranja e amarelo, respectivamente) para acrilonitrila - período noturno, e as respectivas populações potencialmente afetadas	107
Figura 40 -	Resumo dos pressupostos utilizados para o estudo de dispersão atmosférica para amônia, período diurno	109
Figura 41 -	Distâncias das diferentes zonas de perigo no entorno da empresa Cutrale, plotadas no <i>software</i> MARPLOT – Amônia, período diurno, de acordo com as concentrações AEGL	110

Figura 42 -	Concentrações tóxicas de AEGL 3, 2 e 1 (hachuradas em vermelho, laranja e amarelo, respectivamente) para amônia - período diurno, e as respectivas populações potencialmente afetadas	111
Figura 43 -	Resumo dos pressupostos utilizados para o estudo de dispersão atmosférica para amônia, período noturno	112
Figura 44 -	Distâncias das diferentes zonas de perigo no entorno da empresa Cutrale, plotadas no <i>software</i> MARPLOT – Amônia, período noturno, de acordo com as concentrações AEGL	113
Figura 45 -	Zonas de risco das concentrações AEGL 2 e 3 visualizadas de forma ampliada	114
Figura 46 -	Concentrações tóxicas de AEGL 3, 2 e 1 (hachuradas em vermelho, laranja e amarelo, respectivamente) para amônia - período diurno, e as respectivas populações potencialmente afetadas	116
Figura 47	Área vulnerável indicando os bairros e pessoas potencialmente afetadas por concentrações AEGL 1, devido a vazamento de acrilonitrila, período diurno	119
Figura 48 -	Áreas vulneráveis indicando os bairros e pessoas potencialmente afetadas por concentrações AEGL 1, devido a vazamento de amônia, período diurno (imagem à esquerda) e período noturno (imagem à direita)	120
Figura 49 -	Encarte produzido pela Defesa Civil de Santos, CODESP e Corpo de Bombeiros contendo orientações à população para situações de vazamento de amônia	123

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Alguns acidentes tecnológicos de grande repercussão no cenário mundial, e suas consequências ao homem (vítimas)	29
Tabela 2 -	Principais terminais e empresas que movimentam produtos químicos no Porto de Santos	83
Tabela 3 -	Dados meteorológicos adotados como pressupostos para as simulações de dispersão de plumas tóxicas na atmosfera	90
Tabela 4 -	Pressupostos complementares adotados para as simulações de dispersão de plumas tóxicas na atmosfera	92
Tabela 5 -	Valores de AEGL para 30 minutos de exposição, para amônia e acrilonitrila	93
Tabela 6 -	Pressupostos utilizados na aplicação do modelo de dispersão atmosférica para amônia e acrilonitrila, utilizando-se o software ALOHA	94
Tabela 7 -	Bairro localizado nas zonas de risco da empresa Cutrale, e sua densidade demográfica	95
Tabela 8 -	Bairros localizados nas zonas de risco da empresa Ageo, suas densidades demográficas e o valor médio das densidades demográficas dos bairros	95
Tabela 9 -	Resumo das principais iniciativas e planos para preparação e resposta a emergências tecnológicas e algumas orientações quanto à proteção de populações presentes no entorno das instalações	96
Tabela 10 -	Densidade média do bairro do Centro, a área da zona de risco da concentração AEGL e a estimativa populacional atingida pela concentração tóxica AEGL 2	106
Tabela 11-	Densidade média dos bairros Moro São Bento, Centro e Vila Nova, a área dos polígonos da população potencialmente atingida por concentração AEGL 2 e a estimativa populacional potencialmente atingida pela concentração tóxica AEGL 2	108

Tabela 12 -	Densidade média do bairro do Porto, a área da zona de risco da concentração AEGL 2 e a estimativa populacional atingida pela concentração tóxica AEGL 2	110
Tabela 13 -	Densidade média do bairro do Porto, a área do polígono da população potencialmente atingida por concentração AEGL 2 e a estimativa populacional potencialmente atingida pela concentração tóxica AEGL 2	112
Tabela 14 -	Densidade média do bairro do Porto, as áreas das zonas de risco das concentrações AEGL 2 e 3 e a estimativa populacional atingida pelas concentrações tóxicas AEGL 2 e 3	115
Tabela 15 -	Densidade média do bairro do Porto, as áreas dos polígonos das populações potencialmente atingidas por concentrações AEGL 2 e 3 e a estimativa populacional potencialmente atingida pelas concentrações tóxicas AEGL 2 e 3	117
Tabela 16 -	Síntese dos resultados referentes aos estudos de modelagem obtidos para as empresas Ageo e Cutrale para os períodos diurno e noturno, onde constam as concentrações AEGL (1, 2 e 3), as distâncias das zonas de perigo a partir do ponto de vazamento, as estimativas de população atingida nas zonas de perigo e as estimativas de população nas áreas vulneráveis	118
Tabela 17 -	Ações evasivas relacionadas a cenários de acidentes envolvendo vazamento de substâncias tóxicas	124
Tabela 18 -	Ações habitualmente adotadas para a proteção da população quando da ocorrência de acidentes tecnológicos com liberação de substâncias tóxicas	124

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABIQUIM	Associação Brasileira da Indústria Química
ABTL	Associação Brasileira de Terminais de Líquidos
AEGL	<i>Acute Exposure Guidelines Levels</i>
AIA	Avaliação de Impacto Ambiental
ALOHA	<i>Areal Locations of Hazardous Atmospheres</i>
ANP	Agência Nacional do Petróleo
ANTAQ	Agência Nacional de Transporte Aquaviários
APELL	<i>Awareness and Preparedness for Emergencies at Local Level</i>
AR	Atuação Responsável
ATSDR	<i>Agency for Toxic Substances and Diseases Registry</i>
CEDEC	Coordenadoria Estadual de Defesa Civil
CEE	Comunidade Econômica Européia
CEP2R2/SP	Comissão Estadual de Prevenção, Preparação e Resposta Rápida a Emergências Ambientais com Produtos Químicos Perigosos de São Paulo
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CLAPS	Comissão Local das Autoridades do Porto de Santos
CODESP	Companhia Docas do Estado de São Paulo
CONPDEC	Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil
CPR	<i>City Planner Resource</i>
CRP2R2 BS/SP	– Comissão Regional de Prevenção, Preparação e Resposta Rápida a Acidentes com Produtos Químicos da Baixada Santista
DL ₅₀	Dose Letal 50%
EAR	Estudos de Análise de Riscos
EOR	Estrutura Organizacional de Resposta
EPA	<i>Environmental Protection Agency</i>
ERD	<i>Emergency Response Division</i>
ERPG	<i>Emergency Response Planning Guidelines</i>
FEMA	<i>Federal Emergency Management Agency</i>
GBMAR	Grupamento de Bombeiros Marítimo

GLP	Gás Liquefeito de Petróleo
GRAU	Grupo de Resgate e Atenção a Urgências e Emergências
GT/PS	Grupo de Trabalho de Prevenção de Sinistros no Porto de Santos
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IDLH	<i>Immediately Dangerous to Life and Health</i>
LO	Licença de Operação
MARPLOT	<i>Mapping Application for Response, Planning and Local Operational Tasks</i>
MMA	Ministério do Meio Ambiente
NIIMS	<i>Interagency Incident Management System</i>
NOAA	<i>National Oceanic and Atmospheric Administration</i>
NR	Norma Regulamentadora
NRC	<i>National Research Council</i>
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
OIT	Organização Internacional do Trabalho
OMS	Organização Mundial da Saúde
ONG	Organização não Governamental
ONU	Organização das Nações Unidas
OPAS	Organização Panamericana da Saúde
OSHAS	<i>Occupational Health and Safety Assessment Series</i>
PA	Plano de Área
PAC	<i>Protective Action Criteria for Chemicals</i>
PAE	Plano de Ação de Emergência
PAM	Plano de Ajuda Mútua
PAMG	Plano de Auxílio Mútuo de Guarujá
PAPS	Plano de Área do Porto de Santos e Região
PCDM	Plano de Contingência para Derrames de Produtos Químicos no Mar
PED	Preparativos e Mitigação de Desastres nas Américas
PEI	Plano de Emergência Individual

Petrobrás	Petróleo Brasileiro
PGR	Programa de Gerenciamento de Riscos
PIE	Plano Integrado de Emergência
PNC	Plano Nacional de Contingência
PNPDEC	Política Nacional de Proteção e Defesa Civil
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
PPM	Partes por milhão
PV	Pressão de Vapor
P2R2	Plano Nacional de Prevenção, Preparação e Resposta Rápida a Emergências Ambientais com Produtos Químicos Perigosos
RIPAM/BS	Rede Integrada dos PAMs da região da Baixada Santista
SAMU	Serviço de Atendimento Móvel de Urgência
SCI	Sistema de Comando de Incidentes
SCO	Comando de Operações
SGI	Sistema de Gerenciamento Integrado de Acidentes
SGIP2R2/BS	Sistema de Gestão Integrado de Prevenção, Preparação e Atendimento a Emergências Químicas com Produtos Perigosos, na Região da Baixada Santista
SICOE	Sistema de Comando de Operações e Emergências
SIEQ	Sistema de Informações de Emergências Químicas
SINPDEC	Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil
SIPOL	Banco de Dados da CETESB
UE	União Européia
UNEP	<i>United Nations Environment Programme</i>

SUMÁRIO

1	Introdução	18
2	Objetivo	22
2.1	Objetivos específicos	22
3	Estado da técnica	23
3.1	Conceitos importantes	23
3.2	Os acidentes tecnológicos e suas consequências ao homem	27
3.3	Análise de consequências dos acidentes tecnológicos à população	36
3.3.1	<i>Acute Exposure Guideline Levels</i> – AEGL ou Guia com Níveis para Exposição Aguda	37
3.3.2	Modelo de dispersão atmosférica: O <i>Aerial Locations of Hazardous Atmosphere</i> – ALOHA	39
3.4	Preparação e reposta a emergências	41
3.4.1	Organizações nacionais e internacionais e iniciativas no campo da preparação e resposta a acidentes tecnológicos	42
3.4.1.1	Organização das Nações Unidas – ONU	42
3.4.1.2	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico – OCDE	46
3.4.1.3	Comunidade Econômica Européia – CEE	47
3.4.1.4	<i>Chemistry Industry Association of Canada</i> e o <i>Responsible Care</i>	48
3.4.2	Preparação e resposta a acidentes tecnológicos no Brasil	49
3.4.2.1	O Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil	49
3.4.2.2	O Plano Nacional de Prevenção, Preparação e Resposta Rápida a Emergências Ambientais com Produtos Químicos Perigosos – P2R2	53
3.4.2.3	A estrutura nacional de preparação e resposta a derrames de óleo	54

3.4.2.4	Plano de Ação de Emergência – PAE no âmbito do Programa de Gerenciamento de Risco – PGR	58
3.4.2.5	Plano de Ajuda Mútua – PAM	60
3.4.2.6	Treinamentos e simulados práticos	61
3.4.2.7	Iniciativas implantadas na região do Porto de Santos	63
3.4.2.7.1	Comissão Regional de Prevenção, Preparação e Resposta Rápida a Acidentes com Produtos Químicos da Baixada Santista – CRP2R2 – BS/SP	64
3.4.2.7.2	Plano de Ajuda Mútua do Porto de Santos - PAM do Porto de Santos	65
3.4.2.7.3	Plano de Auxílio Mútuo do Guarujá – PAMG	66
3.4.2.7.4	Plano de Auxílio Mútuo de Cubatão – PAM Cubatão	67
3.4.2.7.5	Plano Integrado de Emergência da Associação Brasileira de Terminais de Líquidos – PIE da ABTL	68
3.4.2.7.6	Rede Integrada dos PAMs da região da Baixada Santista – RIPAM/BS	70
3.4.2.7.7	Plano de Área do Porto de Santos e Região – PAPS e os Planos de Emergência Individuais – PEI das empresas	71
3.4.2.7.8	Sistema de Gestão Integrado de Prevenção, Preparação e Atendimento a Emergências Químicas com Produtos Perigosos, na Região da Baixada Santista – SGIP2R2/BS	72
3.4.2.7.9	Programa de Gerenciamento de Riscos dos Terminais da Baixada Santista – PGR – Baixada Santista	75
3.4.2.7.10	Grupo de Trabalho de Prevenção de Sinistros no Porto de Santos – GT/PS	76
4	Desenvolvimento da Monografia	79
4.1	Metodologia	79
4.1.1	Local de Estudo	80
4.1.2	Metodologia para estimativa de consequências para vazamentos de produtos químicos tóxicos	83
4.2	Resultados	95

4.2.1	Preparação e resposta a emergências	95
4.2.2	Estimativa de consequências de vazamentos de produto químico à população do entorno das empresas	100
4.2.2.1	Empresa Ageo – período diurno	100
4.2.2.2	Empresa Ageo – período noturno	103
4.2.2.3	Empresa Cutrale – período diurno	107
4.2.2.4	Empresa Cutrale – período noturno	111
4.3	Discussão	119
5	Conclusões e Recomendações	126
6	Referências	129

1 Introdução

Constata-se, a partir do século XX, um incremento na produção e no consumo de produtos químicos os quais vêm sendo intensamente utilizados para atender as demandas da sociedade. Produtos químicos são utilizados em uma diversidade de setores como para a produção de medicamentos, alimentos, vestuário, veículos, imóveis, produtos de higiene, combustíveis, para a desinfecção de água visando à potabilidade, entre outros usos (Haddad, 2017).

Essa crescente produção, movimentação e utilização de produtos químicos pela sociedade, associada à pressão econômica visando ao atendimento do atual mercado globalizado, vem impactando no aumento do número de acidentes de origem tecnológica (INTERTOX, 2018; Luiz, 2013).

A velocidade com que novas tecnologias vêm sendo desenvolvidas e implantadas repercute também no crescimento dos riscos de acidentes em uma taxa maior do que a capacidade científica em gerenciá-los (Porto e Freitas, 1997).

No que se refere às consequências desses acidentes ao homem, Luiz (2013) afirma que a maior produção, armazenamento e transporte de produtos químicos vem acarretando uma maior exposição destes produtos ao homem, principalmente em comunidades presentes no entorno de plantas industriais.

A consequência de acidentes à comunidade presente na vizinhança de plantas industriais está associada à sua vulnerabilidade, que segundo Lopes (2017) pode ser dividida em quatro categorias: a) vulnerabilidade física, b) social, c) econômica e d) ambiental. No que tange à vulnerabilidade física, o mesmo autor aponta como aspectos determinantes a densidade populacional e a distância de determinado assentamento a uma fonte potencial (planta industrial).

Eventos históricos demonstram consequências por vezes fatais ao homem provenientes de acidentes tecnológicos. Casos como o de Flixborough na Inglaterra em 1974, Seveso na Itália em 1976, Bhopal na Índia em 1984, Mexico City em 1984 e Sandoz na Suíça em 1986, caracterizaram-se por

extrapolar as divisas da fábrica, se projetando *a posteriori*, com efeitos de médio e longo prazo nas populações e meio ambiente (CETESB, 2018a).

Alguns acidentes tecnológicos internacionais despertaram a comunidade internacional a estabelecer protocolos visando à segurança das comunidades assentadas nas proximidades de plantas industriais (Araújo, 2012). No Brasil, as iniciativas são pontuais e pouco difundidas citando-se a implantação de um programa visando à preparação de comunidades para agirem de forma adequada quando da ocorrência de acidentes. Esse programa, denominado *Awareness and Preparedness for Emergencies at Local Level - APELL* encontra-se implantado em alguns estados, em cidades como Suzano (SP), Guaratinguetá (SP), São Sebastião (SP), Caraguatatuba (SP), Duque de Caxias (RJ), Camaçari (BA) e Maceió (AL) (Dutra et. al., 2018).

Dentro do processo de licenciamento ambiental, vários estudos são normalmente requeridos pelo órgão ambiental licenciador, sendo comumente exigidos, no que tange aos riscos de acidentes tecnológicos, a avaliação dos respectivos impactos por meio de Estudos de Análise de Riscos - EAR (Sánchez, 2013).

Esses estudos visam identificar os perigos e estimar o risco objetivando a proposição de medidas de gerenciamento. Essas medidas são de ordem preventiva, visando diminuir a probabilidade de ocorrência de acidentes, ou de ordem corretiva que são medidas tomadas no caso da ocorrência desses acidentes (Sánchez, 2013; Taralli, 2017).

No que concerne às ações corretivas, essas são planejadas no âmbito do Plano de Ação de Emergência – PAE, documento integrante do Programa de Gerenciamento de Riscos – PGR das empresas. Para o Estado de São Paulo, a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB exige que o EAR, PGR e PAE sejam elaborados com base na Norma P4.261 (CETESB, 2011).

Em que pese o PAE, nos seus aspectos de proteção à população, essa norma orienta ao empreendedor o desenvolvimento de ações visando o isolamento de área e a evacuação quer de trabalhadores da própria planta ou de empresas vizinhas, como também de comunidade adjacente, num eventual acidente

cujas consequências possam por em risco os trabalhadores ou população do entorno (CETESB, 2011).

Contudo, no que se refere ao PAE das empresas apresentados à CETESB para análise e aprovação, verifica-se uma falta de padronização associada aos aspectos de proteção e preparação de comunidade em casos de acidentes (informação verbal do autor). Esta afirmação é sustentada por Araújo (2012), que aponta que, no Brasil, em função da carência de uma metodologia padronizada, não se dispõe de um planejamento específico visando à segurança de comunidades ao redor das instalações industriais.

Para a definição e planejamento de ações para a proteção de comunidades é essencial estimar o número de pessoas que estariam sujeitas aos efeitos da exposição à determinada concentração tóxica de interesse. Esta estimativa de consequências é realizada por meio da aplicação de modelos matemáticos que fornecem as diferentes distâncias em que as plumas tóxicas podem alcançar (Taralli, 2017; NOAA, 2018).

Nos EARs apresentados à CETESB para efeitos de licenciamento ambiental, as distâncias de interesse são obtidas por meio da estimativa da probabilidade de fatalidade, utilizando uma função matemática e o conceito de dose tóxica (CETESB, 2011). Portanto, os resultados de efeito à população são expressos em termos de danos catastróficos (fatalidade).

Com a finalidade de auxiliar na avaliação de riscos associados à exposição de produtos químicos à população e na preparação e resposta a acidentes com liberação acidental de substâncias tóxicas, a *Environmental Protection Agency* - EPA estabeleceu valores de exposição para diferentes níveis de danos às pessoas. Estes valores são utilizados em modelos matemáticos para simular as distâncias da fonte de vazamento (zonas de perigo) e estabelecer diferentes estratégias para a resposta aos acidentes (Haddad, 2017; Sánches, 2013).

Localizado na Baixada Santista, SP, o Porto de Santos é o maior e mais importante complexo portuário da América do Sul (Ornelas, 2008), abrigando mais de 140 empresas (Itsemap, 2014). Em termos de movimentação de cargas, o porto em 2010 movimentou 96 milhões de toneladas com valor total

da ordem de US\$ 95,8 bilhões representando 25% do valor de cargas movimentadas no Brasil (Itsemap, 2014).

Ao longo de sua história, o Porto de Santos vem se expandindo paulatinamente, sendo que ao longo das últimas décadas a crescente industrialização e as inovações tecnológicas levou o porto a expandir-se para áreas adjacentes obrigando a cidade a conviver com os transtornos provocados pelas atividades portuárias (Ornelas, 2008).

A presença de comunidades próximas às plantas industriais constitui fonte de preocupação por parte das instituições públicas uma vez que as mesmas podem estar sujeitas ao risco de acidentes de origem tecnológica. Conhecer a vulnerabilidade dessas comunidades a esses cenários acidentais permite ao poder público desenvolver estratégias de preparação e resposta aos acidentes e a preparar as comunidades para reagirem de forma rápida e adequada.

Apesar de várias iniciativas em termos de preparação e resposta a emergências tecnológicas estarem implantadas na região, verifica-se uma fragilidade das mesmas no que se refere ao planejamento e ações de proteção às populações localizadas no entorno de instalações industriais presentes nos limites do Porto de Santos.

Para o planejamento das ações de proteção das populações presentes no entorno das instalações se requer o conhecimento da parcela dessas populações sujeitas a concentrações tóxicas de produtos químicos, liberadas em eventos acidentais que possam por em perigo sua saúde. O número de pessoas potencialmente expostas auxilia a empresa e o poder público local a planejar estratégias visando à proteção do homem frente a essas ameaças.

Calculado nessa necessidade, o estudo em pauta visa estimar a população do entorno de instalações industriais localizadas no Porto de Santos - SP, que seja vulnerável a acidentes tecnológicos envolvendo o vazamento de substâncias tóxicas líquidas e/ou gasosas.

2 Objetivo

O objetivo deste estudo é analisar as consequências de acidentes tecnológicos envolvendo o vazamento de substâncias tóxicas líquidas e/ou gasosas, a população do entorno de instalações industriais localizadas no Porto de Santos – SP. Além disso, o estudo irá avaliar iniciativas atualmente implantadas na região no que concerne à proteção das populações.

2.1 Objetivos específicos

- Desenvolver uma metodologia para a estimativa de consequências, ao homem, de acidentes tecnológicos, visando à implantação de diretrizes de proteção das populações atingidas;
- Demonstrar, por meio de simulação de acidentes com utilização de modelo matemático, o potencial de danos ao homem decorrente de vazamentos de líquidos e/ou gases tóxicos, estimando o número de pessoas expostas a diferentes concentrações tóxicas, em caso de acidentes tecnológicos;
- Determinar pressupostos adequados a serem utilizados para alimentar modelos matemáticos visando determinar zonas de perigo às populações do entorno de instalações industriais;
- Discutir o cenário atual da região do porto de Santos em relação às iniciativas atualmente implantadas quanto à prevenção, preparação e resposta a emergências químicas e suas possíveis carências no que concerne à proteção de populações do entorno das plantas industriais;
- Propor recomendações visando à proteção de populações presentes no entorno de instalações industriais.

3 Estado da Técnica

3.1 Conceitos importantes

- **Acidente tecnológico *versus* desastre**

De acordo com a doutrina nacional de defesa civil, desastres podem ser entendidos como sendo eventos adversos, naturais ou provocados pelo homem sobre um ecossistema, e que causa danos ao homem, materiais ou meio ambiente e que representam prejuízos econômicos ou sociais (Margarida, 2009). A mesma doutrina define como desastres humanos de natureza tecnológica, os eventos com consequências indesejadas devido ao desenvolvimento industrial destacando-se aqueles relacionados aos meios de transporte, produtos perigosos e explosões, entre outros (Margarida, 2009).

Luiz (2013), aponta que desastres tecnológicos podem ter como sinônimos os termos acidentes tecnológicos, acidentes industriais, acidentes ampliados ou eventos agudos, os quais referem-se a eventos antrópicos tendo como consequências, lesões ou perdas de vidas humanas, danos ambientais ou materiais.

Alguns autores distinguem os termos desastre e acidente, remetendo ao primeiro situações onde as consequências são de maior porte (ambientais, materiais ou humanas) (Haxewll, 2018; Lourenço, 2018), ou seja, um desastre nunca será um acidente, mas um acidente poderá evoluir a um desastre (Haxwell, 2018). Lourenço (2018) também remete o conceito de desastre a algo cuja gravidade é maior no tempo e no espaço. Acidentes pela sua menor gravidade apresentariam efeitos mais limitados temporalmente e espacialmente.

Por sua vez, a Organização Internacional do Trabalho - OIT traz o conceito de “acidente maior” designado como todo evento inesperado, de grande magnitude no curso de uma atividade dentro de uma instalação, envolvendo uma ou mais substâncias perigosas e que exponha trabalhadores, a população e o meio ambiente a consequências imediatas ou de médio e longo prazo

(Brasil, 2001). Esta definição, bastante completa, abarca aspectos como: a) origem antrópica (haja vista relacionar o acidente a uma fonte industrial); b) grande magnitude (efeito ou consequência); c) natureza aguda (pois são eventos inesperados e com consequências imediatas) e d) temporalidade variável (consequências de médio ou longo prazo).

Para efeito deste trabalho, conceitua-se **acidente tecnológico** integrando aspectos associados à sua origem, magnitude, natureza e temporalidade, podendo ser assim definido: “Evento de origem antrópica com consequência variável ao homem, meio ambiente e patrimônio, de natureza aguda e pontual, cujos efeitos podem ser de pequeno, médio ou longo prazo”.

- **Análise de risco**

Análise de risco (tecnológico) é a atividade voltada para o desenvolvimento de estimativa qualitativa ou quantitativa do risco, baseada em técnicas estruturadas (Yogui, 2008). Este conhecimento auxiliará na tomada de decisões considerando a incerteza e a possibilidade de eventos ou circunstâncias futuros e seus efeitos (Taralli, 2017).

- **Análise de vulnerabilidade**

É um estudo realizado por meio de modelos matemáticos para a previsão dos impactos danosos às pessoas e meio ambiente. São baseados em limites de tolerância preestabelecidos (Yogui, 2008; CETESB, 2011).

- **Emergência**

De acordo com Yogui (2008), emergência definida pela Petróleo Brasileiro – Petrobrás, é toda ocorrência que foge ao controle de um processo da qual possam resultar danos (ao homem, meio ambiente e patrimônio próprio ou de terceiros), e que requeiram o acionamento de uma estrutura de resposta.

O conceito acima guarda proximidade àquele apresentado pela *Environmental Protection Agency* – EPA, onde considera-se emergência como sendo uma

situação ou ocorrência de natureza grave, que se desenvolve de maneira rápida e imprevista e que demanda ações imediatas. Da mesma forma, este órgão estende o conceito para emergências químicas como sendo “uma situação criada por uma liberação acidental ou derramamento de produtos químicos perigosos que representam uma ameaça à segurança dos trabalhadores, moradores, meio ambiente ou propriedade (EPA, 2018a). Careceu no conceito, neste último caso, a inserção da questão relativa à necessidade de intervenção urgente.

Dessa forma, para aplicação neste trabalho, entende-se como emergência química “uma situação criada por uma liberação acidental de produtos químicos perigosos que representam uma ameaça à segurança dos trabalhadores, população, meio ambiente ou propriedade, requerendo ações urgentes para a minimização de suas consequências”.

- **Estimativa de consequências**

De acordo com CETESB (2011) estimativa de consequências é a estimativa do comportamento de uma substância química quando de sua liberação acidental no meio ambiente. No caso de um produto tóxico, é a liberação sem controle, de uma substância que é perigosa ou venenosa ao homem, ao meio ambiente ou propriedade. Uma vez liberadas, podem ser transportadas pelo meio receptor (ar, água solo) a grandes distâncias (Taralli, 2017).

Habitualmente a estimativa de consequências é obtida por meio da utilização de modelos matemáticos que possibilitam avaliar as possíveis consequências, bem como os efeitos de exposição e as distâncias em relação a um determinado receptor (Taralli, 2017).

- **Perigo**

No campo da saúde e segurança ocupacional, perigo pode ser entendido como “a exposição a algo ou alguma situação”, o que vem de encontro ao termo inglês denominado *hazard* (Leinfelder, 2016). *Occupational Health and Safety Assessment Series* - OSHAS (2007) por outro lado, apresenta o conceito de

perigo, remetendo o mesmo “à fonte ou situação com potencial para provocar danos em termos de lesão, doença, dano à propriedade, meio ambiente de trabalho ou combinação destes”. CETEB (2011) traz esse conceito de forma similar ao apresentado pela OSHAS em que perigo é uma ou mais condições, físicas ou químicas, com potencial para causar danos às pessoas, à propriedade, ao meio ambiente ou à combinação destes. Sánches (2013) é incisivo em afirmar que perigo é uma característica intrínseca a uma substância. Serão consideradas estas duas últimas definições como as aplicáveis para efeito deste trabalho.

- **Risco**

Normalmente o termo risco está associado à probabilidade de ocorrência de alguma ameaça ao homem ou meio ambiente (Michaelis, 2018). Formalmente, no campo do gerenciamento de riscos tecnológicos, o termo risco é entendido como sendo uma 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 (consequências) associados a esses cenários (CETESB, 2011; Haddad, 2017).

Esta definição pode ser representada pela seguinte equação:

$R = f(c, F, C)$ onde:

R = risco;

c = cenário acidental;

F = Frequência de ocorrência;

C = Consequências (perdas humanas / danos).

O risco seria portanto, uma função do cenário acidental multiplicado pela frequência de ocorrência do acidente (probabilidade) e pela sua consequência. Nota-se então, que para gerenciar um risco tecnológico pode-se atuar tanto na redução de sua frequência, por meio de ações preventivas de acidentes, quanto na minimização de suas consequências, por meio do preparo e

resposta a eventos indesejados (acidentes) (figura 1). Neste último caso, o desenvolvimento e implantação de um PAE adequado é primordial na busca da redução de consequências.

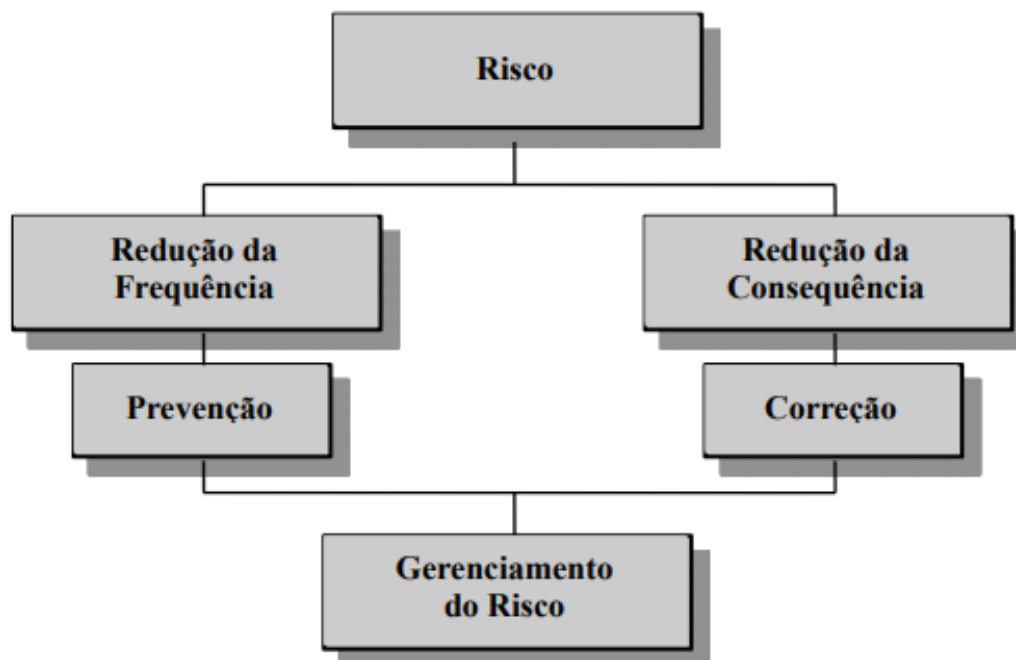


Figura 1 – Representação esquemática do gerenciamento de riscos tecnológicos.

Fonte: Haddad, 2017

- **Zonas de perigo**

É uma área na qual podem ocorrer danos às pessoas ou à propriedade. Está relacionada a um nível, valor ou concentração de interesse preestabelecido, sendo para produtos tóxicos, adotados valores de exposição pública como *Acute Exposure Guidelines Levels - AEGL*, *Emergency Response Planning Guidelines - ERPG*, *Protective Action Criteria for Chemicals - PAC* e *Immediately Dangerous to Life and Health - IDLH* (Yogui, 2008; NOAA, 2018).

3.2 Os acidentes tecnológicos e suas consequências ao homem

Após a revolução industrial do século XVIII, o homem passou a conviver com os riscos decorrentes das próprias atividades desenvolvidas pelas indústrias.

São inúmeros os registros na literatura informando sobre acidentes ocorridos durante as atividades industriais; os denominados acidentes tecnológicos (Salazar, 2016).

Soma-se a esse panorama, a característica negativa do processo de urbanização notando-se o aumento do número de pessoas vivendo em áreas de risco ambiental, em que fatores econômicos, políticos, sociais e culturais contribuem para o avanço e a perpetuação desse quadro indesejável (Rocha e Fernandes, 2018).

Com isso, não obstante os benefícios proporcionados à sociedade, o processo de industrialização implicou num aumento no número de acidentes e também no número de fatalidades (óbitos) cujos números se elevaram a partir do final da década nos anos 60 (Salazar, 2016).

No que se refere aos efeitos danosos à população, esses estão intimamente relacionados à presença e à proximidade de população vulnerável no entorno das instalações industriais (Salazar, 2016).

Perez (2016) discorre sobre alguns dos grandes eventos envolvendo emergências tecnológicas, os quais são resumidamente apresentados na tabela 1 abaixo. Nota-se claramente que acidentes dessa natureza podem representar riscos diretos à população, principalmente àquela presente no entorno das plantas industriais.

Tabela 1 – Alguns acidentes tecnológicos de grande repercussão no cenário mundial, e suas consequências ao homem (vítimas).

Evento	Local	Data	Causa	Consequência	Produto envolvido e quantidade	Vítimas
Flixborough	Reino Unido	01.06.1974	Rompimento de linha	Explosão de vapores não confinados - UVCE	40 T de ciclohexano	28 mortos; 36 feridos; Centenas de feridos leves
Seveso	Itália	09.07.1976	Rompimento de disco de ruptura de reator	Emissão atmosférica de substância tóxica	3 kg de Dioxina em concentração de 3.500 ppm*	Centenas de feridos
Los Alfaques	Espanha	11.07.1978	Transporte rodoviário – rompimento de tanque	Explosão	25 T de propileno	217 mortos; 67 feridos
Tacoa	Venezuela	19.12.1982	“Transbordamento por ebulição” de tanque de armazenamento	Explosão com projeção violenta de combustível	Óleo combustível	160 mortos

Vila Socó	Brasil	24.02.1984	Rompimento de linha	Vazamento de produto seguido de incêndio	700 m ³ de gasolina	93 mortos (oficial); 500 mortos (extra-oficial)
San Juan Ixhuatepec	México	19.11.1984	Rompimento de linha	UVCE e BLEVE** em esferas e vasos	Gás Liquefeito de Petróleo – GLP	500 mortos; 7.000 feridos
Bhopal	Índia	03.12.1984	Reação química com sobrepressão do sistema	Emissão atmosférica pela válvula de alívio	26 T de Isocianato de Metila	4.000 mortos; 180.000 feridos
Chernobyl	Ucrânia	26.04.1986	Explosão de reator nuclear	Emissão de nuvem de material radioativo	Plutônio	2.500 mortos; Milhares de vítimas com problemas de saúde
Basiléia	Suíça	01.11.1986	Incêndio em depósito de produtos químicos	Emissões atmosféricas e vazamentos líquidos	Inseticidas, produtos à base de ureia e mercúrio	Desastre ecológico
Césio 137 – Goiânia	Brasil	13.09.1987	Descarte irregular de equipamentos de radioterapia	Manuseio incontrolado de fonte radioativa	19 gramas de cloreto de césio	4 mortos; Centenas de pessoas contaminadas
Piper Alpha	Escócia	06.07.1988	Falha operacional durante a manutenção	Vazamento seguido de explosão	Condensado de gás natural	167 mortos
Paulínia	Brasil	08.01.1993	Descarga elétrica em tanque de produto químico	Explosão seguida de incêndio	15 mil m ³ de óleo diesel	Sem vítimas
Plataforma P-36	Brasil	15.03.2001	Sobrepressão no tanque de drenagem de emergência	Vazamento de líquido e gás	Óleo e gás inflamável	11 mortos
Orion Norco	Estados Unidos	07.06.2001	Descarga elétrica em tanque de produto químico	Incêndio em tanque	57 mil m ³ de gasolina	Sem vítimas
BP Texas City	Estados Unidos	23.03.2005	Transbordamento em uma torre de destilação	Vazamento seguido de explosão	Rafinado	15 mortos; 180 feridos
Buncefield	Reino Unido	17.10.2010	Transbordamento de tanque durante enchimento	Vazamento seguido de explosões	Gasolina	Sem vítimas
Caribbean Petroleum	Porto Rico	23.10.2009	Transbordamento de tanque durante enchimento	Vazamento seguido de explosões	Gasolina	Sem vítimas
Macondo	Estados Unidos	20.04.2010	Jato de gás (Kick)	Explosão, incêndio e vazamento de óleo	Gás inflamável; petróleo	11 mortos; 17 feridos
Fukushima	Japão	11.03.2011	Terremoto e tsunami. Derretimento de núcleos de 4 reatores nucleares	Explosão de reatores	Emissões radioativas	Não informado
São Francisco do Sul	Brasil	24.09.2013	Reação química e armazenamento irregular	Incêndio	10 T de fertilizantes	Centenas de vítimas pela inalação de fumaça tóxica

Alemao Santos	-	Brasil	02.04.2015	Vazamento de combustível na "área de bombas"	Incêndio	Álcool gasolina e	Sem vítimas
Porto Tianjin	de	China	12.08.2015	Autoignição de produto químico	Incêndio e explosões	Nitrocelulose, cianeto de sódio, nitrato de amônia e nitrato de potássio	50 mortos; 700 feridos

No que concerne aos acidentes tecnológicos ocorridos no Brasil, o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA tem registrado um total de 4.713 ocorrências entre os anos de 2006 e 2014, ainda que sejam informações subdimensionadas tendo em vista ser um banco de dados recente e em processo de consolidação (figura 2) (IBAMA, 2018a).

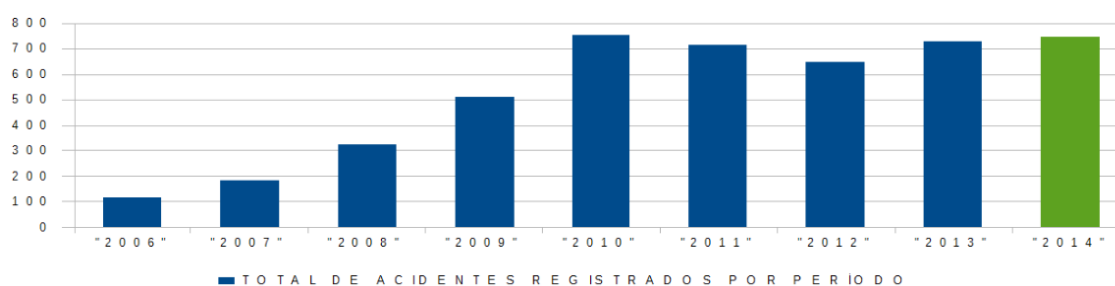


Figura 2 - Acidentes registrados pelo IBAMA no período de 2006 a 2014 de um total de 4.713 registros.

Fonte: IBAMA, 2018

Para tais acidentes foram registradas consequências adversas à população. Conforme figura 3 abaixo, os registros constantes no banco de dados do IBAMA apresentam "população afetada/evacuada" e "óbitos/feridos". Tomando-se o ano de 2014, verifica-se mais de 100 afetados/evacuados assim como para óbitos/feridos (IBAMA, 2018a).

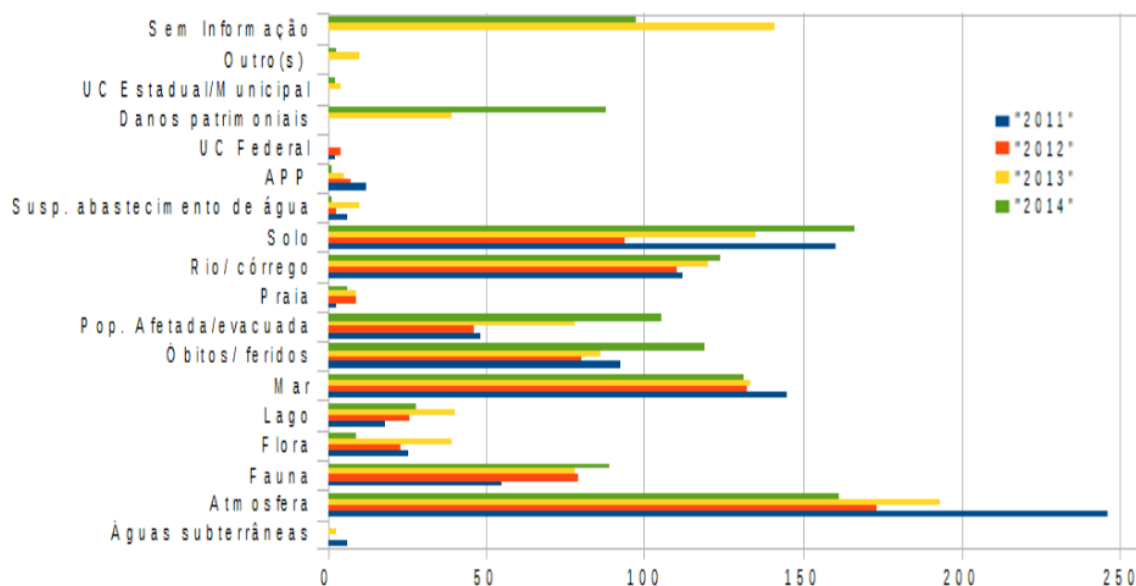


Figura 3 – Número de acidentes ocorridos entre os anos de 2011 e 2014, por tipo de dano causado.

Fonte: IBAMA, 2018

O Estado de São Paulo constitui a região mais industrializada do Brasil, contando com cerca de 121.000 indústrias, 10.000 postos e sistemas retalhistas de combustíveis, 4.000 km de oleodutos, 4.000 km de gasodutos, 33.000 km de rodovias pavimentadas e quatro refinarias de petróleo. Conta também com os Portos de São Sebastião, responsável pela movimentação de mais de 50% do petróleo bruto do Brasil, e o de Santos, o maior da América Latina (CETESB, 2018d).

Em razão da alta industrialização, ocorre uma elevada movimentação e utilização de produtos químicos no Estado, conferindo maior probabilidade de ocorrência de acidentes os quais têm sido objeto de grande preocupação em função dos perigos intrínsecos desses produtos à segurança e saúde da população bem como ao meio ambiente. O cadastro do IBAMA demonstra que, dentre os estados brasileiros, São Paulo figura como aquele em que ocorreram mais acidentes (figura 4) (IBAMA, 2018a).

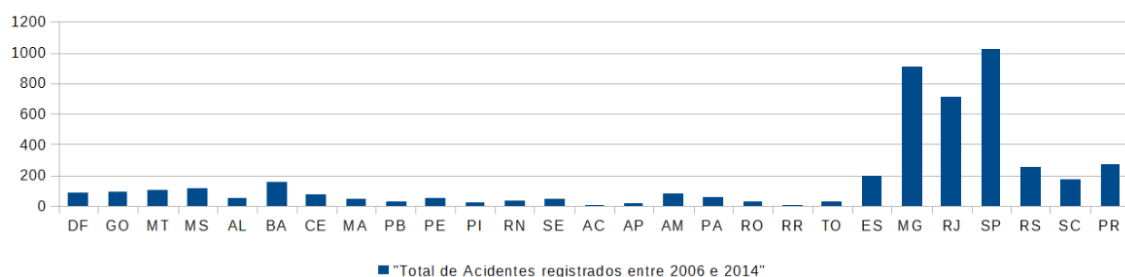


Figura 4 - Acidentes registrados no banco de dados do IBAMA, por Estado brasileiro, entre o período de 2006 e 2014.

Fonte: IBAMA, 2018

O sistema de dados de acidentes da CETESB, denominado Sistema de Informações de Emergências Químicas – SIEQ apresenta uma série de informações sobre estatísticas de acidentes. Conforme a figura 5, observa-se um número de 11.055 emergências atendidas pelo órgão ambiental entre o período de janeiro de 1978 e dezembro de 2017, no Estado de São Paulo basicamente (CETESB, 2018c).

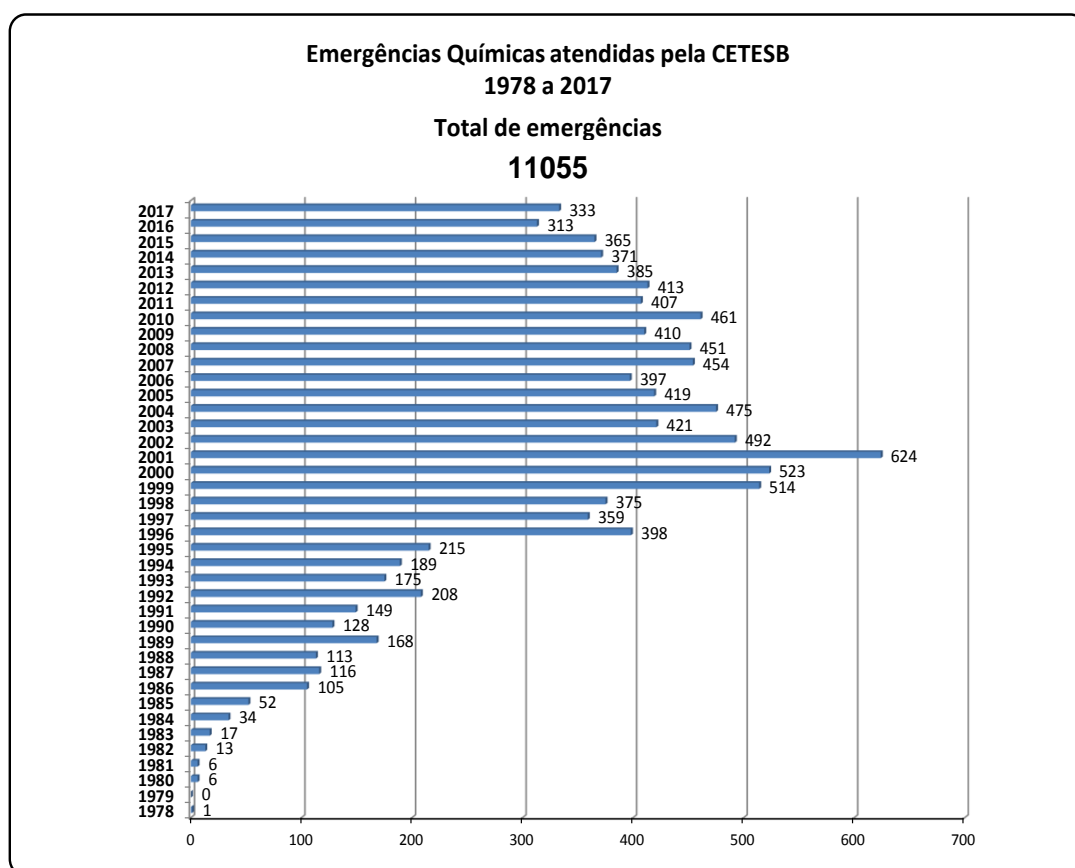


Figura 5 - Emergências químicas registradas pela CETESB no período de janeiro de 1978 a dezembro de 2017.

Fonte: CETESB, 2018

Assim como para o cadastro do IBAMA, pode-se constatar que os acidentes acima indicados resultaram em danos variáveis à população (trabalhadores ou população do entorno). Para o período de janeiro de 2005 a dezembro de 2017 foram contabilizados 266 óbitos, 1.624 feridos e 6.707 pessoas evacuadas, perfazendo um total de 8.597 vítimas (figura 6) (CETESB, 2018c).

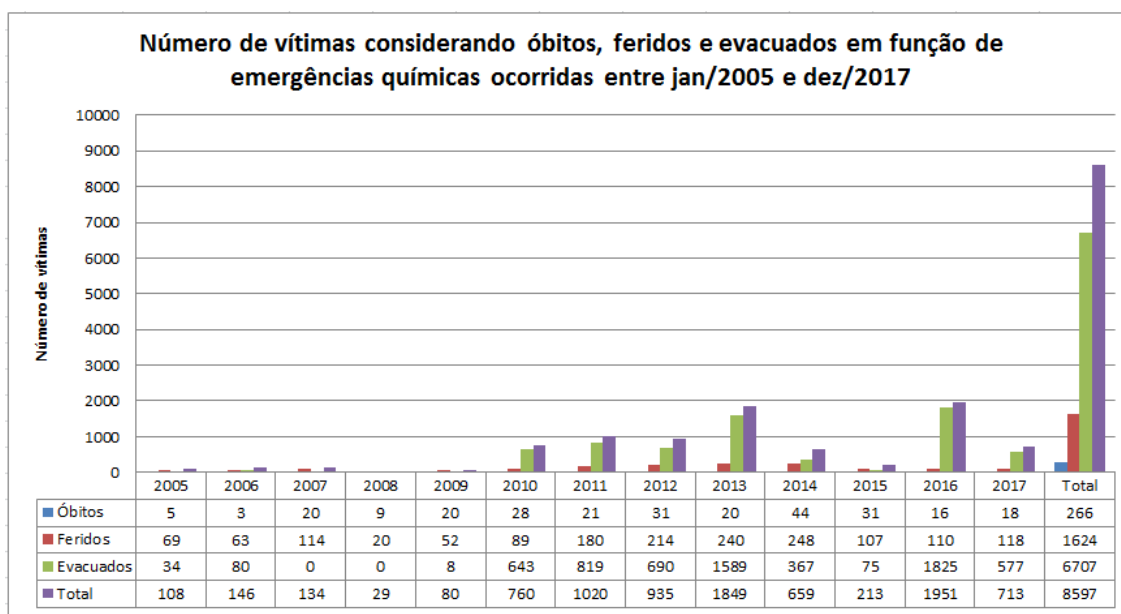


Figura 6 - Vítimas atingidas em função de emergências químicas atendidas pela CETESB entre o período de janeiro de 2005 e dezembro de 2017.

Fonte: CETESB, 2018

A distribuição do número de acidentes entre as diferentes regiões de São Paulo demonstra que o litoral do estado concorre com 12, 5% das ocorrências (CETESB, 2018c) (figura 7).

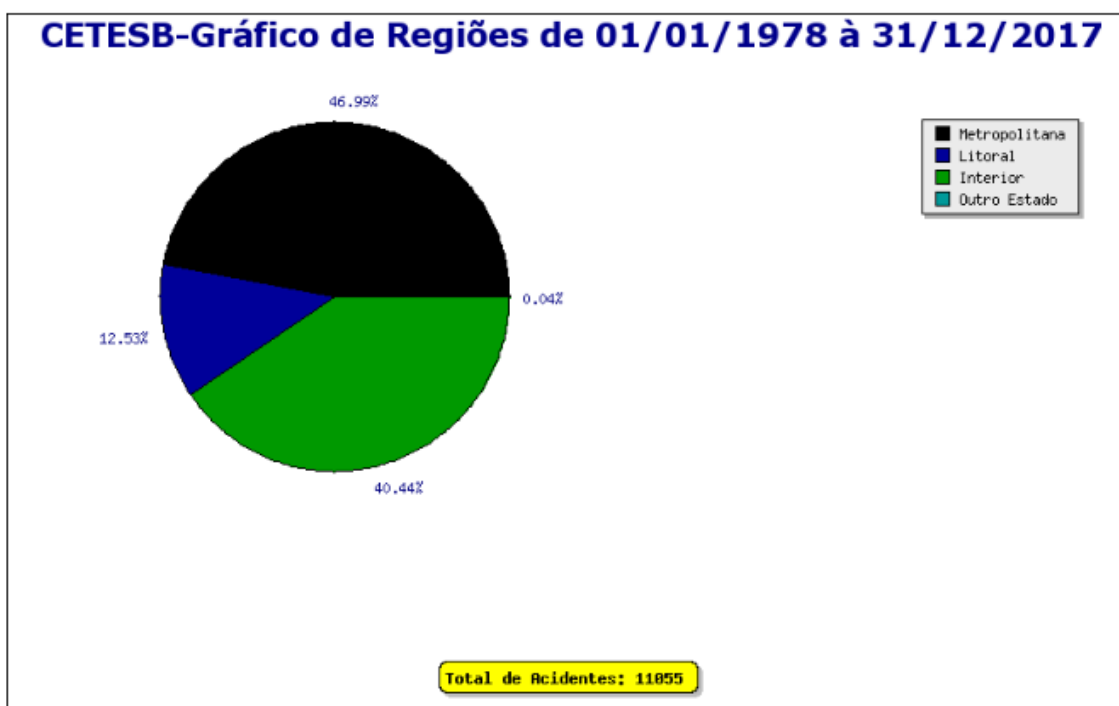


Figura 7 - Total de acidentes registrados e atendidos pela CETESB entre o período de janeiro de 1978 e dezembro de 2017, por região do Estado de São Paulo (região metropolitana, interior e litoral).

Fonte: CETESB, 2018

A baixada Santista, pela sua vocação industrial mostra-se como a região do litoral paulista com maior número de acidentes tecnológicos (figura 8) (CETESB, 2018c).

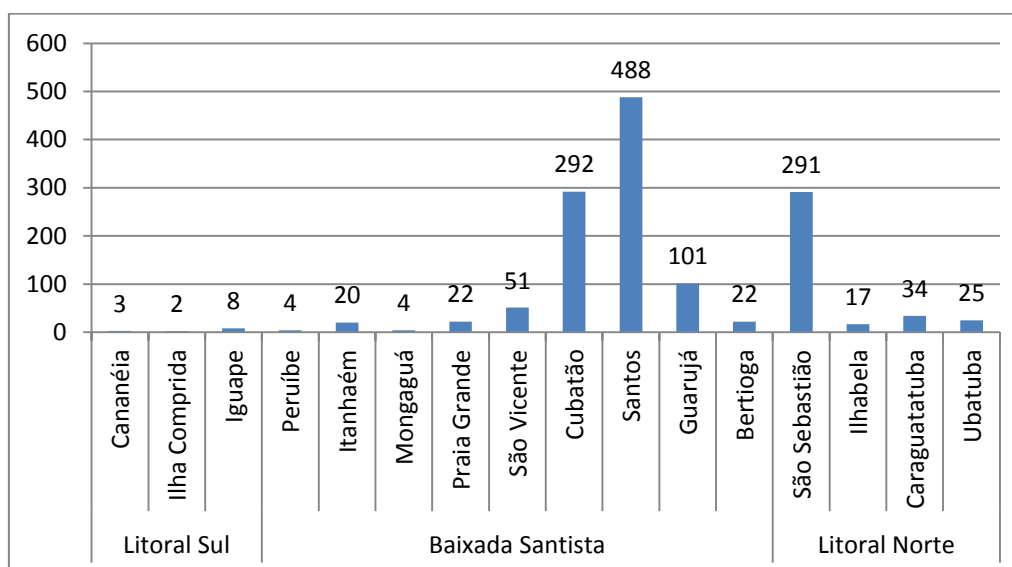


Figura 8 – Número de ocorrências registradas por município do litoral de São Paulo entre o período de 01.01.1978 e 31.12.2017.

Fonte: CETESB, 2018

Conforme a figura 8 acima, evidencia-se um histórico de 1.004 ocorrências registradas na Baixada Santista em contraposição a 13 ocorrências no litoral sul e 367 no litoral norte. À exceção de São Sebastião, localizado no litoral norte, os três municípios com maior número de emergências são Santos (488 ocorrências), seguido de Cubatão (292) e Guarujá (101). O primeiro (Santos) e o último (Guarujá), localizam-se na área do Porto Organizado de Santos, o maior complexo portuário da América Latina respondendo por cerca de um terço das trocas comerciais brasileiras (CODESP, 2018). A elevada movimentação de produtos químicos existente no porto, certamente implica na elevada frequência de acidentes nos municípios lindeiros. No que se refere às consequências desses acidentes ao homem, foram registrados 115 vítimas provenientes de emergências ocorridas em Santos e 14 em Guarujá (figura 9).

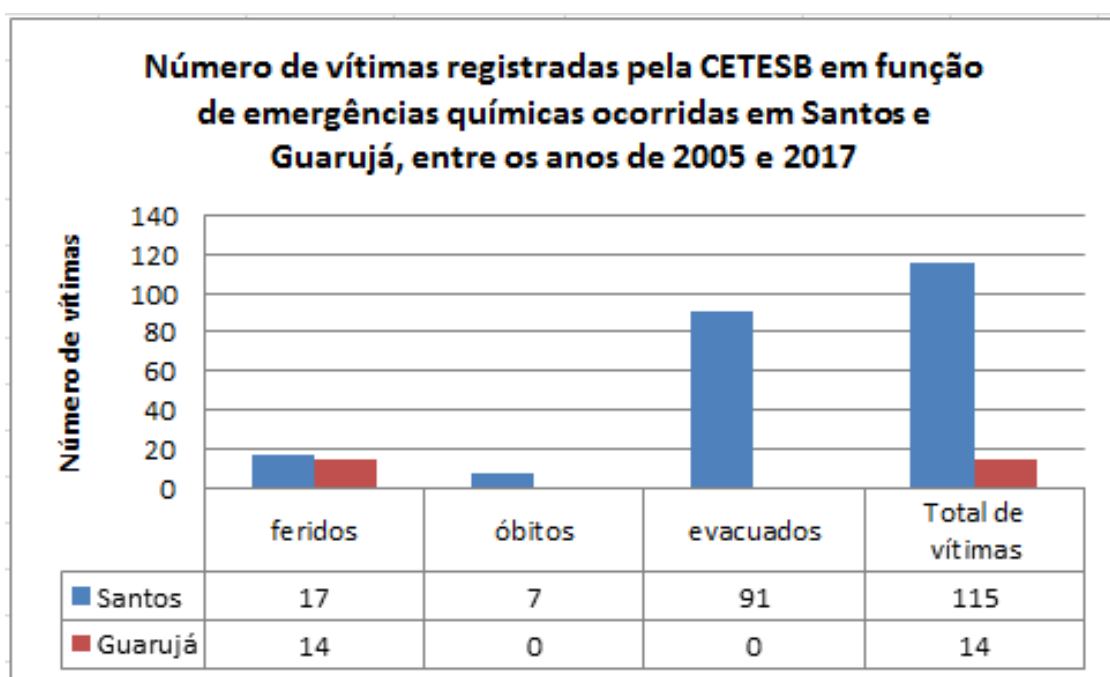


Figura 9 – Número de vítimas registradas nos municípios de Santos e Guarujá entre o período de 01.01.2005 e 31.12.2017.

Fonte: CETESB, 2018

Recentemente, duas ocorrências de porte foram registradas na região da Baixada Santista, citando-se o incêndio ocorrido em 02.04.2015 no Terminal Químico da Ultracargo – Santos (Cunha, 2015), e um segundo, em 14.01.2016, no Terminal de Contêineres da Localfrio – Guarujá (A Tribuna, 2018c). Em ambos os casos, por causa da queima de combustíveis e de produto químico

contendo cloro em sua composição, respectivamente, houve grande preocupação por parte das instituições locais quanto às consequências adversas à população do entorno, em razão da fumaça tóxica gerada.

Portanto, conhecer a vulnerabilidade das populações presentes no entorno das plantas industriais por meio da estimativa do número de pessoas potencialmente afetadas em um dado cenário acidental, constitui uma importante informação a ser utilizada no planejamento e resposta a emergências visando a proteção do homem.

3.3 Análise de consequências dos acidentes tecnológicos à população

A determinação da vulnerabilidade ou análise de consequências da população do entorno de uma planta industrial (estimativa do número de pessoas afetadas), constitui um dos fatores fundamentais para o planejamento da resposta às emergências tecnológicas considerando a proteção das pessoas (Yogui, 2008).

De acordo com *American Institute of Chemical Engineers* (1999), a análise de consequências, dentre outras propostas, serve para identificar os impactos potenciais às comunidades presentes nas adjacências em razão de um vazamento acidental de produto químico (produto tóxico no presente estudo). Yogui (2008) sustenta que a análise de consequências deve prover informação do número de pessoas afetadas na zona vulnerável (zona de perigo).

Para a realização de uma análise de consequências são necessários além do estabelecimento do tipo do vazamento e o produto químico e a quantidade vazada, a seleção e aplicação de um modelo de dispersão, bem como a concentração tóxica de interesse. A aplicação do modelo permite definir a zona de perigo, ou seja, a área na qual as concentrações das plumas equivalem ou excedem a concentração de interesse anteriormente definida (*American Institute of Chemical Engineers*, 1999).

3.3.1 *Acute Exposure Guideline Levels – AEGL* ou Guia com Níveis para Exposição Aguda.

No Estado de São Paulo, para efeito de licenciamento ambiental, as zonas de perigo apresentadas no âmbito dos EARs estão associadas a concentrações tóxicas letais, ou seja, os resultados de efeito à população são expressos em termos de danos catastróficos (fatalidade) (CETESB, 2011). Concentrações não letais de plumas tóxicas ao homem não são objetos desses estudos.

Para a estimativa de danos à saúde da população exposta, outras concentrações de interesse têm sido utilizadas. Esses limites de exposição são aplicados visando definir zonas de perigo para proteger as populações expostas bem como para preparar a resposta aos acidentes com liberação acidental de substâncias tóxicas (NAS, 2018).

O interesse na busca de concentrações de interesse visando à proteção de populações guarda relação com o dramático acidente ocorrido em Bophal, Índia, em 1984. Em função desse acidente, com liberação de um produto altamente tóxico denominado isocianato de metila, foram registrados cerca de 2.000 óbitos além de outros 20.000 feridos dentre eles vítimas com sequelas irreversíveis (NAS, 2018). Essa tragédia despertou a necessidade do planejamento de emergências e também na identificação de substâncias químicas armazenadas ou manipuladas nas plantas químicas.

Nessa esteira, a *Environmental Protection Agency – EPA* e a *Agency for Toxic Substances and Diseases Registry - ATSDR* solicitaram que o *National Research Council - NRC* orientasse metodologias para o estabelecimento de níveis de exposição para o público em geral. Vários estudos foram então desencadeados para identificar, revisar e interpretar dados científicos relevantes culminando no desenvolvimento da concentração tóxica de interesse denominada *Acute Exposure Guideline Levels - AEGL* (NAS, 2018).

Os valores de AEGL foram disponibilizados considerando três níveis de danos às pessoas: AEGL - 1, 2 e 3. Os efeitos dessas concentrações de interesse referem-se aos danos à população em geral incluindo indivíduos susceptíveis como idosos, crianças e enfermos. Da mesma forma os valores de AEGL foram

estabelecidos para cinco períodos de exposição: 10, 30 e 60 minutos, 4 e 8 horas (figura 10) (Haddad, 2017; NAS, 2018; NOAA, 2018).

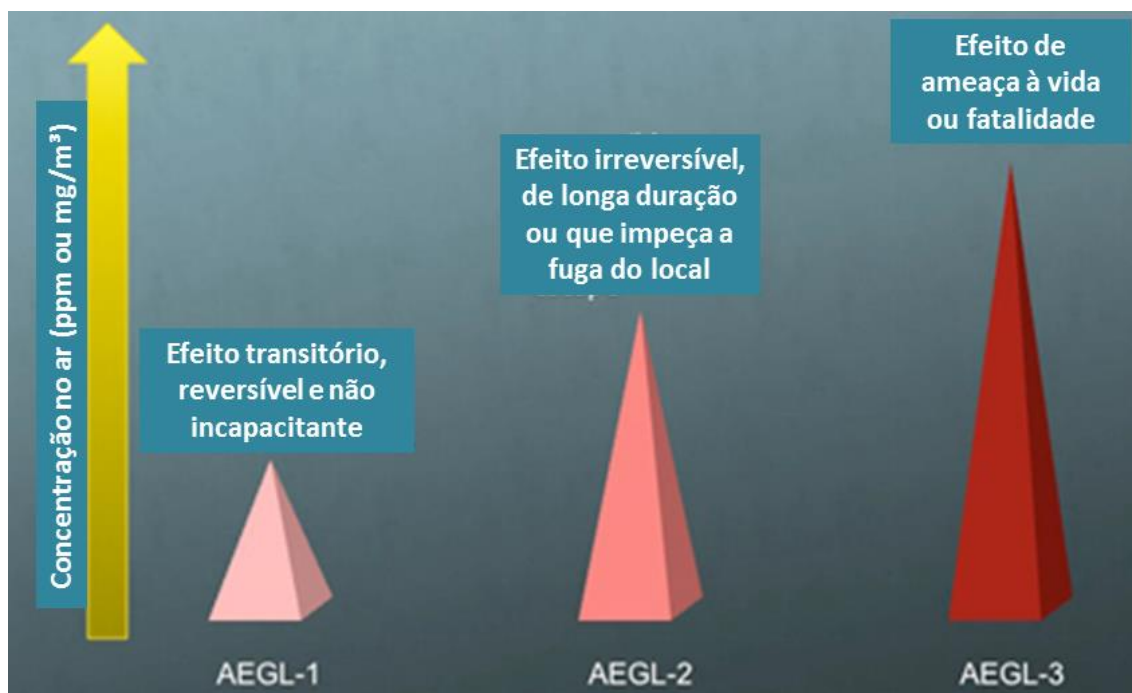


Figura 10 – Níveis de AEGL e os respectivos efeitos a que se referem.

Fonte: Adaptado de NAS, 2018

O AEGL – 1 representa a concentração no ar (expressa em ppm – parte por milhão ou mg/m³ - miligramas por metro cúbico) de uma substância acima da qual se prevê, em caso de exposição, desconforto notável, irritação ou efeitos assintomáticos. Tais efeitos não são incapacitantes, são transitórios e reversíveis após a exposição.

O AEGL – 2 é a concentração no ar de uma substância acima da qual se prevê que, em caso de exposição, possa haver efeitos de longa duração ou mesmo irreversíveis à saúde ou prejudicar a habilidade da pessoa exposta em escapar da cena.

Finalmente, o AEGL – 3 é a concentração no ar de uma substância acima da qual se prevê efeitos perigosos à saúde ou potencialmente fatais.

Para cada um dos tempos definidos e os níveis de AEGL, podem ser adotadas estratégias de proteção e reação da população potencialmente atingida. O conhecimento dos limites de exposição combinado com o tempo de exposição

são componentes essenciais para o planejamento e resposta a acidentes tecnológicos (Haddad, 2017).

3.3.2 Modelo de dispersão atmosférica: O *Areal Locations of Hazardous Atmospheres* - ALOHA

Para a análise de riscos de instalações industriais, algumas hipóteses acidentais levam ao estabelecimento de cenários que envolvem a formação e posterior dispersão de nuvem de produto na atmosfera. Para a estimativa desses riscos normalmente são empregados modelos de dispersão atmosférica (Salazar, 2016; Sánches, 2013; Taralli, 2017). Esses modelos prevêem a migração da pluma tóxica e as distâncias em que elas atingem (CETESB, 2011; Sánches, 2013).

A questão fundamental que se busca quando da utilização de modelos matemáticos de dispersão atmosférica é: assumindo-se que houve liberação acidental de uma quantidade de algum produto, até qual distância, desde o ponto de vazamento, a nuvem formada na atmosfera se deslocará até que esteja suficientemente diluída de forma a não mais oferecer perigo de toxicidade? (Salazar, 2016).

Uma gama de modelos vêm sendo propostos e utilizados desde o início da década de 80 em função do aumento da quantidade de acidentes tecnológicos. Em particular ao caso de dispersão de nuvens densas reconhecem-se mais de uma centena de modelos (Salazar, 2016). A utilização de determinado modelo guarda relação com os objetivos e propósitos dos próprios usuários, já que não há orientação legal quanto à adoção de um modelo em específico no escopo da avaliação de impacto ambiental (CETESB, 2011; Salazar, 2016).

Dentre os modelos matemáticos existentes utilizados para avaliação de consequências cita-se o *software* livre ALOHA e o *Mapping Application for Response, Planning and Local Operational Tasks* - MARPLOT, programas estes desenvolvidos pela EPA e *Emergency Response Division* – ERD da *National Oceanic and Atmospheric Administration* - NOAA (EPA, 2018 b e c; Perez, 2016, Salazar, 2016).

O ALOHA é utilizado para modelar situações envolvendo a dispersão de plumas tóxicas, fluxo de radiação térmica, concentrações inflamáveis e sobrepressão decorrente de exposões (Perez, 2016). O modelo produz regiões identificando uma ou mais áreas (zonas de perigo) onde os riscos possam exceder os limites preestabelecidos (concentrações de interesse) (EPA, 2018 b e c; Perez, 2016) (figura 11).

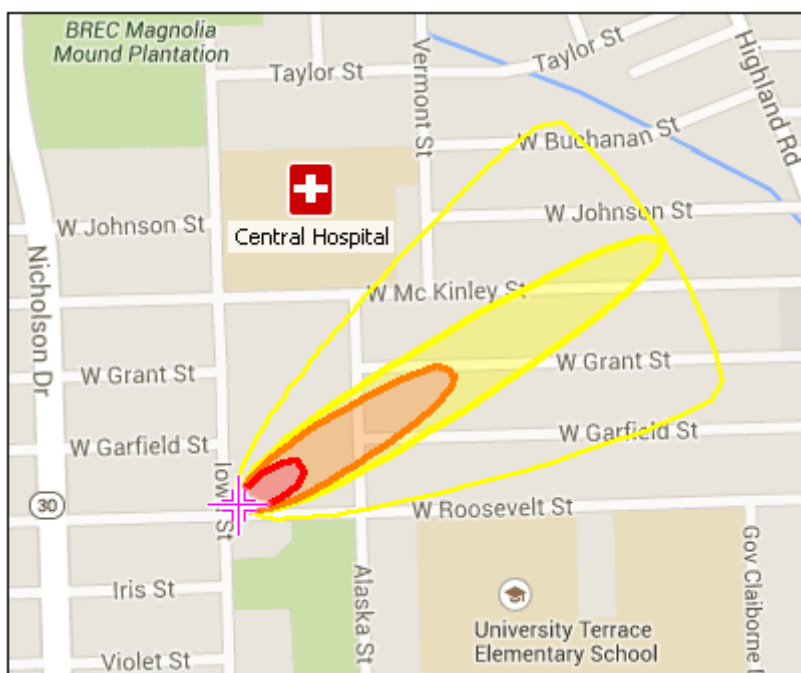


Figura 11 – Estimativa de zonas de perigo geradas pelo modelo ALOHA. As zonas vermelha, laranja e amarela indicam áreas onde determinado limite de concentração de interesse foi excedido.

Fonte: NOAA, 2018.

Para a utilização do ALOHA em cenários de vazamento de produto tóxico, é necessária a escolha e adoção de uma concentração tóxica de interesse. Para estimativa de consequências à população visando sua proteção e preparação para resposta a emergências são utilizados valores de AEGL ou ERPG. De acordo com EPA (2018d), os valores de AEGL devem ser preferencialmente utilizados uma vez que os valores de ERPG são disponíveis apenas para um período de exposição de 60 minutos, além do fato de não considerar danos a indivíduos susceptíveis.

A principal utilização do ALOHA está relacionada ao planejamento e preparação para resposta a emergências. O modelo apresenta resultados de forma rápida e precisa (NOAA, 2018). Esse *software* vem sendo utilizado por

instituições afetas à preparação e resposta a emergências como corpo de bombeiros, comissões estaduais e comitês locais de planejamento e resposta de emergências, indústrias químicas e universidades (EPA, 1999).

No âmbito do processo de licenciamento ambiental no Estado de São Paulo, os EARs apresentados pelas empresas, em que se utilizam do modelo ALOHA, são aceitos pela CETESB. A aprovação ou não do estudo relaciona-se a outros aspectos como os pressupostos utilizados para alimentar o modelo (Tomaz, informação verbal).

A *Federal Emergency Management Agency* – FEMA órgão ligado ao Departamento de Segurança Nacional dos Estados Unidos encontra-se em processo de desenvolvimento de uma ferramenta de planejamento e preparação no âmbito de planos de emergência de nível regional, estadual, local, tribal e territorial, denominada *City Planner Resource* - CPR. A finalidade é a planificação para emergências que possam ocorrer envolvendo acidentes com produtos químicos. Dentre os pontos em discussão encontra-se a identificação das melhores opções de modelagem de dispersão em que citam o ALOHA como uma das opções de uso (EPA, 2018a).

3.4 Preparação e resposta a emergências

Após a segunda guerra mundial, as questões ambientais ganharam espaço no âmbito das discussões sobre políticas públicas. Após alguns trágicos acidentes, várias agências governamentais tornaram-se cientes dos riscos associados à produção, armazenamento e transporte de materiais perigosos (Kirchhoff, 2004).

São muitas as iniciativas afetas à preparação e resposta a emergências tecnológicas, algumas delas discutidas e desenvolvidas no âmbito de organizações nacionais e internacionais, outras desenvolvidas por instituições públicas dos diferentes níveis de governo (federal, estadual e municipal) e ainda planos elaborados pelas empresas decorrentes de exigências impostas pelas entidades públicas licenciadoras de tais empreendimentos.

3.4.1 Organizações nacionais e internacionais e iniciativas no campo da preparação e resposta a acidentes tecnológicos

De modo que os países possam adotar uma resposta adequada em eventos envolvendo produtos químicos, uma série de organizações prestam apoio institucional.

3.4.1.1 Organização das Nações Unidas – ONU

O Sistema das Nações Unidas é formado pela Secretaria das Nações Unidas, pelos seus Programas, Fundos e Organismos Especializados. Prestam assistência técnica e ajuda prática em várias esferas da atividade econômica e social. No que concerne aos aspectos de preparação e resposta a emergências citam-se os seguintes programas (Yogui, 2008):

- **Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente – PNUMA e o Processo *Awareness and Preparedness for Emergencies at Local Level* - APELL**

O PNUMA ou *United Nations Environment Programme* – UNEP, foi estabelecido em 1972 sendo uma Agência do Sistema da ONU responsável por catalizar ações nacionais e internacionais para a proteção do meio ambiente. Uma das áreas de atuação no Brasil refere-se à preparação, resposta e suporte à construção de soluções referentes à prevenção de emergências ambientais.

Dentre as atividades do PNUMA destaca-se o programa APELL, desenvolvido por especialistas em desastres tecnológicos com substâncias químicas, programa este fomentado após o acidente ocorrido em Bhopal, Índia (UNEP, 2018a).

O APELL consiste na conscientização da comunidade sobre os riscos a que estão expostas e a sua capacitação e preparação para reagirem em situações de emergência envolvendo incêndios, explosões, vazamentos de produtos

químicos em plantas químicas, áreas portuárias, rodovias, entre outros (Poffo, et al, 2018).

Esse programa se baseia na cooperação entre três entes os quais necessitam atuar de forma harmônica para conscientizar e preparar a comunidade exposta para atuar em caso de acidentes (Poffo, et. al. 2018):

- a) O governo local: inclui a prefeitura e órgãos municipais e regionais como meio ambiente, corpo de bombeiros, polícia, setor de saúde e defesa civil;
- b) O setor privado: inclui as indústrias, terminais portuários, mineradoras, transportadoras, ou seja, qualquer atividade que possa gerar riscos à comunidade;
- c) A comunidade: inclui qualquer população exposta aos riscos gerados por determinada atividade industrial, vulnerável em função de sua proximidade à planta.

De forma a auxiliar e direcionar a implantação de Programa APELL pelo público interessado, o PNUMA publicou um manual contendo diretrizes para a elaboração de APELL (UNEP, 2015). Esta publicação facilita e favorece o desenvolvimento do APELL dentro de diretrizes estabelecidas de forma a padronizar seu conteúdo.

O APELL já foi implantado em mais de 30 países da Europa, Ásia, América Latina e Caribe (UNEP, 2018b), inclusive em algumas cidades de estados brasileiros como em Suzano (SP), Guaratinguetá (SP), São Sebastião (SP), Caraguatatuba (SP), Duque de Caxias (RJ), Camaçari (BA) e Maceió (AL) (Dutra et. al., 2018).

- **Organização Internacional do Trabalho – OIT e a Prevenção de Acidentes Industriais Maiores**

A OIT é uma agência da ONU fundada em 1919 que apresenta uma estrutura tripartite formada por representantes de governos, organizações de empregadores e de trabalhadores (ONU, 2018).

Desde sua criação os membros da OIT adotaram 188 convenções internacionais de trabalho e 200 recomendações sobre diversos temas como emprego, proteção social, recursos humanos, saúde e segurança no trabalho, entre outros (ONU, 2018).

Durante a 80^a Sessão de sua Conferência Geral, realizada em 1993, foi aprovada a Convenção n° 174 que trata da Prevenção de Acidentes Industriais Maiores. Essa convenção traz uma série de recomendações para implementar programas para a prevenção de acidentes maiores em instalações industriais, complementando ações adotadas pelos governos, indústrias e trabalhadores (Yogui, 2008).

O objetivo básico dessa convenção é a prevenção de acidentes industriais maiores que envolvam substâncias perigosas e a limitação das consequências desses referidos acidentes. No que tange à preparação para resposta a acidentes maiores, a Convenção n° 174 em seu artigo 9° aponta que a instalação sujeita ao risco deve prever planos e procedimentos de emergência que contemplem procedimentos eficazes de atuação. Os planos de emergência devem ser informados aos órgãos e autoridades encarregados por proteger a população e o meio ambiente externo à instalação (OIT, 1993).

A Convenção n° 174 aborda também a questão referente à proteção de população (Convenção n° 174, Art. 16). De acordo com este artigo, “a Autoridade Competente deverá zelar para que informações sobre medidas de segurança e o comportamento apropriado a ser adotado em caso de acidente esteja difundido entre a população passível de ser afetada por este acidente sem que seja necessário solicitá-lo”. Ressalta também sobre a necessidade de que “seja dado alarme o mais rápido possível quando da ocorrência de um acidente maior” (OIT, 1993).

Ainda, de modo a proteger a população do entorno, a Convenção n° 174 em seu artigo 17, aponta que a “Autoridade Competente deverá estabelecer uma política global de localização que tenha prevista uma separação adequada entre as instalações e as áreas de trabalho, as áreas residenciais e os serviços públicos” (OIT, 1993).

Verifica-se, portanto, que a Convenção nº 174 da OIT traz em seu bojo aspectos importantes sobre a proteção de população para casos de acidentes maiores.

- **Organização Mundial da Saúde – OMS, Organização Panamericana da Saúde – OPAS e a CETESB como Centro Colaborador em Preparação de Emergências para Casos de Desastres.**

A OMS é uma agência fundada em 1948 sendo subordinada à ONU. Constitui a autoridade diretiva e coordenadora para assuntos de saúde internacional do sistema das Nações Unidas. Apresenta escritórios em mais de 150 países contando também com seis escritórios regionais (WHO, 2018).

Compondo a estrutura da OMS cita-se a OPAS, que é o escritório regional para as Américas. Trata-se de um organismo internacional de saúde pública dedicado a melhorar as condições de saúde dos países dessa região (OPAS, 2018). Dentre as iniciativas realizadas pela OPAS, cita-se o programa Preparativos e Mitigação de Desastres nas Américas – PED (Yogui, 2008). O objetivo do PED é o de apoiar a criação e o fortalecimento institucional dos programas nacionais de desastres, nos Ministérios de Saúde, e sua coordenação com todos os setores envolvidos na redução de desastres (Yogui, 2008).

A OMS e OPAS possuem vários centros colaboradores que desenvolvem múltiplas atividades em torno do tema prevenção, preparação e resposta a emergências (Yogui, 2008).

Em reconhecimento ao seu trabalho a nível internacional, a CETESB foi designada como Centro Colaborador da OMS/OPAS em Preparação de Emergência para Caso de Desastres (Haddad, 2003). Esta designação findou no ano de 2015, sendo que neste período várias atividades foram desenvolvidas dentre elas a realização de cursos sobre atendimento a emergências químicas e levantamentos de informações sobre a situação dos países latinos em relação à sua preparação para enfrentamento de emergências tecnológicas. Tais atividades foram realizadas em países como

Panamá, El Salvador, Nicarágua, Costa Rica, Colômbia, Equador e Paraguai (informação verbal do autor).

3.4.1.2 Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico – OCDE

A OCDE é um órgão internacional e intergovernamental que reúne 30 países industrializados. Por meio dessa organização os países participantes reúnem-se visando trocar experiências e alinhar políticas com o objetivo de potencializar seu desenvolvimento econômico e a colaborar com o desenvolvimento dos demais (Yogui, 2008).

Como uma das iniciativas da OCDE destaca-se o Programa de Acidentes Químicos que tem por finalidade prevenir a ocorrência de situações emergenciais e propiciar as condições necessárias para responder a essas situações (Yogui, 2008).

Em 1992 a OCDE publicou um guia intitulado “*Guiding Principles for Chemical Accident Prevention, Preparedness and Response*” ou “Princípios Orientadores para Prevenção, Preparação e Resposta a Acidentes Químicos” (tradução livre).

Este guia tem como objetivo estabelecer diretrizes gerais para o planejamento e operação segura de instalações onde existem substâncias perigosas, a fim de prevenir acidentes e para mitigar os efeitos adversos com base em preparação para emergências, planejamento do uso do solo e a resposta a acidentes (OECD, 2018).

Afeto à proteção de populações, o guia menciona que “os membros da comunidade da proximidade de uma instalação que ofereça riscos, ou outras que possam ser potencialmente atingidas, devem ser alertados sobre os riscos de acidentes, saberem como obter informações e saberem como se comportar em caso de acidentes” (OECD, 2018).

3.4.1.3 Comunidade Econômica Européia - CEE

A CEE foi uma organização internacional que existiu de 1958 a 1993, tornando-se então a atual União Européia - UE. Dentre os objetivos da UE, destaca-se o incentivo ao desenvolvimento sustentável, baseado num crescimento econômico equilibrado e na estabilidade dos preços, uma economia de mercado altamente competitiva, com pleno emprego e progresso social, e a proteção do ambiente (União Européia, 2018).

Desde a década de 80 que a Comunidade Econômica Européia atentou-se à matéria relativa aos riscos de acidentes graves provocados por certas atividades industriais. Das discussões nasceu a denominada Diretiva Seveso.

Em função da gravidade observada por ocasião de vários acidentes ocorridos na Europa na década de 70, citando-se o de Flixborough em 1974 (Inglaterra; 28 mortes), o Beek em 1975 (Reino Unido; 14 mortes) e Seveso em 1976 (Itália; 600 pessoas evacuadas), a comunidade científica e autoridades responsáveis se mostraram preocupadas iniciando discussões sobre prevenção e controle de acidentes causados pelas atividades industriais (d'Araujo, 2013).

Atendendo a esses fatos, foi elaborada e adotada em 1982 a Diretiva 82/501/CEE, também conhecida como Diretiva Seveso. A Diretiva sofreu duas adaptações muito em função de outros dois acidentes de grande importância: Bophal em 1984 (Índia; 2000 mortos) e Basiléia em 1986 (Suíça; contaminação de rio com mortandade de meio milhão de peixes).

Os principais objetivos da Diretiva Seveso foram estabelecer um melhor conhecimento, por parte das instalações industriais, dos riscos de suas próprias atividades a fim de implementarem mecanismos de prevenção e procedimentos de atuação e notificação às autoridades em casos de acidentes graves (d'Áraújo, 2013).

A Diretiva Seveso sofreu posteriormente duas revisões sendo publicadas as Diretivas Seveso II e III em 1996 e 2012, respectivamente (d'Áraujo, 2013). Essa última, aprovada pelo Conselho da União Européia incorporou novos

elementos ao documento alguns deles relacionados à proteção de população. De acordo com d'Áraújo (2013) o documento “prevê regras mais eficazes de participação, pelo público interessado, em projetos de ordenamento do território bem como um melhor acesso dos cidadãos à informação sobre riscos decorrentes das atividades de empresas nas proximidades, e sobre como se comportar em caso de um acidente”.

3.4.1.4 *Chemistry Industry Association of Canada e o Responsible Care*

A Associação das Indústrias Químicas do Canadá (tradução livre) é uma associação canadense a qual representa mais de 50 indústrias dos mais variados setores como da mineração, agricultura, óleo e gás, construção, têxtil, resinas, etc.

Uma importante iniciativa no âmbito da indústria química visando o estabelecimento de novas diretrizes para as questões de segurança dos processos e produtos bem como para a segurança dos trabalhadores e meio ambiente é o programa denominado *Responsible Care*. Implantado em mais de 40 países, foi desenvolvido pelo Canadá e Estados Unidos e internalizado no Brasil em 1992 com a denominação de “Atuação Responsável” - AR, pela Associação Brasileira da Indústria Química - ABIQUIM (ABIQUIM, 2018a).

O programa AR se propõe a ser um instrumento de gerenciamento ambiental, incluindo a segurança das instalações, processos e produtos, e a preservação da saúde dos trabalhadores, além da proteção do meio ambiente por parte da empresa bem como de sua cadeia produtiva (Yogui, 2008).

A partir do ano de 1998 todas as empresas associadas à ABIQUIM aderiram compulsoriamente ao AR, a exemplo do que ocorre na maioria dos países que adotam essa iniciativa. Automaticamente, internalizaram uma série de princípios de gestão destacando-se a preparação para emergências: transmitir às autoridades, trabalhadores, clientes e à comunidade, informações adequadas quanto aos riscos à saúde, à segurança e ao meio ambiente de seus produtos e operações, recomendando medidas de proteção e de emergência (Yogui, 2008).

Um dos 10 elementos de gestão constantes no programa AR é a aproximação entre a empresa e a comunidade por meio da comunicação e diálogo entre as partes, por meio de panfletos, linha telefônica dedicada, etc., de modo que a população conheça as atividades realizadas pela empresa e construa uma percepção dos reais riscos a que está submetida (ABIQUIM, 2018b).

3.4.2 Preparação e resposta a acidentes tecnológicos no Brasil

Um acidente tecnológico, de acordo com o seu porte, pode tornar-se uma situação emergencial que requer a tomada de ações urgentes. Uma ação emergencial eficaz pode evitar que um evento cresça até o ponto de converter-se em um desastre. A gestão de emergências em acidentes tecnológicos inclui planos e arranjos institucionais visando comprometer e guiar esforços do governo, organizações não governamentais – ONGs, entidades voluntárias e indústria de forma coordenada e integrada para responder a todas as necessidades relacionadas a uma emergência (Oliveira, 2010).

O Brasil apresenta um amplo arcabouço de diretrizes e iniciativas de preparação e resposta a acidentes tecnológicos. Algumas dessas são, inclusive, amparadas legalmente sendo sua implantação, portanto, compulsória. Algumas outras são incentivadas a serem implantadas devido sua utilidade como instrumento para uma melhor preparação e resposta a essas emergências. Na sequência, são apresentadas algumas dessas diretrizes.

3.4.2.1 O Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil – SINPDEC e o Sistema de Coordenação de Situações Críticas da Defesa Civil e do Corpo de Bombeiros

O atual marco regulatório do SINPDEC é complexo, compreendendo uma série de leis, decretos e normativas. O diploma legal que institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC, o SINPDEC bem como o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil - CONPDEC é a Lei nº 12.608 de 10 de Abril de 2012 (Almeida, 2015).

A PNPDEC abrange ações de prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação voltadas à proteção e defesa civil. Confere atribuições e competências a nível federal, estadual e municipal. Dentre os objetivos da PNPDEC destacam-se a redução de riscos de acidentes, a prestação de socorro e assistência às populações atingidas por desastres, a identificação e avaliação das ameaças, susceptibilidades e vulnerabilidades a desastres, de modo a evitar ou reduzir sua ocorrência, orientar as comunidades a adotar comportamentos adequados de prevenção e de resposta em situação de desastre e promover a autoproteção (Brasil, 2012).

Em que pese às emergências tecnológicas, uma das atribuições da defesa civil é a gestão de desastres podendo ser conceituada como a organização e a gestão dos recursos e responsabilidades para abordar todos os aspectos das emergências, especialmente a preparação, a resposta e os passos iniciais da reabilitação (Oliveira, 2010).

Ainda que não seja estabelecida por lei, uma importante doutrina gerencial para coordenar situações críticas utilizada pelas defesas civis e corpo de bombeiros de vários estados brasileiros, é o denominado Sistema de Comando de Operações – SCO.

O SCO teve origem nos Estados Unidos na década de 70. Foi desenvolvido e implantado inicialmente para aplicação no gerenciamento de incêndios florestais. Posteriormente, consolidou-se tornando-se a referência para o Sistema Nacional de Gerenciamento de Incidentes com Múltiplas Agências (*Interagency Incident Management System - NIIMS*). Atualmente, é também o sistema de gerenciamento adotado pela polícia e corpo de bombeiros americano (Oliveira, 2010).

No Brasil, o SCO é adotado pelas defesas civis e corpo de bombeiros de vários estados cuja nomenclatura é diversa (Oliveira, 2010):

- . Sistema de Comando de Operações e Emergências – SICOE, adotado pelo Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo;
- . Sistema Integrado de Comando e Operações em Emergência – SICOE, da coordenadoria Estadual de Defesa Civil do Estado do Paraná;

. Sistema de Comando de Incidentes – SCI, do Estado do Rio de Janeiro, Distrito Federal e fomentada sua utilização sob essa nomenclatura, pelo Ministério do Meio Ambiente;

. Sistema de Comando de Operações – SCO, disseminado pela Defesa Civil de Santa Catarina e Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Espírito Santo.

Qualquer que seja sua nomenclatura, o SCO permite que seus usuários adotem uma estrutura organizacional integrada para enfrentar as demandas e complexidades de uma situação crítica, sem prejuízo de suas competências e limites jurisdicionais. O SCO visa a garantir maior segurança para as equipes de resposta e demais envolvidos na emergência, o alcance de objetivos e prioridades previamente estabelecidos e o uso eficiente e eficaz de recursos humanos, materiais, financeiros, tecnológicos e de informações (Oliveira, 2010).

Uma vez que constitui uma ferramenta gerencial para padronizar as ações de resposta, traz vários benefícios na gestão da emergência como a integração entre diversas organizações, integração nas comunicações e fluxo de informações, melhor apoio logístico e administrativo e uma melhor análise crítica da situação evitando duplicação de esforços (Oliveira, 2010).

O modelo de gestão do SCO propicia que a estrutura organizacional de resposta - EOR a um acidente se adapte de acordo com cada cenário acidental. Isso é possível em função do modelo empregar estruturas administrativas modulares e flexíveis fazendo com que a EOR se adapte com os objetivos da cada situação. Assim, o SCO pode ser empregado para qualquer situação de desastre assim como para resposta a emergências de qualquer porte (Oliveira, 2010).

Para cenários envolvendo emergências de pequeno porte, uma estrutura enxuta pode ser implantada. Caso a mesma aumente em complexidade, a estrutura, modular, pode se adaptar tornando-se mais complexa de modo a suprir as novas demandas originadas a partir do aumento da gravidade do cenário. Contrariamente, uma emergência originalmente complexa, que demanda uma estrutura de maior porte, à medida que vai sendo controlada, a

estrutura modular se ajusta tornando-se da mesma forma mais simples (Oliveira, 2010) (figura 12).

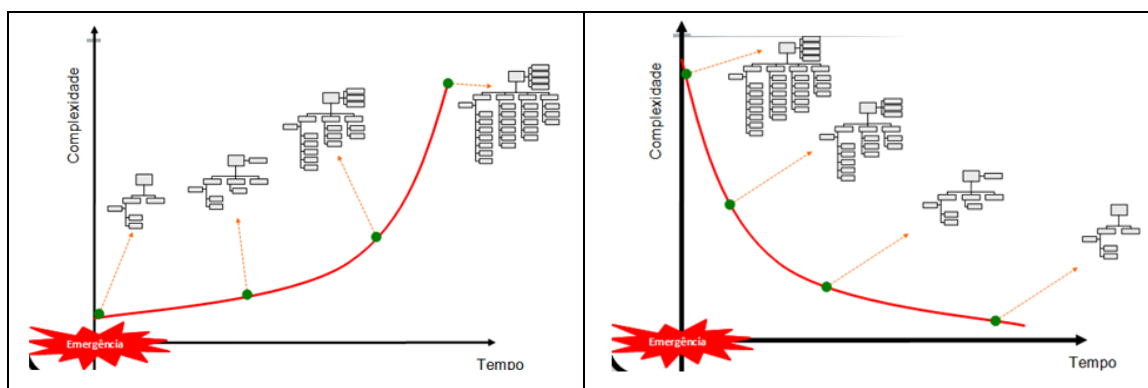


Figura 12 – Estrutura modular do SCO a qual pode se adaptar em função da complexidade do cenário acidental.

Fonte: Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo

Em São Paulo, o SCO é denominado de SICOE. Esse modelo de gestão vem sendo aplicado pela defesa civil e corpo de bombeiros em emergências provenientes de acidentes tecnológicos especialmente naqueles de maior porte (informação verbal do autor).

Em virtude do acidente ocorrido na empresa Ultracargo, em Santos, SP, 2015, envolvendo o incêndio de tanques contendo gasolina e álcool, o SICOE foi implantado pelo corpo de bombeiros o que permitiu a ação integrada em resposta ao acidente, entre várias instituições como bombeiros, polícia militar, defesa civil, planos de auxílio mútuo da região, Força Aérea, Exército, Aeronáutica, Companhia Docas do Estado de São Paulo - CODESP, CETESB, Serviço de Atendimento Móvel de Urgência - SAMU, Grupo de Resgate e Atenção a Urgências e Emergências - GRAU, e empresas como Petrobras, Transpetro e Basf (Cunha, 2015).

As demandas envolvendo a proteção da população do entorno da instalação foram internalizadas no âmbito do SICOE sendo então tratadas pelas defesas civis estadual e do município de Santos. Foi elaborado um plano de contingência para a necessidade de evacuação de população. Para tanto foram criados círculos concêntricos de 500 e 1.000 metros de raio para a retirada de 700 e 7.000 pessoas respectivamente. Entretanto, em função da evolução do

combate ao incêndio, a implementação dessa medida não foi necessária (Cunha, 2015).

3.4.2.2 O Plano Nacional de Prevenção, Preparação e Resposta Rápida a Emergências Ambientais com Produtos Químicos Perigosos – P2R2 e o acidente tecnológico ocorrido em Cataguazes, MG.

Em grande parte, as iniciativas relacionadas a gestão de emergências tecnológicas são motivadas e desencadeadas em resposta a grandes acidentes visando o estabelecimento de ações preventivas e mitigadoras de impactos (Almeida, 2015). Uma das iniciativas em nível federal e amparada legalmente, originou-se em função de um acidente tecnológico de grandes proporções.

Em 29 de março de 2003, no município de Cataguases, MG, a barragem de um dos reservatórios da Indústria Cataguases de Papel Ltda. rompeu-se, liberando no córrego do Cágado e no rio Pomba cerca de um bilhão e quatrocentos milhões de litros de lixívia (sobra industrial da produção de celulose). O acidente afetou três estados, deixando 600 mil pessoas sem água. Observou-se também a mortandade de espécies vegetais e animais. A falta de resposta imediata ao acidente por parte dos órgãos responsáveis agravou os impactos, tornando excessivamente moroso o início das medidas necessárias para conter os danos (Lainha, 2011).

À época, o Ministério do Meio Ambiente – MMA verificou a inexistência de um planejamento nacional preventivo e de ação para casos de acidentes tecnológicos com produtos químicos (Lainha, 2011).

Visando desenvolver um plano nacional para atuação integrada das instituições públicas e privadas na minimização de acidentes e nas suas consequências, o governo federal promulgou em junho de 2004 o Decreto nº 5.098 criando o Plano Nacional de Prevenção, Preparação e Resposta Rápida a Emergências Ambientais com Produtos Químicos Perigosos – P2R2 (Brasil, 2004). Dentre as diretrizes do Plano citam-se o estímulo à adoção de soluções para assegurar a integração de esforços entre o poder público e a sociedade e o fortalecimento

da capacidade de gestão ambiental integrada no âmbito federal, estadual e municipal no atendimento a situações emergenciais (Brasil, 2004).

O P2R2 foi disseminado a nível estadual, citando-se as comissões estaduais implantadas no Acre, Alagoas, Bahia, Ceará, Espírito Santo, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Pará, Paraíba, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, São Paulo e Tocantins (Lainha, 2011). Em São Paulo a Comissão Estadual de Prevenção, Preparação e Resposta Rápida a Emergências Ambientais com Produtos Químicos Perigosos (CEP2R2/SP), foi formalmente implantada por meio da Resolução Cmil nº 38-610-Cedec em 30 de novembro de 2009 (Lainha, 2011).

Um dos produtos gerados no âmbito da CEP2R2/SP e da plenária da Coordenadoria Estadual de Defesa Civil – CEDEC, é o “Protocolo de Atendimento a Emergências Químicas”, documento assinado em 10 de outubro de 2012. O protocolo tem por objetivo disciplinar as atribuições e compartilhamento de conhecimento entre as diversas instituições públicas que participam da resposta a acidentes envolvendo produtos químicos no Estado de São Paulo. As ações previstas no documento são aplicadas em qualquer emergência química, independentemente da atividade ou fonte geradora (CETESB, 2012).

Posteriormente à criação da comissão estadual, duas subcomissões foram implantadas nas regiões do litoral de São Sebastião e Baixada Santista visando o desenvolvimento de atividades de prevenção e resposta locais considerando o perfil industrial de cada uma das regiões. Mais adiante este autor estará abordando a iniciativa implantada na região da Baixada (Subcomissão Regional de P2R2 da Baixada Santista).

3.4.2.3 A estrutura nacional de preparação e resposta a derrames de óleo

A estrutura nacional para preparação e resposta a derrames de óleo em águas jurisdicionais brasileiras é amparada pela Lei nº 9.966 de 28 abril de 2000 (Brasil, 2000). A Lei prevê três níveis de resposta sendo o primeiro, em nível local, a atuação da empresa sinistrada, que deverá estar preparada para

responder a cenários de pior caso planejados no âmbito de planos de Emergência Individuais - PEI. Como segunda resposta, está prevista a ação conjunta de empresas localizadas numa mesma área geográfica numa modalidade de auxílio mútuo denominado Planos de Área - PA. Finalmente, para casos de maior porte prevê-se a articulação a nível nacional por meio do Plano Nacional de Contingência - PNC.

- **Planos de Emergência Individuais – PEI**

O PEI é um instrumento de licenciamento, o qual é exigido pelo órgão ambiental competente (federal, estadual ou municipal) para o processo de obtenção de licença de operação - LO (CETESB, 2018e).

O PEI é um documento que contém informações sobre procedimentos de resposta da instalação que movimenta óleo podendo ser portos organizados, instalações portuárias, terminais, dutos, sondas terrestres, plataformas e refinarias. Prevê-se também a elaboração de PEIs simplificados por instalações como estaleiros, marinas, clubes náuticos e instalações similares (IBAMA, 2018b). Os planos são desenvolvidos para planejar a resposta a incidentes de poluição por óleo em águas jurisdicionais brasileiras.

A elaboração de PEIs deve seguir as diretrizes estabelecidas em lei (Resolução CONAMA nº 398 de 11 de junho de 2008) (Brasil, 2008). As ações de resposta são baseadas na definição de cenários de derrames de óleo e simulação da dispersão das manchas em água. O dimensionamento espacial do destino das manchas permite estabelecer as áreas passíveis de serem atingidas para as quais devem ser traçadas medidas para conter manchas, tratar linhas de costa contaminadas, entre outras medidas. A Resolução CONAMA nº 398 também instrui o dimensionamento de recursos a serem disponibilizados pela empresa para o enfrentamento de situações baseados em cenários acidentais de pior caso. Tais recursos podem ser de propriedade da instalação ou de empresas terceirizadas de resposta. Neste último caso, para a aprovação do PEI perante o órgão ambiental, deve haver a comprovação de parceria entre a empresa e a terceirizada por meio de contrato firmado e anexado ao PEI (CETESB, 2018e).

No tocante à população potencialmente atingida, sempre que forem identificados cenários acidentais que possam representar riscos à segurança de populações, deve ser indicado no PEI procedimentos para a sua proteção em consonância com as diretrizes estabelecidas pelo Sistema Nacional de Defesa Civil (Brasil, 2008).

- **Planos de Área - PA**

O PA constitui uma modalidade de plano de auxílio mútuo para resposta a derrames de óleo em água. Foi instituído pelo Decreto nº 4.871 de 06 de novembro de 2003 (Brasil, 2003).

O PA deve integrar os PEIs das instalações portuárias e instalações de apoio inseridos numa dada área de concentração. Sua proposta é promover a ação integrada das instalações envolvidas, fortalecendo a capacidade de resposta aos incidentes de poluição por óleo de grandes proporções que venham atingir as águas jurisdicionais brasileiras nas áreas de abrangência do plano. Disciplina também o compartilhamento de recursos, sejam eles materiais ou humanos e orienta as ações necessárias na ocorrência de incidentes cuja fonte poluidora seja desconhecida (manchas de óleo de origem desconhecida).

A elaboração do PA cabe aos responsáveis das instalações participantes sob coordenação do órgão ambiental competente. Atualmente encontram-se implantados no Brasil, os PAs da Baía de Aratu (BA); Baía de Guanabara (RJ); Porto Organizado de São Sebastião (SP) e Porto de Santos e Região (SP) (IBAMA, 2018b) (figura 13). Este último será discutido por esse autor mais adiante.

UF	TIPO	Nome do Plano	Situação/Fase
AL	Portuário	Plano de Área de Alagoas	Em elaboração
AM	Portuário	Plano de Área dos Portos de Manaus	Em elaboração
BA	Portuário	Plano de Área da Baía de Aratu e Entorno	Aprovado
CE	Portuário	Plano de Área dos Portos de Mucuripe e Pecém	Em elaboração
ES	Portuário	Plano de Área do Espírito Santo	Em análise
MA	Portuário	Plano de Área do Complexo Portuário de Itaqui	Em elaboração
PA	Portuário	Plano de Área do Porto da Vila do Conde	Em elaboração
MS	Portuário	Plano de Área de Corumbá/Ladário	Em análise
PB	Portuário	Plano de Área da Região Portuária de Cabedelo	Em elaboração
PE	Portuário	Plano de Área do Porto de Suape	Em elaboração
PR	Portuário	Plano de Área de Paranaguá e Antonina	Em análise
RJ	Portuário	Plano de Área da Baía de Guanabara	Aprovado*
RJ	Offshore	Plano de Área da Bacia de Campos	Em elaboração
RN	Portuário	Plano de Área do Porto de Areia Branca	Em elaboração
RO	Portuário	Plano de Área Setor Portuário de Porto Velho	Em elaboração
SC	Portuário	Plano de Área da Baía da Babitonga	Em análise
SE	Misto	Plano de Área de Sergipe	Em análise
SP	Portuário	Plano de Área do Porto Organizado de São Sebastião	Aprovado
SP	Portuário	Plano de Área do Porto de Santos	Aprovado

Figura 13 - Planos de Área implantados e em vias de implantação ao longo do território nacional.

Fonte: IBAMA

- **Plano Nacional de Contingência - PNC**

O PNC foi instituído pelo Decreto nº 8.127, de 22 de outubro de 2013 (Brasil, 2013). Fixa responsabilidades, estabelece estrutura organizacional e define diretrizes, procedimentos e ações, com o objetivo de permitir a atuação coordenada de órgãos da administração pública e entidades públicas e privadas. Visa ampliar a capacidade de resposta em incidentes de poluição por óleo que possam afetar as águas sob jurisdição nacional, e minimizar danos ambientais e evitar prejuízos para a saúde pública.

Na sua estrutura são estabelecidas instâncias voltadas à articulação entre os órgãos públicos. É prevista uma coordenação operacional responsável pelo comando das ações de resposta que deverá ser feita pela Marinha, para incidentes em águas marítimas, pelo IBAMA, para incidentes em águas

interiores e pela Agência Nacional do Petróleo - ANP nos casos que envolvam estruturas submarinas de perfuração e produção de petróleo (IBAMA, 2018b).

A coordenação geral do PNC é de competência do Ministério do Meio Ambiente. Seu acionamento ocorrerá em função de incidentes de poluição por óleo julgados de significância nacional por um grupo participativo do plano, denominado “Grupo de Acompanhamento e Avaliação”, após esgotados os recursos do Plano de Emergência Individual da instalação envolvida e do Plano de Área da localidade (IBAMA, 2018b).

Na estrutura de resposta do PNC está prevista a atuação de diferentes ministérios dentre eles o da Integração Nacional. Com isso a participação da Defesa Civil em suas instâncias têm a função de apoiar e conduzir as questões relativas à proteção de populações afetadas por incidentes de poluição por óleo (Brasil, 2013).

3.4.2.4 Plano de Ação de Emergência – PAE no âmbito do Programa de Gerenciamento de Risco - PGR

Em que pese o dever do Estado em proteger e preservar o meio ambiente (e o homem), a Constituição Federal em seu artigo 225 remete ao Poder Público o controle da produção, comercialização e o emprego de técnicas, métodos e substâncias que comportem risco para a qualidade de vida e o meio ambiente (Brasil, 1988).

A Lei Complementar nº 140 em seu artigo 8º abarca o mesmo conceito acima, acrescentando na sua definição, o risco à vida (grifo nosso) além daqueles já relacionados à qualidade de vida e o meio ambiente (Brasil, 2011).

Visando garantir a proteção e preservação ambiental, a Lei nº 6.938 aponta como instrumentos de grande importância o Licenciamento Ambiental e a Avaliação de Impacto Ambiental - AIA (Brasil, 1981). De fato, ao longo do processo de licenciamento, vários estudos são normalmente requeridos pelo órgão ambiental licenciador, sendo comumente exigidos, no que tange aos riscos de acidentes tecnológicos, a avaliação dos respectivos impactos por meio de Estudos de Análise de Riscos - EAR (CETESB, 2011; Sánches, 2013).

Durante o processo de licenciamento ambiental no Estado de São Paulo, são exigidas das instalações industriais a elaboração de EAR ou PGR que visam identificar os perigos e estimar os riscos de suas atividades visando o seu gerenciamento, ou seja, prevenindo a ocorrência de acidentes bem como a sua mitigação.

Para a realização desses estudos, a CETESB exige a aplicação da Norma Técnica P4.261 (CETESB, 2011) que fornece diretrizes para a elaboração de EAR ou PGR.

Um dos componentes essenciais e de grande importância de um PGR é o Plano de Ação de Emergência - PAE. Trata-se de um documento que visa à preparação da empresa para responder de forma rápida e eficaz em casos de emergências geradas pelas suas operações e atividades (CETESB, 2011; Sánches, 2013).

O PAE é exigido para instalações licenciadas pelo órgão ambiental como indústrias, bases, terminais, dutos, entre outras, que armazenam, produzem ou transportam substâncias inflamáveis e/ou tóxicas (CETESB, 2011).

O PAE, sendo um documento de apoio às equipes de resposta a acidentes tecnológicos, deve ter como características possibilitar que possíveis danos restrinjam-se a uma determinada área, evitando que os impactos extrapolem os limites de segurança pré estabelecidos; incluir as ações necessárias para evitar situações que contribuam para seu agravamento; ser um instrumento prático que propicie respostas rápidas; e ser sucinto, claro e objetivo contendo as atribuições e responsabilidades dos envolvidos (Yogui, 2008).

Um PAE bem elaborado guarda relação com o respectivo EAR ou PGR do empreendimento. Informações desses estudos como os cenários acidentais, produtos envolvidos nos acidentes, suas quantidades, o ambiente interno e externo potencialmente atingidos, são informações a serem utilizadas para a sua formulação (Taralli, 2017).

Numa situação emergencial, a prioridade é a segurança das pessoas sejam elas os trabalhadores como também a população do entorno (Taralli, 2017). Nesse sentido, a evacuação de pessoal que pode sofrer ferimentos ou serem

afetados é de alta prioridade, assim como ações para evitar o envolvimento de outras pessoas. O isolamento de pessoas pode evitar danos posteriores (Taralli, 2017).

Balisado nos interesses acima, dentre os componentes de um PAE, visando à proteção da comunidade, está o isolamento de área e evacuação quer de trabalhadores da própria planta ou de empresas vizinhas, como também de comunidade adjacente (CETESB, 2011).

3.4.2.5 Plano de Ajuda Mútua - PAM

Uma outra iniciativa implantada em determinadas regiões com concentração de instalações tais como áreas portuárias, complexos petroquímicos, entre outros, refere-se ao Plano de Ajuda Mútua, também denominado Plano de Auxílio Mútuo – PAM. Este, objetiva a atuação integrada das empresas participantes e instituições locais frente a episódios de maior complexidade, inclusive com a disponibilização de recursos materiais e humanos compartilhados (Decreto nº 63.058, 2017). A atuação conjunta e de forma integrada visa fortalecer a resposta, minimizando as consequências indesejadas dos acidentes ao homem e ao meio ambiente.

A implantação de PAM é previsto na Norma Regulamentadora – NR, que trata da Segurança e Saúde do Trabalhador Portuário (NR 29). Esta visa a integrar os atores do complexo portuário para uma atuação conjunta e organizada em casos de emergências relacionadas a incêndios, explosões, vazamentos de produtos perigosos, queda de homem ao mar e poluição ou acidente ambiental (NR 29, 2006). No Estado de São Paulo, ainda que não seja compulsória, a implantação de PAMs é fortemente incentivada pelo Corpo de Bombeiros da Polícia Militar (Lei Complementar nº 1.257, 2015; Decreto nº 63.058, 2017).

Uma série de iniciativas como essa estão implantadas no Brasil. Dentre aquelas mais importantes que guardam relação com a preparação e resposta a acidentes de origem tecnológica, citam-se (Lainha, 2011):

. Estado de São Paulo:

PAM da região industrial de Cubatão;

PAM da região do município de Paulínia;
PAM do Porto de Santos;
PAM da região do município de Campinas.

. Estado do Rio de Janeiro:

PAM da região do município de Campos Elíseos;
PAM da região do município de Costa Verde;

. Estado do Rio Grande do Sul:

PAM da região do município de Canoas;
PAM do município de Rio Grande.

. Estado do Pará:

PAM do Porto de Belém.

. Estado do Paraná:

PAM do Paraná.

No que tange à sua estrutura, os principais componentes de um PAM são os cenários acidentais a serem apoiados, o que estabelece então o escopo do PAM, os órgãos públicos envolvidos no plano e suas respectivas competências, lista de contatos para acionamento dos órgãos envolvidos e os recursos materiais e humanos disponíveis para compartilhamento em uma ação de resposta (Lainha, 2011). Para isso, os planos de emergência de cada empresa participante são tratados de forma integrada.

3.4.2.6 Treinamentos e simulados práticos

Uma preparação adequada para a resposta a um eventual acidente por certo repercutirá positivamente na mitigação de suas consequências (Lopes, 2012). Procedimentos previamente planejados, organizados e articulados, associados à disponibilidade de recursos materiais e humanos tenderão a reduzir os impactos ambientais provocados por um acidente. Em relação aos recursos

humanos, a expertise dos profissionais envolvidos na resposta é fundamental à boa condução do atendimento emergencial (Lopes, 2012).

Reconhecendo essa necessidade, os planos de emergência, qualquer que seja seu formato, prevêem a capacitação dos recursos humanos que estarão envolvidos quando de seu acionamento. Dentre os tipos de treinamentos comumente realizados, figuram os exercícios simulados que projetam cenários fictícios nos quais as equipes, empresas e órgãos públicos intervêm cada qual dentro dos limites de suas competências (Lopes, 2012).

Simulados de grande porte vêm sendo realizados os quais buscam, dentre outras considerações, treinar as equipes e órgãos externos a atuarem de forma organizada para comunicar e informar a população do entorno sobre a ocorrência do acidente fictício e em alguns casos a sua evacuação. Exemplificando, em 12.09.2013 a empresa Transpetro S.A. subsidiária da Petrobrás S.A. realizou um simulado em Guararema, SP, envolvendo um vazamento de gás natural, sendo treinada a evacuação da população das proximidades da planta (figura 14) (informação verbal do autor).



Figura 14 - Layout do simulado realizado pela Transpetro no qual foi treinada a evacuação da população do entorno.

Fonte: Banco de imagens da CETESB

3.4.2.7 Iniciativas implantadas na região do Porto de Santos

Em regiões portuárias, há uma intensa movimentação de substâncias químicas por navios, dutos, terminais petroquímicos e de contêineres, o que constitui uma atividade potencialmente geradora de acidentes acarretando riscos à vida humana, ao meio ambiente e ao patrimônio público e privado. Assim sendo, é de fundamental importância investir na prevenção e gerenciamento desses acidentes (Poffo, 2011).

O Porto de Santos é o maior da América Latina. No ano de 2013, o porto movimentou cerca de 114 milhões de toneladas de cargas, sendo 50% referente a materiais sólidos a granel, 36% de carga geral e 14% de líquidos a granel (Hilsdorf & Neto, 2018). O escoamento de toda essa carga se dá pelos mais variados modais como o rodoviário, marítimo, ferroviário e dutoviário. Para essa movimentação, o porto conta com cais acostáveis, berços de atracação de navios, armazéns cobertos para graneis sólidos, pátios para

armazenamento de contêineres, tanques e dutos para granéis químicos líquidos, entre outros (CODESP, 2018). Essa gama de atividades concorre para a potencialização da geração de acidentes de origem tecnológica.

Nesta esteira, a região do Porto de Santos conta com várias iniciativas visando à prevenção, preparação e resposta a esse tipo de acidente, algumas das quais são relatadas na sequência.

3.4.2.7.1 Comissão Regional de Prevenção, Preparação e Resposta Rápida a Acidentes com Produtos Químicos da Baixada Santista – CRP2R2 – BS/SP

Em função da implantação do P2R2 alicerçado pelo Decreto nº 5.098 de 2004, conforme mencionado anteriormente, a iniciativa foi replicada para vários estados brasileiros. São Paulo internalizou a iniciativa por meio da Resolução Cmil nº 38-610-Cedec de 2009. Em nível regional o P2R2 foi replicado à região da Baixada Santista visando o gerenciamento de acidentes de acordo com o perfil e especificidade local.

Sob a denominação de Comissão Regional de Prevenção, Preparação e Resposta Rápida a Acidentes com Produtos Químicos da Baixada Santista (CRP2R2 – BS/SP), a comissão integra vários órgãos como Defesa Civil de Santos, São Vicente, Praia Grande, Cubatão, Guarujá e Bertioga, a Vigilância Sanitária e Epidemiológica de Santos, o PAM de Guarujá, CODESP, IBAMA, Capitania dos Portos de São Paulo, a Secretaria de Meio Ambiente do município de Santos, Corpo de Bombeiros, CETESB, Polícia Militar entre outros (Associação Comercial de Santos, 2018).

A CRP2R2 – BS/SP está integrada ao P2R2 nacional tendo a proposta de reduzir a ocorrência de acidentes com produtos químicos e aprimorar o sistema de preparação e resposta às emergências com produtos perigosos.

Dentre os produtos gerados no âmbito da CRP2R2 – BS/SP, destaca-se o Sistema de Gerenciamento Integrado de Acidentes - SGI, ferramenta que visa a fortalecer e integrar a atuação conjunta das diferentes iniciativas e

instituições que atuam na região em resposta aos acidentes tecnológicos. Esse instrumento de gestão será discutido posteriormente nessa monografia.

3.4.2.7.2 Plano de Ajuda Mútua do Porto de Santos - PAM do Porto de Santos

O PAM do Porto de Santos, criado no ano de 1966 e posteriormente exigido para as empresas locais por força da NR29 de 1997 do Ministério do Trabalho, que regula a saúde e segurança no trabalho portuário, é composto por 41 empresas localizadas na área do porto organizado (Porto de Santos, 2018) (figuras 15 e 16).



Figura 15 – Setores do Porto Organizado de Santos de acordo com o PAM.

Fonte: CODESP

Área	Terminal	Área	Terminal
Área 1 - Alamoá	Hipercon	Área 5 - Ponta da Praia	ADM do Brasil
	Stolthaven		Gb Terminais Brasil LTDA (Terminal 31) - NST
	Transpetro		Libra Terminais S/A
	Ultracargo		Louis Dreyfus Commodities (Terminal 38)
	Intertek		Louis Dreyfus Commodities (Terminal 30)
	Vopak		Terminal XXXIX/ Caramuru (XL)
Área 2 - Saboó	Brasil Terminal Portuário	Área 6 - Ilha Barnabé	NST Terminais e Logística S/A
	Deicmar S.A.		Emraport
	Terminal Marítimo do Valongo S.A		Ageo Terminais e Ageo Norte
	Ecoporto Santos/ Termares		Adonai
Área 3 - Outeirinhos A	Rodrimar	Área 7 - Margem Esquerda	Granel Química
	Bunge Alimentos S/A		Cutrale
	Cereal Sul Terminal Marítimo S/A		Santos Brasil (TECON)
	Copersucar		TGG
	Fibria		TEG/TEAG
	Pérola		Local Frio
	Rumo Logística		TERMAG
	Terminal 12A S/A		Dow Brasil
Rhis (Eldorado)			
Área 4 - Outeirinhos B	Cia Bandeirantes de Armazéns Gerais		
	Citrosuco S/A Agroindústria		
	Concais S.A.		
	Marimex		
	T-Grão		

Figura 16 – Empresas participantes do PAM do Porto de Santos.

Fonte: CODESP

Os planos individuais de todos os 41 terminais são integrados e, quando do acionamento do PAM por qualquer um dos terminais signatários, a estrutura de resposta é desencadeada colocando-se à disposição os recursos materiais e humanos visando o fortalecimento da resposta ao acidente (Porto de Santos, 2018a).

O PAM do Porto apresenta uma coordenação e dentro do planejamento anual, são realizadas reuniões mensais entre seus integrantes onde são discutidos assuntos diversos e encaminhadas propostas para o melhor desempenho do plano.

3.4.2.7.3 Plano de Auxílio Mútuo do Guarujá – PAMG

O PAMG constitui uma iniciativa amparada legalmente. O município de Guarujá, por meio da publicação do Decreto Municipal nº 4.566 de 07.02.1991, reestruturou a Comissão Municipal de Defesa Civil e aprovou o Plano de

Defesa Civil e o Plano de Auxílio Mútuo de Guarujá – PAMG (Decreto 4566/1991).

O PAMG é composto por 11 empresas (figura 17) cujas atividades referem-se à movimentação de cargas gerais, contêineres (inclusive cargas químicas), granéis sólidos (mineral e vegetal), veículos e passageiros (Zibelli, informação pessoal; Maj. Tenório, informação pessoal). O PAMG prevê recursos mínimos de cada empresa a ser cedido quando de seu acionamento, bem como sistemas de comunicação (rádios). São realizados treinamentos e simulados periódicos com o objetivo de aperfeiçoar o plano (Zibelli, informação pessoal).

- | | |
|---|----------------------------|
| ✓ Arpoador Engenharia | ✓ Localfrio S/A – Armazéns |
| ✓ Dow Brasil Sudeste Industrial Ltda. | Frigor |
| ✓ Saipem do Brasil Serviços de Petróleo Ltda. | ✓ TEG / TEAG |
| ✓ Santos Brasil S/A | ✓ TERMAG |
| ✓ Sucocítrico Cutrale Ltda. | ✓ TGG |
| | ✓ Translitoral |

Figura 17 – Empresas participantes do PAMG

Fonte: 6º Grupamento do Corpo de Bombeiros de SP

3.4.2.7.4 Plano de Auxílio Mútuo de Cubatão – PAM Cubatão

O PAM de Cubatão foi implantado no ano de 1978. Conta atualmente com 18 empresas signatárias mantendo um sistema de apoio no combate a acidentes, incêndios e vazamentos de produtos químicos no Polo Industrial (figura 18).

- | | | |
|-----------------------|-----------------------|------------------------------|
| ✓ Anglo American | ✓ Petrobras | ✓ Vale Fertilizantes - Uni 1 |
| ✓ Braskem | ✓ Petrocoque | ✓ Vale Fertilizantes - Uni 2 |
| ✓ Cesari | ✓ Tecub | ✓ Vale Fertilizantes - Uni 3 |
| ✓ Columbian Chemicals | ✓ Transpetro | ✓ VLI |
| ✓ Down Brasil | ✓ Unigel / CBE | ✓ White Marthins |
| ✓ Hidromar | ✓ Unipar / Carbocloro | ✓ Yara |
| ✓ Linde Gases | ✓ Usiminas | |

Figura 18 – Empresas participantes do PAM de Cubatão.

Fonte: 6º Grupamento do Corpo de Bombeiros de SP

O perfil das empresas participantes é o mais variado, com atuação no ramo petroquímico, refino de petróleo, indústria química, siderúrgica, fertilizantes, e energética. As ações do PAM são no sentido de preservar a vida dos

trabalhadores, meio ambiente, comunidade e as instalações industriais (Pimenta, informação pessoal).

3.4.2.7.5 Plano Integrado de Emergência da Associação Brasileira de Terminais de Líquidos – PIE da ABTL

A Associação Brasileira de Terminais de Líquidos – ABTL foi fundada em 1981 tendo a missão de promover o desenvolvimento do setor de terminais líquidos no Brasil, e oferecer apoio técnico visando atingir padrões de qualidade, segurança e respeito ao meio ambiente (ABTL, 2018).

Em 1988, por iniciativa conjunta da ABTL e CETESB, foi implantado o Programa de Gerenciamento de Riscos de Dutos e Terminais da Baixada Santista o que representou um avanço nas questões de segurança e meio ambiente associadas aos terminais da região. Neste contexto, foi criado em 1991 o Plano Integrado de Emergência – PIE dos terminais, com vistas a ampliar a capacidade de resposta a emergências por meio da adoção de ações conjuntas inclusive com a integração de recursos materiais e humanos.

O PIE é composto por 11 empresas signatárias (figura 19), nove das quais movimentam graneis químicos líquidos, e duas outras que movimentam gás liquefeito de petróleo - GLP. Quando da ocorrência de um acidente, em que seja necessário o acionamento do plano, a empresa sinistrada comunica o fato ao corpo de bombeiros que na sequência aciona o PIE (figura 19).

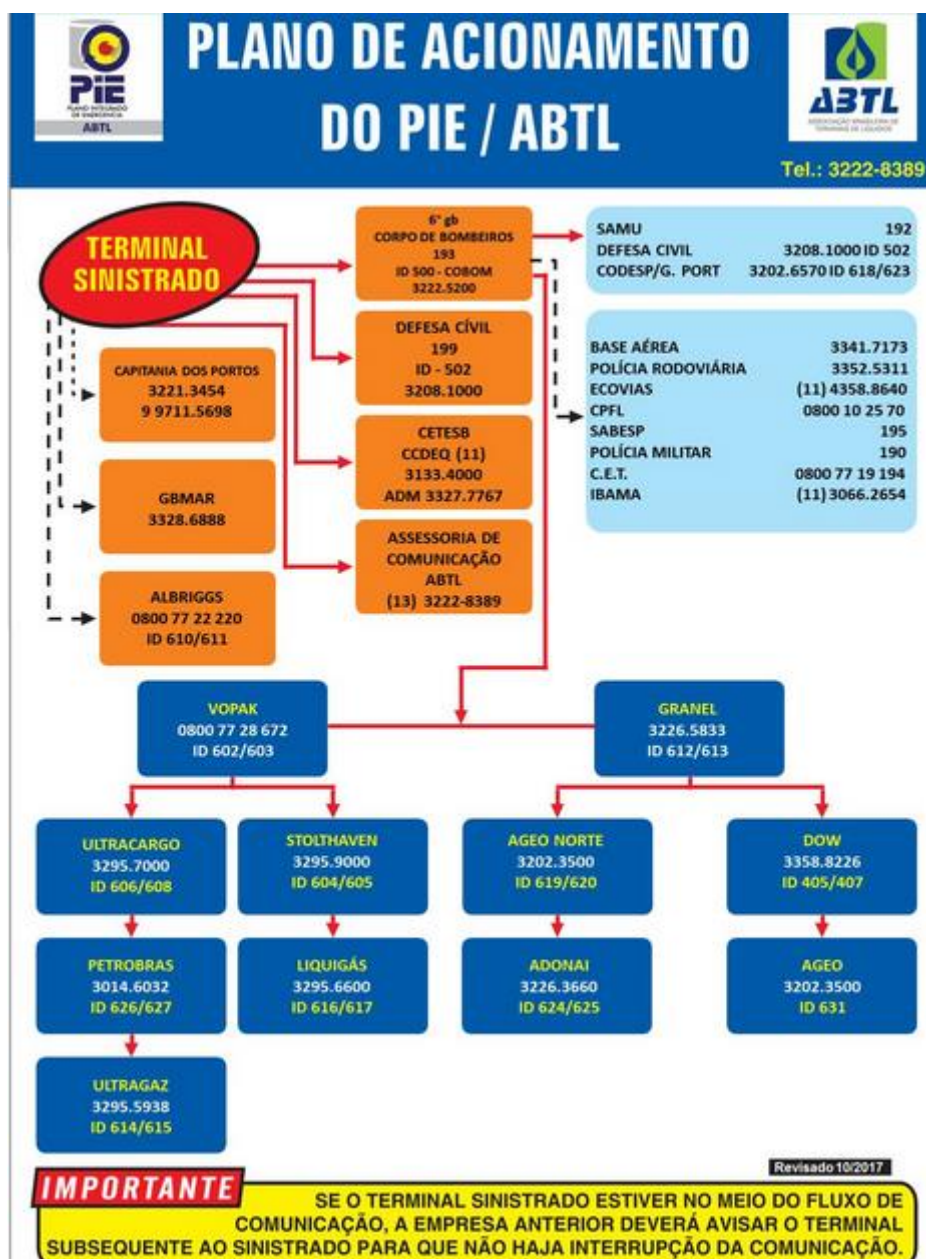


Figura 19 – Fluxo de acionamento do PIE da ABTL e empresas participantes.

Fonte: ABTL

Em 2000 a CETESB desencadeou uma nova etapa do gerenciamento de riscos dos terminais o que culminou, no ano de 2003, na elaboração e consolidação do Plano de Contingência para Derrames de Produtos Químicos no Mar - PCDM o que ampliou e aperfeiçoou o próprio PIE uma vez que este novo plano concebia a resposta a emergências fora dos limites da instalação.

O PCDM planeja as ações de combate caso ocorra vazamentos de produtos químicos no mar. Esse planejamento segue as orientações previstas no Acordo

de Bonn; mecanismo de ajuda mútua entre os países bálticos e a União Europeia para o combate a poluição provocada por acidentes marítimos e instalações fixas no Mar do Norte (Bonn Agreement, 2018).

De acordo com essa abordagem, os produtos químicos são classificados em grupos com comportamento similar uma vez atingindo a água (Bonn Agreement, 2018). Com base nas características de pressão de vapor, densidade e solubilidade, as substâncias podem ser classificadas entre aquelas que evaporam, flutuam, dissolvem ou afundam (figura 20). Com isso as estratégias de combate são padronizadas e planejadas para as classes das substâncias e não para cada substância de forma individualizada, tornando o plano mais prático, conciso, objetivo e eficiente.

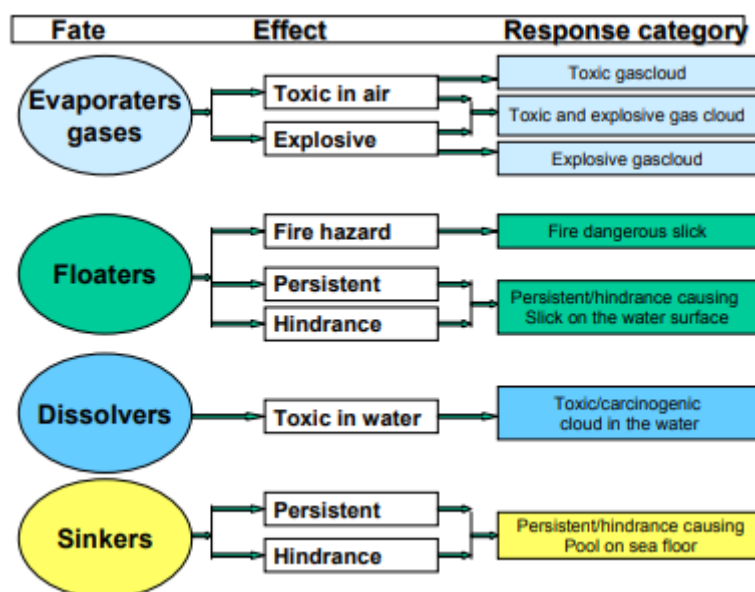


Figura 20 – Categorias de resposta a vazamentos com base na classe do produto químico.

Fonte: Bonn Agreement

3.4.2.7.6 Rede Integrada dos PAMs da região da Baixada Santista – RIPAM/BS

O RIPAM/BS constitui um grupo informal criado em 2016 comendo representantes do comando do 6º Grupamento de Bombeiros, Grupamento de Bombeiros Marítimo - GBMAR, Defesa Civil dos municípios de Santos,

Cubatão e Guarujá e os coordenadores dos PAMs da região (Maj. Tenório, informação pessoal).

O RIPAM/BS tem como objetivos promover a integração entre os diferentes PAMs por meio da padronização de procedimentos e rotinas como fluxograma de acionamento, treinamentos, etc., fomentar e difundir o SICOE e promover a melhoria e aperfeiçoamento do compartilhamento de recursos humanos e materiais durante grandes emergências (Maj. Tenório, informação pessoal).

3.4.2.7.7 Plano de Área do Porto de Santos e Região – PAPS e os Planos de Emergência Individuais – PEI das empresas

Os Planos de Área - PA constituem uma modalidade de plano de ajuda mútua voltados especificamente para o combate à poluição provocada por derrames de óleo na água. Sua implantação é prevista em lei, portanto constitui uma exigência dos órgãos ambientais competentes para algumas localidades específicas onde se concentrem instalações que movimentam óleo (Brasil, 2003).

Na Baixada Santista, especificamente na região do Porto Organizado de Santos, foi implantado em 16.12.2015, sob coordenação da CETESB e IBAMA, o Plano de Área do Porto de Santos e Região – PAPS (Porto de Santos, 2018b).

O PAPS é formado por 47 empresas presentes na região do porto, localizadas nos municípios de Cubatão, Santos e Guarujá. Constitui um documento que integra os PEIs das instalações signatárias.

O plano prevê ações conjuntas, coordenadas e articuladas entre as empresas participantes, quando da ocorrência de acidentes tecnológicos envolvendo derrames de óleo de maior complexidade. Recursos para o combate como recolhedores de óleo e barreiras de contenção são compartilhados entre os integrantes aumentando a capacidade de contenção e recolhimento do óleo na água (Porto de Santos, 2018b).

O PAPS é permanentemente mantido e periodicamente revisado. O cronograma de atividades anuais prevê reuniões mensais entre os integrantes onde temas de interesse são discutidos. Da mesma forma são planejados e executados treinamentos teóricos e práticos visando aperfeiçoar o plano. Exemplificando, em 22.06.2016 foi realizado um simulado em uma das instalações participantes onde foram treinados procedimentos de resposta como contenção das manchas de óleo, limpeza de ambientes costeiros atingidos, entre outros (A Tribuna, 2018b) (figura 21).



Figura 21 – Detalhe da colocação de barreiras de contenção durante o simulado ocorrido em Santos no âmbito do PAPS.

Fonte: A Tribuna

3.4.2.7.8 Sistema de Gestão Integrado de Prevenção, Preparação e Atendimento a Emergências Químicas com Produtos Perigosos, na Região da Baixada Santista – SGIP2R2/BS.

Recentemente, dois eventos ocorridos na região do Porto de Santos despertaram preocupação por parte das instituições públicas referente aos riscos de acidentes tecnológicos.

O primeiro acidente, ocorrido em 02.04.2015 no município de Santos, na empresa Ultracargo, envolveu um incêndio que atingiu seis tanques de armazenamento de combustíveis; dois deles contendo etanol e quatro contendo gasolina. O incêndio, com duração de 10 dias, provocou a geração

de grande quantidade de fumaça, despertando a preocupação da Defesa Civil local que elaborou um plano de contingência caso fosse necessária a evacuação de população (figura 22). Em função da dispersão das plumas, não foi necessário implementar o plano (Cunha, 2015).



Figura 22 – Plumagens geradas pelo incêndio as quais foram monitoradas visando estabelecer a necessidade de evacuação de população do entorno.

Fonte: Banco de imagens da CETESB

Posteriormente, em 14.01.2016 outro incêndio ocorrido na empresa Localfrio, Guarujá, se propagou em um setor do pátio de contêineres. Em função do incêndio, um dos contêineres contendo dicloroisocianurato de sódio se rompeu e o produto, incompatível com água, reagiu liberando uma pluma tóxica que atingiu áreas populosas sendo necessária a evacuação de pessoas em um raio de 100 metros do foco do sinistro (Revista Proteção, 2016) (figura 23). Cerca de 200 pessoas procuraram o atendimento médico local e um óbito foi constatado o qual foi relacionado com o sinistro (Nery, 2016).

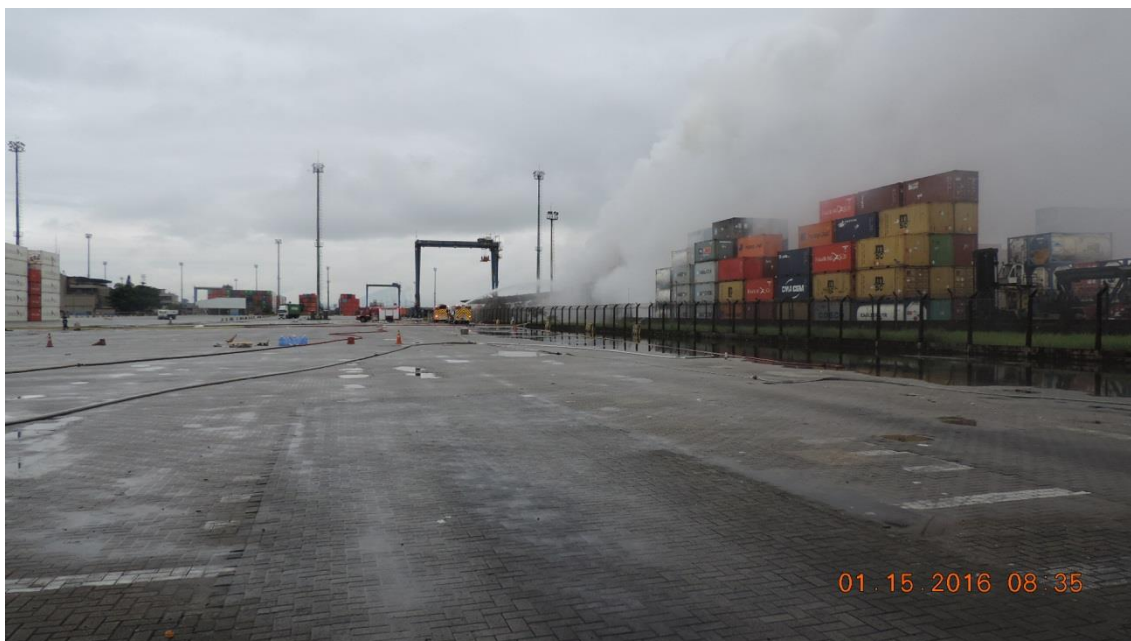


Figura 23 – Pluma tóxica gerada em função da reação química da água de combate e chuvas sobre o produto dicloroisocianurato de sódio.

Fonte: Banco de imagens da CETESB

Em razão dos acidentes, a Coordenadoria Estadual de Defesa Civil – CEDEC promoveu um encontro técnico no qual foram discutidas as consequências dos acidentes tendo-se apontada a vulnerabilidade da região frente à ocorrência de acidentes de maior porte, apesar das iniciativas já implantadas na região relacionadas à gestão de emergências tecnológicas. Deste evento e de outros fóruns realizados, foi deliberada pela necessidade de um trabalho integrado na região, entre todos os atores que atuam durante uma emergência, como Corpo de Bombeiros, Defesa Civil, CETESB, agentes de trânsito e setor de saúde.

Dessa forma, foi publicada em 10.04.2017, a Resolução Cmil 7-610 – Cedec que instituiu um comitê para implantação do Sistema de Gestão Integrado de Prevenção, Preparação e Resposta Rápida a Emergências Ambientais com Produtos Químicos Perigosos (SGIP2R2/BS) (CASA MILITAR, 2017).

O principal objetivo do Sistema é o de convergir os esforços e iniciativas em andamento na Baixada Santista de modo a atuarem integradamente e traçando objetivos comuns visando fortalecer a preparação e resposta a acidentes de origem tecnológica.

Dentre os temas já em andamento no âmbito do SGI destacam-se:

- . Desenvolvimento e implantação do processo APELL, visando à preparação e proteção da população do entorno das plantas industriais;
- . Elaboração de um mapeamento de riscos para a região do Porto de Santos de forma a apresentar a vulnerabilidade das populações do entorno de plantas industriais em casos de liberação acidental de produtos tóxicos.

Ressalta-se que a presente monografia tem como objetivo principal dimensionar a quantidade de pessoas potencialmente atingidas por plumas tóxicas originadas por liberação acidental de empresas localizadas na região do Porto de Santos. Portanto os resultados obtidos deste trabalho serão utilizados para o alcance de uma das metas do SGI.

3.4.2.7.9 Programa de Gerenciamento de Riscos dos Terminais da Baixada Santista – PGR Baixada Santista

Em decorrência do histórico de acidentes de origem tecnológica, a CETESB passou a incorporar as técnicas de análise de risco em suas atividades, com vista a prevenir a ocorrência de acidentes ambientais no segmento industrial.

Particularmente na Baixada Santista, a CETESB deu início em 1988, à implantação do Programa de Prevenção e Gerenciamento de Riscos de 11 terminais (PGR – I). Após análise dos programas e vistorias em campo, várias exigências foram dirigidas aos terminais cujas mediadas foram implantadas ao longo dos anos subsequentes (Vivienne, informação pessoal).

Em 1991, um novo acidente ocorreu nas dependências da empresa Granel Química presente na Ilha Barnabé, Santos. Uma descarga elétrica (raio) atingiu um tanque carregado com acrilonitrila causando incêndio de grande proporções, levando pânico à população do entorno (CETESB, 2018f). Em decorrência desse acidente a CETESB exigiu a implantação de gás inerte nos tanques de armazenamento de líquidos inflamáveis da classe I minimizando a possibilidade de novos acidentes com cenários similares (CETESB, 2018f).

Posteriormente, dois outros acidente ocorridos nos anos de 1998 e 1999 envolvendo a liberação de substâncias inflamáveis (e seguida de incêndio) durante operações de transferência dos produtos de tanques para caminhões, a CETESB implantou uma nova fase do PGR, denominada PGR – II na qual foram vistoriados 16 terminais químicos da região e novas exigência foram feitas visando aperfeiçoar o PGR das empresas.

Finalmente no ano de 2015 após os acidentes envolvendo as empresas Ultracargo e Localfrio, anteriormente comentados, a CETESB iniciou uma terceira fase do PGR (PGR – III), criado por meio da Resolução SMA nº 29 de 2015 (Resolução SMA, 2015). Nesta etapa, nove terminais foram vistoriados sendo feitas uma série de recomendações no sentido do aperfeiçoamento dos PGR e PAE das empresas bem como a implantação de novas medidas de caráter físico para aprimorar a segurança das instalações (Vivienne, informação pessoal).

Dentre as recomendações endereçadas aos terminais, no que concerne à proteção de populações, foi formalizada a exigência de se inserir no PGR da respectiva empresa “procedimento para comunicação de risco à comunidade”. A recomendação se sustenta pelo fato de que a comunidade tem o direito de saber a quais riscos estaria exposta em caso de vazamento de substância química, de incêndio e de explosão, bem como ter o direito de saber como proceder adequadamente em situações de emergência, visando sua própria segurança e a de seus familiares (Vivienne, com.pes.). Considera-se esta recomendação um avanço na questão de gestão da população do entorno de áreas industriais haja vista a carência e falta de harmonização de procedimentos nessa linha de gestão.

3.4.2.7.10 Grupo de Trabalho de Prevenção de Sinistros no Porto de Santos – GT/PS

O Porto de Santos conta com uma iniciativa denominada Comissão Local das Autoridades do Porto de Santos – CLAPS. Essa comissão é integrada por membros da Agência Nacional de Transporte Aquaviários – ANTAQ, Marinha

do Brasil, Polícia Federal, IBAMA, Exército Brasileiro, CETESB e CODESP (Santos, informação pessoal).

Na esfera de atuação do CLAPS foi criado o Grupo de Trabalho de Prevenção de Sinistros no Porto de Santos – GT/PS. Tal iniciativa teve como agente motivador o acidente anteriormente relatado envolvendo o incêndio no pátio de contêineres da empresa Localfrio.

A dificuldade encontrada no momento da resposta ao incêndio, relativa à identificação do contêiner sinistrado e à respectiva carga em seu interior, bem como à morosidade na aquisição de informações sobre a identificação do conteúdo de contêineres localizados ao longo do pátio, constituiu um fator negativo, apontado pelas autoridades como sendo uma questão a ser discutida e aperfeiçoada.

Dessa forma, o GT/PS elaborou uma proposta de identificação rápida de contêineres presentes nos pátios dos terminais, a qual foi posteriormente implantada por 11 terminais de contêineres: Brasil Terminal Portuário – BTP, Companhia Bandeirantes, Deicmar, Ecoporto, Embraport, Libra, Localfrio, Marimex, Rodrimar, Santos Brasil e Transbrasa (Santos, informação pessoal).

A proposta aborda a implantação de um banco de dados, com localização e acesso remoto, fora da área da empresa, contendo informações sobre a localização e natureza das cargas perigosas, informações essas atualizadas diária e periodicamente. Da mesma forma, apresenta a elaboração, em meio digital, do *layout* do terminal, indicando os acessos e os locais reservados aos contêineres que contenham cargas perigosas (figura 24) (Santos, informação pessoal).

Essa proposta objetiva dar suporte às ações de preparação rápida e planejamento das melhores estratégias de resposta por parte dos atores envolvidos na emergência, a fim de melhor proteger o meio ambiente e as comunidades potencialmente exposta às consequências desses acidentes.

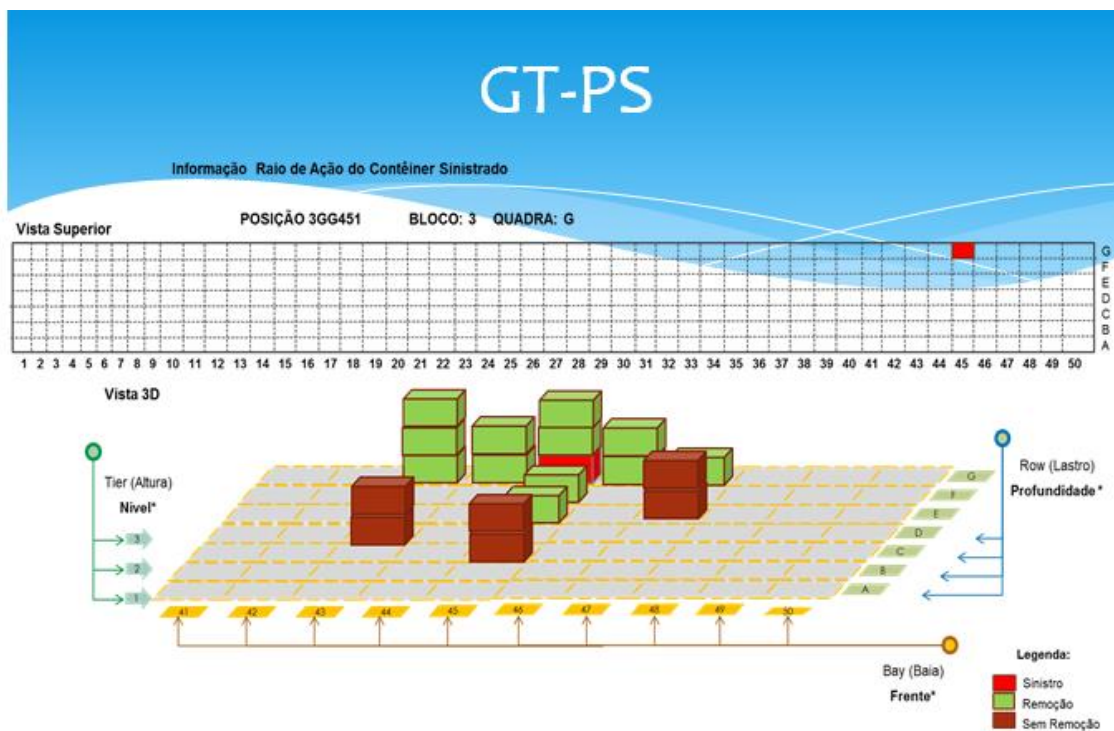


Figura 24 – Modelo conceitual de *layout* de um terminal evidenciando a posição e conteúdo de um contêiner envolvido em um sinistro.

Fonte: GT/PS

4 Desenvolvimento da Monografia

4.1 Metodologia

O presente trabalho, o autor primeiramente contextualizou as iniciativas e planos atualmente existentes, principalmente na região do Porto de Santos, verificando o escopo dos mesmos no que se refere à gestão e proteção de populações presentes no entorno das instalações industriais (item 3.4). Para tanto, por meio de levantamento bibliográfico e acesso a sítios específicos, utilizando-se de uma abordagem exploratória, buscou-se entender e extrair informações de como tais iniciativas abordam a questão sobre a proteção de populações presentes em áreas limítrofes às instalações industriais. Buscou-se também, informações diretamente com profissionais que atuam na área, principalmente representantes de instituições como o Corpo de Bombeiros. A experiência profissional do autor auxiliou para a elaboração dessa parte da monografia.

Para a análise de vulnerabilidade das populações do entorno das empresas, o autor utilizou a modelagem de dispersão de plumas tóxicas com a utilização do modelo ALOHA 5.4.7 e MARPLOT (EPA, 2018c) que fornece as diferentes zonas de perigo associadas às concentrações tóxicas de interesse AEGL 1, 2 e 3 e a plotagem dessas informações em mapas georreferenciados.

No que tange à estimativa de população atingida por vazamentos de produtos químicos tóxicos, líquido e gás (estimativa de consequências), as zonas de perigo obtidas nos modelos foram transferidas para o *Google Earth* sendo, posteriormente, obtidas as áreas com ocupações humanas atingidas. Utilizando-se dados do IBGE de densidade demográfica dos bairros atingidos dos municípios de Santos e Guarujá foi possível estabelecer o número de pessoas afetadas em termos de fatalidade (concentração tóxica AEGL 3) e pessoas intoxicadas sem a possibilidade de fuga (concentração tóxica AEGL 2). Para as áreas atingidas por concentração tóxica AEGL 1 o número de pessoas atingidas não foi estimado.

De forma a estimar a população vulnerável, os limites das zonas de perigo foram expandidas em raios concêntricos sendo obtidas as áreas ao redor das empresas passíveis de receberem concentrações tóxicas dos produtos vazados. Posteriormente, de forma análoga ao informado anteriormente, foi estimado o número de pessoas vulneráveis às concentrações tóxicas AEGL 3 e 2.

De forma a se considerar dois cenários distintos (vazamento de gás tóxico e de líquido tóxico), foram selecionadas para o estudo duas empresas localizadas no Porto de Santos; uma que utiliza gás no seu processo de refrigeração, e uma segunda, que recebe, armazena e expede produtos químicos tóxicos líquidos.

A metodologia do trabalho encontra-se relatada com detalhes na sequência.

4.1.1 Local de Estudo

O litoral do Estado de São Paulo possui 880 km de extensão. É dividido em três regiões; o litoral sul, litoral norte e baixada santista. Esta última, localizada na região central do litoral paulista, congrega nove municípios: Peruíbe, Itanhaém, Mongaguá, Praia Grande, São Vicente, Santos, Cubatão, Guarujá e Bertioga (figura 25) (CETESB, 2017).



Figura 25 – Localização da Baixada Santista e seus municípios.

Fonte: CETESB

O Porto de Santos, sob administração federal da Companhia Docas do Estado de São Paulo – CODESP está inserido na região da baixada santista, nos municípios de Santos e Guarujá. Constitui os espaços terrestres e aquáticos que compreendem as instalações portuárias e infraestrutura de proteção e de acesso ao porto. Sua área é definida por lei (Decreto nº 4.333 de 2002) constituindo uma poligonal que indica os limites geográficos do porto organizado (Porto de Santos, 2018).

O lado direito do Porto de Santos, inclui a parte insular do município de Santos e ocupa uma área de 4.000.000 m². O lado esquerdo, na Ilha de Santo Amaro, no município de Guarujá, ocupa uma área de 3.700.00 m² (Poffo, 2007). O porto conta com 13 km de cais; 64 berços para atracação de navios; 480.000 m² de armazéns e silos; 1.120.000 m² de pátios e 520 tanques de armazenamento com capacidade de armazenagem de 545.000 m³ de grânéis líquidos. Conta ainda com terminais especializados para grãos, fertilizantes, grânéis líquidos e 550.000 m² de pátios destinados ao armazenamento de contêineres (figura 26) (Poffo, 2007).



Figura 26 – Localização dos principais tipos de terminais no Porto de Santos.

Fonte: Poffo

No que se refere à manipulação de produtos químicos (armazenamento, transferência, utilização no processo), destacam-se os terminais de grânéis químicos líquidos, os terminais de contêineres e as instalações que utilizam gás refrigerante (amônia) em seu processo (empresas de logística de sucos cítricos) (figura 27) (informação pessoal).

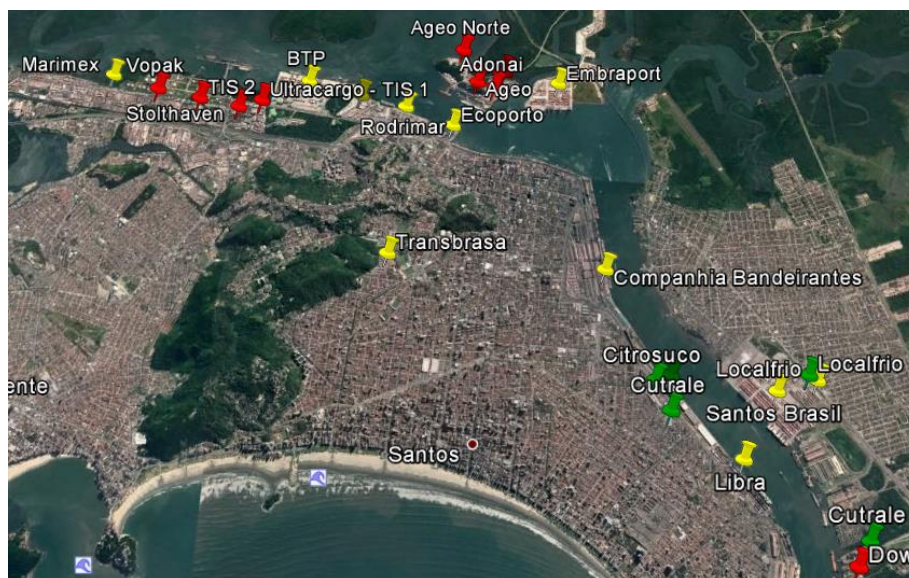


Figura 27 – Principais terminais que movimentam produtos químicos no Porto de Santos.

Fonte: Imagem elaborada pelo autor

Dentre os terminais apresentados na figura 27 citam-se aqueles que movimentam grânéis químicos líquidos (hachurados em vermelho), os terminais de contêineres (em amarelo) e as empresas que utilizam amônia para refrigeração (em verde) (tabela 2).

Tabela 2 - Principais terminais e empresas que movimentam produtos químicos no Porto de Santos.

Terminais de Granéis Químicos	Terminais de Contêineres	Empresas que utilizam amônia
Adonai	BTP	Cutrale Santos
Ageo	Companhia Bandeirantes	Cutrale Guarujá
Ageo Norte	Deicmar	Citrosuco
Dow	Ecoporto	Localfrio
Granel	Embraport	
Stolthaven	Libbra	
Ultracargo TS 1 e TIS 2	Localfrio	
Vopak	Marimex	
	Rodrimar	
	Santos Brasil	
	Transbrasa	

Para a realização desta monografia foram selecionados o terminal de granel líquido Ageo Terminais e a empresa de concentrado cítrico Cutrale Guarujá. Essa seleção visou aplicar o modelo para duas situações: vazamento de líquido tóxico e gás tóxico, respectivamente.

4.1.2 Metodologia para estimativa de consequências para vazamentos de produtos químicos tóxicos

Conforme relatado, para as estimativas de consequências, foram selecionadas as empresas Cutrale e Ageo. Para a obtenção das distâncias ou zonas de perigo foi utilizado o modelo ALOHA. Para tanto foram escolhidas as substâncias representativas de cada empresa, os volumes de vazamento de acordo com análise histórica de acidentes (para o caso da empresa Ageo) e as variáveis meteorológicas de acordo com CETESB (2011). As concentrações de interesse utilizadas foram os valores de *Acute Exposure Guideline Limits – AEGL*.

a) Locais de aplicação do modelo

Ageo Terminais e Armazéns Gerais S/A.

O Terminal da Ageo localiza-se em terreno arrendado pela CODESP, na Ilha de Barnabé, Santos, SP (Lat. -23.922720°; Long. -46.329546°) (figura 28). O terminal tem capacidade de estocagem de 220.000 m³ armazenados em 118 tanques distribuídos em nove bacias de contenção.

O terminal recebe e expede produtos químicos por via marítima (navios) e rodoviária (caminhões-tanque). A empresa está licenciada pela CETESB para a movimentação de granéis líquidos como ácidos minerais, ácidos inorgânicos, ácidos orgânicos, outros corrosivos, aminas, anidridos orgânicos, acetatos, acetonas, aldeídos, álcoois, fenóis, olefinas, parafinas, hidrocarbonetos, ésteres, glicóis-éteres e delimonenos (ITSEMAP, 2015).

Sucocítrico Cutrale Ltda.

Localiza-se no município do Guarujá, SP (Lat. -23.977988°; Long. -46°28'25.27") (figura 28). Movimenta soja, farelo de casca cítrica e suco de laranja

concentrado. Apresenta capacidade total de armazenagem de 242.200 t. O terminal é composto por um cais de atracação para navio.

Para os sistemas de refrigeração, o terminal utiliza os produtos químicos amônia e solução alcoólica. Os tanques de amônia, em número de dois, apresentam cada qual uma capacidade de estocagem de 3.000 litros de produto.

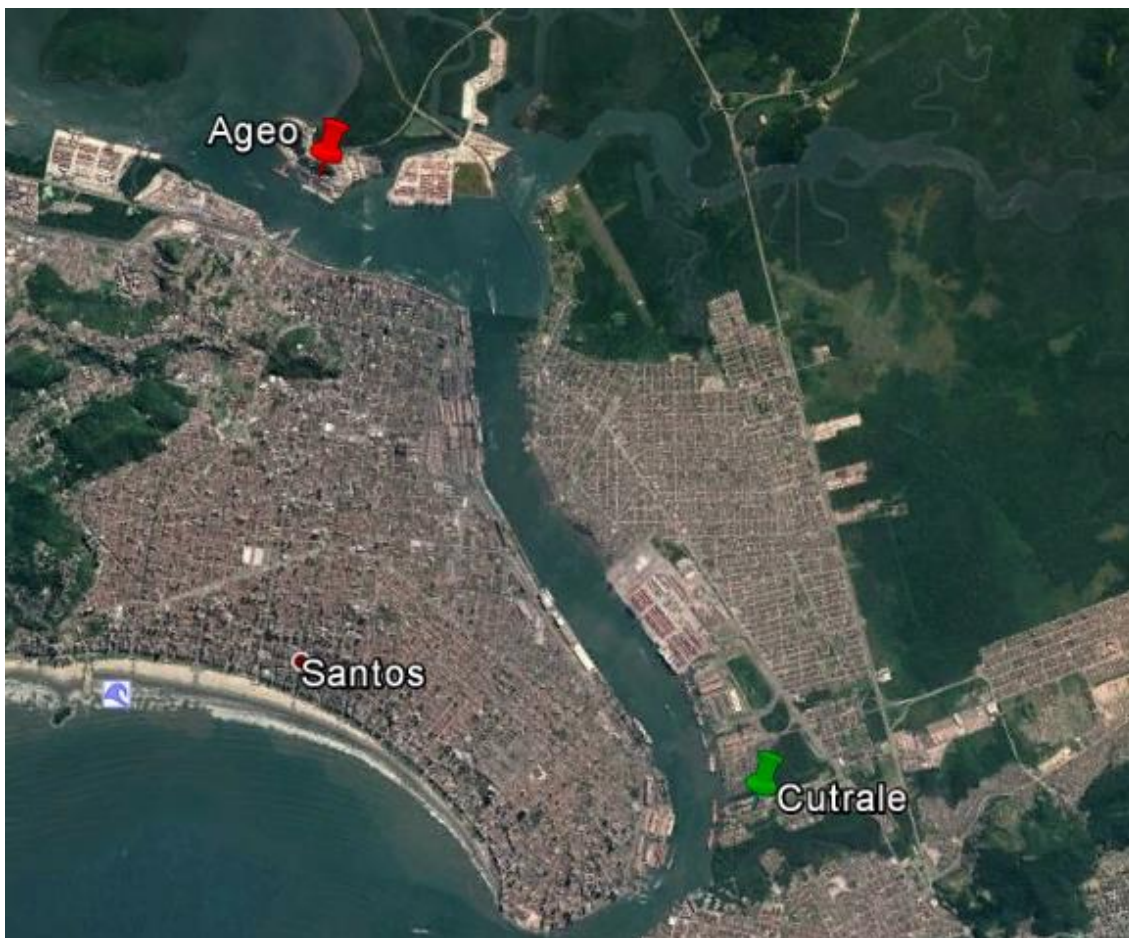


Figura 28 – Localização das empresas Cutrale e Ageo.

Fonte: Imagem elaborada pelo autor

b) Seleção das substâncias tóxicas

Para o caso de produto químico gasoso foi utilizada a amônia uma vez que na região existem várias plantas que utilizam esse produto para seu processo de refrigeração. Ademais, ocorrências envolvendo pequenos vazamentos de amônia são comuns na região do Porto de Santos, originando incômodo à população. A amônia é um produto tóxico e corrosivo à pele podendo levar a lesões e irritações oculares e sensibilização respiratória ou à pele, dentre outros efeitos. É um gás incolor de odor picante e extremamente penetrante,

cujo limite de percepção olfativa é de 5 partes por milhão - ppm. A densidade do gás é de 0,59, portanto mais leve que o ar. A densidade relativa do líquido é de 0,68 (FISPQ da amônia, 2017).

No que se refere aos produtos químicos líquidos tóxicos, foi selecionado, dentre os produtos autorizados pela CETESB para armazenamento, o produto de maior toxicidade estocado no Terminal da Ageo. Para tanto, foi acessado o Plano de Contingência para Derrames no Mar – PCDM do PIE da ABLT onde foi acessada uma planilha contendo todos os produtos licenciados pela empresa para estocagem.

Para a seleção foram utilizadas as informações de dose letal 50% - DL₅₀ (menor valor), ou seja, a substância mais tóxica dentre todas, e de pressão de vapor maior que 10 (PV>10mmHg), ou seja, aquela que uma vez derramada no ambiente volatiliza-se. Após a seleção da substância, foi realizada pesquisa a fim de identificar os valores de AEGL da substância (EPA, 2018d). Foi adotado o valor de AEGL final, ou seja, aquele validado e publicado pelo Conselho Nacional de Pesquisa da Academia Nacional de Ciências (EPA, 2018d).

Seguindo esses critérios, foi eleita a substância acrilonitrila. Esse produto é um líquido tóxico, inflamável, irritante e corrosivo à pele e aos olhos. Caso ingerido pode causar distúrbios gastrointestinais. É um líquido incolor, de odor acre, e pH entre 6 a 7,5 (em solução de 5%). A densidade relativa do líquido é de 0,8 e a do vapor, de 1,83 (FISPQ da acrilonitrila, 2008).

c) Massa/volume envolvido no vazamento

- **Amônia**

Para a seleção da massa de vazamento foi adotado o vazamento total do inventário de um tanque de amônia refrigerada da empresa. Por meio do acesso às informações cadastrais da Cutrale, armazenadas no banco de dados da CETESB - SIPOL, foi obtida a quantidade máxima de armazenamento do produto, sendo de 3.000 L.

Para a utilização da quantidade de produto no modelo ALOHA, o volume em litros de amônia foi convertido em massa, considerando a densidade relativa do líquido de 0,68, chegando-se numa quantidade de vazamento de amônia de 2.000 kg, valor esse adotado para as simulações.

- **Acrilonitrila**

A determinação do volume de vazamento para líquidos foi realizada com base em dados históricos. Foi feita consulta ao sistema de informações de emergências químicas da CETESB – SIEQ (CETESB, 2018b), considerando um período de busca entre 01.01.1978 e 31.12.2017, levando em conta a atividade de armazenamento e produtos das classes 3 (inflamáveis) e classe 8 (corrosivos) (figuras 29 e 30). No caso de líquidos inflamáveis foram obtidas 37 ocorrências (registros que contém a informação de volume vazado). No caso de corrosivos, foram obtidos 25 registros.

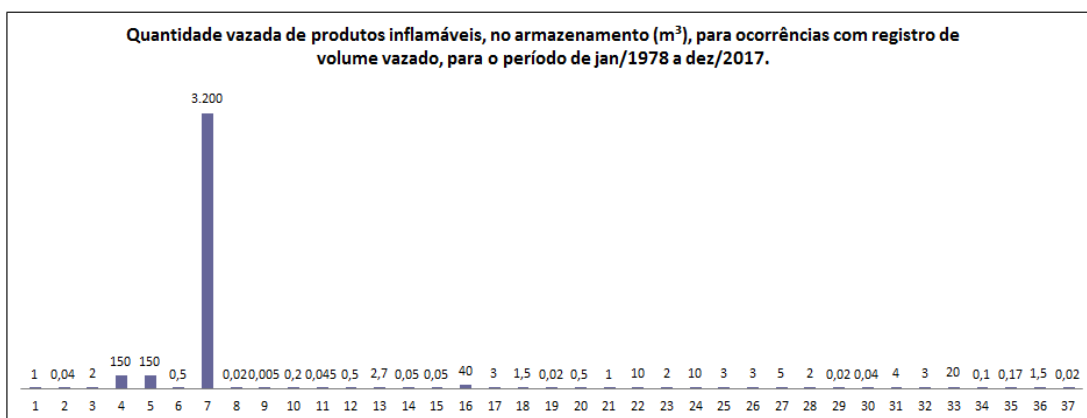


Figura 29 - Quantidade vazada de líquidos inflamáveis em acidentes ocorridos no Estado de São Paulo entre jan/1978 e dez/2017, para as ocorrências onde foram estabelecidos os volumes vazados – Armazenamento.

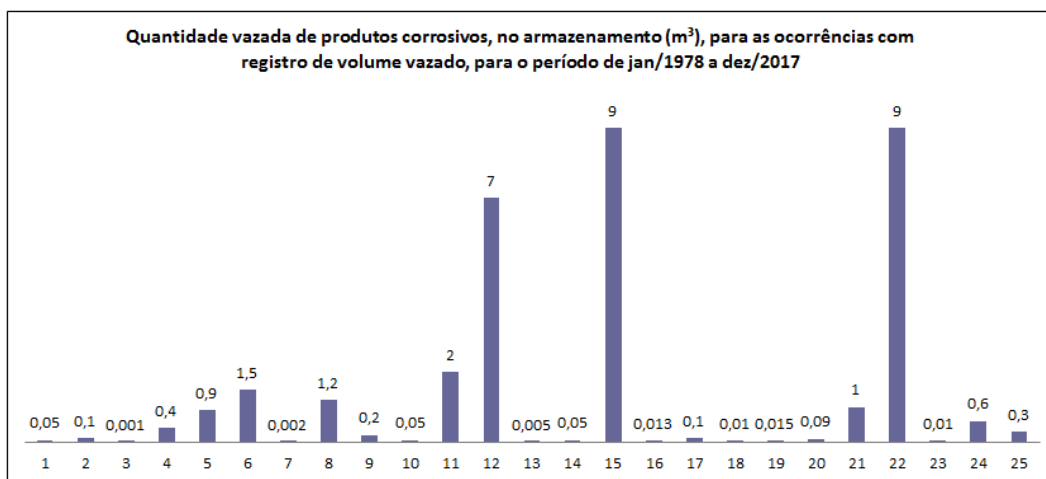


Figura 30 - Quantidade vazada de líquidos corrosivos em acidentes ocorridos no Estado de São Paulo entre jan/1978 e dez/2017, para as ocorrências onde foram estabelecidos os volumes vazados – Armazenamento.

Acessando-se registros de acidentes da CETESB, para inflamáveis uma ocorrência envolveu 3.200 m³ e duas ocorrências envolveram 150 m³. Porém, verificou-se tratar de vazamentos em linhas e não provenientes de tancagem. Para todo o restante das ocorrências, considerando tanto inflamáveis quanto corrosivos, a de maior volume foi de 40 m³.

Acessando-se o registro sobre esse acidente envolvendo 40 m³, verifica-se ter ocorrido vazamento de petróleo devido a falhas no sistema de bombas e desestabilização do selo flutuante do tanque. Esse tipo de cenário acidental não é esperado de ocorrer nos tanques da empresa Ageo uma vez que o controle de riscos de atmosferas inflamáveis se dá por inertização com nitrogênio, sendo a cobertura dos tanques, fixa (teto fixo) (informação pessoal do autor).

Na sequência de volumes envolvidos em acidentes, figuram ocorrências envolvendo volume de 20 m³ e duas de 10 m³ (figura 29).

Foi também realizado um levantamento para substâncias tóxicas tendo-se evidenciado apenas dois registros com informação de quantidade vazada (CETESB, 2018b). Em ambos os casos tratavam-se de produtos sólidos (figura 31), não sendo pertinente utilizar essas informações para a análise histórica de acidentes.

Código	Data	Município	Atividade	Região	Causa	Produto	Quantidade Vazada	Classe	Total de Vítimas
322/2004	02/09/2004	BOTUCATU	Armazenamento	Interior	Incêndio	PRODUTOS QUIMICOS DIVERSOS	200.00 Quilograma(s)	DIV	0
						ALDRIN	300.00 Quilograma(s)	6.1	
360/2014	19/12/2014	SÃO MIGUEL ARCANJO	Armazenamento	Interior	Incêndio	PESTICIDAS A BASE DE	100.00 Quilograma(s)	6.1	10
						ORGANOCORADOS SOLIDOS TOXICO	60.00 Quilograma(s)	6.1	
						BHC - HEXACLORETO DE BENZENO	120.00 Quilograma(s)	6.1	
						FURADAN	800.00 Quilograma(s)	6.1	

Figura 31 - Quantidade vazada de produtos tóxicos em acidentes ocorridos no Estado de em São Paulo entre jan/1978 e dez/2017, para as ocorrências onde foram estabelecidas as massas vazadas – Armazenamento.

Em face das informações acima, utilizou-se para o estudo de modelagem o volume de pior caso de 20 m³.

d) Tipologia accidental

No que se refere ao tipo de avaria com repercussão no vazamento dos produtos, assumiu-se a ruptura dos tanques de armazenamento com liberação de amônia refrigerada e vazamento de líquido tóxico no caso da acrilonitrila com formação de poça sobre o piso do dique de contenção (figura 32).

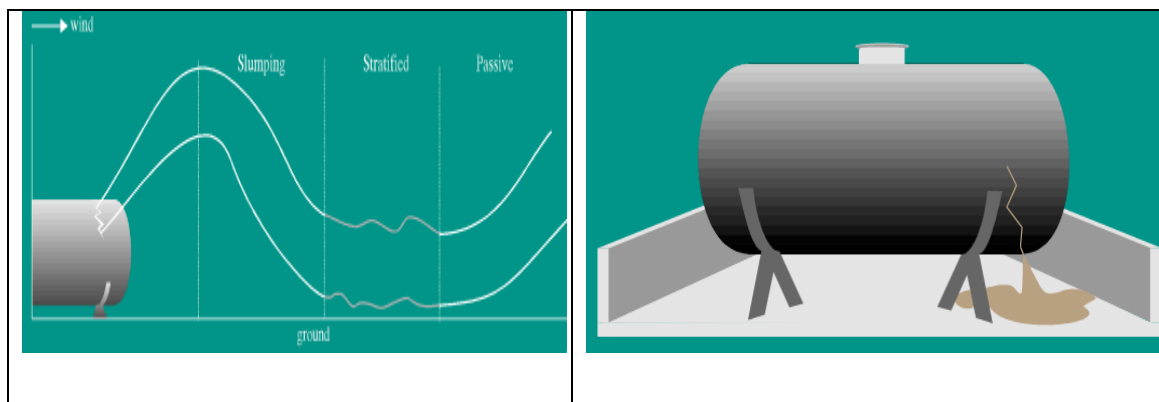


Figura 32 - Modelo conceitual de liberação accidental com ruptura de tanque. À esquerda, vazamento de amônia refrigerada; à direita, vazamento de acrilonitrila com formação de poça na área do dique de contenção.

Fonte: EPA, 1999

O tempo de vazamento escolhido foi de 30 minutos, em regime contínuo, tendo em vista que a empresa e principalmente as instituições públicas locais dificilmente terão controle sobre esse tipo de vazamento em tempo menor que 30 minutos.

Para o caso da amônia, a informação de taxa de vazamento utilizado no modelo ALOHA, foi de 1,11kg/s, considerando o vazamento de 2.000 kg durante o intervalo de 30 minutos.

e) Dados Meteorológicos

O ALOHA como modelo matemático empregado para a realização dos estudos de dispersão atmosférica, assim como qualquer outro modelo, necessita de dados meteorológicos para serem utilizados na simulação. Os dados atmosféricos são: temperatura ambiente (°C), direção e velocidade do vento (m/s), categoria de estabilidade atmosférica, umidade relativa do ar (EPA, 1999). Para o caso de informação sobre vento, foi adotado o sentido para onde a pluma tende a dirigir-se em direção à população do entorno. Para as demais variáveis, foram adotados os valores recomendados em CETESB (2011) (tabela 3).

Tabela 3 – Dados meteorológicos adotados como pressupostos para as simulações de dispersão de plumas tóxicas na atmosfera.

	Período Diurno (12h)	Período Noturno (23h59min)
Temperatura Ambiente (°C)	25	20
Velocidade do Vento (m/s)	3,0	2,0
Umidade Relativa do Ar (%)	80	80
Direção do Vento (amônia)	Sul	Sul
Direção do vento (acrilonitrila)	Norte	Norte
Categoria de Estabilidade Atmosférica	C	E

No que se refere à estabilidade atmosférica, o ALOHA utiliza uma abordagem padrão que categoriza a estabilidade em seis classes – categoria de estabilidade atmosférica de Pasquill - (de A a F) (*American Institute of Chemical Engineers*, 1999) (figura 33). A turbulência atmosférica está relacionada a fatores como a quantidade de radiação solar sobre o solo, a hora do dia, a velocidade do vento e a cobertura de nuvens (EPA, 1999).

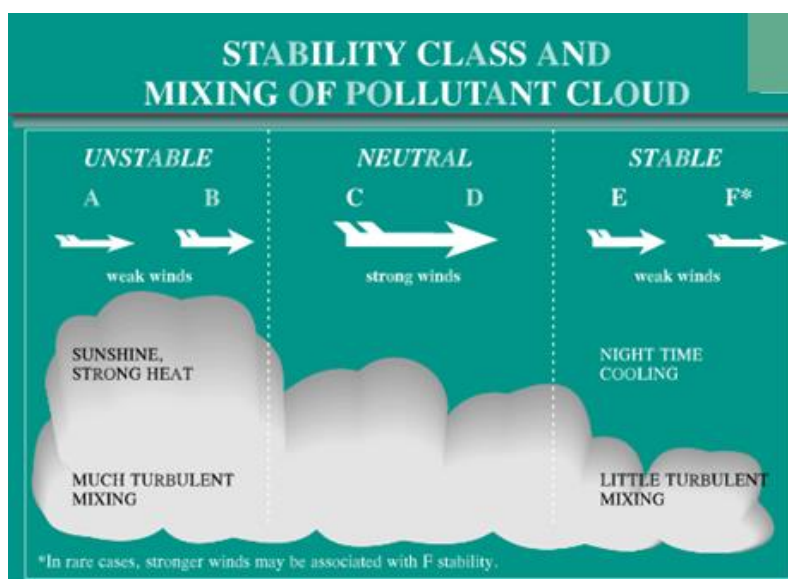


Figura 33 – Classes de estabilidade atmosférica e a dispersão de plumas tóxicas.

Fonte: EPA

No período diurno, a atmosfera é considerada “instável”, ou relativamente turbulenta quando a energia solar aquece o ar próximo ao solo, fazendo com que o mesmo suba gerando correntes ascendentes verticais. Essas condições instáveis estão associadas com as classes de estabilidade atmosférica “A” ou “B” (EPA, 1999).

Por outro lado, no período noturno, devido à baixa radiação solar, o ar frio próximo à superfície tem menor tendência a subir acarretando menor turbulência. Nesse caso, a atmosfera é considerada “estável” ou menos turbulenta; o vento é fraco e a classe de estabilidade é “E” ou “F” (EPA, 1999).

As classes de estabilidade “C” ou “D” representam condições de estabilidade neutra ou turbulência moderada. Condições neutras estão associadas com velocidades de vento relativamente fortes e radiação solar moderada (EPA, 1999).

A estabilidade atmosférica interfere na dispersão das plumas tóxicas, sendo maior a dispersão horizontal (maior distância), quanto mais estável for a atmosfera e menor distância na dispersão quanto mais instável for a mesma.

Uma vez que há variação entre os períodos do dia e da noite nas características de estabilidade atmosférica, foram realizados estudos para dia e noite sendo adotados os horários de 12h e 23h59min, respectivamente.

f) Outros pressupostos

Além dos pressupostos acima, o ALOHA necessita de outros *inputs* para poder gerar as simulações de dispersão. São necessários dados de temperatura do solo (no caso de vazamento líquido com formação de poça), rugosidade do solo que interfere na dispersão das plumas, altura da estação de medição do vento, cobertura de nuvem, presença de inversão térmica e a altura do ponto do vazamento. Foram adotados os seguintes pressupostos (CETESB, 2011) (tabela 4).

Tabela 4 – Pressupostos complementares adotados para as simulações de dispersão de plumas tóxicas na atmosfera.

	Período Diurno	Período Noturno
Temperatura do Solo (°C)	30	20
Rugosidade do Solo	Urbano/Floresta	Urbano/Floresta
Altura da Estação Meteorológica (m)	10	10
Cobertura de Nuvem	Parcial	Parcial
Inversão Térmica	Sem inversão	Sem inversão
Altura do Ponto do Vazamento (m)	0	0

Em que pese ao estudo realizado para amônia, considerou-se como pressuposto a dispersão de gás pesado. Isto porque, ainda que a densidade do gás seja menor que a do ar (0,59), como encontra-se armazenada sob refrigeração, quando da sua liberação para o ambiente, comporta-se como gás pesado (EPA, 1999).

Ainda, no que se refere particularmente ao estudo realizado com líquido tóxico, foi adotada uma área de poça de 200 m² considerando um volume de vazamento de 20 m³ e uma altura de poça de 0,1 m.

g) Concentração de interesse

O modelo ALOHA necessita que seja informada uma concentração de produto de interesse, sendo esta utilizada como referência para estimativa da distância máxima atingida pela nuvem tóxica na atmosfera. Conforme mencionado no item 3.3.1, a EPA com apoio da Academia Nacional de Ciências, desenvolveu os valores de AEGL como limites de exposição destinados a auxiliar na preparação e nas ações de resposta aos acidentes tecnológicos.

Os valores de AEGL foram disponibilizados considerando três níveis de danos às pessoas: AEGL 1 – efeito transitório, reversível e não incapacitante; AEGL 2 – efeito irreversível, de longa duração ou que impeça a fuga; e AEGL 3 – efeito de ameaça à vida ou fatalidade.

Como o dano produzido a uma pessoa exposta a um produto tóxico depende, além da concentração do produto, do tempo de exposição, os valores de AEGL foram estabelecidos para cinco períodos de exposição: 10, 30 e 60 minutos, 4 e 8 horas (item 3.3.1).

Uma vez que para este trabalho foi estabelecido um tempo de vazamento de 30 minutos (item 4.1.2 d), o valor de AEGL escolhido foi para um período de exposição de 30 minutos. A tabela 5 abaixo apresenta os valores de AEGL para amônia e acrilonitrila (EPA, 2018d):

Tabela 5 – Valores de AEGL para 30 minutos de exposição, para amônia e acrilonitrila.

	AEGL 1 (ppm) (30 min)	AEGL 2 (ppm) (30 min)	AEGL 3 (ppm) (30 min)
Amônia	30	220	1600
Acrilonitrila	1,5	3,2	50

Todos os pressupostos utilizados para a aplicação do modelo de dispersão atmosférica encontram-se apresentados resumidamente na tabela 6.

Tabela 6 – Pressupostos utilizados na aplicação do modelo de dispersão atmosférica para amônia e acrilonitrila, utilizando-se o software ALOHA.

Pressupostos	AMÔNIA		ACRILONITRILA	
	DIA (12h)	NOITE (23h59min)	DIA (12h)	NOITE (23h59min)
Temperatura ambiente (°C)	25	20	25	20
Velocidade do vento (m/s)	3	2	3	2
Estabilidade atmosférica (Pasquill)	C	E	C	E
Umidade relativa do ar (%)	80	80	80	80
Direção do vento	Sul	Sul	Norte	Norte
Altura de medição do vento (m)	10	10	10	10
Cobertura de nuvem	Parcial	Parcial	Parcial	Parcial
Inversão térmica	Não	Não	Não	Não
Temperatura do solo (°C)	30	20	30	20
Rugosidade do solo	Urbano/ Floresta	Urbano/ Floresta	Urbano/ Floresta	Urbano/ Floresta
Regime de vazamento	Contínuo	Contínuo	Contínuo	Contínuo
Massa/Volume de vazamento	2.000 kg ou 1,11 kg/s	2.000 kg ou 1,11 kg/s	20 m ³	20 m ³
Área da poça (m ²)			200	200
Altura da fonte do vazamento (m)	0	0	0	0
Tipo de dispersão	Dispersão de gás pesado	Dispersão de gás pesado	<i>Default</i> do modelo	<i>Default</i> do modelo
AEGL 1 (ppm)	30	30	1,5	1,5
AEGL 2 (ppm)	220	220	3,2	3,2
AEGL 3 (ppm)	1600	1600	50	50

h) Estimativa do número de pessoas atingidas

A estimativa do número de pessoas existentes nas zonas de perigo, definidas pelas concentrações AEGL 2 e 3, foi definida conforme segue.

Primeiramente, os resultados das simulações realizadas com o *software* ALOHA foram exportados para o *software* MARPLOT. O arquivo foi então gravado em extensão KMZ e exportado para o *Google Earth*.

Nesta plataforma as manchas residenciais presentes em cada zona de perigo foram contornadas formando polígonos os quais foram posteriormente hachurados. Para cada polígono foram obtidas as respectivas áreas, utilizando-se ferramentas do *Google Earth*.

Foram levantados os bairros localizados nas zonas de perigo das instalações e obtidas as densidades demográficas para cada um deles, acessando-se o Setor Censitário do IBGE (IBGE, 2018). Foi então obtida a densidade demográfica média do bairro da zona de risco da Cutrale, de 2.087,65 habitantes/Km², e da Ageo de 9.158,38 habitantes/Km², as quais foram utilizadas para o cálculo do número de pessoas atingidas (tabelas 7 e 8).

Tabela 7 – Bairro localizado nas zonas de risco da empresa Cutrale, e sua densidade demográfica.

Município	Bairro	Densidade Demográfica (hab/Km ²)
Guarujá	Porto	2.087,65
Total		2.087,65

Tabela 8 – Bairros localizados nas zonas de risco da empresa Ageo, suas densidades demográficas e o valor médio das densidades demográficas dos bairros.

Município	Bairro	Densidade Demográfica (hab/Km ²)
Santos	Vila Nova	10.202,52
Santos	Centro	1.440,31
Santos	Morro São Bento	15.832,32
Total (média)		9.158,38

Com a finalidade de estimar a população vulnerável no entorno das empresas, os limites das zonas de risco obtidas a partir do modelo, foram complementadas formando círculos com raios de alcance da nuvem tóxica de acordo com os diversos níveis de AEGL, representando toda a área vulnerável aos cenários estudados. Posteriormente, foram estimados os números de pessoas vulneráveis nas áreas com concentrações tóxicas AEGL 2 e 3, de forma análoga à estimativa populacional obtida para as zonas de perigo.

Não foi realizada estimativa de população afetada para a zona de risco das concentrações AEGL 1 tendo em vista que os efeitos à saúde esperados são desconforto notável, irritação ou efeitos assintomáticos, não necessitando por exemplo, ações de evacuação ou outra intervenção direta.

4.2 Resultados

4.2.1 Preparação e resposta a emergências

As iniciativas e planos de preparação e resposta a emergências apresentados no item 3.4 deste trabalho, abordam a questão da gestão de comunidades vulneráveis presentes no entorno de plantas industriais. Algumas iniciativas são de âmbito geral, outras, associadas a nível local. A tabela 9 abaixo sintetiza a questão sobre proteção de populações no tocante aos acidentes tecnológicos constante nos planos e diretrizes apresentados no item 3.4.

Tabela 9 – Resumo das principais iniciativas e planos para preparação e resposta a emergências tecnológicas e algumas orientações quanto à proteção de populações presentes no entorno das instalações.

Iniciativas Internacionais	
Programa APELL	<ul style="list-style-type: none"> . Conscientização de comunidades sobre os riscos a que estão expostas, e a preparação das mesmas para reagirem em situações de emergência; . Iniciativa tripartite entre município, empresa e comunidade; . Metodologia amplamente difundida a nível mundial.
Organização Internacional do Trabalho - OIT	<ul style="list-style-type: none"> . Informações sobre medidas de segurança e o comportamento apropriado a ser adotado em caso de acidente difundido entre a população passível de ser afetada.
OCDE	<ul style="list-style-type: none"> . Publicado um guia sobre Prevenção, Preparação e Resposta a Acidentes Químicos. Afeto à proteção de populações, o guia menciona que “os membros da comunidade da proximidade de uma instalação que ofereça riscos, ou outras que possam ser potencialmente atingidas, devem ser alertados sobre os riscos de acidentes, saberem como obter informações e saberem como se comportar em caso de acidentes”.
CEE	<ul style="list-style-type: none"> . Melhor conhecimento, por parte das empresas, sobre seus riscos de modo a melhor se prepararem bem como a notificarem acidentes ocorridos, às autoridades; . Melhor envolvimento da comunidade nas questões de uso e ocupação do solo bem como o acesso a informações sobre os

	riscos decorrentes das atividades das empresas e saberem se comportar em caso de acidentes.
<i>Responsible Care</i>	. Melhor diálogo entre a indústria e a comunidade, de modo que a população conheça as atividades realizadas pela empresa e construa uma percepção dos reais riscos a que está submetida.
Iniciativas Nacional e Estadual	
SINPDEC	. Abrange ações de prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação voltadas à proteção e defesa civil; . Gestão de desastres e a difusão da doutrina gerencial para coordenar situações críticas – SCO; . SCO vem sendo empregado em acidentes de maior vulto, sendo a gestão da proteção de populações tratadas no âmbito desse sistema.
P2R2	. Estímulo à adoção de soluções para assegurar a integração de esforços entre o poder público e a sociedade e o fortalecimento da capacidade de gestão ambiental integrada no âmbito federal, estadual e municipal no atendimento a situações emergenciais.
PEI/PA/PNC	. PEI: Resposta individual da empresa para derrames de óleo em água. No tocante à população potencialmente atingida, sempre que forem identificados cenários acidentais que possam representar riscos à segurança de populações, devem ser indicados no PEI, procedimentos para a sua proteção em consonância com as diretrizes estabelecidas pelo Sistema Nacional de Defesa Civil; . PA: Integra os PEI de uma dada área de concentração de empresas visando a atuação conjunta e articulada em episódios de derrames de óleo de maior complexidade; . PNC: Fixa responsabilidades, estabelece estrutura organizacional e define diretrizes, procedimentos e ações, com o objetivo de permitir a atuação coordenada dos órgãos da administração pública e entidades públicas e privadas. Visa ampliar a capacidade de resposta em incidentes de poluição por óleo que possam afetar as águas sob jurisdição nacional, e minimizar danos ambientais e evitar prejuízos para a saúde pública.
PAE no âmbito dos PGR	. Documento que visa à preparação da empresa para responder de forma rápida e eficaz em casos de emergências geradas pelas suas operações e atividades. Dentre os componentes de um PAE, visando à proteção da comunidade, está o isolamento de área e evacuação quer de trabalhadores da própria planta ou

	de empresas vizinhas, como também de comunidade adjacente.
PAM	. Atuação integrada das empresas participantes e instituições locais frente a episódios de maior complexidade, inclusive com a disponibilização de recursos materiais e humanos compartilhados. Integra os PAE das diferentes empresas participantes, apoiando, portanto, as instituições públicas em caso da necessidade de atendimento a população.
Treinamentos / Simulados	. Alguns simulados vêm praticando a gestão e proteção de comunidades, sendo treinada a evacuação de populações das proximidades das empresas.
Iniciativas na Baixada Santista	
P2R2/BS	. Visa fortalecer e integrar as iniciativas e instituições locais para responderem de forma coordenada aos acidentes tecnológicos.
PAM do Porto	. Atuação conjunta e integrada de empresas localizadas no Porto de Santos. Apoia a Defesa Civil nas ações de resposta.
PAM Guarujá	. Atuação conjunta e integrada de empresas localizadas no Porto de Santos, no município de Guarujá. Apoia a Defesa Civil nas ações de resposta.
PAM Cubatão	. Atuação conjunta e integrada de empresas localizadas e Cubatão. Apoia a Defesa Civil nas ações de resposta.
PIE ABTL	. Atuação conjunta e integrada de empresas participantes da ABTL. Apoia a Defesa Civil nas ações de resposta.
RIPAM	. Integração entre os diferentes PAMs por meio da padronização de procedimentos e rotinas como fluxograma de acionamento, treinamentos, etc., fomento e difusão do SICOE e promoção da melhoria e aperfeiçoamento do compartilhamento de recursos humanos e materiais durante grandes emergências.
PAPS	. Integração de esforços e ações conjuntas, coordenadas e articuladas entre as empresas participantes quando da ocorrência de acidentes tecnológicos envolvendo derrames de óleo de maior complexidade.
SIGI	. Convergir esforços e iniciativas em andamento na Baixada Santista de modo a atuarem integradamente e traçando objetivos comuns visando fortalecer a preparação e resposta a acidentes de origem tecnológica; . Recomenda o desenvolvimento e implantação do processo APELL, visando à preparação e proteção da população do entorno das plantas industriais; . Recomenda a elaboração de um mapeamento de riscos para a região do Porto de Santos de forma a apresentar a

	vulnerabilidade das populações do entorno de plantas industriais em casos de liberação acidental de produtos tóxicos.
PGR Baixada	. Programa implantado em três fases. Na fase atual (PGR III) foi formulada uma exigência por parte da CETESB, de modo que as empresas apresentem um procedimento para comunicação de riscos à comunidade do entorno.
GT/PS	. Favorece o planejamento das melhores estratégias de resposta a acidentes com produtos químicos para a proteção do meio ambiente e população presente no entorno de terminais de contêineres.

Com base na tabela acima, em relação às iniciativas internacionais, ressaltam as medidas de ordem preventiva e de preparação. Em relação à primeira, a CEE aponta pela necessidade da comunidade envolver-se nas questões de uso e ocupação do solo. A comunidade e o poder público, atuando conjuntamente nas políticas de uso do solo, disciplinando a implantação de indústrias em locais distantes de assentamentos urbanos, ou mesmo prevenindo o crescimento de cidades em direção às indústrias, constitui uma abordagem visando diminuir a vulnerabilidade da população frente aos acidentes tecnológicos.

Ressalta-se que no processo de licenciamento ambiental, os resultados obtidos nos EARs são utilizados para o planejamento e aprovação do uso do solo e da instalação em um local. Portanto, caso os riscos indicados nos estudos não sejam aceitáveis, a licença para instalação e operação do empreendimento não é concedida (Chaves e Mainier, 2005).

No campo da preparação para a resposta a emergências, além da CEE, o programa APELL, a OIT e o *Responsible Care* abordam a questão sobre a conscientização da população do entorno de plantas químicas no que se refere ao melhor conhecimento sobre as atividades e riscos potenciais das indústrias do entorno para saberem como se comportar de forma segura quando da ocorrência de um acidente.

As iniciativas nacional e estaduais, abrangem principalmente os aspectos de resposta cuja competência recai sobre os órgãos de defesa civil e corpo de

bombeiros. A estrutura de resposta padronizada, por meio da adoção da doutrina do SCO permite a intervenção coordenada e integrada entre as instituições participantes.

Os PEIs como instrumento de preparação e resposta para vazamentos de óleo em água, cita a proteção da população quando da iminência das manchas atingirem áreas povoadas. Neste sentido, o PEI prevê o acionamento da Defesa Civil para o atendimento a essa demanda.

O PAE no âmbito do PGR é um documento que foca a preparação da empresa para responder a acidentes provocados pelas suas atividades. No entanto, o escopo abrange principalmente cenários ocorridos no interior da instalação. As questões envolvendo a proteção de populações do entorno não é padronizada, conforme apontado por Araújo (2012), além de ser incipiente e pontual.

Os PAMs reúnem os PAEs das diferentes empresas participantes de modo que as mesmas possam atuar de forma integrada, somando esforços para a resposta a acidentes de maior porte. Uma vez que os procedimentos aplicados no âmbito dos PAMs são aqueles previamente definidos no PAE, verifica-se uma carência nos PAMs, da questão afeta à proteção das comunidades do entorno.

Em nível local (Porto de Santos), as empresas licenciadas pela CETESB, desenvolvem EARs de acordo com seu perfil industrial. De acordo com o tipo de substância química manipulada, das quantidades envolvidas e da vulnerabilidade da região esses estudos são ou não exigidos (Sánchez, 2013). Por outro lado, todas elas apresentam PGR e PAE, estes últimos como citado anteriormente, dirigidos ao planejamento de resposta a acidentes ocorridos nos limites internos da empresa. Os PAEs carecem de um tópico que aborde de forma padronizada e efetiva, aspectos de proteção à população do entorno das plantas químicas.

Em relação aos PAMs da região, uma vez que constituem um compilado dos procedimentos indicados nos PAEs, são também carentes na questão da gestão de comunidades expostas a riscos de acidentes.

Quando da ocorrência de acidentes de maior repercussão, as demandas sobre proteção de populações atingidas ou potencialmente atingidas são tratadas no âmbito do comando unificado, em caráter emergencial, sem uma preparação prévia, conforme verificado nos dois grandes acidentes ocorridos na região recentemente – incêndio na Ultracargo e Localfrio (informação pessoal do autor).

Ademais, conforme relatado no item 3.4.2.6.9, por ocasião da realização de uma revisão dos PGRs de várias empresas localizadas no Porto de Santos, a CETESB, tendo verificada fragilidade dos documentos quanto à proteção da população, exigiu das empresas a inserção de procedimentos para a comunicação de riscos à comunidade, demanda essa acolhida pelos terminais participantes das inspeções e que, até o final desta monografia, não haviam implantado esta diretriz (informação pessoal do autor).

4.2.2 Estimativa de consequências de vazamentos de produto químico à população do entorno das empresas

Conforme relatado no item 4.1.2, foram realizados estudos de dispersão de plumas tóxicas para duas empresas localizadas no Porto de Santos. Para uma delas, Ageo Terminais, foi selecionada para o estudo a substância acrilonitrila, sendo realizadas modelagens para o período diurno e noturno, considerando um volume de vazamento de 20 m³.

Para a segunda empresa, Sucocítrico Cutrale, os estudos seguiram a mesma premissa (dia e noite), sendo, no entanto, considerado o produto amônia e um volume de vazamento de 2.000 kg. Os estudos de dispersão encontram-se apresentados abaixo.

4.2.2.1 Empresa Ageo – período diurno

Os pressupostos utilizados para inserção no modelo de dispersão ALOHA, apresentados na tabela 7 do item 4.1.2, são apresentados em detalhe na figura 34 abaixo.

```

Text Summary
SITE DATA:
Location: SANTOS, BRASIL
Building Air Exchanges Per Hour: 0.42 (unsheltered single storied)
Time: November 6, 2018 1200 hours ST (user specified)

CHEMICAL DATA:
Chemical Name: ACRYLONITRILE
CAS Number: 107-13-1 Molecular Weight: 53.06 g/mol
AEGL-1 (60 min): N/A AEGL-2 (60 min): 1.7 ppm AEGL-3 (60 min): 28 ppm
IDLH: 85 ppm LEL: 30500 ppm UEL: 170000 ppm
Carcinogenic risk - see CAMEO Chemicals
Ambient Boiling Point: 77.3° C
Vapor Pressure at Ambient Temperature: 0.13 atm
Ambient Saturation Concentration: 130,897 ppm or 13.1%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
Wind: 3 meters/second from N at 10 meters
Ground Roughness: urban or forest Cloud Cover: 5 tenths
Air Temperature: 25° C Stability Class: C
No Inversion Height Relative Humidity: 80%

SOURCE STRENGTH:
Evaporating Puddle (Note: chemical is flammable)
Puddle Area: 200 square meters Puddle Volume: 20 cubic meters
Ground Type: Concrete Ground Temperature: 30° C
Initial Puddle Temperature: Ground temperature
Release Duration: ALOHA limited the duration to 1 hour
Max Average Sustained Release Rate: 22.9 kilograms/min
(averaged over a minute or more)
Total Amount Released: 1,257 kilograms

THREAT ZONE:
Model Run: Gaussian
Red : 164 meters --- (50 ppm)
Orange: 674 meters --- (3.2 ppm)
Yellow: 992 meters --- (1.5 ppm)

```

Figura 34 – Resumo dos pressupostos utilizados para o estudo de dispersão atmosférica para acrilonitrila, período diurno.

Fonte: ALOHA

A figura 35 apresenta as distâncias atingidas pelas plumas tóxicas considerando as diferentes concentrações AEGL. A concentração AEGL 3 (50 ppm) – com potencial de efeito letal – atinge uma distância de até 164 m a partir do ponto de vazamento. A concentração AEGL 2 (3,2 ppm), com potencial de danos irreversíveis e que evitem a fuga do local, atinge uma distância maior de 674 m a partir do ponto de vazamento. Por fim, a concentração AEGL 1 (1,5 ppm), que manifesta desconforto e efeitos temporários, atinge distância ainda maior de 992. Uma vez que para a modelagem foi utilizada informação de origem do vento de norte (N), o resultado indica a pluma dirigindo-se para sul (S).

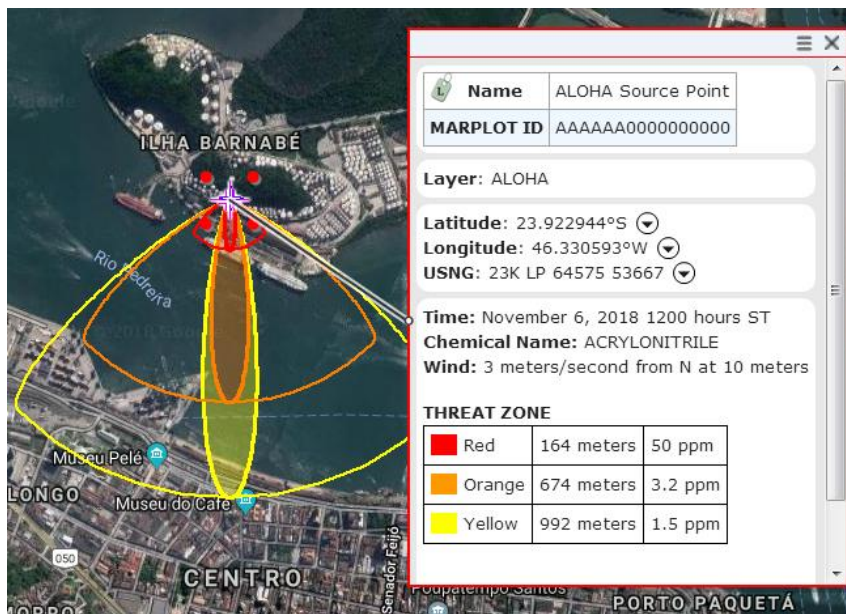


Figura 35 – Distâncias das diferentes zonas de perigo no entorno da empresa Ageo, plotadas no software MARPLOT – Acrilonitrila, período diurno, de acordo com as concentrações AEGL.

Conforme a figura acima, para as zonas de perigo das concentrações AEGL 3 e 2, não foi evidenciada população atingida.

A figura 36 abaixo apresenta os resultados da modelagem obtidos do modelo MARPLOT os quais foram transportados para o *Google Earth*. Foram gerados círculos cujos raios indicam as distâncias das plumas de acordo com as concentrações AEGL, permitindo determinar a vulnerabilidade da população exposta no entorno. A partir desse procedimento verifica-se que para as três áreas, não há população residente.



Figura 36 – Concentrações tóxicas de AEGL 3, 2 e 1 (hachuradas em vermelho, laranja e amarelo, respectivamente) para acrilonitrila - período diurno. Não houve população fixa afetada.

4.2.2.2 Empresa Ageo – período noturno

Os pressupostos utilizados para inserção no modelo de dispersão ALOHA, apresentados na tabela 7 do item 4.1.2, são apresentados em detalhe na figura 37 abaixo.

```

Text Summary
SITE DATA:
  Location: SANTOS, BRASIL
  Building Air Exchanges Per Hour: 0.21 (unsheltered single storied)
  Time: November 6, 2018 2359 hours ST (user specified)

CHEMICAL DATA:
  Chemical Name: ACRYLONITRILE
  CAS Number: 107-13-1           Molecular Weight: 53.06 g/mol
  AEGL-1 (60 min): N/A   AEGL-2 (60 min): 1.7 ppm   AEGL-3 (60 min): 28 ppm
  IDLH: 85 ppm           LEL: 30500 ppm           UEL: 170000 ppm
  Carcinogenic risk - see CAMEO Chemicals
  Ambient Boiling Point: 77.3° C
  Vapor Pressure at Ambient Temperature: 0.10 atm
  Ambient Saturation Concentration: 103,037 ppm or 10.3%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
  Wind: 2 meters/second from N at 10 meters
  Ground Roughness: urban or forest           Cloud Cover: 5 tenths
  Air Temperature: 20° C                       Stability Class: E
  No Inversion Height                           Relative Humidity: 80%

SOURCE STRENGTH:
  Evaporating Puddle (Note: chemical is flammable)
  Puddle Area: 200 square meters           Puddle Volume: 20 cubic meters
  Ground Type: Concrete                     Ground Temperature: 20° C
  Initial Puddle Temperature: Ground temperature
  Release Duration: ALOHA limited the duration to 1 hour
  Max Average Sustained Release Rate: 10.2 kilograms/min
  (averaged over a minute or more)
  Total Amount Released: 552 kilograms

THREAT ZONE:
  Model Run: Heavy Gas
  Red : 378 meters --- (50 ppm)
  Orange: 2.0 kilometers --- (3.2 ppm)
  Yellow: 3.0 kilometers --- (1.5 ppm)

```

Figura 37 – Resumo dos pressupostos utilizados para o estudo de dispersão atmosférica para acrilonitrila, período noturno.

Fonte: ALOHA

A figura 38 apresenta as zonas de risco e as distâncias atingidas pelas plumas tóxicas considerando as diferentes concentrações AEGL. A concentração AEGL 3 atinge uma distância de até 378 m. A concentração AEGL 2, atinge uma distância maior de 2.000 m (2 km). Por fim, a concentração AEGL 1, atinge distância ainda maior de 3.000 m (3 km). Da mesma forma que para o cenário diurno, uma vez que para a modelagem para o período noturno foi utilizada informação de origem de vento de norte (N), o resultado indica a pluma dirigindo-se para sul (S).

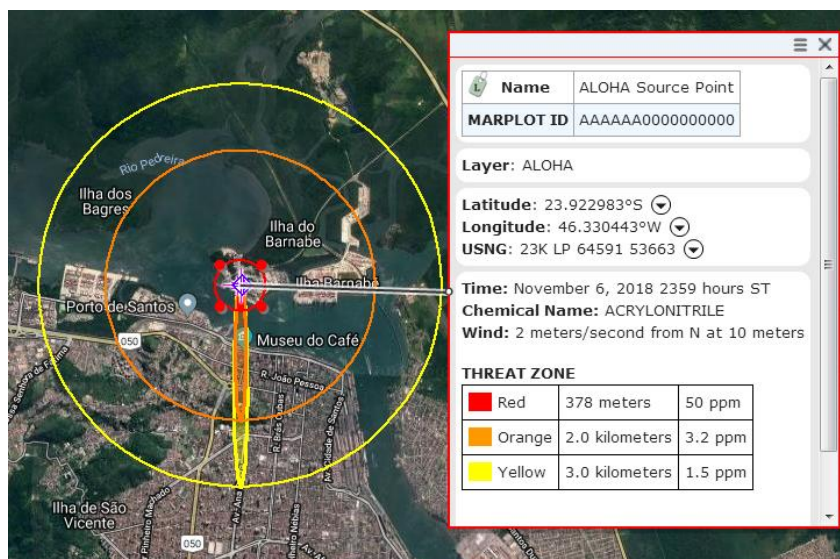


Figura 38 – Distâncias das diferentes zonas de perigo no entorno da empresa Ageo, plotadas no software MARPLOT – Acrilonitrila, período noturno, de acordo com as concentrações AEGL.

No que se refere à estimativa de população potencialmente atingida na zona de risco AEGL 2, utilizou-se a densidade demográfica média do bairro do Centro (uma vez que apenas este foi afetado) de 1.440,31 hab/km², obtida conforme descrito no item 4.1.2. A área da zona de risco sob a qual constam habitações residenciais foi obtida por meio de ferramenta do *Google Earth*. Após a determinação da área ocupada foi obtida a estimativa de população com base na densidade média do bairro. A tabela 10 abaixo apresenta a área de risco, a densidade média do bairro e a estimativa populacional na zona de risco AEGL 2.

Tabela 10 – Densidade média do bairro do Centro, a área da zona de risco da concentração AEGL e a estimativa populacional atingida pela concentração tóxica AEGL 2.

	Densidade média do bairro (hab/km ²)	Área de risco da concentração AEGL 2) (km ²)	Estimativa populacional atingida pela concentração AEGL 2 (n° indivíduos)
Vazamento de acrilonitrila, período noturno, proveniente da empresa Ageo (20 m ³)	1.440,31	0,083	119

O modelo permitiu também, verificar que pluma tóxica com concentração AEGL 3 não alcança áreas habitadas do entorno.

A figura 39 demonstra os resultados da modelagem obtidos do modelo MARPLOT os quais foram transportados para o *Google Earth*. Os círculos indicam que para a área AEGL 2, há população residente pertencente aos bairros Morro São Bento, Centro e Vila Nova. No que tange à área vulnerável AEGL 3, não foi evidenciada população atingida.



Figura 39 – Concentrações tóxicas de AEGL 3, 2 e 1 (hachuradas em vermelho, laranja e amarelo, respectivamente) para acrilonitrila - período noturno, e as respectivas populações potencialmente afetadas.

No que se refere à estimativa de população potencialmente atingida por concentração AEGL 2, utilizou-se a densidade demográfica média dos bairros Moro São Bento, Centro e Vila Nova de 9.158,38 hab/km², obtida conforme descrito no item 4.1.2. Após a determinação da área total ocupada foi obtida a

estimativa de população com base na densidade média dos bairros. A tabela 11 abaixo apresenta a área do polígono, a densidade média dos bairros e a estimativa populacional na zona de risco AEGL 2.

Tabela 11 - Densidade média dos bairros Moro São Bento, Centro e Vila Nova, a área dos polígonos da população potencialmente atingida por concentração AEGL 2 e a estimativa populacional potencialmente atingida pela concentração tóxica AEGL 2.

	Densidade média dos bairros (hab/km ²)	Área do polígono (setores atingidos pela concentração AEGL 2) (km ²)	Estimativa populacional atingida pela concentração AEGL 2 (n° indivíduos)
Vazamento de acrilonitrila proveniente da empresa Ageo (20 m ³)	9.158,38	1,93	17.675

4.2.2.3 Empresa Cutrale – período diurno

Os pressupostos utilizados para inserção no modelo de dispersão ALOHA, apresentados na tabela 7 do item 4.1.2, são apresentados em detalhe na figura 40 abaixo.

```

Text Summary
SITE DATA:
Location: SANTOS, BRASIL
Building Air Exchanges Per Hour: 0.42 (unsheltered single storied)
Time: December 27, 2018 1200 hours ST (user specified)

CHEMICAL DATA:
Chemical Name: AMMONIA
CAS Number: 7664-41-7 Molecular Weight: 17.03 g/mol
AEGL-1 (60 min): 30 ppm AEGL-2 (60 min): 160 ppm AEGL-3 (60 min): 1100 ppm
IDLH: 300 ppm LEL: 150000 ppm UEL: 280000 ppm
Ambient Boiling Point: -33.4° 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: 3 meters/second from s at 10 meters
Ground Roughness: urban or forest Cloud Cover: 5 tenths
Air Temperature: 25° C Stability Class: C
No Inversion Height Relative Humidity: 80%

SOURCE STRENGTH:
Direct Source: 1.11 kilograms/sec Source Height: 0
Release Duration: 30 minutes
Release Rate: 66.6 kilograms/min
Total Amount Released: 1,998 kilograms
Note: This chemical may flash boil and/or result in two phase flow.
Use both dispersion modules to investigate its potential behavior.

THREAT ZONE: (HEAVY GAS SELECTED)
Model Run: Heavy Gas
Red : 155 meters --- (1600 ppm)
Orange: 511 meters --- (220 ppm)
Yellow: 1.5 kilometers --- (30 ppm)

```

Figura 40 – Resumo dos pressupostos utilizados para o estudo de dispersão atmosférica para amônia, período diurno.

Fonte: ALOHA

A figura 41 apresenta as zonas de risco e as distâncias atingidas pelas plumas tóxicas considerando as diferentes concentrações AEGL. A concentração AEGL 3, atinge uma distância de até 155 m a partir do ponto de vazamento. A concentração AEGL 2, atinge uma distância maior de 511 m. A concentração AEGL 1, atinge distância ainda maior de 1500 m (1,5 km). Uma vez que para a modelagem foi utilizada informação de origem de vento de sul (S), o resultado indica a pluma dirigindo-se para norte (N).

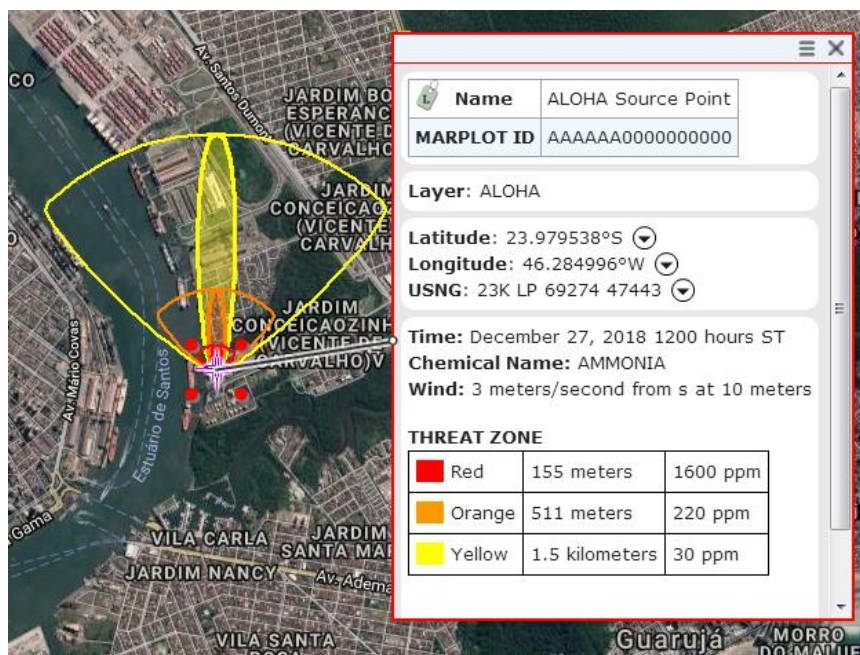


Figura 41 – Distâncias das diferentes zonas de perigo no entorno da empresa Cutrale, plotadas no software MARPLOT – Amônia, período diurno, de acordo com as concentrações AEGL.

No que se refere à estimativa de população potencialmente atingida na zona de risco AEGL 2, utilizou-se a densidade demográfica média do bairro do Porto de 2.087,65 hab/km² (bairro para onde se dirige a pluma), obtida conforme descrito no item 4.1.2. A tabela 12 abaixo apresenta a área de risco, a densidade média do bairro e a estimativa populacional na zona de risco AEGL 2. O modelo permitiu verificar que pluma tóxica com concentração AEGL 3 não afeta população do entorno.

Tabela 12 - Densidade média do bairro do Porto, a área da zona de risco da concentração AEGL 2 e a estimativa populacional atingida pela concentração tóxica AEGL 2.

	Densidade média do bairro (hab/km ²)	Área de risco da concentração AEGL 2) (km ²)	Estimativa populacional atingida pela concentração AEGL 2 (n° indivíduos)
Vazamento de amônia proveniente da empresa Cutrale (2.000 kg)	2.087,65	0,030	63

A figura 42 apresenta os resultados da modelagem obtidos do modelo MARPLOT os quais foram transportados para o *Google Earth*. Os círculos indicam que para a área AEGL 2, há população residente pertencente ao bairro do Porto. Não foi evidenciada população atingida por concentrações AEGL 3.

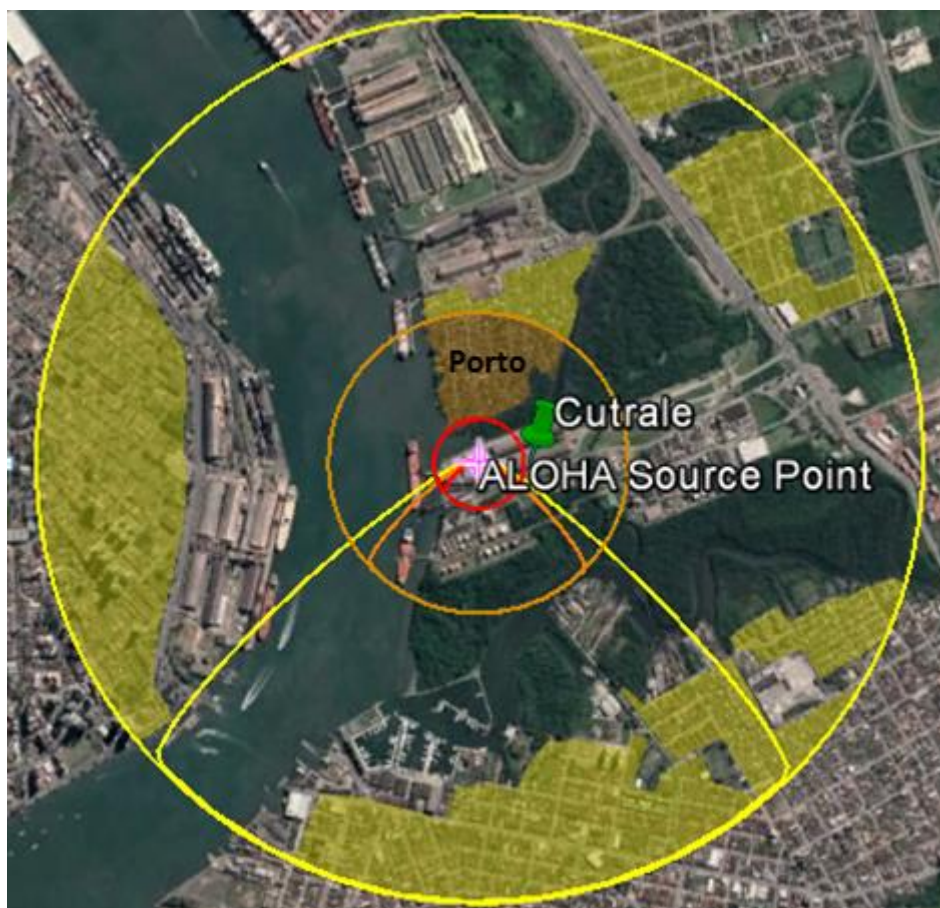


Figura 42 - Concentrações tóxicas de AEGL 3, 2 e 1 (hachuradas em vermelho, laranja e amarelo, respectivamente) para amônia - período diurno, e as respectivas populações potencialmente afetadas.

No que se refere à estimativa de população potencialmente atingida por concentração AEGL 2, utilizou-se a densidade demográfica média do bairro Porto de 2.087,65 hab/km², obtida conforme descrito no item 4.1.2. Após a determinação da área total ocupada foi obtida a estimativa de população com base na densidade média do bairro. A tabela 13 abaixo apresenta a área do polígono, a densidade média do bairro e a estimativa populacional na zona de risco AEGL2.

Tabela 13 - Densidade média do bairro do Porto, a área do polígono da população potencialmente atingida por concentração AEGL 2 e a estimativa populacional potencialmente atingida pela concentração tóxica AEGL 2.

	Densidade média dos bairros (hab/km ²)	Área do polígono (setores atingidos pela concentração AEGL 2) (km ²)	Estimativa populacional atingida pela concentração AEGL 2 (n° indivíduos)
Vazamento de amônia proveniente da empresa Cutrale (2.000 Kg)	2.087,65	0,11	229

4.2.2.4 Empresa Cutrale – período noturno

Os pressupostos utilizados para inserção no modelo de dispersão ALOHA, apresentados na tabela 7 do item 4.1.2, são apresentados em detalhe na figura 43 abaixo.

```

Text Summary
SITE DATA:
Location: SANTOS, BRASIL
Building Air Exchanges Per Hour: 0.21 (unsheltered single storied)
Time: December 27, 2018 2359 hours ST (user specified)

CHEMICAL DATA:
Chemical Name: AMMONIA
CAS Number: 7664-41-7 Molecular Weight: 17.03 g/mol
AEGL-1 (60 min): 30 ppm AEGL-2 (60 min): 160 ppm AEGL-3 (60 min): 1100 ppm
IDLH: 300 ppm LEL: 150000 ppm UEL: 280000 ppm
Ambient Boiling Point: -33.4° 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: 2 meters/second from S at 10 meters
Ground Roughness: urban or forest Cloud Cover: 5 tenths
Air Temperature: 20° C Stability Class: E
No Inversion Height Relative Humidity: 80%

SOURCE STRENGTH:
Direct Source: 1.11 kilograms/sec Source Height: 0
Release Duration: 30 minutes
Release Rate: 66.6 kilograms/min
Total Amount Released: 1,998 kilograms
Note: This chemical may flash boil and/or result in two phase flow.
Use both dispersion modules to investigate its potential behavior.

THREAT ZONE: (HEAVY GAS SELECTED)
Model Run: Heavy Gas
Red : 198 meters --- (1600 ppm)
Orange: 684 meters --- (220 ppm)
Yellow: 2.6 kilometers --- (30 ppm)

```

Figura 43 – Resumo dos pressupostos utilizados para o estudo de dispersão atmosférica para amônia, período noturno.

Fonte: ALOHA

A figura 44 apresenta as zonas de risco e as distâncias atingidas pelas plumas tóxicas considerando as diferentes concentrações AEGL. A concentração AEGL 3, atinge uma distância de até 198 m a partir do ponto de vazamento. A concentração AEGL 2, atinge uma distância maior de 684 m. A concentração AEGL 1, atinge distância ainda maior de 2600 m (2,6 km). Uma vez que para a modelagem foi utilizada informação de origem de vento de sul (S), o resultado indica a pluma dirigindo-se para norte (N).

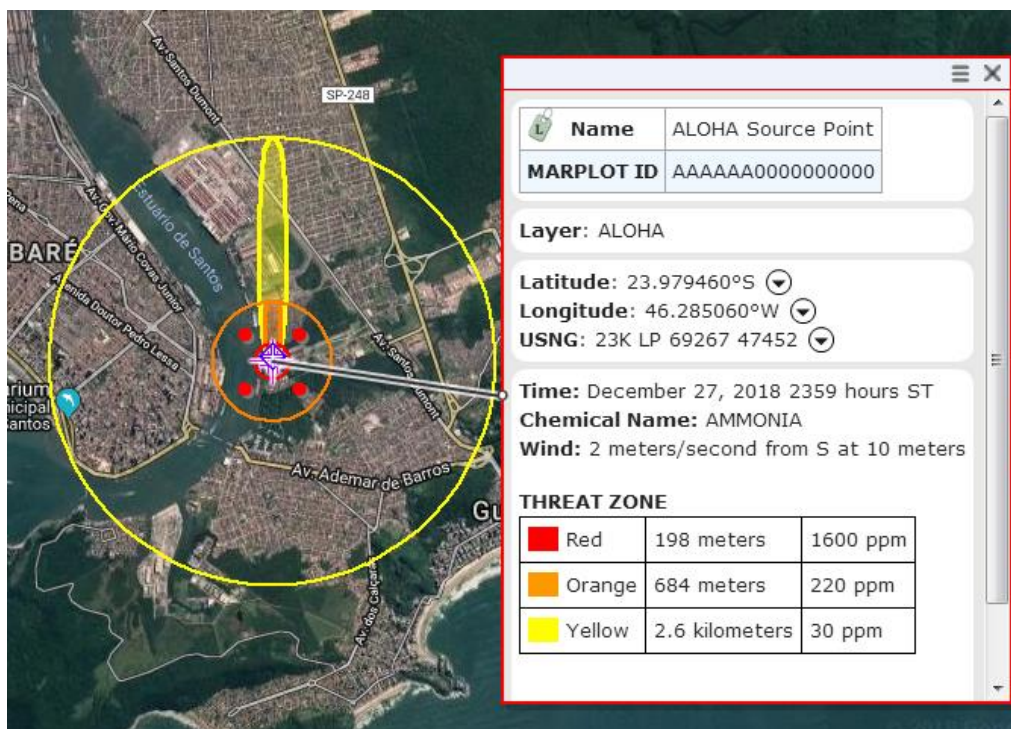


Figura 44 – Distâncias das diferentes zonas de perigo no entorno da empresa Cutrale, plotadas no software MARPLOT – Amônia, período noturno, de acordo com as concentrações AEGL.

A figura 45 apresenta as zonas de perigo de forma ampliada a fim de favorecer a visualização da população afetada pelas concentrações AEGL 3 e 2 (vermelho e laranja, respectivamente).

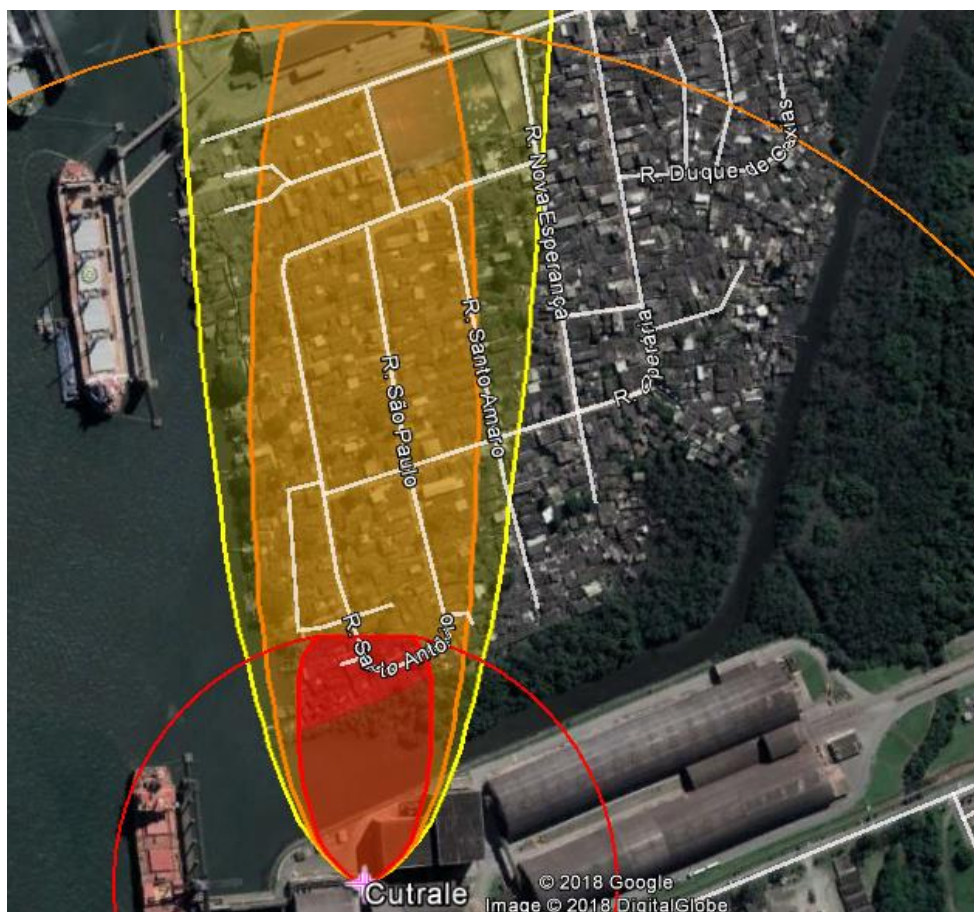


Figura 45 – Zonas de risco das concentrações AEGL 2 e 3 visualizadas de forma ampliada.

No que se refere à estimativa de população potencialmente atingida nas zonas de risco AEGL 2 e 3, utilizou-se a densidade demográfica média do bairro do Porto de 2.087,65 hab/km² (bairro para onde se dirige a pluma), obtida conforme descrito no item 4.1.2. Após a determinação das áreas ocupadas foi obtida a estimativa de população com base na densidade média do bairro.

A tabela 14 abaixo apresenta as áreas de risco, a densidade média do bairro e as estimativas populacionais nas zonas de risco AEGL 2 e 3.

Tabela 14 - Densidade média do bairro do Porto, as áreas das zonas de risco das concentrações AEGL 2 e 3 e a estimativa populacional atingida pelas concentrações tóxicas AEGL 2 e 3.

	Densidade média do bairro (hab/km ²)	Área de risco da concentração AEGL 2) (km ²)	Estimativa populacional atingida pela concentração AEGL 2 (n° indivíduos)	Estimativa populacional atingida pela concentração AEGL 3 (n° indivíduos)
Vazamento de amônia	2.087,65	0,07	146	
proveniente da empresa Cutrale (2.000 kg)	2.87,65	0,005		10

A figura 46 apresenta a área vulnerável das concentrações AEGL 2 e 3. Uma fração da população do bairro foi atingida por concentração AEGL 3 e uma grande porção da mesma, atingida por concentração AEGL 2.



Figura 46 - Concentrações tóxicas de AEGL 3, 2 e 1 (hachuradas em vermelho, laranja e amarelo, respectivamente) para amônia - período diurno, e as respectivas populações potencialmente afetadas.

No que se refere à estimativa de população potencialmente atingida por concentração AEGL 2, utilizou-se a densidade demográfica média do bairro Porto de 2.087,65 hab/km², obtida conforme descrito no item 4.1.2. As áreas dos polígonos (hachurados nas cores laranja e vermelha) sob a qual constam habitações residenciais foram obtidas por meio de ferramenta do *Google Earth*. Após a determinação da área total ocupada foi obtida a estimativa de população com base na densidade média do bairro. A tabela 15 abaixo apresenta a área do polígono, a densidade média do bairro e as estimativas populacionais nas zonas de risco AEGL 2 e 3.

Tabela 15 - Densidade média do bairro do Porto, as áreas dos polígonos das populações potencialmente atingidas por concentrações AEGL 2 e 3 e a estimativa populacional potencialmente atingida pelas concentrações tóxicas AEGL 2 e 3.

	Densidade média do bairro (hab/km ²)	Área de risco da concentração AEGL 2) (km ²)	Estimativa populacional atingida pela concentração AEGL 2 (n° indivíduos)	Estimativa populacional atingida pela concentração AEGL 3 (n° indivíduos)
Vazamento de amônia	2.087,65	0,17	355	
proveniente da empresa Cutrale (2.000 kg)	2.87,65	0,007		15

A tabela 16 abaixo sintetiza os resultados referentes aos estudos de modelagem obtidos para as empresas Ageo e Cutrale para os períodos diurno e noturno. Na mesma, constam as diferentes concentrações AEGL (1, 2 e 3), as distâncias das zonas de perigo a partir do ponto de vazamento, as estimativas de população atingida nas zonas de perigo e as estimativas de população nas áreas vulneráveis de concentração AEGL 2 e 3.

Tabela 16 - Síntese dos resultados referentes aos estudos de modelagem obtidos para as empresas Ageo e Cutrale para os períodos diurno e noturno, onde constam as concentrações AEGL (1, 2 e 3), as distâncias das zonas de perigo a partir do ponto de vazamento, as estimativas de população atingida nas zonas de perigo e as estimativas de população nas áreas vulneráveis.

	Concentração AEGL (ppm)			Distâncias a partir do ponto de vazamento (m)			Estimativa de população atingida nas zonas de perigo (n° pessoas)		Estimativa de população na área vulnerável (n° de pessoas)	
	AEGL 1	AEGL 2	AEGL 3	AEGL 1	AEGL 2	AEGL 3	AEGL 2	AEGL 3	AEGL 2	AEGL 3
Empresa Ageo Acrilonitrila Período Diurno	1,5	3,2	50	992	674	164	•	•	•	•
Empresa Ageo Acrilonitrila Período Noturno	1,5	3,2	50	3.000	2.000	378	119	•	17.675	•
Empresa Cutrale Amônia Período Diurno	30	220	1.600	1.500	511	155	63	•	229	•
Empresa Cutrale Amônia Período Noturno	30	220	1.600	2.600	684	198	146	10	355	15

Legenda:

- - Não foi identificada população atingida ou vulnerável

Em que pese as áreas vulneráveis afetadas por concentrações AEGL 1, o modelo estimou que populações de vários bairros tanto de Santos como de Guarujá, podem ser afetadas. Contudo, para concentrações AEGL 1 espera-se danos transitórios, reversíveis e não incapacitantes, como por exemplo, incômodo de odor (NAS, 2018).

Para o caso de vazamento de acrilonitrila, período diurno, não se espera população atingida por tais concentrações. Contudo, para o período noturno, espera-se que pessoas de bairros de Santos como Saboó, Vila Progresso e Vila Matias sejam afetadas (figura 47).



Figura 47 – Área vulnerável indicando os bairros e pessoas potencialmente afetadas por concentrações AEGL 1, devido a vazamento de acrilonitrila, período diurno.

Para o caso de vazamento de amônia, espera-se população atingida por concentrações AEGL 1 tanto para vazamentos ocorridos no período diurno quanto no noturno. Para o primeiro, espera-se população afetada dos bairros Ponta da Praia (Santos) e Porto, Jardim Boa Esperança e Helena Maria

(Guarujá). Para o período noturno, além dos bairros já citados, devido à maior distância alcançada pelas plumas, são também afetadas pessoas dos bairros Aparecida e Macuco (Santos) e Santa Rosa I, Santa Rosa II, Santo Antônio I e Cachoeira (Guarujá) (figura 48).

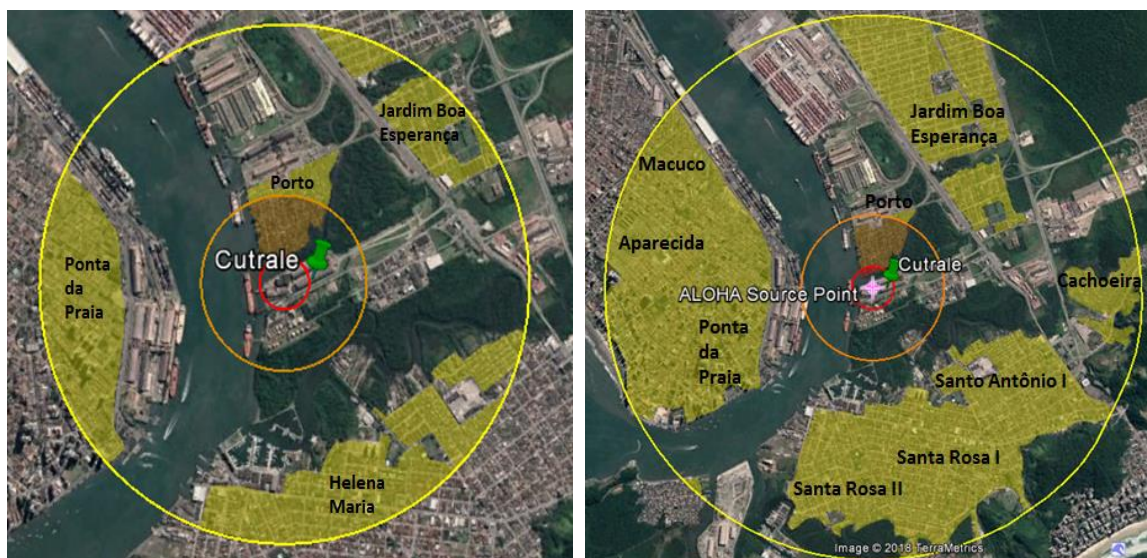


Figura 48 - Áreas vulneráveis indicando os bairros e pessoas potencialmente afetadas por concentrações AEGL 1, devido a vazamento de amônia, período diurno (imagem à esquerda) e período noturno (imagem à direita).

4.3 Discussão

As distâncias alcançadas pelas plumas tóxicas para qualquer concentração AEGL foram maiores no período noturno para ambas as substâncias. Esses resultados guardam relação com os aspectos de estabilidade atmosférica que interfere na dispersão das plumas tóxicas, sendo maior a dispersão horizontal (maior distância alcançada pela pluma), quanto mais estável estiver a atmosfera, e menor distância na dispersão quanto mais instável for a mesma (EPA, 1999). Esses cenários ocorrem durante a noite e durante o dia, respectivamente (EPA, 1999).

Em consequência da maior distância alcançada pelas plumas, um maior número de pessoas nas zonas de perigo acaba sendo atingidas. No caso da empresa Ageo, nenhuma pessoa foi atingida por ambas as concentrações (AEGL 2 e 3) para o caso do vazamento ocorrendo durante o dia. Por outro

lado, com o vazamento ocorrendo durante a noite, a estimativa foi de 119 pessoas. Em relação à empresa Cutrale, a estimativa foi de 63 pessoas atingidas por concentração AEGL 2 durante o dia, e 146 pessoas no período noturno.

Cabe ressaltar que são esperadas 10 pessoas atingidas por concentrações AEGL 3 no caso de vazamento na Cutrale durante a noite, o que pode ser explicado pela proximidade do bairro do Porto à empresa, o que, de acordo com Lopes (2017), quanto maior a proximidade da população às plantas industriais, maior sua vulnerabilidade física.

Em relação à área vulnerável, estimou-se um total de 17.675 pessoas atingidas por concentrações AEGL 2 em acidente ocorrido no período noturno na Cutrale. Apesar da população estar afastada espacialmente da planta, devido à grande distância de dispersão da pluma, muitas pessoas poderiam ser atingidas. No caso da Cutrale, estimou-se 229 pessoas presentes em áreas vulneráveis no período diurno e 355 no período noturno, sendo que 15 pessoas estariam expostas, nesse período, a concentrações AEGL 3.

Contudo, contrariamente ao que ocorreria nas zonas de perigo onde as pessoas estariam submetidas às concentrações AEGL por um período de 30 minutos (tempo selecionado para o estudo), as pessoas localizadas nas áreas vulneráveis estariam sujeitas a um menor tempo de contato com as substâncias; à medida que as plumas deslocam-se para sentidos variados, determinada fração da comunidade do entorno deixa de ser atingida e afetada por concentrações tóxicas. Contudo, para efeito de preparação e resposta a emergências, considerar o número de pessoas vulneráveis constitui a abordagem mais conservativa.

Uma importante abordagem no campo da prevenção de acidentes à população, diz respeito ao uso e ocupação do solo e planejamento dos locais para instalação de plantas industriais (UNISDR, 2019). A implantação de indústrias em locais distantes de centros urbanos implica em menor vulnerabilidade das pessoas a vazamentos acidentais de produtos químicos tóxicos.

Por outro lado, em cenários onde o crescimento da malha urbana aproximou a comunidade às plantas industriais, a preparação e resposta a acidentes é fundamental no sentido de minimizar as consequências de acidentes tecnológicos. Nesse sentido, o desenvolvimento de planos de emergência contendo estratégias de resposta e os recursos dimensionados para os cenários acidentais possíveis de ocorrerem vêm de encontro a essa necessidade (UNISDR, 2019).

De acordo com FEMA (2019), os planos de emergência de empresas próximas às comunidades devem prever ações de alerta das comunidades bem como o planejamento de evacuação da população quando de sua necessidade.

Na região do porto de Santos, várias iniciativas encontram-se implantadas, conforme descrito no item 3.4.2.7 desta monografia. Contudo, essas iniciativas e planos carecem de uma uniformização no que concerne aos aspectos de proteção da população frente a acidentes tecnológicos conforme já abordado no item 4.2.1.

O alerta constitui uma importante atividade no tocante à disseminação da informação à comunidade sobre um evento extraordinário ou acidente. A população deve saber como agir no caso de acidente e o conhecimento dos sinais de alerta são fundamentais para o desencadeamento do plano de defesa como a evacuação ou outro procedimento (APELL Caraguatatuba, 2019).

Cabe frisar que significativa parcela da população de Santos e Guarujá poderão sentir desconforto ou outros sintomas transitórios devido estarem expostas a concentrações AEGL 1 (figuras 47 e 48). Assim, é fundamental que os órgãos públicos planejem a divulgação de informações à população contendo elementos educativos e orientativos de como proceder nesses eventos (FEMA, 2019). A Defesa Civil de Santos, juntamente com CODESP e Corpo de Bombeiros vêm realizando ações educativas junto à população vulnerável visando difundir orientações de como a mesma deve proceder em caso de vazamentos de amônia (figura 49).

CUIDADOS COM AMÔNIA

PAM **SANTOS** **CODESP**

Tel.: 193 Tel.: 199

santos

AMÔNIA
NHO EXTINGU
NITR/331

NH₃

O que é amônia?
É um produto químico presente no nosso dia a dia em pequenas quantidades, sem impactar a saúde humana. É utilizado na indústria farmacêutica e na produção de fertilizantes. Em casa utilizamos amônia na limpeza com o amoníaco, utilizamos também em alguns cosméticos, em tintura de cabelo e em medicamentos como xaropes expectorantes.

Em caso de ocorrências, siga as orientações abaixo:

- Mantenha a calma
- Entre em contato com os Bombeiros, disque 193 ou Defesa Civil, no número 199.
- Caso odor forte, proteja o nariz e a boca com um pano embebido em vinagre ou água.
- Não vá ao local da ocorrência.
- Não fique sozinho ou sem comunicação.
- Se sentir irritação nos olhos, lavar estes com água bollada.
- Seguir as instruções do Corpo de Bombeiros e ou da Defesa Civil.

Características:

É um líquido que rapidamente se converte em gás quando liberado no ambiente. Possui um odor muito forte, característico e mesmo em baixas quantidades chega a ser muito incômodo, causando desconforto, dificuldade para respirar e irritação nos olhos e pele. Outra característica da amônia é que a mesma se dissolve muito bem em água.

Em concentrações altas causar:

- distúrbio na função de respiração
- irritação na garganta, nariz e olhos
- dor no peito

Em Santos, no Bairro do Estuário próximo ao Porto, temos algumas empresas que se utilizam de amônia, para a reengenharia de seus produtos.

Para melhorar e garantir a segurança da população do entorno, a Defesa Civil juntamente com a CODESP, Corpo de Bombeiros e Empresas, iniciou um trabalho de conscientização através dos líderes comunitários.

Figura 49 – Encarte produzido pela Defesa Civil de Santos, CODESP e Corpo de Bombeiros contendo orientações à população para situações de vazamento de amônia.

O processo de aproximação entre a indústria e a comunidade, permeia a questão sobre a comunicação de risco cuja medida prevê que a população do entorno de plantas industriais sejam informadas sobre os riscos aos quais estão expostas, sobre as medidas de segurança que a indústria tenha implementado e sobre como devem proceder em caso de acidente (Yogui, 2088).

No que tange à preparação no âmbito de planos de emergência, reconhecem-se quatro categorias de proteção da população frente a acidentes tecnológicos (exposições tóxicas): a permanência no abrigo, a fuga, a fuga para um abrigo e a evacuação, procedimentos esses coletivamente denominados de ações evasivas (American Institute of Chemical Engineers, 2000; Yogui, 2008).

A aplicação de cada uma dessas ações deve ser planejada *a priori* e incorporadas nos planos de emergência das empresas onde deve ser prevista, inclusive, a participação de instituições públicas competentes como a defesa civil, corpo de bombeiros entre outros atores. A aplicação de uma ou mais

ações evasivas durante um atendimento emergencial, está relacionada ao cenário acidental verificado no momento da emergência (tabela 17) (American Institute of Chemical Engineers, 2000).

Tabela 17 – Ações evasivas relacionadas a cenários de acidentes envolvendo vazamento de substâncias tóxicas.

Cenário acidental	Permanência no abrigo	Fuga	Fuga para abrigo	Evacuação
Vazamento de substância tóxica	Muito benéfica, se não for utilizada ventilação forçada	Benéfica se a fuga for rápida, o que depende do tamanho a nuvem e da velocidade do vento	Benéfica se a fuga for rápida, o que depende do tamanho da nuvem e da velocidade do vento	O benefício é incerto durante o vazamento

De acordo com Yogui (2008), das ações acima relatadas, as habitualmente adotadas são a abrigagem e a evacuação, cuja escolha leva em consideração o tipo de vazamento, tipo de abrigo e condições climáticas atuantes (tabela 18).

Tabela 18 – Ações habitualmente adotadas para a proteção da população quando da ocorrência de acidentes tecnológicos com liberação de substâncias tóxicas.

Proteção em área abrigada	Evacuação
Vazamento repentino e total do produto	Vazamento prolongado de uma grande quantidade de produto
Nuvem de vapor se move rapidamente e se dissipa	Possibilidade de falha catastrófica do tanque
Condições climáticas promovem rápida dispersão de vapores	O abrigo é inadequado para proteção
O vazamento é rapidamente controlado	Incêndio com formação de fumos tóxicos
Inexistência de vapores inflamáveis	Condições climáticas não propícias para a rápida dissipação dos vapores

O conhecimento quanto ao tipo de abrigo é fundamental tendo em vista que os métodos construtivos das edificações com muitas aberturas e muito ventiladas, previnem a implantação de ações para proteção em áreas abrigadas (Yogui, 2008).

Outra questão de grande importância é o conhecimento sobre a parcela da população com restrição ou dificuldade de movimento bem como sobre o conhecimento sobre a existência de equipamentos urbanos localizados nas zonas de perigo ou áreas vulneráveis como escolas, hospitais, casas de repouso, entre outras. Ressalta-se que não foi objetivo desta monografia o levantamento de população vulnerável a acidentes com as características acima relatadas.

Da mesma forma, este trabalho não abordou a questão sobre a segurança e saúde de trabalhadores da própria planta, ou de empresas vizinhas susceptíveis ao contato com plumas tóxicas. Vale destacar que para o caso de vazamento de amônia proveniente da empresa Cutrale no período noturno, o modelo identificou plumas com concentrações AEGL 2 e 3 atingindo trabalhadores da empresa. Os planos de emergência das mesmas devem prever ações rápidas e eficientes para a proteção dos trabalhadores.

Os planos de emergência, PAMs, e outras iniciativas implantadas na região do Porto de Santos não abordam a proteção de população de forma planejada e articulada. Conforme verificado dos estudos de modelagem de dispersão de plumas, muitas vítimas podem ocorrer em função de vazamentos de grande porte de produtos tóxicos provenientes das empresas Ageo e Cutrale. Portanto, torna-se necessário que os planos de tais empresas, integrados à atuação das instituições públicas locais, sejam revisados e neles incorporados aspectos de proteção da população como o alerta de acidentes, a comunicação de riscos e as ações evasivas condizentes ao cenário acidental verificado no momento do acidente.

Conforme já abordado no item 3.4.1.1 em várias regiões do Brasil, encontram-se implantados os programas APELL que visam o alerta e a preparação de comunidades para se comportarem de modo adequado quando da ocorrência de acidentes tecnológicos em plantas próximas aos núcleos urbanos. Dentro do contexto do APELL, as comunidades são informadas sobre os riscos a que estão sujeitas, sobre os sinais de alerta, e sobre os procedimentos que devem seguir para sua proteção. Nesse sentido, a implantação do Programa APELL na região do Porto de Santos constitui uma iniciativa desejável.

Devido à abrangência e complexidade de planos de emergência voltados a essa questão, é importante que tais planos sejam colocados em prática por meio de treinamentos e exercícios simulados, onde todas as instituições públicas e empresa possam atuar integradamente, colocando em prática as diretrizes contidas nos planos (UNISDR, 2019). As inconsistências e fragilidades apontadas durante o treinamento devem ser trabalhadas de modo a aperfeiçoar o plano (Lopes, 2012).

Qualquer que seja a iniciativa visando à proteção de comunidade, tanto a evacuação como a permanência em um abrigo são ações cuja competência recai sobre órgãos públicos de defesa civil. Porém, o conhecimento sobre a quantidade de pessoas passíveis de serem protegidas ou evacuadas possibilita um melhor nível de preparo. Um grande contingente de pessoas a serem retiradas de determinado núcleo urbano necessita do planejamento de como fazê-lo, que rotas de fuga utilizar, quais os locais adequados para a recepção das pessoas retiradas, qual infraestrutura necessária para os locais de realocação, entre outros aspectos.

5 Conclusões

O trabalho teve por finalidade básica estimar a vulnerabilidade de populações do entorno de instalações industriais presentes no Porto de Santos, a vazamentos de produtos tóxicos provenientes de acidentes tecnológicos, bem como tecer um diagnóstico do atual nível de preparação e resposta da região do porto de Santos em relação à proteção das populações.

No que se refere à preparação e resposta, muitas iniciativas internacionais abordam a questão da proteção do homem frente a acidentes tecnológicos. Em nível nacional as ações e planos de emergência existentes apresentam fragilidades, abordando essa questão de forma superficial e não padronizada, o mesmo ocorrendo em relação às iniciativas e planos existentes na região do Porto de Santos.

Com a aplicação da metodologia de análise de consequências, foi possível estimar o número de pessoas afetadas para diferentes concentrações tóxicas de interesse. Concluiu-se o que segue:

- O vazamentos de 20 m³ de acrilonitrila ocorridos na empresa Ageo no período noturno, nas condições estabelecidas no estudo, pode afetar 119 pessoas na zona de risco, as quais estariam submetidas a concentrações AEGL 2;
- O vazamentos de 20 m³ de acrilonitrila ocorridos na empresa Ageo no período noturno, nas condições estabelecidas no estudo, tem o potencial de afetar 17.675 pessoas na área vulnerável, as quais estariam submetidas a concentrações AEGL 2;
- O vazamentos de 2.000 kg de amônia ocorridos na empresa Cutrale no período diurno, nas condições estabelecidas no estudo, podem afetar 63 pessoas na zona de risco, as quais estariam submetidas a concentrações AEGL 2;
- O vazamentos de 2.000 kg de amônia ocorridos na empresa Cutrale no período diurno, nas condições estabelecidas no estudo, tem o potencial de afetar 229 pessoas na área vulnerável, as quais estariam submetidas a concentrações AEGL 2;

- O vazamentos de 2.000 kg de amônia ocorridos na empresa Cutrale no período noturno, nas condições estabelecidas no estudo, podem afetar 146 pessoas na zona de risco, as quais estariam submetidas a concentrações AEGL 2;
- O vazamentos de 2.000 kg de amônia ocorridos na empresa Cutrale no período noturno, nas condições estabelecidas no estudo, tem o potencial de afetar 355 pessoas na área vulnerável, as quais estariam submetidas a concentrações AEGL 2;
- O vazamentos de 2.000 kg de amônia ocorridos na empresa Cutrale no período noturno, nas condições estabelecidas no estudo, tem o potencial de afetar 10 pessoas na zona de risco e 15 pessoas na área vulnerável, as quais estariam submetidas a concentrações AEGL 3;
- As modelagens de dispersão de plumas tóxicas indicaram que as plumas alcançaram maior distância no período noturno devido à maior dissipação ocorrida nesse período. Em consequência disso, um maior número de pessoas foram atingidas;
- Plumam de concentrações menos tóxicas (AEGL 1) alcançam maiores distâncias, atingindo populações de bairros mais afastados;
- As informações acima podem auxiliar órgãos públicos como Defesa Civil e Corpo de Bombeiros, a planejarem ações de proteção às populações atingidas.

A metodologia para a análise de consequências teve como objetivo fornecer elementos para o planejamento da proteção do homem. Para tanto foram utilizadas concentrações de interesse (AEGL) diferentes das concentrações de interesse comumente empregadas para estudos de análise de riscos, onde se considera consequências ao homem associadas a efeitos catastróficos (fatalidade). Isso permitiu estimar, para diferentes níveis de concentrações AEGL, efeitos variados à população e a estimativa de pessoas atingidas por essas concentrações.

Os modelos de dispersão de plumas ALOHA e MARPLOT se mostraram de aplicação prática cujos resultados permitiram estimar as zonas de perigo para as diferentes concentrações tóxicas.

Com base nas conclusões verificadas, são tecidas algumas recomendações:

- Os órgãos licenciadores de instalações industriais deveriam incluir dentre as exigências para a emissão da LO, aspectos relacionados à proteção da população vulnerável do entorno. Tais exigências deveriam ser padronizadas de modo que os planos e ações planejados fossem concebidos num mesmo formato;
- Os planos de emergência das empresas presentes na região do Porto de Santos merecem ser revisados e agregados aos mesmos, aspectos relacionados à proteção da população;
- Em se tratando também de uma competência institucional, o planejamento de ações de proteção à população deveriam ser tratadas no âmbito de programas coordenados pela Defesa Civil e Corpo de Bombeiros locais. Sugere-se a implantação na região do Porto de Santos, do Programa APELL que tem por objetivo essa finalidade, onde são abordados sistemas de alerta, comunicação de riscos, e ações evasivas como, por exemplo, a proteção ou evacuação;
- Várias outras empresas localizadas na região do Porto de Santos apresentam possibilidade de gerar acidentes tecnológicos e, muitas delas apresentam população assentada em seu entorno. Sugere-se aplicar a metodologia apresentada nessa monografia de modo a estimar a população potencialmente atingida quando da ocorrência de acidentes nestas empresas;
- Outros receptores, que não somente a população fixa, são vulneráveis às concentrações tóxicas apresentadas neste trabalho. Contudo, não foi objetivo estimar o número dos mesmos. Porém, para o planejamento de ações de proteção é fundamental o levantamento dessa fração da população de modo a melhor preparar ações protetivas, como é o caso para populações presentes em escolas, hospitais, casas de repouso ou outros equipamentos urbanos.

REFERÊNCIAS

A Tribuna. Vazamento de químico e incêndio atinge terminal portuário em Guarujá. Disponível em <http://www.atribuna.com.br/noticias/noticias-detalle/porto&mar/incendio-atinge-patio-de-cargas-do-terminal-da-localfrio/?cHash=9cb8495b5bffe2a3cc4d0f32ab1d25fc> . Acessado em 31.07.2018a.

A Tribuna. Porto de Santos realiza simulado de derramamento de óleo nesta quinta-feira. Disponível em: <http://www.atribuna.com.br/noticias/noticias-detalle/porto%26mar/porto-de-santos-realiza-simulado-de-derramamento-de-oleo-nesta-quinta-feira/?cHash=32ddb70bb6306d4fa8750032e05f129e>>. Acessado em: 16.10.2018b.

A Tribuna. Guarujá lança plano contra desastres naturais e no Porto. Disponível em < <http://www.atribuna.com.br/noticias/noticias-detalle/porto&mar/guaruja-lanca-plano-contra-desastres-naturais-e-no-porto/?cHash=7665a0b348d685cc90774486513de9bf>> Acessado em 31.07.2018c.

ABIQUIM, 2018a. Programa Atuação Responsável. Disponível em: < <file:///C:/Users/004851/Downloads/manual-de-requisitos-de-gestao.pdf>>. Acessado em: 01.10.2018.

ABIQUIM, 2018b. Atuação Responsável – Histórico. Disponível em <https://abiquim.org.br/programas/historico>. Acessado em 28.08.2018.

ABTL. Associação Brasileira de Terminais Líquidos. Disponível em: < <http://www.abtl.org.br/quem-somos/>>. Acessado em: 16.10.2018.

Almeida, P.E G. 2015. A Política Nacional de Proteção e Defesa Civil: os desastres como problema político. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/sicp/wp-content/uploads/2015/09/ALMEIDA-Paula-Em%C3%ADlia-G.-A-Pol%C3%ADtica-Nacional-de-Prote%C3%A7%C3%A3o-e-Defesa-Civil-desastres-como-um-problema-pol%C3%ADtico.pdf> . Acessado em: 03.10.2018.

American Institute of Chemical Engineers. **Guidelines for Consequence Analysis of Chemical Releases**. Library of Congress Cataloging in Publication Data. 1999.

American Institute of Chemical Engineers. **Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis – Second Edition**. Library of Congress Cataloging in Publication Data. 2000.

APELL Caraguatatuba. Disponível em: <<http://apell.caraguatatuba.sp.gov.br/>>. Acessado em: 07.01.2019.

Araújo, S.B. 2012. Administração de desastres – Conceitos e Tecnologias. Disponível em <http://www.defesacivil.pr.gov.br/arquivos/File/AdministracaodeDesastres.pdf> Acessado em: 28.08.2018.

Associação Comercial de Santos. Comissão de prevenção a acidentes químicos debate emergências ferroviárias em reunião na Associação Comercial de Santos. Disponível em: <http://www.acs.org.br/index.php?option=com_content&view=article&id=8237:2014-08-14-17-43-22&catid=2:noticias&Itemid=49>. Acessado em: 16.10.2018.

Bonn Agreement. Introduction to the Bonn Agreement Counter-Pollution Manual. Disponível em: <https://www.bonnagreement.org/site/assets/files/1081/bonn_agreement_counter_pollution_manual.pdf>. Acessado em 16.10.2018.

Brasil, 1981. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 02 de novembro de 1981.

Brasil, 1988. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 05 de outubro de 1988.

Brasil, 2000. Lei nº 9.966 de 28 de abril de 2000. Dispõe sobre a prevenção, o controle e a fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 29 de abril de 2000.

Brasil, 2001. Decreto Legislativo nº 246 de 2001. Aprova o texto da Convenção nº 174 da OIT sobre a Prevenção de Acidentes Industriais Maiores, complementada pela Recomendação nº 181, adotadas em Genebra, em 2 e 22 de junho de 1993, respectivamente. **Diário do Senado Federal** de 04 de abril de 2001.

Brasil, 2003. Decreto nº 4.871 de 06 de novembro de 2003. Dispõe sobre a instituição dos Planos de Áreas para o combate à poluição por óleo em águas sob jurisdição nacional e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 07 de novembro de 2003.

Brasil, 2004. Decreto nº 5.098 de 3 de junho de 2004. Dispõe sobre a criação do Plano Nacional de Prevenção, Preparação e Resposta Rápida a Emergências Ambientais com Produtos Químicos Perigosos - P2R2, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, de 04 de junho de 2004.

Brasil, 2008. CONAMA. Resolução nº 398 de 11 de junho de 2008. Dispõe sobre o conteúdo mínimo do Plano de Emergência Individual para incidentes de poluição por óleo em águas sob jurisdição nacional, originados em portos organizados, instalações portuárias, terminais, dutos, sondas terrestres, plataformas e suas instalações de apoio, refinarias, estaleiros, marinas, clubes náuticos e instalações similares, e orienta a sua elaboração. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 12 de junho de 2008.

Brasil, 2011. Lei Complementar nº 140, de 08 de dezembro de 2011. Fixa normas, nos termos dos incisos III, VI e VII do caput e do parágrafo único do art. 23 da Constituição Federal, para a cooperação entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios nas ações administrativas decorrentes do exercício da competência comum relativas à proteção das paisagens naturais notáveis, à proteção do meio ambiente, ao combate à poluição em qualquer de suas formas e à preservação das florestas, da fauna e da flora; e altera a Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 09 de dezembro de 2011.

Brasil, 2012. Lei nº 12.608 de 10 de Abril de 2012. Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC; dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil - SINPDEC e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil - CONPDEC; autoriza a criação de sistema de informações e monitoramento de desastres; altera as Leis nos 12.340, de 1o de dezembro de 2010, 10.257, de 10 de julho de 2001, 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.239, de 4 de outubro de 1991, e 9.394, de 20 de dezembro de 1996; e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 11 de abril de 2012.

Brasil, 2013. Decreto Federal nº 8.127 de 22 de outubro de 2013. Institui o Plano Nacional de Contingência para Incidentes de Poluição por Óleo em Águas sob Jurisdição Nacional, altera o Decreto nº 4.871, de 6 de novembro de 2003, e o Decreto nº 4.136, de 20 de fevereiro de 2002, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 23 de outubro de 2013.

CASA MILITAR, 2017. **Resolução Cmil 7-610-Cedec**. Dispõe sobre a instituição do Comitê para implantação do Sistema de Gestão Integrado de Prevenção, Preparação e Resposta Rápida a Emergências Ambientais com Produtos Químicos Perigosos (SGIP₂R₂/BS).

CETESB, 2011. **Norma Técnica P4.261 - Risco de Acidente de Origem Tecnológica - Método para decisão e termos de referência**. São Paulo – CETESB, 2 ed., 2011, 140p.

CETESB, 2012. Protocolo unificado de atendimento a emergências químicas. Disponível em: < <https://cetesb.sp.gov.br/blog/2012/10/10/sao-paulo-estabelece-protocolo-unificado-de-atendimento-a-emergencias-quimicas/>>. Acessado em: 04.10.2018.

CETESB (São Paulo) Relatório de qualidade das praias no estado de São Paulo 2016 [recurso eletrônico] / CETESB São Paulo: CETESB, 2017. Disponível em: < <https://cetesb.sp.gov.br/praias/wp-content/uploads/sites/31/2018/06/Relat%C3%B3rio-de-Qualidade-das-Paraias-Litor%C3%A2neas-do-Estado-de-S%C3%A3o-Paulo-2017.pdf>>.

CETESB (2018a). Emergências Químicas: Introdução – Indústrias e Armazenamento. Disponível em <https://cetesb.sp.gov.br/emergencias-quimicas/tipos-de-acidentes/industrias-de-armazenamentos/introducao-industrias-de-armazenamentos/>. Acessado em 31 de julho de 2018a.

CETESB (2018b). Emergências Químicas. Estatísticas. Disponível em < http://sistemasinter.cetesb.sp.gov.br/emergencia/est_geral.php> Acessado em 31 de julho de 2018b.

CETESB (2018c). SIEQ. – Sistema de Informações sobre Emergências Químicas. Recuperado em 24 agosto, 2018, de <http://sistemasinter.cetesb.sp.gov.br/emergencia/relatorio.php>

CETESB (2018d). Emergências Químicas Atendidas pela CETESB em 2010. Disponível em <<https://cetesb.sp.gov.br/emergencias-quimicas/apresentacao/relatorios-de-atendimento/>>. Acessado em 31 de julho de 2018d.

CETESB (2018e). Plano de Emergência Individual para Incidentes de Poluição por Óleo no Mar. Disponível em: https://cetesb.sp.gov.br/emergencias-quimicas/wp-content/uploads/sites/22/2013/12/Conama-398-perguntas_respostas.pdf. Acessado em: 05.10.2018e.

CETESB (2018f). Programa de Gerenciamento de Riscos dos Terminais Químicos e Petroquímicos da Baixada Santista. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/analise-risco-tecnologico/documentos-tecnicos/terminais-maritimos/>. Acessado em: 22.10.2018f.

Chaves, L.A.O; Mainier, F.B. 2005. **Análise dos estudos de riscos ambientais nas atividades petrolíferas offshore no âmbito da gestão ambiental.** Disponível em: [file:///C:/Users/004851/Downloads/Chaves_LA_An%C3%A1lise%20dos%20estudos%20de%20riscos%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/004851/Downloads/Chaves_LA_An%C3%A1lise%20dos%20estudos%20de%20riscos%20(1).pdf). Acessado em: 17.12.2018.

CODESP 2018. O Porto de Santos. Disponível em <<http://www.portodesantos.com.br/institucional/o-porto-de-santos/>>. Acessado em 24.08.2018.

Cunha, L. Santos – Nove Dias de Combate. **Revista Emergência** (74), pag. 14 – 19, 2015.

d’Araujo, R.P.M.M.B. Diretiva Seveso. Critério de aceitabilidade de risco para Portugal. Dissertação de Mestrado. Instituto Superior de Educação e Ciências. 2013. Disponível em: https://comum.rcaap.pt/bitstream/10400.26/8981/1/TESE_Vers%C3%A3o%20definitiva.pdf. Acessado em: 28.09.2018.

Decreto nº 4.333 de 12 de agosto de 2002. Regulamenta a delimitação das áreas do Porto Organizado de Fortaleza, Santos e Vitória, suas instalações, infra-estrutura e planta geográfica. Diário Oficial da União, 13 de agosto de 2002.

Decreto nº 63.058. Regulamenta o Sistema de Atendimento de Emergências no Estado de São Paulo e dispõe sobre o serviço de atendimento de incêndios, desastres e outras emergências, nos termos da Lei Complementar nº 1.257, de 6 de janeiro de 2015. **Assembléia Legislativa do Estado de São Paulo**. 12 de dezembro de 2017.

Decreto nº 4566. Reestrutura a Comissão Municipal de Defesa Civil, Aprova o Plano de Defesa Civil e o Plano de Auxílio Mútuo de Guarujá – PAMG. **Prefeitura Municipal de Guarujá**, em 07 de fevereiro de 1991.

Dutra, A.S., Dalcin, K.C., Fernandes, L.M. Preparação de comunidades para emergências locais: o Programa APELL e a experiência de Caraguatatuba. Disponível em < http://osocialemquestao.ser.puc-rio.br/media/OSQ_40_SL_2_Dutra_Dalcin_Fernandes.pdf> Acessado em 01.08.2018.

EPA, 1999. ALOHA. Instructor Manual. Disponível em: <http://www.disaster-info.net/lideres/english/jamaica/bibliography/ChemicalAccidents/CameoPkg/alohaInstructor.pdf> . Acessado em: 17.09.2017.

EPA. Region 8. Emergency Preparedness Newsletter. Disponível em < [file:///C:/Users/004851/Downloads/EPA%20Region%208%20Parparedness%20July%202018%20Newsletter%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/004851/Downloads/EPA%20Region%208%20Parparedness%20July%202018%20Newsletter%20(1).pdf)> . Acessado em 01.08.2018a.

EPA. Terms and Acronyms. Disponível em <https://ofmpub.epa.gov/sor_internet/registry/termreg/searchandretrieve/termsandacronyms/search.do?matchCriteria=Contains&checkedTerm=on&checkedAcronym=on&search=Search&term=emergency>. Acessado em: 03.09.2018a.

EPA. 2018. Region 8. Emergency Preparedness Newsletter. Disponível em:< [file:///C:/Users/004851/Downloads/EPA%20Region%208%20Parparedness%20July%202018%20Newsletter%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/004851/Downloads/EPA%20Region%208%20Parparedness%20July%202018%20Newsletter%20(2).pdf)>. Acessado em: 17.09.2018b.

EPA, 2018. ALOHA Software. Disponível em: < <https://www.epa.gov/cameo/aloha-software>>. Acessado em: 29.10.2018c.

EPA, 2018. AEGL Values. Disponível em: < <https://www.epa.gov/aegl/access-acute-exposure-guideline-levels-aegls-values>>. Acessado em: 29.10.2018d.

FEMA. Technological Hazards. Disponível em: https://www.fema.gov/media-library-data/20130726-1545-20490-2423/mhira_te.pdf. Acessado em: 04.01.2019.

FISPQ – Acrilonitrila. Disponível em: < <http://www.sasil.com.br/br/hp/upload/FISPQ-Acrilonitrila.pdf>>. Acessado em: 29.10.2018.

FISPQ – Amônia. 2017. Disponível em: < <http://www.br.com.br/wcm/connect/ec153f2d-5c32-4d28-b6f0-a5180a1065bf/fispq-quim-amonia-industrial.pdf?MOD=AJPERES&CVID=IGIEXpa>>. Acessado em: 29.10.2018.

Haddad, E. (2003). **CETESB – Centro Colaborador da OPAS/OMS em Preparação de Emergência para Casos de Desastres**. Revista Meio Ambiente Industrial. 2003. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/emergencias-quimicas/artigos-e-documentos-tecnicos/artigos/revista-meio-ambiente-industrial/>>. Acessado em: 28.09.2018.

Haddad, E. (2017). *Capacidade de resposta dos órgãos públicos aos acidentes ocorridos no transporte rodoviário de produtos perigosos na cidade de São Paulo (Dissertação de Mestrado)*. Programa de Mestrado Profissional da Universidade Nove de Julho, São Paulo, Brasil.

Haxwell, W. Acidente não é Desastre. Disponível em: <<https://innowa1.blogspot.com/2011/12/acidente-nao-e-desastre.html>> Acessado em: 30.08.2018.

Hilsdorf, W.C; Neto, M.S.N. Porto de Santos: prospecção sobre as causas das dificuldades de acesso. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/gp/v23n1/0104-530X-gp-0104-530X1370-14.pdf>>. Acessado em: 16.10.2018.

IBAMA. IBAMA – Emergência Ambiental. Relatório de Acidentes Ambientais de 2014. Disponível em <<http://www.ibama.gov.br/emergencias-ambientais/publicacoes/relatorios>>. Acessado em 23.08.2018a.

IBAMA. Plano de Emergência Individual. Disponível em: <<https://www.ibama.gov.br/emergencias-ambientais/petroleo-e-derivados/plano-de-emergencia-individual>>. Acessado em: 05.10.2018b.

IBGE. Setor Censitário. Sinopse por Setores. Disponível em <https://censo2010.ibge.gov.br/sinopseporsetores/?nivel=st>. Acessado em: 05.11.2018.

Intertox (2016). *Impactos dos acidentes envolvendo produtos químicos*. Recuperado em 16 fevereiro, 2018 de <http://www.intertox.com.br/impactos-dos-acidentes-envolvendo-produtos-quimicos>.

Itsemap do Brasil. Estudo de Impacto Ambiental – EIA, Relatório de Impacto Ambiental – RIMA: Terminal Santorini. Itsemap do Brasil. Cinco volumes, 2014.

Kirchhoff, D. Avaliação de risco ambiental e o processo de licenciamento: O caso do gasoduto de distribuição Gás Brasileiro trecho São Carlos – Porto Ferreira. Dissertação de Mestrado – Universidade de São Paulo. 2004. [file:///C:/Users/004851/Downloads/Disserta_DKirchhoff%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/004851/Downloads/Disserta_DKirchhoff%20(2).pdf)

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. Disponível em: < <https://ceteb.sp.gov.br/emergencias-quimicas/wp-content/uploads/sites/22/2013/12/dissertacaoLainha.pdf>>.

Acessado em: 04.10.2018.

Lei Complementar nº 1.257. Institui o Código Estadual de Proteção contra Incêndios e Emergências e dá Providências Correlatas. **Assembléia Legislativa do Estado de São Paulo**, 06 de janeiro de 2015.

Leinfelder, R.R. **Análise de riscos para redução dos riscos de segurança em uma pedreira paulista.** Disponível em: <file:///C:/Users/004851/Downloads/RobsonRodriguesLeinfelderCorr16.pdf>

Acessado em: 03.09.2018.

Lopes, C.F. Simulados envolvendo acidentes com produtos químicos – Sua importância e considerações para o seu planejamento e realização. **Revista Meio Ambiente Industrial**, nº 99; pág. 62-67, 2012.

Lopes, I.T P. Gestão de riscos de desastres: Integrando os riscos de acidentes industriais à gestão territorial. Dissertação (Mestrado): Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2017. http://www.ppe.ufrj.br/images/publica%C3%A7%C3%B5es/mestrado/Isadora_Timb%C3%B3_de_Paula_Lopes.pdf

Lourenço, L. Ocorrências, incidentes, acidentes e desastre. Disponível em: < https://www.uc.pt/fluc/nicif/Publicacoes/Colectaneas_Cindinicas/Download/Colecao_I/Artigo_I.pdf> . Acessado em: 30.08.2018.

Luiz, R.A.F. **Análise da vulnerabilidade aos acidentes tecnológicos no entorno do distrito industrial do município de Paulínia.** Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo – Faculdade de Saúde Pública. São Paulo. 2013.

Margarida, C. **Manual de Defesa Civil** / Caroline Margarida, Cristiane Aparecida do Nascimento; Major PMSC Emerson Neri Emerim, Major PMSC Edir de Souza – Florianópolis: CEPED/UFSC, 2009. 108 p.: il. 30cm

Michaelis, 2018. **Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa.** Disponível em: < <http://michaelis.uol.com.br/busca?id=V4j7A>>. Acessado em: 03.09.2018.

NAS – National Academy of Science. Acute Exposure Guideline Level Program. Disponível em: < <http://dels.nas.edu/global/best/AEGL-History>>. Acessado em: 17.09.2018.

Nery, P. 2016. Fumaça tóxica e fogo. **Revista Emergência**, nº 83, pág. 12 a 13.

NOAA, 2018. National Oceanic and Atmospheric Administration. Office of Response and Restoration. Disponível em: <https://response.restoration.noaa.gov/oil-and-chemical-spills/chemical-spills/resources/toxic-levels-concern.html>. Acessado em: 03.09.2018.

NR 29, 2006. Norma Regulamentadora nº 29. Segurança e Saúde no Trabalho Portuário. Disponível em: <http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr29.htm>. Acessado em: 05.10.2018.

OECD – Organization for Economic Co-operation and Development. Guiding Principles for Chemical Accident Prevention, Preparedness and Response. Disponível em: < <https://www.oecd.org/chemicalsafety/chemical-accidents/guiding-principles-chemical-accident-prevention-preparedness-and-response.htm>>. Acessado em: 28.09.2018.

OIT – Convenções da Organização Internacional do Trabalho. **Convenção OIT nº 174 de 02 de junho de 1993. Convenção sobre a prevenção de acidentes industriais maiores.** Disponível em: < http://www.trtsp.jus.br/geral/tribunal2/LEGIS/CLT/OIT/OIT_174.html>. Acessado em: 28.09.2018.

Oliveira, M. 2010. Manual – Gerenciamento de Desastres. Disponível em: < <http://www.defesacivil.mg.gov.br/images/documentos/Defesa%20Civil/manuais/Manual.SCO.UFSC.pdf>>. Acessado em: 03.10.2018.

ONU. Organização das Nações Unidas. OIT – Organização Internacional do Trabalho. Disponível em: < <https://nacoesunidas.org/agencia/oit/>>. Acessado em: 28.09.2018.

OHSAS – Occupational Health and Safety Assessment Series. Sistemas de gestão da segurança e da saúde do trabalho – Requisitos. OSHAS 18001:2007. Disponível em: https://comum.rcaap.pt/bitstream/10400.26/7319/2/Anexo%20I%20OHSAS180012007_pt.pdf. Acessado em 20.10.2018.

OPAS. Organização Panamericana da Saúde. Disponível em: < <https://www.paho.org/bra/>>. Acessado em: 28.09.2018.

Ornelas, R.S. Relação Porto/Cidade: O caso de Santos. Dissertação (Mestrado): Universidade de São Paulo. 2008. <file:///C:/Users/004851/Downloads/DISSERTACAO RONALDO SANTOS ORNELAS.pdf>

Perez, R.C. **Emergências Tecnológicas** – Segunda Edição / por Rubens Cesar Perez – Sorocaba, 2016.

Poffo, I.R.F. **Percepção de riscos e comportamento da comunidade diante de acidentes ambientais em áreas portuárias de Santos e de São Sebastião**. Pós-Doutorado. Pontifícia Universidade Católica – PUC/SP. 2011.

Poffo, I.R.F., Cunha, I., Sposito, N., Silva, S. El proceso APELL y estrategias de comunicación de riesgo adoptadas em Latino América. Disponível em: < <file:///C:/Users/004851/Downloads/APELL%20y%20estrateg%20comunic%20Am%20Latina TRAB.pdf>> Acessado em: 26.09.2018.

Porto de Santos. Plano de Ajuda Mútua – PAM. Porto de Santos. Disponível em < <http://www.portodesantos.com.br/seguranca/gerenciamento-de-emergencias/plano-de-ajuda-mutua-pam/>> Acessado em: 31.07.2018a.

Porto de Santos. Plano de área do Porto de Santos e região – PAPS. Disponível em < <http://www.portodesantos.com.br/seguranca/gerenciamento-de-emergencias/plano-de-area-do-porto-de-santos-paps/>>. Acessado em: 31.07.2018b.

Porto, M.F.S; Freitas, C.M. Análise de riscos tecnológicos ambientais: perspectivas para o campo da saúde do trabalhador. **Cad. Saúde Públ., Rio de Janeiro, 13**(supl. 2): 59-72, 1997. <http://www.scielo.br/pdf/csp/v13s2/1364>

Resolução SMA nº 29 de 13 de maio de 2015. Constitui Grupo de Trabalho para acompanhar o monitoramento dos impactos ambientais decorrentes do incêndio no Terminal Químico de Aratu/Tequimar, da Ultracargo, no Distrito Industrial de Santos, e propor ações objetivando o aperfeiçoamento das medidas preventivas, bem como das ações de remediação em casos similares. Disponível em: < <http://www.ambiente.sp.gov.br/legislacao/resolucoes-sma/resolucao-sma-29-2015/>>. Acessado em: 22.10.2018.

Revista Proteção, 2016. Localfrio será multada por vazamento de gás em Guarujá. Disponível em: <
http://www.protecao.com.br/noticias/legal/localfrio_sera_multada_por_vazamento_de_gas_em_guaruja/Any4AAjb/12119>. Acessado em: 17.10.2018.

Rocha, G.C; Fernandes, B.J. **Educação sobre riscos ambientais: Uma proposta metodológica.** Disponível em:
<http://www.ufjf.br/virtu/files/2010/05/artigo4a4.pdf>. Acessado em: 17.09.2018.

Salazar, M.P. **Estudo sobre a modelagem da dispersão atmosférica de gases densos decorrente de liberações acidentias em análise quantitativa de risco.** Dissertação de Mestrado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. 2016.
[file:///C:/Users/004851/Downloads/MarcioPiovezanSalazarCorr16%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/004851/Downloads/MarcioPiovezanSalazarCorr16%20(1).pdf)

Sánchez, L.E. **Avaliação de Impacto Ambiental: conceitos e métodos.** Luis Enrique Sánchez. –2.ed.—São Paulo: Oficina de Textos, 2013.

Resolução SMA nº 29 de 2015. Constitui Grupo de Trabalho para acompanhar o monitoramento dos impactos ambientais decorrentes do incêndio no Terminal Químico de Aratu/Tequimar, da Ultracargo, no Distrito Industrial de Santos, e propor ações objetivando o aperfeiçoamento das medidas preventivas, bem como das ações de remediação em casos similares. São Paulo, 13 de maio de 2015.

Taralli, G.; Nascimento, J.E. **Técnicas de identificação de aspectos ambientais e gerenciamento de risco ambiental.** Apointamentos de aula. 2017.

UNEP. Awareness and Preparedness for Emergences at Local Level. Disponível em < <https://www.unenvironment.org/explore-topics/disasters-conflicts/what-we-do/preparedness-and-response/awareness-and-preparedness>>. Acessado em 01.08.2018a.

UNEP. Concientización y Preparación para Emergencias a Nivel Local. Manual versão 2015. Disponível em
http://apell.eecentre.org/Modules/GroupDetails/UploadFile/UNEP121_Handbook_SP_WEB.pdf. Acessado em 28.09.2018.

UNEP. Awareness and Preparedness for Emergences at Local Level. Disponível em <http://web.unep.org/prepara%C3%A7%C3%A3o-%C3%A9-chave-para-evitar-piores-consequ%C3%Aancias-das-cat%C3%A1strofes>. Acessado em 01.08.2018b.

União Européia. A UE em poucas palavras. Disponível em: https://europa.eu/european-union/about-eu/eu-in-brief_pt. Acessado em: 01.10.2018.

UNISDR. Words into Action Guidelines. Implementation Guide for Man-made and Technological Hazards. Disponível em: https://www.unisdr.org/files/54012_manmadetechhazards.pdf Acessado em: 04.01.2019.

WHO – World Health Organization. Disponível em: <<http://www.who.int/about/what-we-do/en/>> Acessado em: 28.09.2018.

Yogui, R.T.T. 2008. **A utilização de dados dos Estudos de Análise de Risco para a elaboração de Plano de Ação de Emergência**. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental) – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. São Paulo. 147p.