



**COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO  
ESCOLA SUPERIOR DA CETESB  
PÓS-GRADUAÇÃO DE “CONFORMIDADE AMBIENTAL COM REQUISITOS  
TECNICOS E LEGAIS”**

**Paulo de Tarso de Azevedo**

**LEVANTAMENTO DOS CASOS DE ÁREAS CONTAMINADAS DA  
REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO, ASSOCIADOS ÀS  
EMERGÊNCIAS QUÍMICAS EM DUTOS NO PERÍODO DE 2002 A  
2016.**

**São Paulo  
2019**



**Paulo de Tarso de Azevedo**

**LEVANTAMENTO DOS CASOS DE ÁREAS CONTAMINADAS DA  
REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO, ASSOCIADOS ÀS  
EMERGÊNCIAS QUÍMICAS EM DUTOS NO PERÍODO DE 2002 A  
2016.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao  
Curso “Conformidades Ambientais com Requisitos  
Técnicos e Legais”, da Escola Superior da CETESB,  
como requisito para obtenção do título de especialista  
em Conformidade Ambiental.

Orientador: Dr. Jorge Luiz Nobre Gouveia

**São Paulo**

**2019**

## DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO (CETESB, Biblioteca, SP, Brasil)

A988L Azevedo, Paulo de Tarso de  
Levantamento dos casos de áreas contaminadas da região metropolitana de São Paulo, associadas às emergências químicas em dutos no período de 2002 a 2016 / Paulo de Tarso de Azevedo – São Paulo, 2019.  
56 p. : il. color. ; 30 cm.

Orientador: Dr. Jorge Luiz Nobre Gouveia.  
Trabalho de conclusão de curso (Especialização em Conformidade Ambiental) – Pós-Graduação Lato Sensu Conformidade Ambiental com Requisitos Técnicos e Legais, Escola Superior da CETESB, São Paulo, 2019.  
Disponível também em: <<http://cetesb.sp.gov.br/escolasuperior/producao-tecnico-cientifica/>>.

1. Áreas contaminadas 2. CETESB – atendimentos 3. Dutos 4. Emergências químicas 5. São Paulo (RMSP) I. Gouveia, Jorge Luiz Nobre. Orient. II. Escola Superior da CETESB (ESC). III. Título.

CDD (21. ed. Esp.) 363.738 470 286 816 1  
CDU (2. ed. Port.) 614.7-039 (815.6)  
504.5-039 (815.6)  
351.777.6

Catálogo na fonte: Lígia Espíndola – CRB 8 4154  
Margot Terada – CRB 8 4422

Direitos reservados de distribuição e comercialização.  
Permitida a reprodução desde que citada a fonte.

© CETESB.  
Av. Prof. Frederico Hermann Jr., 345  
Pinheiros – SP – Brasil – CEP 05459900  
Site: <<http://cetesb.sp.gov.br/escolasuperior/producao-tecnico-cientifica/>>



CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO  
CONFORMIDADE AMBIENTAL COM REQUISITOS TÉCNICOS E LEGAIS



AVALIAÇÃO DOS TRABALHOS DE CONCLUSÃO DE CURSO

Aluno(a):	Paulo de Tarso de Azevedo	
Título do trabalho:	Análise dos casos de áreas contaminadas da Região Metropolitana de São Paulo, associados às emergências químicas em dutos no período de 2002 a 2016	Turma: 2016

Avaliadores	Nota	Assinatura
Avaliador 1 Nome: Edson Haddad	7,5	
Avaliador 2 Nome: Vitor de Lima Costa	7,5	
Orientador Nome: Jorge Luiz Nobre Gouveia	7,5	
Nota final	7,5	
Aprovado em São Paulo, 29 de junho de 2019		

Ciência do aluno(a): 	Assinatura 
--------------------------	----------------

A aprovação do Trabalho de Conclusão de Curso não significa aprovação, endosso ou recomendação, por parte da CETESB, de produtos, serviços, processos, metodologias, técnicas, tecnologias, empresas, profissionais, ideias ou conceitos mencionados no trabalho.

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho primeiramente aos meus familiares que já não mais se encontram neste plano físico, como meus avós Laercio Azevedo, Lygia Costa de Azevedo e Mario Sonego, neste plano em especial está minha amada mãe Maria Cristina Sonego de Azevedo que ensinou com mais puro amor os principais valores que carrego comigo e o que entendo hoje sobre a ética, não permitindo que nenhuma situação me tire deste centro ideal. Saindo do plano metafísico e indo para o físico encontra-se em primeiro lugar de minha dedicatória o meu pai Arnaldo Lincoln de Azevedo, que muito amo e admiro motivo pelo qual optei por exercer a carreira de engenheiro. Dedico aos meus irmãos Ana Maria, Maria Carolina e Arnaldo Lincoln que ao meu lado usufruíram de magnífica infância e onde hoje busco refúgio ou desfruto de imensas alegrias quando estão presentes. A minha amada avó Lourdes portadora do sorriso mais lindo e cativante que conheço e a guardiã do meu coração.

Ofereço este trabalho a minha grande amiga Sandra Santos que é referência como mãe, irmã, avó e profissional, que me guiou e ajudou em todos os detalhes deste trabalho e que sem ela este não seria possível.

Dedicação especial à Juliana, minha namorada que me mostrou através de seu exemplo que aplicar um valoroso tempo diário aos estudos resulta em uma impulsão intelectual inimaginável.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a todos aqueles que se disponibilizaram, de modo generoso, seu tempo e empenho para me ajudar e fornecer os conhecimentos e informações necessárias para a compilação deste trabalho.

Todos os professores, mestres, doutores e demais pessoas que independentemente do título intelectual que carregam ensinaram e me trouxeram o esclarecimento necessário para minha jornada acadêmica no período em que estive na Escola Superior da CETESB.

Ao Setor de Atendimento a Emergências e ao Setor de Áreas Contaminadas da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo CETESB, que me forneceram os relatórios, gráficos, números estatísticos e todo o necessário para que este trabalho fosse elaborado com a premissa de ser o mais próximo da realidade.

Em especial ao Dr. Jorge Luiz Nobre Gouveia, primeiramente pela pessoa que é e por tudo que me ensinou e na forma que conduziu suas aulas que tive o prazer de assistir, onde de uma forma particular de transferir seus conhecimentos engajou, divertiu e instruiu a mim e a todos meus colegas.

Agradeço aos funcionários da Escola Superior da CETESB, que doaram seus preciosos finais de semana para assessorar nossas aulas, cada um com sua característica positivista particular que nunca esquecerei, como o sempre prestativo Alexandre, os acolhedores e sempre muito precisos conselhos da Tânia, ao sorriso e a recepção da Sônia, ao ânimo e a alegria da Lina, claro que as delícias gastronômicas do Edson e do Paulo, e a todos os demais funcionários que fizeram todos os meus finais de semana especiais.

Já sinto saudades de todos os meus colegas que de tamanha singularidade de personalidade transformaram uma turma em uma grande equipe. Meu especial carinho ao pessoal do grupo “resíduos” que dentre trancos e barrancos seguiram firme auxiliando uns aos outros no entendimento da matéria e sobre tudo a atenção que deram no auxílio de problemas pessoais.

## RESUMO

Trata-se de um estudo associativo entre as “áreas contaminadas” da Região Metropolitana do Estado de São Paulo e as Emergências Químicas em Dutos atendidas e registradas pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB na mesma região no período de 2002 a 2016. A confirmação das correlações descritas acima se deu baseada em longo e criterioso método de interpretação das informações fornecidas por duas áreas da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. As Emergências Químicas são situações de grave risco envolvendo produtos químicos que podem ou não causar vítimas ou perturbações ao meio ambiente. As áreas contaminadas são ambientes que se distanciam de sua qualidade original devido à ação ou omissão humana. A associação dos dois casos é possível por meio de um criterioso estudo comparativo, nos permitindo avaliar o efeito de uma emergência química em longo prazo. A “posteriori” voltamos a atenção para as emergências químicas com a maior probabilidade de resultar em uma área contaminada podendo por fim desvelar o risco que determinada atividade exerce expondo o custo ambiental a longo prazo.

**Palavras – chave:** Emergências Químicas – Áreas Contaminadas

## **ABSTRACT**

This is an associative study between the "contaminated areas" of the Metropolitan Region of the State of São Paulo and the Chemical Emergencies in pipelines served and registered by the Environmental Company of the State of São Paulo - CETESB in the same region from 2002 to 2016. The confirmation of the correlations described above was based on a long and judicious method of interpretation of the information provided by two areas of the Environmental Company of the State of São Paulo. Chemical Emergencies are situations of serious risk involving chemicals that may or may not cause victims or disturbances to the environment. Contaminated areas are environments that deviate from their original quality due to human action or omission. The association of the two cases is possible through a careful comparative study, allowing us to evaluate the effect of a long term chemical emergency. Subsequently, we turn our attention to the chemical emergencies that are most likely to result in a contaminated area and can finally uncover the risk that a given activity exerts by exposing the environmental cost in the long term.

**Key words: Chemical emergencies – contaminated areas**



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES TABELAS

<b>Tipo</b>	<b>Nº.</b>	<b>Título</b>	<b>pag.</b>
Mapa	1	Região Metropolitana de São Paulo	21
Mapa	2	Traçado das Linhas da Tubulação da TRANSPETRO em São Paulo	33
Mapa	3	Localização dos Setores Representativos das Áreas Contaminadas	42
Imagem	1	Local do Rompimento da Tubulação	34
Imagem	2	Canaleta com Gasolina	35
Imagem	3	Canaleta de Sacrifício	36
Imagem	4	Canaleta e Vala de Sacrifício	36
Imagem	5	Foto aérea da ocorrência no duto OSVAT 22´	39
Imagem	6	Duto OSVAT 22´ Consertado	39
Imagem	7	Rio Tietê	40
Imagem	8	Região de Charco	40
Imagem	9	Residências Evacuadas	41
Imagem	10	Distância entre o Rio Tietê e o Local da Ocorrência	43
Figura	1	Registro da área contaminada no município de Guararema	31
Figura	2	Registro das Áreas Contaminadas no Município de Mogi das Cruzes	31
Figura	3	Avaliação de Risco a Saúde Humana em Ambiente Aberto	44
Figura	4	Avaliação de Risco a Saúde Humana em Ambiente Fechado	44
Figura	5	Os Elementos Ambientais e de Uso e Ocupação do Solo	45
Figura	6	Registro da Área Contaminada no Município de Mogi das Cruzes	49
Figura	7	Lista de áreas contaminadas da CETESB	50
Tabela	1	Relação de Atividades Causadoras de Emergência Química atingindo o solo	18
Tabela	2	Emergências Químicas Causadas no Transporte por Dutos na Região Metropolitana de São Paulo atendidas pela CETESB no Período de 2002 a 2016.	24

<b>Tabela</b>	<b>3</b>	<b>Municípios que Compõem a Região Metropolitana de São Paulo</b>	<b>28</b>
<b>Tabela</b>	<b>4</b>	<b>Cidades da Região Metropolitana de São Paulo e as Quantidades e Emergências Químicas e Áreas Contaminadas</b>	<b>29</b>
<b>Tabela</b>	<b>5</b>	<b>Emergências Químicas no Município de Guararema no Período de 2002 a 2016</b>	<b>30</b>
<b>Tabela</b>	<b>6</b>	<b>Emergências Químicas que resultaram em Áreas Contaminadas na RMSP do período de 2002 a 2016</b>	<b>32</b>
<b>Tabela</b>	<b>7</b>	<b>Especificações do Produto</b>	<b>35</b>
<b>Tabela</b>	<b>8</b>	<b>Coordenadas Geográficas dos Pontos</b>	<b>46</b>
<b>Tabela</b>	<b>9</b>	<b>Classificação da Qualidade das Águas nos Pontos</b>	<b>47</b>
<b>Tabela</b>	<b>10</b>	<b>Emergência Química em Mogi das Cruzes</b>	<b>48</b>
<b>Gráfico</b>	<b>1</b>	<b>Emergências Químicas atendidas pela CETESB no período de 2002 a 2016 na Região Metropolitana de São Paulo</b>	<b>22</b>
<b>Gráfico</b>	<b>2</b>	<b>Emergências Químicas Causadas por Transportes por Dutos Atendidas pela CETESB na Região Metropolitana de São Paulo no Período de 2002 a 2016</b>	<b>25</b>
<b>Gráfico</b>	<b>2.1</b>	<b>Emergências Químicas Causadas por Transportes por Dutos Atendidas pela CETESB na Região Metropolitana de São Paulo no Período de 2002 a 2016 Produtos - Torta</b>	<b>26</b>
<b>Gráfico</b>	<b>3</b>	<b>Quantidade e Percentual das Atividades Causadoras de Áreas Contaminadas na RMSP de 2002 a 2016.</b>	<b>32</b>
<b>Gráfico</b>	<b>4</b>	<b>Limites Classe 1 e Classe 3 para o Oxigênio Dissolvido em Cada Ponto</b>	<b>45</b>
<b>Fluxograma</b>	<b>1</b>	<b>Representação Esquemática do Modelo de Dispersão da Contaminação na Área do Acidente.</b>	<b>38</b>

## LISTA DE ABREVIATURAS SIGLAS E SÍMBOLOS.

ABIQUIM	Associação Brasileira das Indústrias Químicas
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ACI	Área contaminada sob investigação
ACRe	Área contaminada em processo de remediação
ACRi	Área contaminada com risco confirmado
ACRu	Área contaminada em processo de reutilização
CMA	Concentração da substância química de interesse
AME	Área em processo de monitoramento para encerramento
ANTT	Agência Nacional de Transportes Terrestres
AR	Área reabilitada para o uso declarado
BTEX	Benzeno, Tolueno, Etilbenzeno e Xilenos
CETESB	Centro Tecnológico de Saneamento Básico (1968 até 2009)
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (2009 até hoje)
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
DD	Decisão de Diretoria
IET	Índice Trófico
IVA	Índice de Qualidade das Águas para Proteção da Vida Aquática
MPE	Sistema de Extração Multifásica Emergencial
NBR	Norma Brasileira
NR	Norma Regulamentadora
PDC	Diretoria dos Portos e Costas
PCB	Bifenilas Policloradas
POP	Poluentes Orgânicos Persistentes
RMSP	Região Metropolitana de São Paulo
SIEQ	Sistema de Informações de Emergências Químicas da CETESB
SQI	Substância Química de Interesse
ONU	Organização das Nações Unidas
SUSAM	Superintendência de Saneamento Ambiental

## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	14
1.1	<b>OBJETIVOS</b> .....	15
1.1.1	<b>Objetivo Geral</b> .....	15
1.1.2	<b>Objetivos Específicos</b> .....	15
1.2	<b>JUSTIFICATIVA</b> .....	16
1.3	<b>DELINEAMENTO METODOLÓGICO</b> .....	16
1.4	<b>CONCEITOS E DEFINIÇÕES</b> .....	17
<b>2</b>	<b>REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	17
<b>3</b>	<b>PRINCIPAIS EMERGÊNCIAS QUÍMICAS NA REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO NO PERÍODO DE 2002 A 2016</b> .....	20
3.1	<b>Emergências Químicas em transporte por Dutos</b> .....	23
<b>4</b>	<b>AS ÁREAS CONTAMINADAS DA REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO</b> .....	27
<b>5</b>	<b>AS EMERGÊNCIAS QUÍMICAS EM DUTOS ASSOCIADAS AS ÁREAS CONTAMINADAS DA REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO NO PERÍODO DE 2002 A 2016</b> .....	28
5.1	<b>ESTUDO DE CASO</b> .....	33
5.2	<b>CONSIDERAÇÕES</b> .....	49
5.3	<b>RECOMENDAÇÕES DE MELHORIA</b> .....	50
5.4	<b>CONTRIBUIÇÃO PARA A PRÁTICA</b> .....	50
5.5	<i>Considerações Finais</i> .....	51
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	52
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	53
	<b>ANEXO 1</b> .....	55

## 1 INTRODUÇÃO

Uma perturbação no ecossistema proveniente de uma ação ou omissão humana é uma das definições de impacto ambiental. Esta perturbação dependendo de sua característica e potencial pode resultar ou não em uma área contaminada. As emergências químicas são consideradas em sua maioria eventos com grande probabilidade de impacto na qualidade do meio ambiente devido às características potencialmente poluidoras que se originam dos mais diversos produtos perigosos fabricados, manipulados ou transportados.

A Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB é detentora das informações dos casos reportados de emergência química do estado e possui também um setor específico que identifica, mapeia, classifica e acompanha as áreas contaminadas (CETESB, 2018).

## **1.1 OBJETIVOS**

### **1.1.1 Objetivo Geral**

Analisar as emergências químicas decorrentes do transporte por dutos, atendidas pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), durante o período de janeiro de 2002 a dezembro de 2016 que resultaram em contaminação relevante a ponto de serem incluídas na lista de áreas contaminadas da CETESB.

Eleger um evento de emergência química envolvendo o transporte por duto que tenha resultado em área contaminada e realizar estudo de caso sem, no entanto, pretender representar uma amostragem ou frequência estatística, mas aprofundar o conhecimento do tema estudado.

### **1.1.2 Objetivos Específicos**

Realizar um levantamento preliminar das emergências químicas em dutos, atendidas pela CETESB no período de 2002 - 2016 na RMSP e às áreas contaminadas no mesmo período.

Caracterizar e separar os casos das áreas contaminadas posteriores aos casos das emergências químicas no período de 2002 a 2016, nas localidades informadas de acordo com o produto, classificação ou outra característica que permita a associação.

Elucidar uma possível associação entre os casos acima descritos.

Apresentar o estudo do caso eleito de emergência química envolvendo o acidente ocorrido em duto da Petrobrás no Município de Mogi das Cruzes - SP.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

A escolha desse tema visa entender uma possível ligação que pode ocorrer entre as emergências químicas em um determinado local que posteriormente foi classificado como uma área contaminada e associar tais convergências com os contaminantes principais relatados na ocasião.

Considerando que em emergência química há uma liberação não desejada de determinada substância química em quantidades variáveis e em meios os mais diversos possíveis e que as medidas de saneamento adotadas durante o atendimento a esta emergência não necessariamente irão de forma cabal e definitiva sanear o local afetado, é importante considerar a hipótese de que as ocorrências que são atendidas e registradas como Emergências Químicas possam vir a ser consideradas como Área Contaminada.

O foco direcionado a acidentes com dutos no presente trabalho foi dado em função da precisão dos locais. A imprecisão nos demais tipos de acidentes prejudica a assertiva da associação Emergência X Área contaminada. O banco de dados do SIEQ não inclui endereço preciso, indicando somente a cidade.

## 1.3 DELINEAMENTO METODOLÓGICO

Compilar as informações fornecidas pelo Setor de Atendimento a Emergências da CETESB, bem como as informações de todas as áreas contaminadas também fornecidas pela mesma e comparar estas informações. Para tanto, a metodologia estabeleceu:

- a) Tabelar as informações sobre as emergências químicas da Região Metropolitana de São Paulo.
- b) Tabelar as informações sobre as áreas contaminadas da Região Metropolitana de São Paulo baseada nas informações das emergências químicas.
- c) Estruturar as informações comparadas e elaborar uma conclusão.

## 1.4 CONCEITOS E DEFINIÇÕES

Emergências Químicas: situação envolvendo produto químico que pode de alguma forma representar um perigo à saúde e à segurança da população, meio ambiente e aos patrimônios público e privado requerendo, portanto, intervenções imediatas.

Área Contaminada: segundo a Lei Nº. 13.577, de 8 de julho de 2009, artigo 3º, parágrafo II, área contaminada é a área, terreno, local, instalação, edificação ou benfeitoria que contenha quantidades ou concentrações de matéria em condições que causem ou possam causar danos à saúde humana, ao meio ambiente ou a outro bem a proteger.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

O conteúdo deste capítulo provém do resultado da análise de todos os 3023 casos de áreas contaminadas da região metropolitana de São Paulo que inclui 39 cidades e das 2535 emergências químicas, da mesma região, envolvendo contaminação do solo no período de 2002 a 2016.

A pesquisa quanto ao atendimento à emergência química foi feita em um sistema de informações da CETESB, tendo como critério de seleção o período de 01.01.2002 a 31.12.2016, ocorrido na RMSP cujo meio físico atingido tenha sido o solo, pois ao analisar e relacionar com as áreas contaminadas do mesmo período e região, o meio para o qual ações de remediação são direcionadas é o solo. Esta pesquisa está representada na planilha de correlação de dados Emergência X Área Contaminada.

Assim, foram identificados para a Região Metropolitana de São Paulo, 726 registros de atendimento de emergência química distribuídos para as atividades a seguir:



**Tabela 1 - Relação de Atividades Causadoras de Emergência Química atingindo o solo.**

<b>Atividade</b>	<b>Quantidade</b>
Armazenamento	20
Descarte	103
Indústria	51
Não identificada	25
Transporte ferroviário	05
Transporte por duto	107
Transporte rodoviário	286
Postos e Sistemas retalhistas	67
Outras	62

FONTE: CETESB, 2016

Associar as emergências químicas às áreas contaminadas é um trabalho que exige cautela, onde primeiramente é necessário entender estas duas áreas distintas dentro de uma mesma instituição a CETESB.

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) usa como classificação de área contaminada, a Resolução CONAMA nº 460/2013 (BRASIL, 2013) que dispõem de critérios e os valores orientadores da qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas neste meio e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas.

Voltando um pouco no cronograma histórico das leis ambientais, a Lei Federal 9.605/98 (BRASIL, 1998), define como crime de poluição na forma dolosa a conduta de causar, de qualquer natureza, uma contaminação ou degradação do solo ou subsolo, tornando-o impróprio para uso e ocupação humana. Esta mesma importância se dá às águas superficiais e subterrâneas.

Falando agora em organismos de controle, o então Centro Tecnológico de Saneamento Básico CETESB, foi criado em 1978 e ao incorporar a

Superintendência de Saneamento Ambiental - SUMAM se tornou responsável por controlar, monitorar e licenciar as atividades geradoras de poluição no Estado de São Paulo.

O marco inicial da criação do Setor de Atendimento a Emergências da CETESB se deu diante de um grande vazamento do petroleiro *Brazilian Marina*, no canal de São Sebastião, despejando 6.000 toneladas de óleo no canal. Este setor trabalha hoje com uma ferramenta de informação sobre Emergências Químicas (SIEQ). O presente trabalho usará desta ferramenta para elucidar os diversos tipos de ocorrência separando por data, local, tipo de produto e atividade.

Outras autoridades também possuem maneiras de atender ocorrências, por exemplo, o Sistema Nacional de Emergências Ambientais - SIEMA que foi instituído pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA, por intermédio de seu correio eletrônico todos os casos de acidente ou emergência com relevância e importância considerável a ele também deve ser informado, porém o presente trabalho se deteve ao sistema da CETESB.

Em relação às áreas contaminadas o artigo 17 do Decreto Estadual nº 59.263/2013 (SÃO PAULO, 2013) aponta os procedimentos quanto à proteção da qualidade do solo e das águas subterrâneas, medidas preventivas, procedimentos para identificação destas áreas visando garantir a saúde e a segurança da população exposta à contaminação. Neste sentido Milaré, EDIS (2015, pag. 94) elucida ainda mais sobre o tema separando em dez os princípios fundamentais do direito do ambiente. Iniciando pelo princípio do ambiente ecologicamente equilibrado como um direito fundamental da pessoa humana, demarcando onde uma ação ou omissão que contradiz este direito coletivo é o ponto de apoio e fundamental para os demais.

O princípio do controle do poluidor pelo Poder Público é respaldado inicialmente pela lei ordinária (v.g., art. 5º § 6.º, da Lei Ordinária 7.247/85), (BRASIL 1985), bem como na Constituição Federal do Brasil 1988 (art. 225, § 1º, V), (BRASIL, 1988) onde incube ao Poder Público “controlar a produção, a comercialização e o emprego de técnicas, métodos e substâncias que comportem risco para a vida, a qualidade de vida e o meio ambiente”. Neste sentido o Setor de Atendimento a

Emergências e o Setor de Áreas Contaminadas são fundamentais para a proteção do direito ao ambiente ecologicamente equilibrado.

Ao analisar os relatórios anuais das áreas contaminadas da CETESB no período de 01.01.2002 a 31.12.2016, em maio de 2002, quando houve a primeira divulgação, eram 255 áreas contaminadas, em 2003 esse número saltou para 727. Os demais anos foram crescentes. Em novembro de 2004 foram 1336, maio de 2005 computou 1504 até que chegou em 2016 com 5662 áreas contaminadas.

O relatório anual também foi evoluindo e tornando-se mais completo com o passar dos anos e a partir de 2013 foi possível ver o mapa separado por atividade, onde neste ano das 4771 áreas contaminadas 3597 eram em postos de combustível. Em 2016 das 5662 áreas contaminadas 4137 foram em postos de combustível, ou seja, 73%. Isto se deve a implantação de um programa de licenciamento desta atividade iniciado em 2001, consequência da Resolução CONAMA nº273/2000 (BRASIL, 2000) que estabeleceu diretrizes tanto para o licenciamento, como para prevenção e controle da poluição desta atividade.

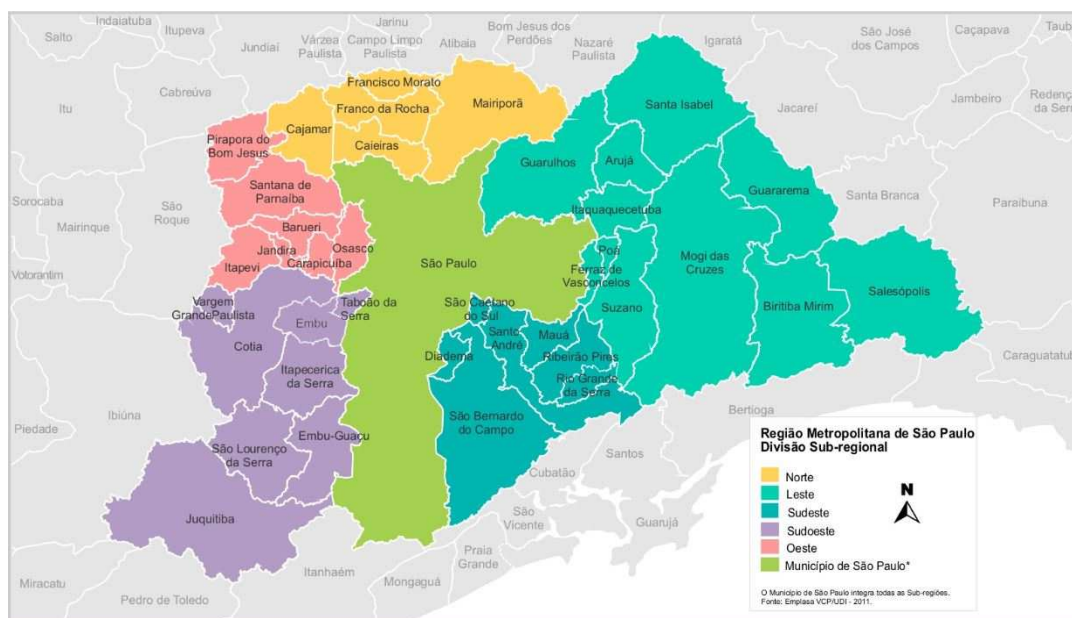
Segundo o relatório anual do Sistema de Informações de Emergências Químicas da CETESB (SIEQ, 2017), desde 1978 até março de 2016 o total de acidentes foi de 10.811, dentre estes o transporte rodoviário representa 45,22%. Em 2010 esta proporção foi maior, os acidentes químicos em transporte rodoviário totalizaram em 57,7% segundo a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB, (2010 p. 21).

### **3. PRINCIPAIS EMERGÊNCIAS QUÍMICAS NA REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO NO PERÍODO DE 2002 A 2016**

Atualmente a RMSP concentra a importância de 39 municípios sendo, segundo a EMPLASA - Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano S/A, o maior polo de riqueza nacional em seu estudo de 2015. Tal região correspondia na época com a percentagem de 54,48% do PIB. Tais grandezas também são relevantes no quadro

populacional com 21,4 milhões de habitantes. A Lei complementar N° 1.139, de 16 de junho de 2011, reorganizou a RMSP - Região Metropolitana de São Paulo.

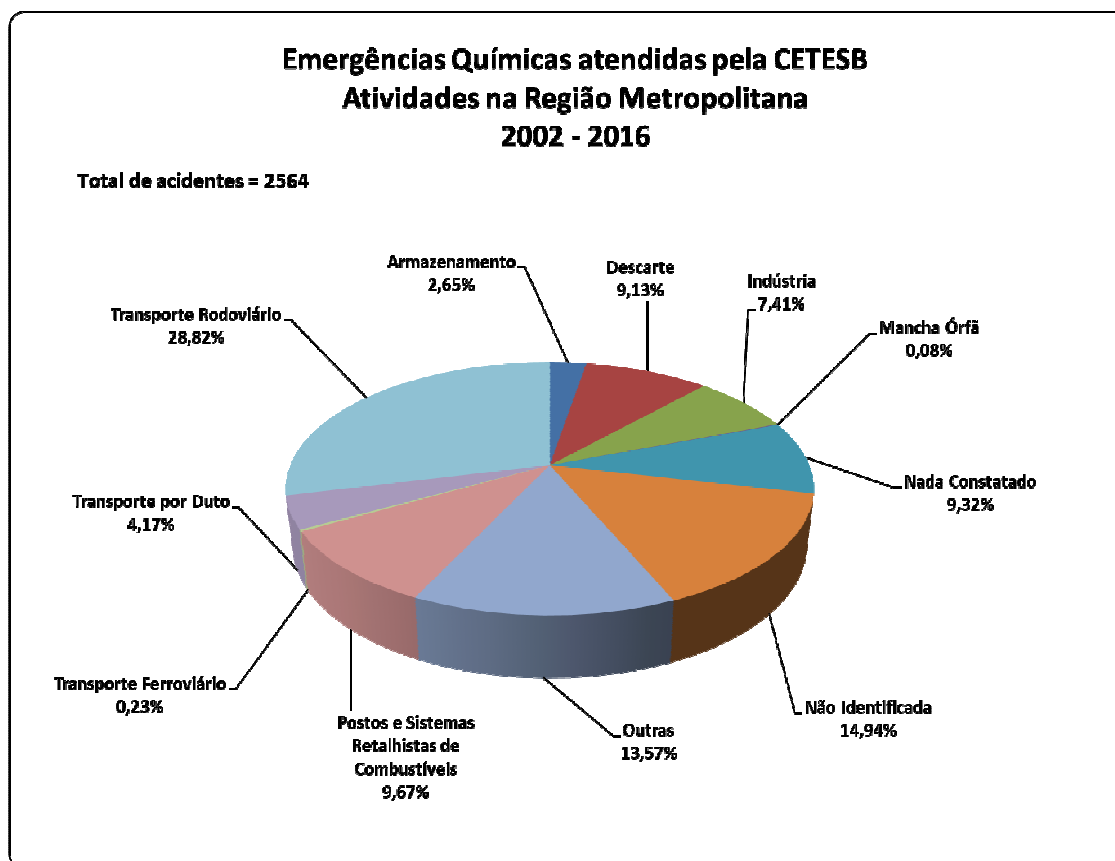
**Mapa 1 – Região Metropolitana de São Paulo**



FONTE: Emplasa VCP/UDI, 2011

Os relatórios anuais de emergências químicas mostram os gráficos e números de todas as emergências do período. Dentre os diversos casos os 4 principais são emergências no transporte rodoviário, em atividades em postos de combustíveis, no descarte e na indústria, conforme ilustra o gráfico a seguir.

**Gráfico 1 – Emergências Químicas atendidas pela CETESB no período de 2002 a 2016 na Região Metropolitana de São Paulo**



FONTE: CETESB, 2018

Dentre os 2564 casos de emergência química na região metropolitana, no período de 2002 a 2016 o transporte rodoviário foi o de maior incidência, com 28,82% dos casos, tal grandeza se dá devido aos produtos nesta região serem transportados por este meio, que também não é o mais seguro. Outro ponto deste gráfico refere-se ao transporte por dutos, que representa 4,17% dos casos e ao longo deste trabalho serão apresentados os tipos de vazamento deste modelo de transporte.

### 3.1. Emergências Químicas em transporte por Dutos

Segundo a Resolução ANP nº 6/2011 (BRASIL, 2011), o transporte de hidrocarbonetos líquidos e outros combustíveis, como por exemplo, biodiesel, etanol ou diesel de forma sequencial em polidutos são considerados oleodutos. Por meio do Regulamento de Movimentação de Petróleo, Derivados e Gás Natural, a resolução normatiza os padrões de segurança operacional para dutos visando a proteção da população, das instalações e do meio ambiente.

Extraídos de locais distantes do seu processamento, muitas vezes em locais aquáticos, os dutos podem ser terrestres e ou submersos. O Brasil possui em sua extensão territorial entorno de 7.500 km de oleodutos, 20 terminais terrestres, 543 tanques e 27 terminais aquaviários (Figueredo, Erica Airosa. **Oleoduto**. Disponível em: <http://www.infoescola.com/transporte/oleoduto/>. Acesso em: 15 abr. 2018).

Os riscos ambientais se dão desde o momento de suas instalações, onde a qualidade do meio ambiente é diretamente afetada, seja pelo desmatamento da região ou riscos operacionais. Porém esta maneira de transporte é a mais eficiente quando grandes volumes são necessários, seja para o abastecimento das refinarias ou interligar os grandes centros consumidores.

No período de 2002 até 2016 foram contabilizadas 107 emergências químicas atendidas pela CETESB na Região Metropolitana de São Paulo no transporte por dutos conforme o gráfico a seguir.

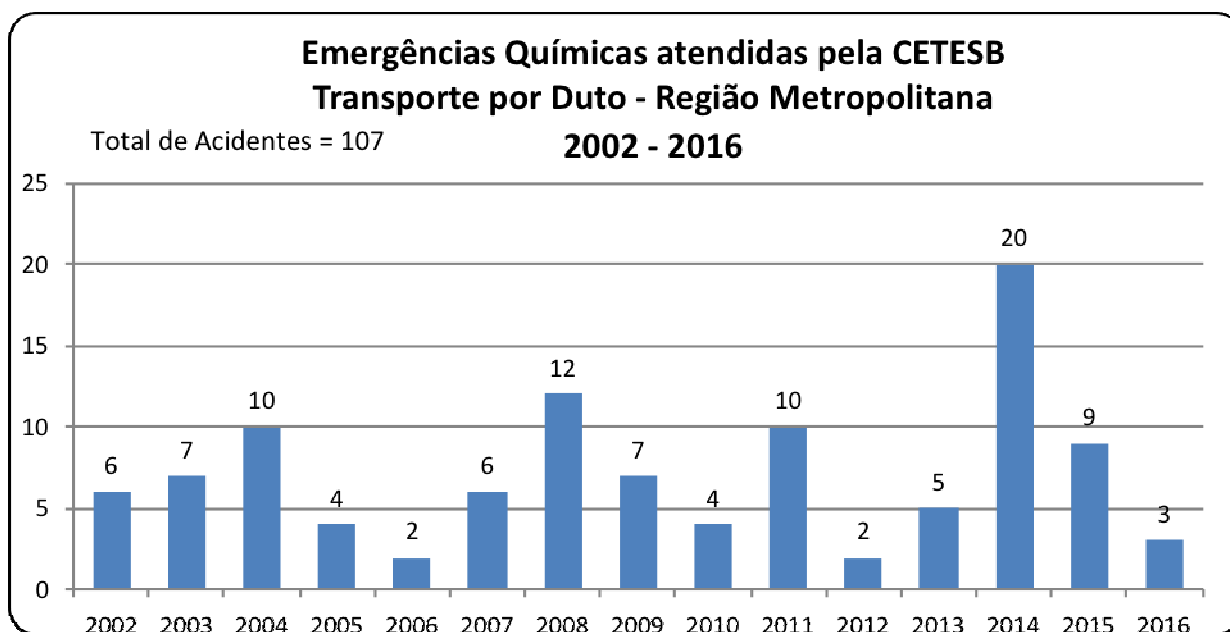
**Tabela 2 – Emergências Químicas Causadas no Transporte por Dutos na Região Metropolitana de São Paulo atendidas pela CETESB no Período de 2002 a 2016.**

<b>Produto</b>	<b>Nº. de Ocorrências</b>
<b>GAS NATURAL</b>	<b>92</b>
<b>GÁS TÓXICO, INFLAMÁVEL, COMPRIMIDO N.E.</b>	<b>1</b>
<b>GASOLINA</b>	<b>2</b>
<b>GLP - GASES DE PETRÓLEO LIQUEFEITOS</b>	<b>3</b>
<b>NAFTA</b>	<b>3</b>
<b>ÓLEO COMBUSTIVEL</b>	<b>1</b>
<b>ÓLEO COMBUSTÍVEL DILUENTE</b>	<b>1</b>
<b>ÓLEO DIESEL</b>	<b>2</b>
<b>RESÍDUO AROMÁTICO DE PIRÓLISE</b>	<b>1</b>
<b>RESIDUO OLEOSO</b>	<b>1</b>
<b>Total Geral</b>	<b>107</b>

FONTE: CETESB, 2018

A tabela esclarece que a maior causa de chamados de emergência em transporte por dutos são decorrentes de vazamento de gás natural ou GLP. Tais acidentes em ambientes abertos não são os de maior severidade e dano ao meio devido à rápida dissipação em ambiente aberto. Porém, em regiões mais urbanizadas podem causar explosões e incêndios.

**Gráfico 2 – Emergências Químicas Causadas no Transporte por Dutos na Região Metropolitana de São Paulo atendidas pela CETESB no Período de 2002 a 2016**

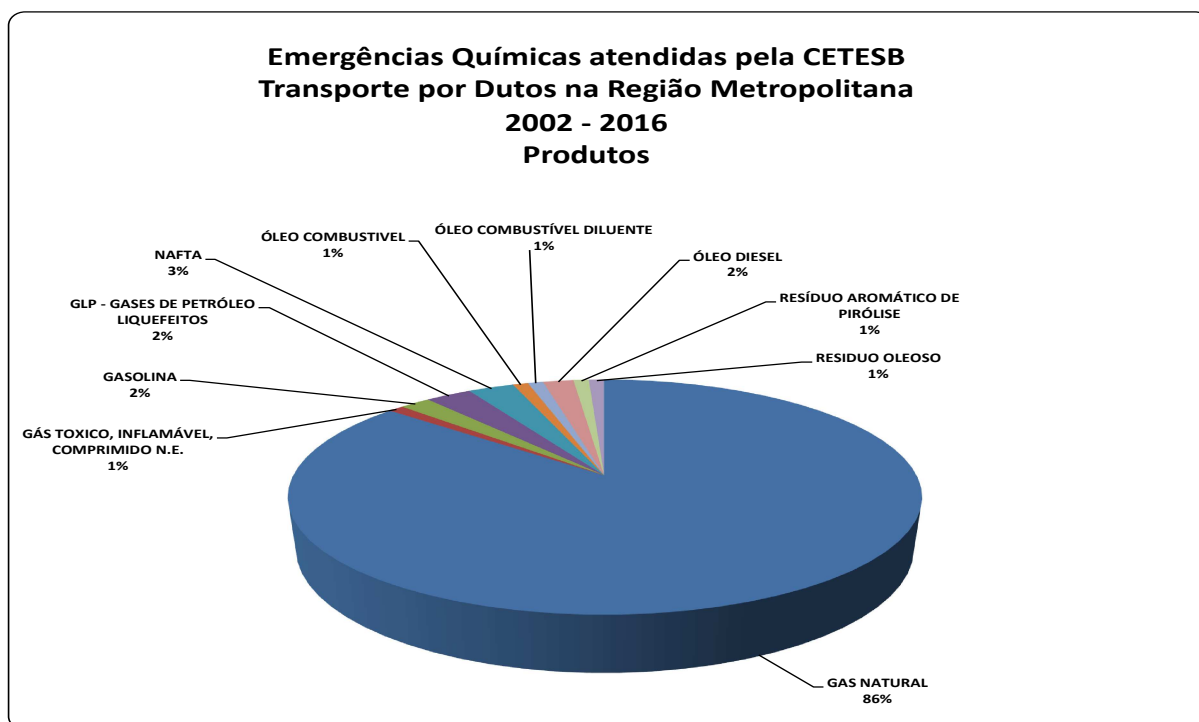


FONTE: CETESB, 2018

Mesmo construídos sob os padrões máximos de segurança internacional e estarem enterrados, os dutos estão sujeitos aos deslizamentos de terra, corrosão, atos de vandalismo, etc. Em 2014 o pico das emergências em dutos se deu principalmente devido as interferências clandestinas com a finalidade de roubar combustíveis, o que se tornou comum neste período e conseqüentemente aumentando no decorrer dos anos. (CETESB, 2016)



**Gráfico 2.1 – Emergências Químicas Causadas no Transporte por Dutos na Região Metropolitana de São Paulo atendidas pela CETESB no Período de 2002 a 2016**



FONTE: CETESB, 2018

Liderando as ocorrências em dutos, o gás natural preocupa todos em seu entorno quando ocorre um vazamento, é também mais perceptível devido a rápida diminuição da pressão nas linhas de transporte. A corrosão e a ação de terceiros são os principais motivos desta emergência. (CETESB, 2016)

O intuito deste trabalho é relacionar as ocorrências químicas em dutos com as áreas contaminadas na Região Metropolitana de São Paulo. As perdas de contenção primária de gases não contaminam o solo, portanto não serão tratadas as ocorrências que causem impactos apenas ao ar atmosférico.

Dos 107 casos de emergências em dutos atendidos pela CETESB no período de 01 de janeiro de 2002 a 31 de dezembro 2016, 96 casos não contaminaram o solo,

portanto somente 11 casos de emergências químicas em transporte por dutos poderiam contaminar o solo.

#### **4 AS AREAS CONTAMINADAS DA REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO**

As principais fontes de poluição e impactos ao solo e à água subterrânea são as atividades industriais seguidas de áreas de estocagem, tratamento e descarte de efluente e resíduo, atividades extrativistas, agricultura, aplicação de efluentes e resíduos no solo, postos de combustível e por último os acidentes (CETESB, 2018).

O Departamento de Áreas Contaminadas da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo CETESB é norteado hoje pela Decisão de Diretoria (D.D.) nº38/2017/C (CETESB, 2017). Esta D.D. que visa proteger a qualidade do solo e das águas subterrâneas estabeleceu procedimentos em função da Lei Estadual nº 13.577/2009 (SÃO PAULO, 2009), aprovada pelo Decreto Estadual nº59.263/2013 (SÃO PAULO, 2013). As definições e os procedimentos para investigação e o correto gerenciamento se inicia pela identificação e caracterização da fonte poluidora e o tipo do poluente.

Uma poluição pode atingir diversos meios, como exemplo de um gás que atinge a atmosfera causando diversos problemas ambientais e respiratórios na região atingida, porém não resulta em área contaminada, portanto está descartada do propósito deste trabalho, diferente de um poluente líquido ou sólido que pode alterar a qualidade da água ou do solo.

O principal causador de contaminação de solo na Região Metropolitana de São Paulo são os postos de combustíveis - (CETESB, 2018).

Para melhor identificar os municípios que compõem a Região Metropolitana de São Paulo estão os descritos a seguir:

**Tabela 3 – Municípios que compõem a Região Metropolitana de São Paulo**

<b>Norte:</b> Caieiras, Cajamar, Francisco Morato, Franco da Rocha e Mairiporã.
<b>Leste:</b> Arujá, Biritiba-Mirim, Ferraz de Vasconcelos, Guararema, Guarulhos, Itaquaquecetuba, Mogi das Cruzes, Poá, Salesópolis, Santa Isabel e Suzano.
<b>Sudeste:</b> Diadema, Mauá, Ribeirão Pires, Rio Grande da Serra, Santo André, São Bernardo do Campo e São Caetano do Sul.
<b>Sudoeste:</b> Cotia, Embu das Artes, Embu-Guaçu, Itapeverica da Serra, Juquitiba, São Lourenço da Serra, Taboão da Serra e Vargem Grande Paulista.
<b>Oeste:</b> Barueri, Carapicuíba, Itapevi, Jandira, Osasco, Pirapora do Bom Jesus e Santana de Parnaíba.
<b>O Município de São Paulo</b> integra todas as sub-regiões mencionadas

FONTE: CETESB, 2018

## **5 AS EMERGÊNCIAS QUÍMICAS EM DUTOS ASSOCIADAS ÀS ÁREAS CONTAMINADAS DA REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO NO PERÍODO DE 2002 A 2016**

Para associar as áreas contaminadas da Região Metropolitana de São Paulo com as emergências químicas no período de 2002 a 2016 foi necessário um estudo investigativo individualizando caso a caso para entender o cenário e o contexto da ocorrência da área em questão. Dentro desta associação foi possível excluir alguns casos, visto não ter sido possível estabelecer uma correlação.

É possível verificar as áreas contaminadas e as emergências químicas para cada uma das cidades da Região Metropolitana de São Paulo no período de 2002 a 2016, separadas também pelo meio que atingiram. O interesse deste trabalho é a emergência que obrigatoriamente poluiu o solo.

**Tabela 4 – Cidades da Região Metropolitana de São Paulo e as quantidades de Emergências Químicas e de Áreas Contaminadas**

Meio Atingido <b>CIDADE</b>	Apenas solo		Completo	
	Emergência	Área Cont.	Emergência	Área Cont.
Arujá	10	13	28	13
Barueri	10	29	45	29
Biritiba Mirim	1	1	1	1
Caieiras	10	8	17	8
Cajamar	8	12	20	12
Carapicuíba	8	10	15	10
Cotia	18	19	40	19
Diadema	10	39	45	39
Embu das Artes	3	12	16	12
Embu Guaçu	2	3	2	3
Ferraz	2	6	7	6
Francisco Morato	0	4	2	4
Franco da Rocha	2	10	10	10
Guararema	8	2	19	2
Guarulhos	72	125	199	125
Itapecerica	13	6	18	6
Itapevi	7	7	16	7
Itaquaquecetuba	23	22	37	22
Jandira	1	7	7	4
Juquitiba	7	4	15	4
Mairiporã	12	5	27	5
Mauá	6	43	21	43
Mogi das Cruzes	11	70	37	70
Osasco	19	87	89	87
Pirapora do Bom Jesus	0	1	1	1
Poá	1	8	5	8
Ribeirão Pires	5	18	17	18
Rio Grande da Serra	0	2	1	2
Santa Isabel	11	4	17	4
Santana de Parnaíba	5	k	17	7
Santo André	12	153	50	153
São Bernardo	31	126	113	126
São Caetano	2	57	14	57
São Lourenço da Serra	9	2	16	2
São Paulo	269	2050	1495	2050
Salesópolis	0	2	0	2
Suzano	8	34	27	34
Taboão da Serra	6	16	27	16
Vargem Grande	1	2	2	2
<b>Total</b>	<b>623</b>	<b>3019</b>	<b>2535</b>	<b>3023</b>

FONTE: CETESB, 2018

Verificando caso a caso sobre o histórico das áreas contaminadas na região dos acidentes no período de 2002 a 2016 não foi possível identificar nenhuma

correlação com atendimento de emergência química provocada por transporte em duto em 22 municípios da Região Metropolitana de São Paulo como Arujá, Barueri, Biritiba Mirim, Caieiras, Cajamar, Carapicuíba, Cotia, Embu das Artes, Embu Guaçu, Francisco Morato, Itapecerica da Serra, Itapevi, Jandira, Mauá, Pirapora do Bom Jesus, Ribeirão Pires, Rio Grande da Serra, Santana do Parnaíba, Santo André, São Lourenço da Serra, São Paulo e Vargem Grande.

No município de Guararema no período de 2002 a 2016 houve oito emergências químicas que atingiram além de outros meios o solo. No registro da CETESB de áreas contaminadas no município são apenas dois casos. Foi possível associar uma área contaminada a um acidente decorrente de um vazamento em duto de combustível (CETESB, 2018).

**Tabela 5 – Emergências Químicas no Município de Guararema no Período de 2002 a 2016**

Código	Data	Município	Atividade	Nº UGRHI	Agência Ambiental	Rodovia	Causa	ONU	Produto	Qde Vazada	Classe	Meios Atingidos	Vítimas/Evacuados
121/2005	19/04/2005	GUARAREMA	Transporte Rodoviário	2	Sede	Dutra, Pres.	Colisão/Choque	Não Classif.	DIMETHOMORPH	500 Quilograma(s)	Não Classificado	SOLO	0
174/2007	06/06/2007	GUARAREMA	Transporte Rodoviário	2	Jacarei	Ayrton Senna da Silva	Tombamento	2055 1202	ESTIRENO MONOMERO INIBIDO ÓLEO DIESEL	21000 Litro(s) 25 Litro(s)	3 3	ÁGUA AR/SOLO/ÁGUA	0
218/2007	07/07/2007	GUARAREMA	Transporte por Duto	2	Jacarei	*	Outra	1202	ÓLEO DIESEL	150 Litro(s)	3	ÁGUA SOLO	0
162/2008	17/04/2008	GUARAREMA	Transporte Rodoviário	2	S J Campos	Geraldo Scavone	Tombamento	3077	SUBSTANCIAS QUE APRESENTAM RISCOS PARA O M.A., SÓLIDA	Não estimado	9	AR/SOLO	0
422/2008	01/12/2008	GUARAREMA	Transporte Rodoviário	2	S J Campos	Dutra, Pres.	Capotamento	1075 1202	GLP - GASES DE PETRÓLEO LIQUEFEITOS ÓLEO DIESEL	Não houve vazamento Não estimado	2.1 3	SOLO	0
249/2009	22/08/2009	GUARAREMA	Transporte Rodoviário	2	Mogi das Cruzes	Dutra, Pres.	Falha Mecânica	Não Classif.	DIISOBUTIL FTALATO	50 Litro(s)	Não Classificado	AR/SOLO	0
061/2010	05/02/2010	GUARAREMA	Transporte Rodoviário	2	Mogi das Cruzes	Ruas e Avenidas / Estradas vicinais	Abalroamento	1202	ÓLEO DIESEL	200 Litro(s)	3	AR/SOLO	0
165/2011	31/05/2011	GUARAREMA	Transporte Rodoviário	2	Mogi das Cruzes	Ayrton Senna da Silva	Abalroamento	1202 Não Classif.	ÓLEO DIESEL FERTILIZANTES	Não estimado Não estimado	3 Não Classificado	FLORA SOLO	0

FONTE: CETESB, 2018

Pode-se verificar a seguir, que a causa da contaminação deste caso foi acidente, conforme indicado no registro da CETESB. Em alguns casos de áreas contaminadas não é citada de maneira clara o que desencadeou a contaminação, pois as alternativas apresentadas no formulário para “Atividades” indicam indústria, comércio, posto de combustível, resíduo, acidentes, agricultura, desconhecida e para “Fonte de Contaminação” também aparece “acidente”.

**Figura 1 – Registro da área contaminada no município de Guararema**

**GUARAREMA**  
**PETROBRÁS TRANSPORTE S/A (TRANSPETRO) (TERMINAL DE GUARAREMA)**  
 EST. DA LAGOA NOVA, KM 10 - PONTE ALTA - GUARAREMA

Atividade  indústria  comércio  posto de combustível  resíduo  acidentes  agricultura  desconhecida

Coordenadas (m): fuso 23 DATUM Córrego Alegre UTM\_E 399.182,00 UTM\_N 7.405.379,00

Classificação em processo de remediação (ACRe)  reutilização

**Etapas do gerenciamento**

<input type="checkbox"/> avaliação da ocorrência	<input type="checkbox"/> avaliação preliminar
<input type="checkbox"/> medidas para eliminação de vazamento	<input checked="" type="checkbox"/> investigação confirmatória
<input type="checkbox"/> investigação confirmatória	<input type="checkbox"/> investigação detalhada
<input type="checkbox"/> investigação detalhada e plano de intervenção	<input type="checkbox"/> avaliação de risco
<input type="checkbox"/> remediação com monitoramento da eficiência e eficácia	<input type="checkbox"/> plano de intervenção
<input type="checkbox"/> monitoramento para encerramento	<input type="checkbox"/> projeto de remediação
	<input checked="" type="checkbox"/> remediação com monitoramento da eficiência e eficácia
	<input type="checkbox"/> monitoramento para encerramento

**Fonte de contaminação**

armazenagem  produção  manutenção  emissões atmosféricas  tratamento de efluentes

descarte disposição  infiltração  acidentes  desconhecida

**Meios impactados**

Meio impactado	Propriedade	
	Dentro	Fora
solo superficial	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
subsolo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
águas superficiais	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
águas subterrâneas	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
sedimentos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
biota	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

existência de fase livre  
 existência de POPs

**Contaminantes**

metais  fenóis

outros inorgânicos  biocidas

solventes halogenados  ftalatos

solventes aromáticos  dioxinas e furanos

solventes aromáticos halogenados  anilinas

PAHs  radionuclídeos

PCBs  microbiológicos

metano  TPH

combustíveis automotivos  outros

outros vapores/gases

FONTE: CETESB, 2016

Em Mogi das Cruzes, foi possível associar dois casos de atendimento de emergência química em duto com as áreas contaminadas no período de 2002 a 2016.

**Figura 2 – Registro das Áreas Contaminadas no Município de Mogi das Cruzes**

**Áreas Contaminadas e Reabilitadas no Estado de São Paulo**

**PETROBRÁS TRANSPORTE S/A (TRANSPETRO)**  
 EST. DO RIO ABAIXO 750 - RIO ABAIXO - MOGI DAS CRUZES

Atividade  indústria  comércio  posto de combustível  resíduo  acidentes  agricultura  desconhecida

Coordenadas (m): fuso 23 DATUM WGS84 UTM\_E 369.916,00 UTM\_N 7.398.119,00

Classificação em processo de remediação (ACRe)  reutilização

**Etapas do gerenciamento**

<input type="checkbox"/> avaliação da ocorrência	<input type="checkbox"/> avaliação preliminar
<input type="checkbox"/> medidas para eliminação de vazamento	<input type="checkbox"/> investigação confirmatória
<input type="checkbox"/> investigação confirmatória	<input checked="" type="checkbox"/> investigação detalhada
<input type="checkbox"/> investigação detalhada e plano de intervenção	<input type="checkbox"/> avaliação de risco
<input type="checkbox"/> remediação com monitoramento da eficiência e eficácia	<input checked="" type="checkbox"/> plano de intervenção
<input type="checkbox"/> monitoramento para encerramento	<input checked="" type="checkbox"/> projeto de remediação
	<input checked="" type="checkbox"/> remediação com monitoramento da eficiência e eficácia
	<input type="checkbox"/> monitoramento para encerramento

**Fonte de contaminação**

armazenagem  produção  manutenção  emissões atmosféricas  tratamento de efluentes

descarte disposição  infiltração  acidentes  desconhecida

**Meios impactados**

Meio impactado	Propriedade	
	Dentro	Fora
solo superficial	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
subsolo	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
águas superficiais	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
águas subterrâneas	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
sedimentos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
biota	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

existência de fase livre  
 existência de POPs

**Contaminantes**

metais  fenóis

outros inorgânicos  biocidas

solventes halogenados  ftalatos

solventes aromáticos  dioxinas e furanos

solventes aromáticos halogenados  anilinas

PAHs  radionuclídeos

PCBs  microbiológicos

metano  TPH

combustíveis automotivos  outros

outros vapores/gases

FONTE: CETESB, 2016

Estes casos descritos acima objetivam exemplificar o critério utilizado para comparação deste trabalho.

**Áreas Contaminadas e Reabilitadas no Estado de São Paulo**

**PREFEITURA MUNICIPAL DE MOGI DAS CRUZES**  
 R. TENENTE ONOFRE RODRIGUES AGLIAR S/N - JD SANTA CATARINA - MOGI DAS CRUZES

Atividade  indústria  comércio  posto de combustível  resíduo  acidentes  agricultura  desconhecida

Coordenadas (m): fuso 23 DATUM Córrego Alegre UTM\_E 377.800,00 UTM\_N 7.397.900,00

Classificação contaminada sob investigação (ACI)  reutilização

**Etapas do gerenciamento**

<input type="checkbox"/> avaliação da ocorrência	<input checked="" type="checkbox"/> avaliação preliminar
<input type="checkbox"/> medidas para eliminação de vazamento	<input checked="" type="checkbox"/> investigação confirmatória
<input type="checkbox"/> investigação confirmatória	<input type="checkbox"/> investigação detalhada
<input type="checkbox"/> investigação detalhada e plano de intervenção	<input type="checkbox"/> avaliação de risco
<input type="checkbox"/> remediação com monitoramento da eficiência e eficácia	<input type="checkbox"/> plano de intervenção
<input type="checkbox"/> monitoramento para encerramento	<input type="checkbox"/> projeto de remediação
	<input type="checkbox"/> remediação com monitoramento da eficiência e eficácia
	<input type="checkbox"/> monitoramento para encerramento

**Fonte de contaminação**

armazenagem  produção  manutenção  emissões atmosféricas  tratamento de efluentes

descarte disposição  infiltração  acidentes  desconhecida

**Meios impactados**

Meio impactado	Propriedade	
	Dentro	Fora
solo superficial	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
subsolo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
águas superficiais	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
águas subterrâneas	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
sedimentos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
biota	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

existência de fase livre  
 existência de POPs

**Contaminantes**

metais  fenóis

outros inorgânicos  biocidas

solventes halogenados  ftalatos

solventes aromáticos  dioxinas e furanos

solventes aromáticos halogenados  anilinas

PAHs  radionuclídeos

PCBs  microbiológicos

metano  TPH

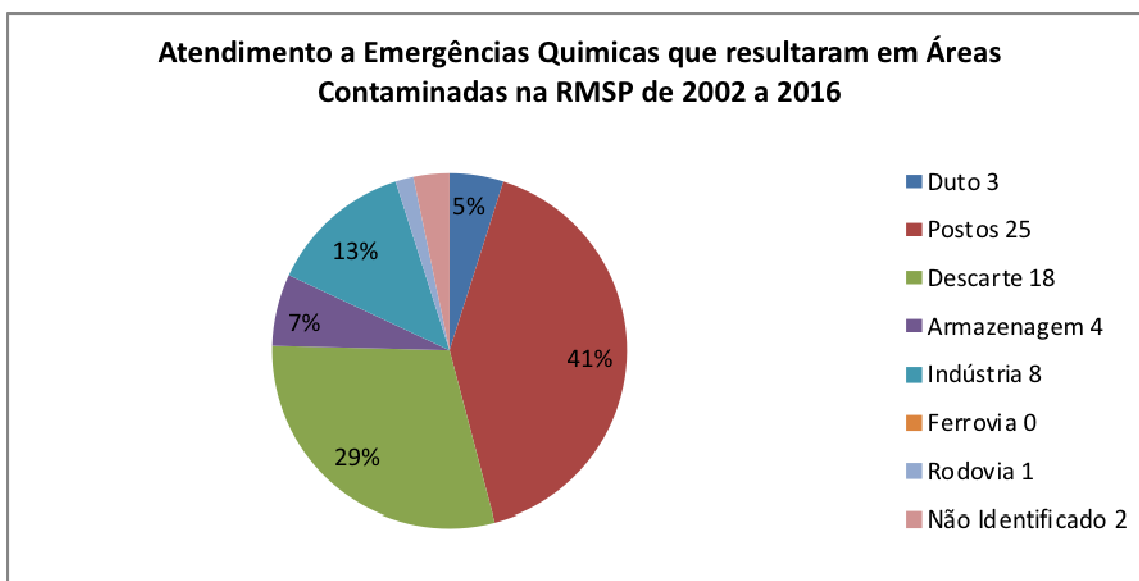
combustíveis automotivos  outros

outros

outros vapores/gases

Pode-se considerar, com base nesta pesquisa, a qual tomou amostra significativa de casos, incluindo os 39 municípios da Região Metropolitana de São Paulo do universo de atendimentos de emergências químicas, que cerca de 10% destas ocorrências tiveram potencial ou progrediram para as condições de relevância de Área Contaminada.

**Gráfico 3 – Quantidade e Percentual das Atividades Causadoras de Áreas Contaminadas na RMSP de 2002 a 2016.**



FONTE: CETESB, 2016

Foi possível então estabelecer que 3 emergências químicas envolvendo dutos de transporte, atendidas no período de 2002 a 2016, resultaram em área contaminada na Região Metropolitana de São Paulo. Guararema, Mogi das Cruzes e Itaquaquecetuba foram os municípios das ocorrências

**Tabela 6 – Emergências Químicas que resultaram em Áreas Contaminadas na RMSP do período de 2002 a 2016**

Código	Data	Município	Atividade	Região	Nº UGRH	UGRHI	Causa	ONU	Produto	Quantidade Vazada
218/2007	07/07/2007	GUARAREMA	Transporte por Duto	Metropolitana	2	PARAÍBA DO SUL	Outra	1202	ÓLEO DIESEL	150.00 Litro(s)
338/2010	22/09/2010	MOGI DAS CRUZES	Transporte por Duto	Metropolitana	6	ALTO TIETÊ	Ação de terceiros	1203	GASOLINA	180000.00 Litro(s)
297/2016	15/12/2016	ITAQUAQUECETUBA	Transporte por Duto	Metropolitana	6	ALTO TIETÊ	Ação de terceiros voluntária	1203	GASOLINA	55000.00 Litro(s)

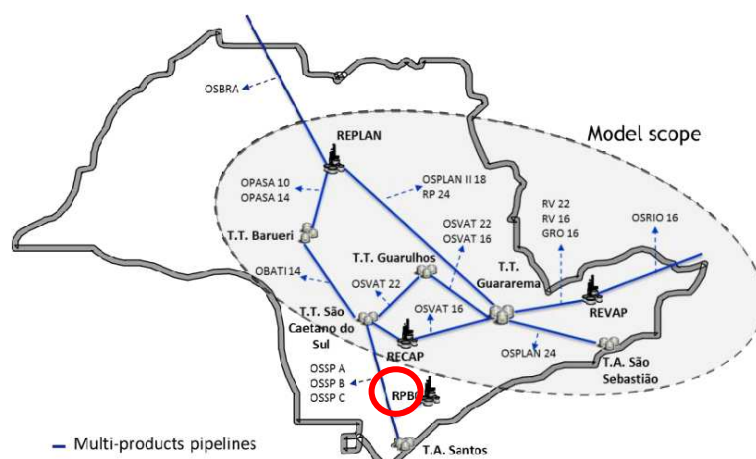
FONTE: CETESB, 2016

## 5.1 ESTUDO DE CASO

O estudo de caso como estratégia de pesquisa compreende um método que incorpora abordagens específicas à coleta e análise de dados. A pesquisa de estudos de caso pode incluir tanto estudo de caso único quanto de casos múltiplos (YIN, 2001). No presente trabalho foi utilizado um estudo de caso envolvendo um acidente químico que resultou em uma área contaminada.

O objetivo do pesquisador ao apresentar o estudo de caso não representa uma “amostragem” e sim de expandir o conhecimento do tema e desvelar os impactos em longo prazo através dos relatórios das Avaliações de Impactos Ambientais. Na página número 1861 da Relação de Áreas Contaminadas e Reabilitadas de São Paulo a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB traz um breve resumo do ocorrido. Posteriormente foi consultado o processo PA0031/12 onde foi possível indicar que no dia 22 de setembro de 2010, um trator que prestava serviços de manutenção em uma estrada no município de Mogi das Cruzes, no bairro da Volta Fria, em área inserida no domínio de Mata Atlântica, rompeu duto subterrâneo de condução de gasolina na altura do Km 1,600 da linha denominada OSVAT 22' da empresa Petrobras Transporte S.A TRANSPETRO, que está paralela ao OSVAT 24' localizada no município de Mogi das Cruzes e que transporta derivados de petróleo escuro. Note que no mapa abaixo escreve OSPLAN24

**Mapa 2 – Traçado das Linhas da Tubulação da TRANSPETRO em São Paulo**





FONTE: Valadares, R.F., & Peçanha, A.N. (2014). Simulation Model for Regional Oil Derivatives Pipeline Networks Considering Batch Scheduling and Restricted Storage Capacity, 2014

A OSVAT 22', foi atingida pela máquina da prefeitura provocando um vazamento de cerca de 180 m<sup>3</sup> de gasolina no solo (CETESB, 2012). Logo após a ocorrência foram interrompidas as operações nas linhas e o atendimento emergencial foi iniciado. A foto a seguir mostra o local exato, ainda vazando gasolina e a máquina, que no momento do ocorrido desceu a rua tentando se afastar da cortina de produto.

### Imagem 1 – Local do Rompimento da Tubulação



FONTE: CETESB, 2010

Acionaram as equipes do Centro de Defesa da Petrobrás, a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB, os bombeiros e a equipe do Plano de Auxílio Mútuo (PAM) do Alto Tietê. Após o atendimento emergencial, foram iniciadas as atividades de monitoramento de fauna e flora. Foram coletadas amostras de águas

subterrâneas/superficial e de sedimentos para condução dos testes de toxicidade e se deu início às atividades de remediação.

**Tabela 7 – Especificações do Produto**

Produto	Classe	ONU	Qtd. Vazada	Embalagem
GASOLINA	3	1203	180000.00 Litro(s)	Duto

FONTE: CETESB, 2010

Segundo o que consta no registro de emergências químicas da CETESB, o vazamento se espalhou por frentes distintas atingindo um charco pertencente a uma chácara. Tal área serviu como uma bacia de contenção secundária. Em um trecho da estrada de terra próxima ao duto foi aberta uma canaleta para a captação da gasolina vazada.

**Imagem 2 – Canaleta com gasolina**



FONTE: CETESB, 2010

Em um ponto foi criada uma vala de sacrifício onde foi possível a contenção do produto e logo em seguida foi iniciada a sua sucção.



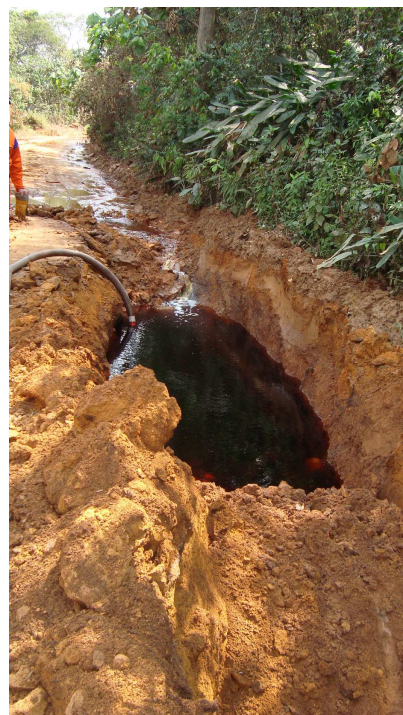
**Imagem 3 – Canaleta de Sacrifício**



FONTE: CETESB, 2010

Segundo os técnicos da CETESB que estavam em campo a quantidade recolhida, a princípio, foi de 30.000 litros de gasolina pura, produto este que ficou retido na vala de sacrifício conforme fotos abaixo.

**Imagem 4 – Canaleta e Vala de Sacrifício**



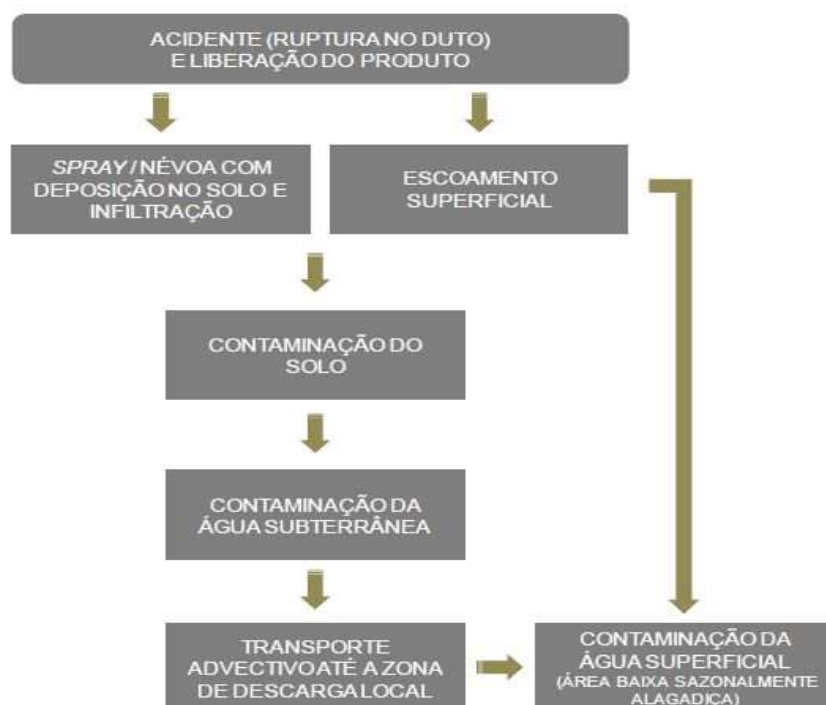
FONTE: CETESB, 2010

Segundo relatório da CETESB “primeiramente houve a recomendação da não utilização de máquinas e equipamentos pesados e não remoção de solo e vegetação dentro da área do charco, o que só agravaria a situação. Houve também orientações quanto ao corte de vegetação, sendo que neste caso, decidiu-se por manter toda a vegetação para uma própria recuperação.

Desta maneira, os trabalhos de limpeza se concentram na utilização de caminhões a vácuo para sucção apenas das poças líquidas de produto existentes no charco. Para esta inspeção foi gerada uma informação técnica. Durante as avaliações de campo, foi identificada a presença de um poço cacimba, entre o ponto do vazamento e a área de charco atingida.

Por consequência do vazamento, o poço encontra-se com cerca de 1 metro de fase livre de produto, no final da tarde, este poço foi esvaziado e uma mina d'água com grande vazão apareceu abaixo do nível d'água, com grande quantidade de gasolina, indicando que este poço poderá ser utilizado como ponto de remoção de fase livre, ainda na fase emergencial. Prefeitura Municipal e órgãos da saúde foram cientificados do fato. Os moradores da residência que usam desta água encontram-se hospedados em um hotel no município de Mogi das Cruzes.” CETESB, 2010.

**Fluxograma 1 – Representação Esquemática do Modelo de Dispersão da Contaminação na Área do Acidente.**

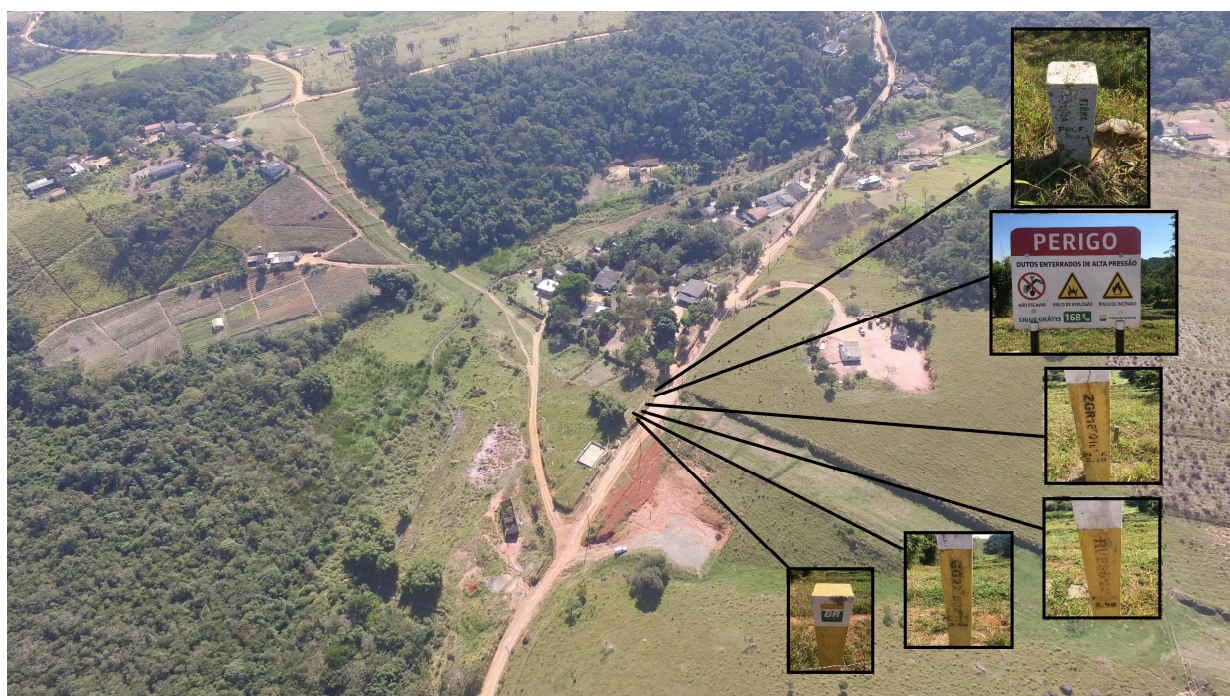


FONTE: ÁREA DE ABRANGÊNCIA DO ACIDENTE NO DUTO OSVAT22 FAIXA DE DUTOS – MOGI DAS CRUZES/SP, 2017, pag. 11.



A região atingida foi classificada em setores de concentração do contaminante. O Setor 0 foi o local de ruptura e *spray* do combustível, Setor 1 a casa interdita e poço cacimba onde foi detectada a presença de produto em fase livre, Setor 2 uma parte intermediária da estrada principal e Setor 3 a parte final da estrada principal, local da antiga cava aberta no momento da emergência.

**Imagem 5 – Foto aérea da ocorrência no duto OSVAT 22´**



FONTE: Autoria Própria - PHANTON3 Profissional, 2018

Em continuidade as atividades emergenciais, foram efetuados os reparos no duto e não existindo mais o vazamento, após uma hora foram iniciados os testes de bombeamento.

### Imagem 6 – Duto OSVAT 22' Consertado



FONTE: CETESB, 2010

No mesmo dia, por volta das 15h45 (CETESB, 2010) foram iniciados os procedimentos de limpeza e descontaminação da área.

Segundo os técnicos de campo da CETESB ao longo do Rio Tietê, via barco, não foram encontrados vestígios de contaminação.

### Imagem 7 – Rio Tietê



FONTE: CETESB, 2010

Em avaliação terrestre foi verificada grande contaminação em região de charco, considerada área da várzea do Rio Tietê. Após levantamento dos técnicos observou-se que o charco está em cota inferior ao rio, o que acabou servindo como



uma contenção natural do produto (CETESB, 2010).

### **Imagem 8 – Região de Charco**



FONTE: CETESB (2010)

A quantidade de gasolina vazada foi estimada pela TRANSPETRO em 180.000 litros, tendo sido recolhidos 30.000 litros de gasolina pura, produto retido na vala de sacrifício mostrada anteriormente.

### **Imagem 9 – Residências Evacuadas**



FONTE: CETESB, 2010

Uma forte chuva na madrugada do dia 24/09/2010 complicou os serviços dos

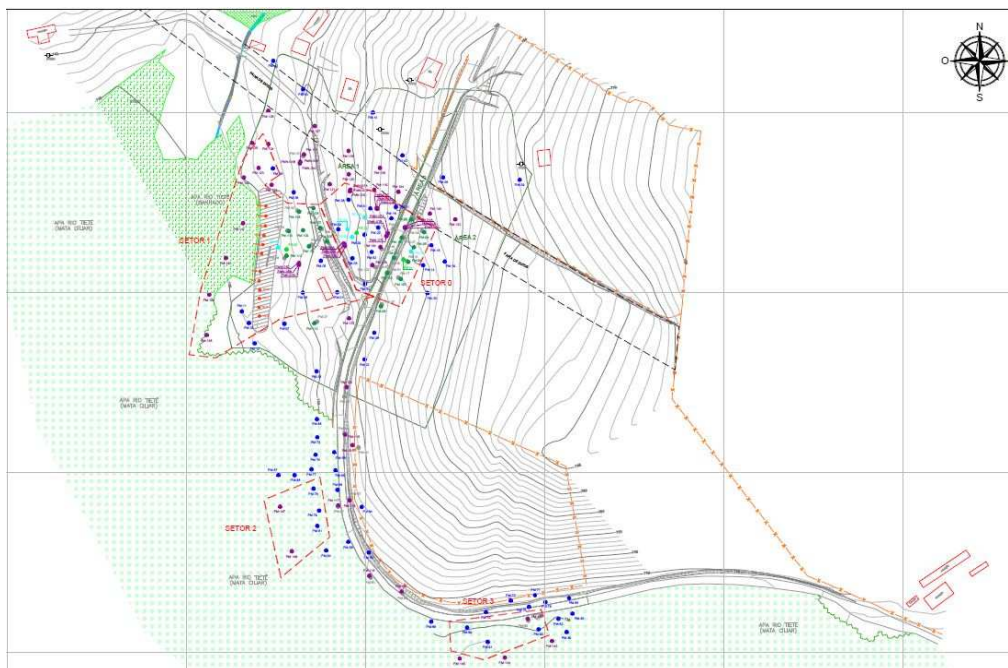


técnicos e durante a manhã os técnicos da Essencis Soluções Ambientais ofereceram proposta para o recolhimento do solo contaminado na área de charco, que é de aproximadamente 2.500 metros quadrados.

O trabalho de remediação da área iniciou-se utilizando, dentre outros procedimentos, mantas absorventes de fase livre reportado em relatório de monitoramento dos Recursos Hídricos no Período de 2010 a 2012 do Trecho dos Dutos OSVAT 22' em Mogi das Cruzes (km 1 - 600). A contaminação atingiu quatro quilômetros de várzea do rio Tietê, que está a quatrocentos metros do local do acidente. Nos quatro setores descritos acima foram detectadas as presenças de chumbo, benzeno, tolueno, etilbenzeno e xilenos (CETESB, 2013). Quando o solo é contaminado por combustível seus componentes são separados em fase dissolvida, líquida e gasosa. (MARIANO, 2006).

Portanto, uma vez contaminado o solo, a água e o ar podem ser atingidos. Diante do analisado na época foram impostas restrições para uso, como por exemplo, a Zona de Risco 1, RZ1, a restrição ao uso da água subterrânea e a remoção do solo desta região até a profundidade de 3,5 metros, sendo necessária a recolocação de terra no local e finalizando com cobertura vegetal.

### **Mapa 3 – Localização dos Setores Representativos das Áreas Contaminadas**



FONTE: AVALIAÇÃO DE RISCO À SAÚDE HUMANA1 – ESSENCIS SOLUÇÕES S.A., 2017 – pag. 29

A estimativa na época era a retirada de aproximadamente 30.000 toneladas de solo que estava contaminado em uma área com a superfície de 5.650 m<sup>2</sup>. Durante este período emergencial foi implantado um Sistema de Extração Multifásica Emergencial (MPE). A figura a seguir mostra que o local da ocorrência dista 400 metros do corpo d'água. (Rio Tietê).

**Imagem 10 – Distância entre o Rio Tietê e o Local da Ocorrência**



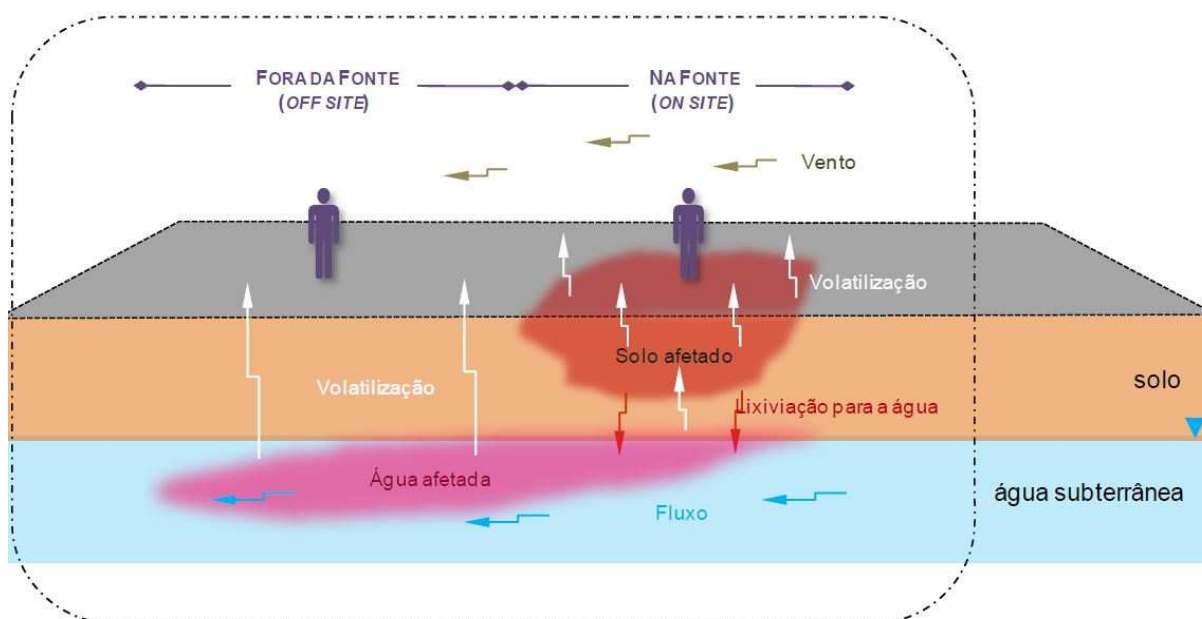
FONTE: Aatoria Própria (PHANTON3 Profissional), 2018

Considerando os aspectos de ocupação de solo (agrícola, residencial, comercial, recreacional ou industrial), os receptores, às fontes e plumas de contaminação, as atividades desenvolvidas na região, a densidade e frequência de ocupação, a presença de sub-populações sensíveis (creches, hospitais, escolas, etc.) e também a presença de estruturas / utilidades subterrâneas em suas faixas de servidão, foi possível orientar os estudos e classificar a população em dois grupos:

- Grupo I: população rural (residencial rural – adulto/crianças)
- Grupo II: trabalhadores de obras/civil (regime temporário – adulto): obras envolvendo movimentação de solo (aberturas e escavação). Trabalhos de mitigação e monitoramento.

A figura a seguir mostra como pode ser afetada a população em ambiente aberto decorrente dos contaminantes do acidente em questão.

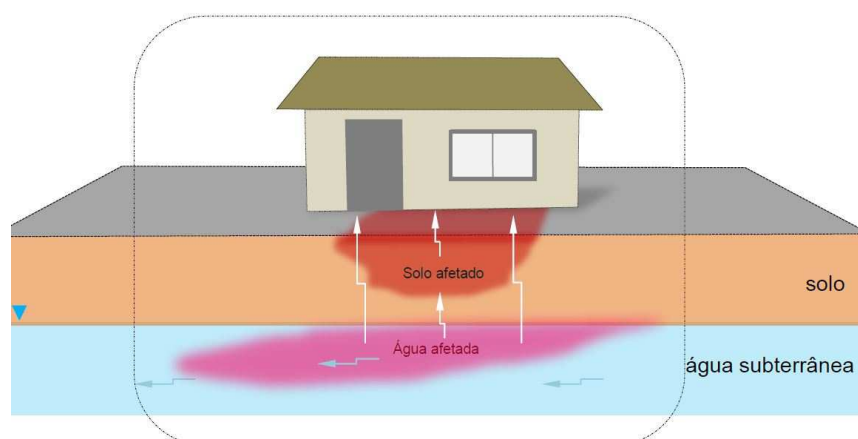
**Figura 3 – Avaliação de Risco a Saúde Humana em Ambiente Aberto**



FONTE: AVALIAÇÃO DE RISCO À SAÚDE HUMANA – ESSENCIS SOLUÇÕES S.A, 2017 – pag. 82

O estudo também se atentou em analisar um ambiente fechado e as vias que os contaminantes podem atingir na população.

**Figura 4 – Avaliação de Risco a Saúde Humana em Ambiente Fechado**



FONTE: AVALIAÇÃO DE RISCO À SAÚDE HUMANA – ESSENCIS SOLUÇÕES S.A, 2017 – pag. 82

Os estudos mostraram que dentro de uma área de 500 metros de raio foi necessária uma detalhada e complexa Avaliação dos Riscos à Saúde Humana que gerou um relatório. Foram montados pontos de captação de água subterrânea do



tipo poços cacimba localizados à montante do local da ocorrência (EOG1701161900FMA, Atualização da Avaliação de Risco à saúde humana, relatório técnico, revisão 01- ESSENCIS SOLUÇÕES AMBIENTAIS S.A, 2017)

**Figura 5 – Os Elementos Ambientais e de Uso e Ocupação do Solo**



FONTE: AVALIAÇÃO DE RISCO À SAÚDE HUMANA – ESSENCIS SOLUÇÕES S.A, 2017 – pag. 84

Em 2016 os Setores 0 e 1 apresentaram, na condição hipotética de trabalhadores de obras civis e de escavação sobre a área impactada, a presença de risco para as seguintes vias de exposição, considerando o cenário residencial rural (adultos e crianças) e de trabalhadores nas atividades de mitigação.

- ✓ Inalação de vapores provenientes do solo subsuperficial contaminado em ambientes fechados;
- ✓ Contato dérmico com a água subterrânea contaminada.

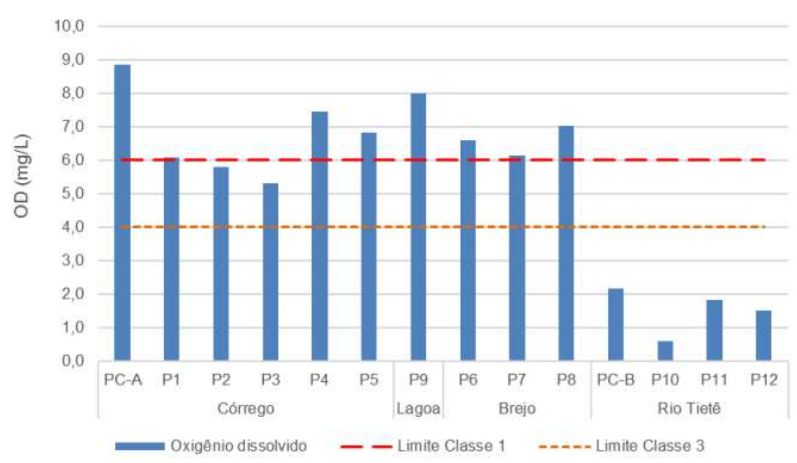
Mesmo após 6 anos, nas proximidades do acidente, foi encontrada a presença de fase livre. Indícios visuais de uma película sobrenadante de produto foi possível ser identificada em maio de 2016. No Relatório de Avaliação Ecotoxicológica da Área Afetada pelo Vazamento do Oleoduto OSVAL 22' (Km 1 + 600), em Mogi das Cruzes realizado em outubro de 2016 os pontos a seguir foram analisados, conforme demonstra a tabela, com as coordenadas ao lado do gráfico contendo os valores de oxigênio dissolvido na água de cada ponto.

**Tabela 8 – Coordenadas Geográficas dos Pontos**

Coordenadas UTM - Sirgas 2000 -Fuso 23S		
Ponto	X	Y
Acidente	369928,88	7398158,38
PC-A	370000,95	7398374,79
PC-B	370272,70	7397280,72
P1	369829,31	7398229,13
P2	369819,62	7398197,12
P3	369820,08	7398176,39
P4	369790,80	7398179,13
P5	369816,89	7398138,23
P6	369640,32	7397996,00
P7	369728,79	7397887,34
P8	369883,68	7397780,24
P9	370173,52	7397511,49
P10	369501,75	7397738,79
P11	369693,93	7397596,44
P12	369820,49	7397495,01

FONTE: EOG2009160928RG RELATÓRIO DE INVESTIGAÇÃO COMPLEMENTAR, REVISÃO 04, 2017 - pag. 236.

De acordo com a Resolução Conama No. 357 de 17/03/2005 (BRASIL, 2005) a classificação dos rios quanto ao Oxigênio Dissolvido OD é: Classe 1 OD não menor que >6 mg/L O<sub>2</sub>; Classe 3 OD não menor que >4 mg/L O<sub>2</sub>.

**Gráfico 4 – Limites Classe 1 e Classe 3 para o Oxigênio Dissolvido em Cada Ponto**

FONTE: EOG2009160928RG RELATÓRIO DE INVESTIGAÇÃO COMPLEMENTAR, REVISÃO 04, (janeiro/2017 - pag. 236)

Os resultados da qualidade da água de cada ponto anteriormente descrito em 2016 seguem na tabela abaixo, mostrando os Índices Tróficos (IET) e Índice de

Qualidade das Águas para Proteção da Vida Aquática (IVA) que são classificados de acordo com seus valores, onde o IVA = (IPMCA x 1,2) + IET, sendo IPMCA - Índice de Parâmetros Mínimos para a Preservação da Vida Aquática e IET - Índice do Estado Trófico de Carlson modificado por Toledo.

Apesar dos pontos P1 e P3 apresentarem o IVA considerando classificação “Boa” os pontos PC-A, P2 P4 e P5 apresentaram qualidade regular. Os pontos P9, PC-B e P11 foram classificados como “Ruim” os pontos PB10 e PB12 foram tidos com a classificação “Péssima”, como demonstrado a seguir. (Avaliação Ecotoxicológica da Área Afetada pelo Vazamento do Oleoduto OSVAT 22’ (km 1 + 600), em Mogi das Cruzes (SP) Relatório de Coleta e Análises 1ª Campanha - Outubro/2016, Pag. 20)

**Tabela 9 – Classificação da Qualidade das Águas nos Pontos**

Ambiente	Ponto	IET		IVA	
		Valor	Classificação	Valor	Classificação
Córrego	PC-A	57	Mesotrófico	4,4	Regular
	P1	58	Mesotrófico	3,2	Boa
	P2	58	Mesotrófico	4,4	Regular
	P3	58	Mesotrófico	3,2	Boa
	P4	57	Mesotrófico	4,4	Regular
	P5	57	Mesotrófico	4,4	Regular
Lagoa	P9	66	Supereutrófico	6,4	Ruim
Brejo	P6	76	Hipereutrófico	NR	NR
	P7	62	Eutrófico	NR	NR
	P8	64	Supereutrófico	NR	NR
Rio Tietê	PC-B	61	Eutrófico	6,6	Ruim
	P10	63	Supereutrófico	8,8	Péssima
	P11	62	Eutrófico	6,6	Ruim
	P12	67	Supereutrófico	7,6	Péssima

FONTE: Avaliação Ecotoxicológica da Área Afetada pelo Vazamento do Oleoduto OSVAT 22’ (km 1 + 600), em Mogi das Cruzes (SP) - Relatório de Coleta e Análises 1ª Campanha – (Outubro/2016 - Pag. 58).

O relatório deste estudo concluiu que segundo a Resolução CONAMA 357/05, os limites de oxigênio dissolvido, fósforo total, surfactantes, cobre e mercúrio, nos sedimentos, estão acima do limite. O parágrafo 2º. do artigo 9 estabelece que nos casos onde a metodologia analítica disponível for insuficiente para quantificar as concentrações dessas substâncias nas águas, os sedimentos e/ou biota aquática

poderão ser investigados quanto à presença eventual dessas substâncias (Brasil, 2005).

Para os pontos (PC-A, P1, P2, P3, P4, P5 e P9) que estão localizados próximos ao acidente e os pontos (PC-B, P10, P11 e P12), não apresentaram resíduos de gasolina ou subprodutos e contaminantes associados, porém na área de mata alagadiça onde está localizado o ponto P6 se evidenciou a contaminação residual de Benzeno, Tolueno, Etilbenzeno, Xilenos (BTEX) na água. Os pontos no Rio Tietê e no ponto P4 foram identificadas toxicidade para *Hyalella azteca*, e nos pontos P1, P4 e P10 para *Chironomus sancticarli*.

Apenas com a continuidade do monitoramento e dos estudos será possível avaliar até quando o vestígio deste acidente permanecerá no ecossistema da região influenciando direta ou indiretamente na vida da região e nas atividades econômicas e sociais. O trabalho de remediação é importante para acelerar a reconstituir os parâmetros originais dos aspectos físico-químicos desta localidade.

O despacho nº040/CAA/16 já solicitava a apresentação de Plano de Intervenção indicando em plantas, todas as medidas propostas para restrições de uso e ocupação do solo na região, apresentando também os prazos de permanência das medidas de intervenção. Para que seja possível estabelecer metas e objetivos estes deverão ser discutidos com os proprietários, com a comprovação de aceite de todos. A figura a seguir mostra em vermelho a presença da fase livre.

**Tabela 10 – Emergência Química em Mogi das Cruzes**

Código	Data	Hora	Município	Atividade	Agência Ambiental	Rodov	Causa	ONU	Produto	Quantidade Vazada	Classe	Meios Atingid	Total de Vítimas
338/2010	22/9/10	10:06:00	MOGI DAS CRUZES	Transporte por Duto	Mogi das Cruzes	*	Falha Operacional	1203	GASOLINA	180000.00 Litro(s)	3	ÁGUA/AR/SOLO/FAUNA/FLORA	31

FONTE: CETESB, 2018



Figura 6 – Registro da Área Contaminada no Município de Mogi das Cruzes

**Áreas Contaminadas e Reabilitadas no Estado de São Paulo**

**PETROBRÁS TRANSPORTE S/A (TRANSPETRO)**  
 EST. DO RIO ABAIXO 750 - RIO ABAIXO - MOGI DAS CRUZES

Atividade  indústria  comércio  posto de combustível  resíduo  acidentes  agricultura  desconhecida

Coordenadas (m): fuso 23 DATUM WGS84 UTM\_E 369.916,00 UTM\_N 7.388.119,00

Classificação em processo de remediação (ACRe)  reutilização

**Etapas do gerenciamento**

<input type="checkbox"/> avaliação da ocorrência	<input type="checkbox"/> avaliação preliminar
<input type="checkbox"/> medidas para eliminação de vazamento	<input type="checkbox"/> investigação confirmatória
<input type="checkbox"/> investigação confirmatória	<input checked="" type="checkbox"/> investigação detalhada
<input type="checkbox"/> investigação detalhada e plano de intervenção	<input type="checkbox"/> avaliação de risco
<input type="checkbox"/> remediação com monitoramento da eficiência e eficácia	<input checked="" type="checkbox"/> plano de intervenção
<input type="checkbox"/> monitoramento para encerramento	<input checked="" type="checkbox"/> projeto de remediação
	<input checked="" type="checkbox"/> remediação com monitoramento da eficiência e eficácia
	<input type="checkbox"/> monitoramento para encerramento

**Fonte de contaminação**

armazenagem  produção  manutenção  emissões atmosféricas  tratamento de efluentes

descarte disposição  infiltração  acidentes  desconhecida

**Meios impactados**

Meio impactado	Propriedade	
	Dentro	Fora
solo superficial	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
subsolo	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
águas superficiais	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
águas subterrâneas	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
sedimentos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
biota	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

existência de fase livre  
 existência de POPs

**Contaminantes**

metais  fênóis  
 outros inorgânicos  biocidas  
 solventes halogenados  ftalatos  
 solventes aromáticos  dioxinas e furanos  
 solventes aromáticos halogenados  anilinas  
 PAHs  radionuclídeos  
 PCBs  microbiológicos  
 metano  TPH  
 combustíveis automotivos  outros  
 outros vapores/gases

**PETROBRÁS TRANSPORTE S/A (TRANSPETRO)**  
 EST. DO RIO ABAIXO 750 - RIO ABAIXO - MOGI DAS CRUZES

Atividade  indústria  comércio  posto de combustível  resíduo  acidentes  agricultura  desconhecida

Coordenadas (m): fuso 23 DATUM WGS84 UTM\_E 369.916,00 UTM\_N 7.388.119,00

Classificação em processo de remediação (ACRe)  reutilização

**Etapas do gerenciamento**

<input type="checkbox"/> avaliação da ocorrência	<input checked="" type="checkbox"/> avaliação preliminar
<input type="checkbox"/> medidas para eliminação de vazamento	<input checked="" type="checkbox"/> investigação confirmatória
<input type="checkbox"/> investigação confirmatória	<input checked="" type="checkbox"/> investigação detalhada
<input type="checkbox"/> investigação detalhada e plano de intervenção	<input checked="" type="checkbox"/> plano de intervenção
<input type="checkbox"/> remediação com monitoramento da eficiência e eficácia	<input checked="" type="checkbox"/> projeto de remediação
<input type="checkbox"/> monitoramento para encerramento	<input checked="" type="checkbox"/> reutilização com monitoramento da eficiência e eficácia
	<input type="checkbox"/> monitoramento para encerramento

**Fonte de contaminação**

armazenagem  produção  manutenção  emissões atmosféricas  tratamento de efluentes

descarte disposição  infiltração  acidentes  desconhecida

**Meios impactados**

Meio impactado	Propriedade	
	Dentro	Fora
solo superficial	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
subsolo	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
águas superficiais	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
águas subterrâneas	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
sedimentos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
biota	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

existência de fase livre  
 existência de POPs

**Contaminantes**

metais  fênóis  
 outros inorgânicos  biocidas  
 solventes halogenados  ftalatos  
 solventes aromáticos  dioxinas e furanos  
 solventes aromáticos halogenados  anilinas  
 PAHs  radionuclídeos  
 PCBs  microbiológicos  
 metano  TPH  
 combustíveis automotivos  outros  
 outros vapores/gases

**Medidas de emergência**

isolamento da área (proibição de acesso à área)  
 ventilação/exaustão de escape controlado  
 recombinamento do índice de explosividade  
 recombinamento ambiental  
 remoção de materiais (produtos, resíduos, etc.)  
 fechamento/interdição de peças de abastecimento  
 interdição edificações  
 proibição de acendências  
 proibição de consumo de alimentos

**Medidas de remediação**

bombeamento e tratamento  
 extração de vapores do solo (SVE)  
 air stripping  
 bioremedição  
 bioventing  
 extração multifásica  
 dessecção natural  
 tratamento térmico in situ

oxidação química  
 redução química  
 barreira reativa  
 barreiras de solo  
 ventilação de solo  
 ventilação de subsolo  
 recuperação fase livre  
 arrastamento geotérmico  
 cobertura de reativado contaminado

barreira física  
 barreira hidráulica  
 bio-remediação  
 fito-remediação  
 bio-pilares  
 ventilação natural monitorada  
 outras  
 semi medidas de remediação

**Medidas de controle de engenharia**

alteração de projeto  impermeabilização  pavimentação  outras

**CEETESB** Diretoria de Controle e Licenciamento Ambiental  
 dezembro/2017

Página 1963 de 1942

FONTE: CETESB, 2016

## 5.2 CONSIDERAÇÕES

Este trabalho pode atingir o resultado pretendido, atendendo assim aos objetivos geral e específico estabelecidos nos itens 1.1.1 e 1.1.2.

No desenvolvimento do trabalho foi encontrada grande dificuldade para a clara correlação entre as emergências químicas no período de 2002 a 2016 com as áreas contaminadas da Região Metropolitana de São Paulo, visto que a relação das áreas contaminadas não informa a data de inclusão dos locais e o Setor de Atendimento a Emergências não informa o claro endereço das ocorrências.

A ferramenta de busca das áreas contaminadas cadastradas na CETESB é uma facilidade do Adobe Acrobat, programa que nos permite abrir o documento no formato PDF. A busca por município certamente existe, contudo, esta ferramenta não permite que seja feita uma seleção dos casos acontecidos somente no

município de São Paulo, devido a todas as 5662 páginas conterem a palavra São Paulo no seu cabeçalho, inviabilizando a utilização da única ferramenta de busca.

**Figura 7 – Lista de áreas contaminadas da CETESB**

<i>Áreas Contaminadas e Reabilitadas no Estado de São Paulo</i>	
<b>BIRITIBA MIRIM</b>	
<b>AUTO POSTO BIRITIBA MIRIM LTDA.</b>	
EST. MOGI - SALESÓPOLIS (KM 21) - CENTRO - BIRITIBA MIRIM	
Atividade	<input type="checkbox"/> indústria <input type="checkbox"/> comércio <input checked="" type="checkbox"/> posto de combustível <input type="checkbox"/> resíduo <input type="checkbox"/> acidentes <input type="checkbox"/> agricultura <input type="checkbox"/> desconhecida
Coordenadas (m): fuso 23	DATUM WGS84 UTM_E 393.783,00 UTM_N 7.393.042,00
Classificação	em processo de remediação (ACRe) <input type="checkbox"/> reutilização
Etapas do gerenciamento	

FONTE: CETESB, 2018

### 5.3 Recomendações de Melhoria

Alteração na edição da relação de áreas contaminadas, incluindo a data de inclusão de cada área. Tal dado, que hoje não existe, possibilitará a comparação com a dada da Emergência Química e facilitar uma avaliação que permita concluir que o evento atendido e registrado como Emergência Química desenvolveu-se à condição de ser registrada como Área Contaminada.

O endereço preciso do local onde ocorreu o atendimento e registro como Emergência Química também irá, em muito, colaborar na eventual constatação de associação dos fatos.

### 5.4 Contribuição para a Prática

Este trabalho traz importante contribuição à análise das Emergências Químicas, mostrando que sua atuação permite, na quase totalidade dos casos, a solução dos problemas registrados, tais como vazamentos, derrames, acidentes, contaminações, etc. As ações tomadas de imediato ou subsequentes promovem a coleta e destinação correta dos resíduos gerados, descontaminação da área e retorno à normalidade.

O pronto atendimento pelo Setor de Atendimento a Emergências proporciona além do imediato início da reversão da situação passando a condição de controle, evitando a progressão, como a identificação das responsabilidades e ações futuras pelos responsáveis.

## 5.5. Considerações finais

O desenvolvimento do presente estudo pôde comparar as informações contidas no Sistema de Informações sobre Emergências Químicas da CETESB – SIEQ na Região Metropolitana de São Paulo no período de 2002 a 2016 com a Relação de Áreas Contaminadas disponibilizada no *site* da CETESB restritas à Região Metropolitana de São Paulo, buscando relacionar nestes universos, quais emergências químicas deram origem a áreas contaminadas.

Havia preliminarmente ao desenvolvimento deste trabalho, a expectativa de que houvesse quantidade significativa de casos em que a área contaminada era resultado de caso de emergência química relacionada no sistema de informação supracitado; contudo conforme demonstrado, considerando a Região Metropolitana de São Paulo com 3019 casos selecionados com contaminação de solo, somente 61 emergências podem ter tido consequências tais que, provocaram contaminação de proporções e duração que fizeram com que fossem registradas como Área Contaminada, sendo apenas 3 resultante de vazamentos em dutos.

Podemos considerar com base nesta pesquisa, a qual tomou amostra significativa de casos, incluindo os 39 municípios da Região Metropolitana de São Paulo do universo de atendimentos de Emergências Químicas, que cerca de 10% destas ocorrências tiveram potencial ou progrediram para as condições de relevância de Área Contaminada.

O estudo de caso considerado para dar foco à situação típica de Área Contaminada com origem em acidente em duto de transporte de líquidos derivados do petróleo em que houve o atendimento pelo setor de Emergências Químicas da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB, outros atores além do próprio gerador, pôde mostrar a magnitude deste tipo de ocorrência, onde a intervenção de escavação de solo sem o conhecimento ou respeito às interferências subterrâneas causa, de forma abrupta, dano considerável e duradouro ao meio ambiente e restrições e riscos à população vizinha.

O pronto atendimento ao ocorrido impediu consequências maiores como grave explosão com perda de vidas; contudo ainda segue a mitigação da contaminação por ações de remoção dos contaminantes, via barreira hidráulica e periódico monitoramento, como exigências impostas à Petrobras Transporte S.A TRANSPETRO para a remediação da área.

A área contaminada em questão demanda o contínuo controle de parte da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB, até o dia de hoje, ou seja, desde há cerca de oito anos ainda segue buscando identificar a real extensão do dano ao solo, água subterrânea, risco à vida humana, flora e fauna, sendo que o processo CETESB PA 0031/2012 já acumula 50 volumes.

## **6. CONCLUSÃO**

O estudo permitiu concluir que são poucas as áreas contaminadas em que houve atendimento da área de emergências químicas. A grande maioria de áreas contaminadas decorre de eventos que se caracterizam como más práticas, vazamentos, disposição inadequada, etc.

Dentre as 3019 ocorrências ambientais atendidas pelo Setor de Atendimento a Emergências, a maioria teria condição de se tornar área contaminada.

No caso estudado foi possível identificar que a contaminação foi decorrente do grande volume vazado, porém a atuação rápida da CETESB, do Corpo de Bombeiros e de outros agentes públicos e privados permitiu a preservação de vidas humanas, a contenção segura do produto vazado, o direcionamento de ações para mitigação do dano e a clara definição dos responsáveis.

O processo de remediação continua com estrito acompanhamento pela CETESB, sendo que o status atual reportado na última divulgação da Relação de Áreas Contaminadas da CETESB indica remediação com monitoramento de eficiência e eficácia, sendo o subsolo, as águas superficiais e subterrâneas e a biota os meios impactados. As medidas de remedição em andamento incluem a extração

multifásica, remoção de solo / resíduo, recuperação de fase livre e barreira hidráulica.

## REFERÊNCIAS

- CETESB. **Setor de Atendimento a Emergências**: Disponível em: <http://cetesb.sp.gov.br/emergencias-quimicas/>>. Acesso em 15 mar. 2018.
- CETESB. **Estatística – Sistema de Informação SIEQ**: Disponível em: <http://sistemasinter.cetesb.sp.gov.br/emergencia/relatorio.php>>. Acesso em 5 de ago. 2017.
- CETESB. São Paulo. MANUAL DE PRODUTOS QUÍMICOS,
- FUNDACENTRO. Manual de solventes orgânicos industriais. São Paulo, 1974. 101p. (Série Técnica H2).
- IPT & Cempre, 2000. Lixo Municipal – Manual de Gerenciamento Integrado. 2a edição. 370p
- Milaré, E. 2001. Direito do Ambiente. Editora Revista dos Tribunais.
- BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente **Resolução nº 273** de 29 de novembro de 2000, no uso de suas atribuições estabelece diretrizes para o licenciamento ambiental de postos de combustíveis e serviços e dispõe sobre a prevenção da poluição, 200
- BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente **Resolução nº 460** de 30 de dezembro de 2013, no uso de suas atribuições altera a resolução CONAMA nº420, de 28 de dezembro de 2009, que dispõem sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e dá outras providências, 2013
- CETESB, São Paulo. Relatório de Emergências Químicas do Estado de São Paulo, 2008 á 2010
- CETESB, São Paulo, áreas contaminadas de São Paulo, 2002 a 2016.
- CETESB, São Paulo, Emergências Químicas de São Paulo, 2002 a 2016.
- SILVA, Carlos Sérgio Gurgel. Considerações acerca do licenciamento ambiental de postos de revenda de combustíveis. **Revista Jus Navigandi**, ISSN 1518-4862, Teresina, ano 17, n. 3261, 5 jun. 2012. Disponível em: <<https://jus.com.br/artigos/21932>>. Acesso em: 20 jun. 2018.

- YIN, R.K. **Estudo de caso: Planejamento e métodos**. 2<sup>a</sup>.ed. Porto Alegre: Bookman.2001.
- ESSENCIS Soluções Ambientais S/A. ETR1010011548LCS – Relatório de Atendimento Emergencial, OSVAT 22' – Mogi das Cruzes. Período de 22/09/2010 a 30/09/2010. São Paulo/SP: ESSENCIS, outubro de 2010, 349p.
- BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente **Resolução N° 276** de 25 de abril de 2001, no uso das competências que lhe são conferidas pela Lei no6.938, de 31 de agosto de 1981, regulamentada pelo Decreto no 99.274,de 6 de julho de 1990, e tendo em vista o disposto em seu Regimento Interno, anexo à Portaria n° 326, de 15 de dezembro de 1994, resolve: Art. 1o Prorrogar o prazo de seis meses, constante no art. 6o, § 1o, da Resolução no 273, de29 de novembro de 2000, publicada no Diário Oficial da União de 8 de janeiro de 2001, Seção I, pág. 20, por mais noventa dias, a contar do seu término, 2001
- BRASIL. Constituição da República Federativa (1988).
- SÃO PAULO (Estado) Decreto n° 59.263 de 5 de junho de 2013. Dispõe sobre diretrizes e procedimentos para a proteção da qualidade do solo e gerenciamento de áreas contaminadas, e dá providências correlatas, São Paulo, 2013
- BRASIL, lei 9605/98 de 12 de fevereiro de 1998, dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências, 1998
- SÃO PAULO (Estado) Lei N°. 13.577, de 8 de julho de 2009. Dispõe sobre diretrizes e procedimentos para a proteção da qualidade do solo e gerenciamento de áreas contaminadas, e dá outras providências correlatas, São Paulo, 2009
- SÃO PAULO (Estado) Lei complementar n° 1.139, de 16 de junho de 2011, cria o respectivo Conselho de Desenvolvimento e dá providências correlatas, São Paulo, 2011.
- BRASIL, Resolução CONAMA n°357, de 17 de março de 2005. Classificação de águas, doces, salobras e salinas do Território Nacional. Publicado no D.O.U.
- FIGUEREDO, ERICA AIROSA. **Oleoduto**, 2017. Disponível em: <http://www.infoescola.com/transporte/oleoduto/>. Acesso em: 15 abr. 2018).

**ANEXO 1 – Áreas Contaminadas da RMSP Causadas por Acidentes em Dutos**

## Áreas Contaminadas e Reabilitadas no Estado de São Paulo

### PETROBRÁS TRANSPORTE S/A (TRANSPETRO)

EST. DO RIO ABAIXO 750 - RIO ABAIXO - MOGI DAS CRUZES

Atividade  indústria  comércio  posto de combustível  resíduo  acidentes  agricultura  desconhecida

Coordenadas (m): fuso 23 DATUM WGS84 UTM\_E 369.916,00 UTM\_N 7.398.119,00

Classificação em processo de remediação (ACRe)

reutilização

#### Etapas do gerenciamento

- avaliação da ocorrência
- medidas para eliminação de vazamento
- investigação confirmatória
- investigação detalhada e plano de intervenção
- remediação com monitoramento da eficiência e eficácia
- monitoramento para encerramento

- avaliação preliminar
- investigação confirmatória
- investigação detalhada
- avaliação de risco
- plano de intervenção
- projeto de remediação
- remediação com monitoramento da eficiência e eficácia
- monitoramento para encerramento

#### Fonte de contaminação

- armazenagem  produção  manutenção  emissões atmosféricas  tratamento de efluentes
- descarte disposição  infiltração  acidentes  desconhecida

#### Meios Impactados

Meio impactado	Propriedade	
	Dentro	Fora
solo superficial	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
subsolo	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
águas superficiais	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
águas subterrâneas	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
sedimentos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
biota	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

- existência de fase livre
- existência de POPs

#### Contaminantes

- metais
- outros inorgânicos
- solventes halogenados
- solventes aromáticos
- solventes aromáticos halogenados
- PAHs
- PCBs
- metano
- combustíveis automotivos
- outros vapores/gases
- fencis
- biocidas
- ftalatos
- dioxinas e furanos
- anilinas
- radionuclídeos
- microbiológicos
- TPH
- outros



## Áreas Contaminadas e Reabilitadas no Estado de São Paulo

### PETROBRÁS TRANSPORTE S/A (TRANSPETRO)

AV. REGISTRO 340 - JD TROPICAL - ITAQUAQUECETUBA

Atividade  indústria  comércio  posto de combustível  resíduo  acidentes  agricultura  desconhecida

Coordenadas (m): fuso 23 DATUM WGS84 UTM\_E 360.235,00 UTM\_N 7.405.467,00

Classificação  contaminada sob investigação (ACI)  reutilização

#### Etapas do gerenciamento

- avaliação da ocorrência
- medidas para eliminação de vazamento
- investigação confirmatória
- investigação detalhada e plano de intervenção
- remediação com monitoramento da eficiência e eficácia
- monitoramento para encerramento

- avaliação preliminar
- investigação confirmatória
- investigação detalhada
- avaliação de risco
- plano de intervenção
- projeto de remediação
- remediação com monitoramento da eficiência e eficácia
- monitoramento para encerramento

#### Fonte de contaminação

- armazenagem  produção  manutenção  emissões atmosféricas  tratamento de efluentes  
 descarte disposição  infiltração  acidentes  desconhecida

#### Meios impactados

Meio impactado	Propriedade	
	Dentro	Fora
solo superficial	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
subsolo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
águas superficiais	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
águas subterrâneas	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
sedimentos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
biota	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- existência de fase livre  
 existência de POPs

#### Contaminantes

- metais  fênóis  
 outros inorgânicos  biocidas  
 solventes halogenados  ftalatos  
 solventes aromáticos  dioxinas e furanos  
 solventes aromáticos halogenados  anilinas  
 PAHs  radionuclídeos  
 PCBs  microbiológicos  
 metano  TPH  
 combustíveis automotivos  outros  
 outros vapores/gases

**GUARAREMA****PETROBRÁS TRANSPORTE S/A (TRANSPETRO) (TERMINAL DE GUARAREMA)**

EST. DA LAGOA NOVA KM 10 - PONTE ALTA - GUARAREMA

Atividade  indústria  comércio  posto de combustível  resíduo  acidentes  agricultura  desconhecida

Coordenadas (m): fuso 23 DATUM Córrego Alegre UTM\_E 399.182,00 UTM\_N 7.405.379,00

Classificação em processo de remediação (ACRe)

 reutilização**Etapas do gerenciamento**

- 
- avaliação da ocorrência
- 
- 
- medidas para eliminação de vazamento
- 
- 
- investigação confirmatória
- 
- 
- investigação detalhada e plano de intervenção
- 
- 
- remediação com monitoramento da eficiência e eficácia
- 
- 
- monitoramento para encerramento

- 
- avaliação preliminar
- 
- 
- investigação confirmatória
- 
- 
- investigação detalhada
- 
- 
- avaliação de risco
- 
- 
- plano de intervenção
- 
- 
- projeto de remediação
- 
- 
- remediação com monitoramento da eficiência e eficácia
- 
- 
- monitoramento para encerramento

**Fonte de contaminação**

- 
- armazenagem
- 
- produção
- 
- manutenção
- 
- emissões atmosféricas
- 
- tratamento de efluentes
- 
- 
- descarte disposição
- 
- infiltração
- 
- acidentes
- 
- desconhecida

**Meios impactados**

Meio impactado	Propriedade	
	Dentro	Fora
solo superficial	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
subsolo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
águas superficiais	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
águas subterrâneas	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
sedimentos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
biota	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- 
- existência de fase livre
- 
- 
- existência de POPs

**Contaminantes**

- 
- metais
- 
- fenóis
- 
- 
- outros inorgânicos
- 
- biocidas
- 
- 
- solventes halogenados
- 
- ftalatos
- 
- 
- solventes aromáticos
- 
- dioxinas e furanos
- 
- 
- solventes aromáticos halogenados
- 
- anilinas
- 
- 
- PAHs
- 
- radionuclídeos
- 
- 
- PCBs
- 
- microbiológicos
- 
- 
- metano
- 
- TPH
- 
- 
- combustíveis automotivos
- 
- outros
- 
- 
- outros vapores/gases