

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE CAMPINAS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS, AMBIENTAIS E DE
TECNOLOGIAS

PROCESSO DE INVESTIGAÇÃO DE ÁREAS
CONTAMINADAS: ANÁLISE CRÍTICA E ESTUDO
DE CASO

PAULA GIOVANA GRANGEIRO CANARIO

CAMPINAS
2018

PAULA GIOVANA GRANGEIRO CANARIO

**PROCESSO DE INVESTIGAÇÃO DE ÁREAS
CONTAMINADAS: ANÁLISE CRÍTICA E ESTUDO
DE CASO**

Dissertação apresentada como exigência para obtenção do Título de Mestre em Sistemas de Infraestrutura Urbana ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Sistemas de Infraestrutura Urbana, do Centro de Ciências Exatas Ambientais e de Tecnologias, da Pontifícia Universidade Católica de Campinas.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Sueli do Carmo Bettine

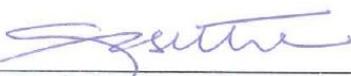
PAULA GIOVANA GRANGEIRO CANARIO

**PROCESSO DE INVESTIGAÇÃO DE ÁREAS
CONTAMINADAS: ANÁLISE CRÍTICA E ESTUDO DE
CASO**

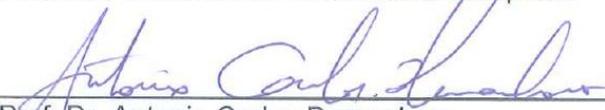
Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Sistemas de Infraestrutura Urbana do Centro de Ciências Exatas, Ambientais e de Tecnologias da Pontifícia Universidade Católica de Campinas como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Sistemas de Infraestrutura Urbana.
Área de Concentração: Sistemas de Infraestrutura Urbana.

Orientador (a): Prof. (a). Dr. (a). Sueli do Carmo Bettine.

Dissertação defendida e aprovada em 27 de fevereiro de 2018 pela Comissão Examinadora constituída dos seguintes professores:



Profa. Dra. Sueli do Carmo Bettine
Orientadora da Dissertação e Presidente da Comissão Examinadora
Pontifícia Universidade Católica de Campinas



Prof. Dr. Antonio Carlos Demanboro
Pontifícia Universidade Católica de Campinas



Prof. Dr. Pedro Sérgio Fadini
Universidade Federal de São Carlos - UFSCAR

AGRADECIMENTOS

À orientadora, Prof^a. Dr^a. Sueli do Carmo Bettine, pela valiosa e fundamental orientação para execução deste trabalho, por todo apoio, amizade, paciência e por todos os conselhos nestes dois anos.

Ao Prof. Dr. Antonio Carlos Demanboro e a Prof^a. Dr^a. Regina Longo, pelas importantes contribuições ao estudo.

Aos Professores da Pós Graduação que, além de promover o conhecimento, foram conselheiros e ouvintes atentos.

À empresa, que gentilmente cedeu seus relatórios e informações necessárias a realização deste trabalho.

À amiga Luciana Vaz do Nascimento, pelas essenciais contribuições à realização deste estudo, pela amizade e apoio.

Aos colegas da pós-graduação, pela amizade e companheirismo.

À minha família, que é a minha base e sustentação, por todo incentivo e apoio durante toda a minha jornada.

À meu marido e melhor amigo Fábio, que é meu grande incentivador e sempre está a meu lado.

E, finalmente, à família Lapolla, em especial ao tio Luiz, que contribuiu enormemente para minha formação.

Tudo o que acontece com a Terra
acontece com os filhos e filhas da Terra
Ted Perry

RESUMO

CANARIO, Paula Giovana Grangeiro. Processo de Investigação de Áreas Contaminadas: Análise Crítica e Estudo de Caso, 2018, 119f. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Infraestrutura Urbana) – Programa de Pós Graduação em Sistemas de Infraestrutura Urbana, Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Campinas, 2018.

Durante décadas, o solo foi utilizado como meio de disposição final de resíduos industriais e domésticos em virtude de seu suposto poder tampão e potencial de autodepuração, que permitiria sua recuperação sem o surgimento de grandes impactos para o meio. Considerado um receptor ilimitado de substâncias nocivas, uma infinidade de materiais foi descartada sem tratamento em locais economicamente convenientes; isso porque questões econômicas sobrepujaram-se às ambientais e havia, ainda, um desconhecimento dos graves impactos que este tipo de disposição poderia causar ao ambiente e aos seres vivos, sem mencionar a ausência de legislação ambiental que regulasse tais questões. Somente na década de setenta, após a ocorrência de grandes catástrofes ambientais e contaminação do ambiente e de pessoas, que começou a surgir legislações específicas que tratavam do tema. No Brasil, a questão do solo foi contemplada em algumas políticas públicas de cunho ambiental. Entretanto, somente em 2000, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) aprovou a primeira norma específica que trata de contaminação do solo; em paralelo a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), em 1999, elaborou o Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas, com a principal finalidade de definir procedimentos para realização do gerenciamento dessas áreas. O Manual é baseado em uma metodologia constituída por etapas sequenciais, cuja informação obtida em uma etapa é a base para a execução da etapa subsequente, e é dividido em dois processos que constituem a base do gerenciamento de áreas contaminadas, denominados Processo de Identificação e Processo de Reabilitação. O presente estudo tem como objetivo principal elaborar uma avaliação crítica da metodologia utilizada nos processos de investigação de solo no que diz respeito às etapas definidas no Processo de Identificação (etapas: definição da região de interesse; identificação de áreas potencialmente contaminadas; avaliação preliminar) definidas pela CETESB em seu Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas e nas Decisões de Diretoria nº 103/2007/E/C e 038/2017/C e levantar possíveis falhas na condução destas etapas, além de enumerar as consequências para as fases subsequentes, elaborando ao final um diagnóstico sobre a condução destes processos. Após avaliação crítica das metodologias adotadas para o Gerenciamento de Áreas Contaminadas no Estado de São Paulo, conclui-se que a realização da etapa de Avaliação Preliminar e elaboração do Modelo Conceitual Inicial baseadas apenas em informações históricas existentes e vistorias em campo, não possui precisão e acurácia necessárias para basear as etapas subsequentes do processo. O grande número de incertezas, principalmente no que se refere ao meio físico, substâncias químicas de interesse e comportamento do contaminante no solo, pode comprometer significativamente as etapas do gerenciamento, ocasionando equívocos nos resultados do processo de identificação e na remediação da área.

Palavras-chave: *áreas contaminadas; processos de investigação; solo.*

ABSTRACT

CANARIO, Paula Giovana Grangeiro. Process of Investigation of Contaminated Areas: Critical Analysis and Case Study, 2018, 119f. Thesis (Master in Urban Infrastructure Systems) – Programa de Pós Graduação em Sistemas de Infraestrutura Urbana, Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Campinas, 2018.

For decades, soil has been used as a mean of final disposal of industrial and domestic waste due to its supposed buffering capacity and its self-depuration potential that would allow its recovery without the emergence of large environmental impacts. Considered as an unlimited receiver of harmful substances, an infinity of materials was discarded without treatment in economically convenient locations; that's because economic issues overlapped the environmental ones and there was also a lack of awareness of the serious impact that this type of disposal could cause to the environment and to living beings, not to mention the absence of environmental legislations to regulate such matters. Only in the 70's, after the occurrence of great environmental disasters and environment and people contamination, specific legislations concerning this topic started to emerge. In Brazil, the soil issue was included in some environmental-oriented public policies. However, only in 2000, the National Environmental Council (Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA) approved the first specific rule dealing with soil contamination; in parallel, Sao Paulo State Environmental Agency (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB), in 1999, drew up the Management Manual of Contaminated Areas, with the main purpose of defining procedures for carrying out the administration of these areas. The Manual is based on a methodology composed of sequential stages, in which the information gotten in a stage is the basis for the execution of the following one, and it is divided in two processes that establish the management basis of contaminated areas, called Process of Identification and Process of Rehabilitation. The main goal of the present study is to elaborate a critical evaluation of the methodology used in the processes of soil inquiry concerning the stages described in the Process of Identification (stages: definition of the interest region; identification of potentially contaminated areas; preliminary evaluation) defined by CETESB in its Manual of Management of Contaminated Areas and in Board Decision No. 103/2007/E/C and 038/2017/C, as well as to raise possible imperfections in the conduction of these stages, beyond enumerating the consequences to the following stages, elaborating at the end a diagnosis on the conduction of these processes. After a critical review of the methodologies adopted for the Management of Contaminated Areas in the State of São Paulo, it shall be noticed that the completion of the Preliminary Evaluation stage and the preparation of the Initial Conceptual Model based only on historical information and field surveys have no precision and necessary accuracy to base the following stages of the process. The large number of uncertainties, especially regarding to the physical environment, the chemical substances of interest and the contaminant behavior in the soil, can significantly compromise the stages of management, most of all, it can lead to mistakes in the results of the identification process and in the area remediation.

Key-words: contaminated areas; inquiry processes; soil.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Demandas atuais de solo	21
Figura 2	Principais etapas de um processo de avaliação Programa- <i>Superfund</i>	41
Figura 3	Fluxograma das etapas do gerenciamento de ACs atualizado pela DD 103/2007/C/E, de 22 de junho de 2007.	47
Figura 4	Identificação de áreas potencialmente contaminadas.	49
Figura 5	Avaliação Preliminar.	52
Figura 6	Exemplo de croqui / modelo conceitual de uma área hipotética contido no Manual de Gerenciamento da CETESB – Capítulo V – Avaliação Preliminar.	55
Figura 7	Fluxograma síntese da sequencia metodológica utilizada no desenvolvimento do trabalho	61
Figura 8	Distribuição espacial de áreas contaminadas no Estado de São Paulo.	73
Figura 9	Distribuição espacial de áreas contaminadas no Estado do Rio de Janeiro	75
Figura 10	Distribuição espacial de áreas contaminadas no Estado de Minas Gerais	77

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	Principais contaminantes que afetam o solo e água na Europa.	26
Gráfico 2	Principais contaminantes encontrados nas áreas contaminadas atendidas pelo programa Superfund nos EUA	27
Gráfico 3	Principais contaminantes encontrados nas áreas contaminadas no Estado de São Paulo	28
Gráfico 4	Principais atividades que contaminam solo europeu	67
Gráfico 5	Distribuição das áreas contaminadas no Brasil no ano de 2015	72
Gráfico 6	Distribuição das áreas contaminadas no Estado de São Paulo segundo sua localização	73
Gráfico 7	Distribuição de áreas contaminadas de acordo com a atividade de origem	74
Gráfico 8	Distribuição de áreas contaminadas de acordo com a atividade de origem no Estado do Rio de Janeiro	75
Gráfico 9	Distribuição das áreas contaminadas no Estado do Rio de Janeiro segundo sua localização	76
Gráfico 10	Distribuição das áreas contaminadas no Estado de Minas Gerais segundo sua localização	77
Gráfico 11	Distribuição de áreas contaminadas de acordo com a atividade de origem	78

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Comparativo entre normas e diretrizes criadas para realização do processo de Gerenciamento de Áreas Contaminadas no Estado de São Paulo.	79
Quadro 2	Comparativo entre normas e diretrizes criadas para realização do processo de Gerenciamento de Áreas Contaminadas no Estado de São Paulo – Etapa: Definição da Região de Interesse.	82
Quadro 3	Comparativo entre normas e diretrizes criadas para realização do processo de Gerenciamento de Áreas Contaminadas no Estado de São Paulo – Etapa: Identificação da Área Com Potencial Contaminação.	83
Quadro 4	Comparativo entre normas e diretrizes criadas para realização do processo de Gerenciamento de Áreas Contaminadas no Estado de São Paulo – Etapa: Avaliação Preliminar.	84
Quadro 5	Comparativo entre normas e diretrizes criadas para realização do processo de Gerenciamento de Áreas Contaminadas no Estado de São Paulo – Etapa: Avaliação Preliminar, Modelo Conceitual.	88
Quadro 6	Críticas à elaboração do Modelo Conceitual baseado em informações históricas e a adoção de estratégias - DD nº 038/2017/C.	95

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Divulgação de dados sobre áreas contaminadas nos portais dos órgãos ambientais estaduais.	70
Tabela 2	Tipo de dados sobre áreas contaminadas que são disponibilizados por unidade da federação.	71

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	-	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AC	-	Área contaminada
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
AI	-	Área Contaminada sob investigação
AME	-	Área em Processo de Monitoramento para Encerramento
AMR	-	Área em Processo de Monitoramento para Reabilitação
AP	-	Área potencialmente contaminada
AR	-	Área Reabilitada para o Uso Declarado
AS	-	Área suspeita de contaminação
BDNAC	-	Banco de Dados Nacional sobre Áreas Contaminadas
BTEX	-	Benzeno, Tolueno, Etilbenzeno e Xilenos
CERCLA	-	Comprehensive Environmental Response, Compensation and Liability Act
CERCLIS	-	Comprehensive Environmental Response, Compensation, and Liability Information System
CETESB	-	Companhia Ambiental do Estado de SP
CETRIN	-	Central Técnica de Tratamento e Disposição Final de Resíduos Industriais
CHC	-	Hidrocarbonetos Clorados
CNAE	-	Codificação de atividades econômicas do IBGE
CONAMA	-	Conselho Nacional do Meio Ambiente
DD	-	Decisão da Diretoria
DDT	-	Dicloro-difenil-tricloroetano
EEA	-	European Environment Agency
EPA	-	United States Environmental Protection Agency
ETC/S	-	The European Topic Centre on Soil
EUA	-	Estados Unidos da América
GTZ	-	Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit
HCB	-	Hexaclorobenzenos
HCH	-	Hexaclorociclohexano

HRS	- Hazard Ranking System
IBGE	- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPT	- Instituto de Pesquisas Tecnológicas
KFW	- Agência Financeira Governamental da Alemanha
MCA	- Modelo Conceitual Inicial da Área
MCE	- Modelo Conceitual da Área
NBR	- Norma Brasileira Regulamentadora
NFBE	- Conselho de Educação de Niagara Falls
NPL	- National Priorities List
NYSDEC	- Departamento de Conservação Ambiental do Estado de Nova York
OXY	- Occidental Chemical Corporation
PAH	- Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos
PCB	- Bifenilas Policloradas
POP	- Poluentes Orgânicos Persistentes – POP
PVC	- Policloreto de Vinila
RCRA	- Resource Conservation and Recovery Act
RD	- Relatório da Diretoria
ROE	- EPA's Report on the Environment
SARA	- Superfund Amendments and Reauthorization Act
SIARC	- Sistema de Áreas Contaminadas e Reabilitadas
SMA	- Resolução da Secretaria do Meio Ambiente
SPCC	- Controle e Prevenção de Derramamentos de Óleo (SPCC)
SVOC	- Compostos Orgânicos Semivoláteis
TPH	- Total de Hidrocarbonetos de Petróleo
UST	- Underground Storage Tanks
VOC	- Compostos Orgânicos Voláteis

SUMÁRIO

1.	Introdução	15
2.	Objetivo	19
3.	Revisão Bibliográfica	20
3.1	Solo: Usos e Degradação	20
3.2	Áreas Contaminadas	23
	Substâncias Contaminantes	24
3.3	Casos Marcantes de Contaminação de Solo	28
	a. Love Canal	29
	b. Santos	30
	c. Indústrias Reunidas Matarazzo	30
	d. Shell Brasil Ltda	31
3.4	Normas, Legislações e Políticas Públicas	32
3.5	Gerenciamento de Áreas Contaminadas	36
3.5.1	Gerenciamento de Áreas Contaminadas nos EUA	37
3.5.2	Gerenciamento de Áreas Contaminadas na Europa	43
3.5.3	Gerenciamento de Áreas Contaminadas - BRASIL - Estado de São Paulo	44
	Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas	44
	a. Definição da Região de Interesse	47
	b. Identificação de Áreas Potencialmente Contaminadas (APs)	48
	c. Definição das Atividades Potencialmente Poluidoras	49
	d. Avaliação Preliminar	51
	Decisão da Diretoria nº 038/2017/C, de 07 de fevereiro de 2017	56
	a. Identificação de Áreas com Potencial de Contaminação	58
	b. Avaliação Preliminar	58
4.	Metodologia	61
5.	Resultados e Discussão	67
5.1	Panorama sobre áreas contaminadas no Brasil, Europa e Estados Unidos	67
5.2	Gerenciamento de Áreas Contaminadas – Normas Existentes	78
6.	Estudo de Caso	99
6.1	Informações do Relatório de Avaliação Preliminar 2007 da Área de estudo	99
6.2	Análise Crítica ao Relatório de Avaliação Preliminar da Área Estudada	104
7.	Conclusões	107
8.	Referências Bibliográficas	111

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento industrial trouxe consigo um imenso passivo: a contaminação do meio ambiente por substâncias nocivas. Durante décadas, o solo e a água foram utilizados como meios de disposição final de resíduos industriais e domésticos. Independentemente de sua toxicidade, os resíduos eram descartados sem tratamento, em locais economicamente convenientes ou ecossistemas intactos (como rios, solos e áreas virgens), pois questões econômicas sobrepujavam as ambientais (MOERI, RODRIGUES, NIETERS, 2007). Além disso, havia ainda um desconhecimento dos graves impactos que compostos químicos poderiam causar ao ambiente e aos seres vivos, sem mencionar a total ausência de uma legislação ambiental que regulasse estas questões (CETESB, 1999).

Práticas como essas, aliadas a outras como uso indiscriminado de pesticidas/fertilizantes e descarte indevido de substâncias perigosas, levaram a uma série de problemas ambientais graves, como catástrofes ecológicas e contaminação de pessoas e de animais. Isso porque algumas substâncias, quando atingem o meio ambiente, sofrem processos como volatilização, biodegradação, ligações com partículas do solo, percolação para o lençol freático, entre outros, causando a contaminação destes locais (POLICARPO, 2008).

Com o passar do tempo, a indústria e os governos perceberam que havia a necessidade de mudança com relação às práticas ambientais. Os governos, então, começaram a criar legislações específicas para a área ambiental, e as indústrias começaram a introduzir políticas ambientais em seu sistema de gestão a fim de cumprir com as novas exigências legais e, principalmente, porque perceberam que incidentes e acidentes ambientais poderiam afetar até mesmo sua existência (MOERI, RODRIGUES, NIETERS, 2007).

Com a questão da contaminação do solo, não foi diferente. Após a ocorrência de casos como Love Canal, na cidade *Niagara Falls* no estado de Nova York, e *Lekkerkirk* situada nas proximidades de *Hoterdan* na Holanda, os Estados Unidos e Europa criaram legislações específicas para regulamentar temas como: o gerenciamento de resíduos sólidos, o uso de produtos químicos, o atendimento a emergências, etc., além do estabelecimento de normas que

norteassem os processos de gerenciamento de áreas contaminadas (EEA, 2014 e EPA, 2017).

No Estado de São Paulo, a Companhia Ambiental do Estado – CETESB, responsável pelas ações de controle de poluição no Estado, elaborou, em 1999, um Manual para Gerenciamento de Áreas Contaminadas com a finalidade de regulamentar medidas e ações que possibilitassem o conhecimento das características da contaminação, os impactos por elas causados, além de subsidiar informações necessárias à tomada de decisão quanto ao tipo de intervenção mais adequada, de forma a minimizar riscos a que estão sujeitos à população, além do reestabelecimento da área para um uso previamente determinado (CETESB, 1999).

A CETESB estabelece em seu Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas dois processos que constituem a base do gerenciamento de tais áreas, denominados Processo de Identificação e Processo de Recuperação. Ambos são baseados em uma metodologia constituída por etapas sequenciais, na qual a informação obtida em uma etapa é a base para a execução da etapa subsequente.

O Processo de Identificação tem como objetivo principal a definição da existência e a localização da área contaminada, e é constituído por quatro etapas: definição da região de interesse; identificação de áreas potencialmente contaminadas; avaliação preliminar; investigação confirmatória. O Processo de Reabilitação tem como objetivo a adoção de medidas de intervenção que possibilitem a recuperação da área para um determinado uso. Constituíam seis etapas deste processo: investigação detalhada; avaliação de risco; investigação para remediação; projeto de remediação; remediação; monitoramento. Todas estas informações fazem parte do Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas (CETESB, 1999).

Em fevereiro de 2017, a CETESB, publicou a Decisão de Diretoria 038/2017/C que dispõe, entre outros itens, sobre a revisão do “Procedimento para o Gerenciamento de Áreas Contaminadas”. Entre as alterações propostas, estabeleceu que o processo de identificação de áreas contaminadas passa a contar com seis etapas: identificação de áreas com potencial de contaminação; priorização de áreas com potencial de contaminação; avaliação preliminar; investigação confirmatória; investigação detalhada; e a avaliação de risco;

objetivando assim, além da identificação das áreas contaminadas, de sua localização e características, a avaliação dos riscos a elas associados, e a adoção de medidas de intervenção se necessário for (CETESB, 2017). Da mesma forma, o processo de reabilitação também sofreu modificações e passou a contar com as três etapas: elaboração do plano de intervenção; execução do plano de intervenção; monitoramento para encerramento de áreas contaminadas; com a finalidade de, a partir da predefinição de um uso declarado para a área, a adoção de medidas de intervenção que possibilitem reabilitá-las.

Segundo Riyis *et al.* (2013), as investigações geoambientais de áreas contaminadas no Brasil não definem um Modelo Conceitual da Área (MCS) adequado com as incertezas gerenciáveis, ou seja, um modelo conceitual elaborado de forma que, mesmo com a ausência de algum dado, possibilite a condução do processo de forma efetiva. Para Aquino Neto (2016), o problema está em considerar um modelo conceitual único para todas as áreas, o que acarreta muitas vezes em mapeamento de pluma equivocado, fontes não identificadas, assim como os centros destas contaminações.

Outra questão é que em muitos processos de investigação de solo há o desconhecimento sobre o meio físico, o que acarreta em informações de baixa qualidade e inconsistentes, que são a base para a realização da Avaliação Preliminar, e esta o norte para a elaboração das etapas subsequentes da investigação, como avaliações de risco e projetos de remediação, podendo causar demora no encerramento dos casos, remediações ineficientes e custos mais altos. Problemas na investigação, portanto, são as maiores causas das falhas nas remediações de áreas contaminadas (CLEARLY, 2009 *apud* (RIYIS *et al.* 2013).

A condução das avaliações iniciais de um processo de investigação de áreas contaminadas (ou seja, as fases de avaliação preliminar e elaboração do modelo conceitual inicial) baseadas apenas em levantamento de dados e informações históricas, sem conhecimento do meio físico, pode possibilitar que os processos sejam elaborados com imprecisões e conduzidos de forma equivocada, que acabam gerando altos custos, morosidade na finalização dos processos, sobrecarregando o órgão ambiental, exposição a riscos, entre outras consequências negativas ao processo de final de remediação (RIYIS *et al.* 2013).

Com a Decisão da Diretoria nº 038/2017/C, a CETESB tem o objetivo de garantir à qualidade das etapas subsequentes às iniciais, propondo três tipos de modelo conceitual dependendo do nível de informação obtido na avaliação preliminar.

O presente trabalho discutirá a metodologia adotada para elaboração de Modelos Conceituais no âmbito da etapa de avaliação preliminar, propostos pela CETESB e avaliará situações de contaminação de solo no que diz respeito à metodologia utilizada para a realização das fases iniciais do processo de gerenciamento de áreas contaminadas e suas consequências para as etapas subsequentes. Para tanto foi utilizado um caso de contaminação em uma área industrial localizada no município de Campinas.

2. OBJETIVO

O presente trabalho teve por objetivo avaliar criticamente a metodologia adotada para elaboração de Modelos Conceituais no âmbito da etapa de avaliação preliminar, definidos pelo órgão ambiental do estado de São Paulo em seu Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas e na Decisão de Diretoria DD038/2017/C, de 07 de fevereiro de 2017 que dispõe sobre a revisão do “Procedimento para o Gerenciamento de Áreas Contaminadas”, e levantar possíveis falhas na condução deste processo e as consequências para as fases subsequentes.

Foi analisado um processo de investigação de solo de uma área contaminada no município de Campinas, com a finalidade de elaboração de um diagnóstico sobre as metodologias adotadas para a elaboração do Modelo Conceitual e suas consequências para as etapas subsequentes da avaliação preliminar.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Solo: Usos e Degradação

O Conceito de Solo para a Pedologia, segundo Lepsch (2011), foi definido pelo *Soil Survey Manual*, como:

A Coleção de corpos naturais que ocupam partes da superfície terrestre, os quais constituem um meio para o desenvolvimento de plantas e que possuem propriedades resultantes do efeito integrado do clima e dos organismos vivos, agindo sobre o material de origem e condicionado pelo relevo durante certo período de tempo. (Lepsch, 2011).

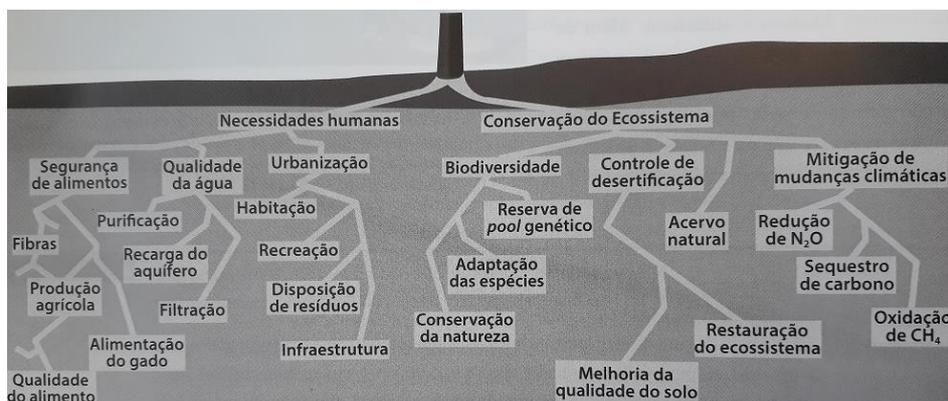
Segundo a Embrapa (2006), o solo pode ser definido como:

Uma coleção de corpos naturais, constituídos por partes sólidas, líquidas e gasosas, tridimensionais, dinâmicos, formados por materiais minerais e orgânicos que ocupam a maior parte do manto superficial das extensões continentais do nosso planeta, contém matéria viva e podem ser vegetados na natureza onde ocorrem e, eventualmente, terem sido modificados por interferências antrópicas. (Embrapa, 2006).

Para Lepsch (2011), a pedosfera é um recurso natural essencial à manutenção da vida. Quase todos os organismos vivos, de alguma forma, dependem direta ou indiretamente do solo para existirem. Um exemplo claro são as plantas que obtêm do solo os nutrientes e parte da água para viverem, assim como muitos animais alimentam-se de plantas para se nutrirem (WICANDER, MONROE, 2014).

O solo possui múltiplas funções e demandas – conforme sintetizado na figura 1 – que vão desde o fornecimento de água e nutrientes para plantas até funções menos nobres, como a de receber e processar desejos (LEPSCH, 2011).

Figura 1. Demandas do solo.



Fonte: Lepsch (2011, p.40)

Wicander e Monroe (2014) consideram que os diversos usos do solo, muitas vezes de maneira inapropriada e sem manejo adequado, podem causar sua degradação, o que inclui processos erosivos e deterioração física e química. São exemplos: a compactação, que impedem a infiltração de água e dificultam a germinação de plantas; a perda de fertilidade; a poluição; a contaminação; e a salinização. Ainda, para os mesmos autores, a degradação do solo tornou-se uma grande preocupação para a humanidade, principalmente porque sob a perspectiva humana o solo é recurso não renovável, uma vez que suas perdas excedem a sua taxa de formação.

Lepsch (2011) afirma que um solo em processo de degradação é aquele que está em desarmonia com o seu ambiente. Quanto mais rápido e mais extenso esse processo, maior será o impacto e a influência ao seu redor. Um exemplo é o solo cuja vegetação natural foi retirada e, portanto, está exposto a uma série de fatores, como chuvas, ventos, os próprios atributos do solo, as ações humanas, que tendem com o passar do tempo a depauperá-lo.

Segundo Lepsch (2011), entre os fatores mais importantes relacionados à degradação do solo está à poluição, que engloba desde o uso inadequado de substâncias (como, por exemplo, fertilizantes e pesticidas, uso de produtos químicos em processos produtivos sem controles), assim como a disposição inadequada de resíduos que, segundo Aniceto e Horbe (2012), refere-se a uma complexa mistura, constituída por uma enorme variedade de materiais, orgânicos e inorgânicos com diferentes propriedades físicas e químicas, e quando destinados diretamente no solo são incorporados a seus constituintes naturais, modificando suas características iniciais e contaminando-os.

Segundo Lago, Elis, Giacheti (2006), além das áreas de disposição de resíduos sólidos, são consideradas fontes potenciais de contaminação de água subterrânea e solo, as lagoas de tratamento de efluentes industriais; o descarte de esgoto; a disposição de resíduos radioativos; as atividades agrícolas; os vazamentos de petróleo e derivados; e rejeitos de atividades mineradoras.

A CETESB (1999) define a poluição – tanto do solo, água ou ar – como sendo a presença, o lançamento e a liberação de qualquer substância, independente de sua forma, quantidade e concentração que os torne impróprios e nocivos aos seres vivos, sendo que uma infinidade de atividades humanas geram

estas substâncias, resíduos e/ou efluentes, com potencial para contaminar o ambiente.

A liberação indevida de substâncias perigosas no ambiente causam contaminação de águas – tanto superficiais como a de rios e lagos, quanto subterrâneas como os lençóis freáticos e aquíferos –, além de propiciar processos de eutrofização devido ao excesso de nitrogênio e fósforo (LEPSCH, 2011). Geram ainda riscos significativos à saúde humana, os elementos químicos tóxicos, contidos em resíduos industriais que contaminam a água potável, o solo, as forragens e os alimentos (PANAGOS, *et al.*, 2013); ou ainda os pesticidas, herbicidas e inseticidas aplicados indiscriminadamente nas lavouras, também que contaminam o solo e são carregados para águas superficiais e subterrâneas (LEPSCH, 2011),

Os solos e águas contaminadas são também fontes de poluição, e podem afetar significativamente ecossistemas terrestres e aquáticos (PANAGOS, *et al.*, 2013).

De acordo com CETESB (1999), durante décadas o solo foi considerado um receptor ilimitado de substâncias nocivas. Em virtude de seu suposto “poder tampão e potencial de autodepuração”, permitiria sua recuperação sem o surgimento de grandes impactos para o meio. Entretanto, o solo contaminado por substâncias que não fazem parte de sua constituição natural perde funções essenciais – como a de reciclagem de restos orgânicos e purificação da água – e, ao invés de promover a remoção impurezas da água, podem contribuir para a sua contaminação (LEPSCH, 2011).

Segundo Aniceto e Horbe (2012), as características dos contaminantes e a quantidade do material depositado, além do tipo de solo e o clima da região, são fatores fundamentais que determinam a intensidade da contaminação. O comportamento de contaminantes no solo é influenciado por uma série de fatores, tais como: clima, precipitação, tempo de degradação, constituintes do solo, permeabilidade, propriedades físicas e químicas do contaminante e do solo (PICARELLI, 2013, ANICETO; HORBE, 2012).

Segundo Policarpo (2008), algumas substâncias, quando atingem o meio físico solo, sofrem processos como volatilização, biodegradação, ligações com partículas do solo, percolação para o lençol freático, entre outros processos, modificando as suas características resultando em interações inesperadas.

3.2 Áreas Contaminadas

A CETESB (1999) conceitua áreas contaminadas como sendo um “local cujo solo sofreu dano ambiental significativo que o impede de assumir suas funções naturais ou legalmente garantidas”.

Em seu manual de gerenciamento de áreas contaminadas, a CETESB (1999) define área contaminada como:

Área, local ou terreno onde há comprovadamente poluição ou contaminação, causada pela introdução de quaisquer substâncias ou resíduos que nela tenham sido depositados, acumulados, armazenados, enterrados ou infiltrados de forma planejada, acidental ou até mesmo natural. Nessa área, os poluentes ou contaminantes podem concentrar-se em subsuperfície nos diferentes compartimentos do ambiente, por exemplo no solo, nos sedimentos, nas rochas, nos materiais utilizados para aterrar os terrenos, nas águas subterrâneas ou, de uma forma geral, nas zonas não saturada e saturada, além de poderem concentrar-se nas paredes, nos pisos e nas estruturas de construções. Os poluentes ou contaminantes podem ser transportados a partir desses meios, propagando-se por diferentes vias, como, por exemplo, o ar, o próprio solo, as águas subterrâneas e superficiais, alterando suas características naturais ou qualidades e determinando impactos negativos e/ou riscos sobre os bens a proteger, localizados na própria área ou em seus arredores. (CETESB, 1999).

Ainda segundo CETESB (2017), no passado, a origem destas áreas se deve ao desconhecimento e à falta de procedimentos seguros para o manejo de substâncias perigosas, ao desrespeito a esses procedimentos; ao armazenamento, manipulação e transporte inadequado de matérias-primas e produtos; à ocorrência de acidentes e vazamentos de produtos e substâncias.

Para Morinaga (2013), a ausência de controles sobre as fontes poluidoras viabilizou o surgimento de diversas contaminações, que por sua vez, podem gerar uma série de problemas, como danos à saúde e ao meio ambiente, restrições ao uso e ocupação do solo, além de danos ao patrimônio público e privado, com a desvalorização das propriedades.

Segundo o Relatório da EPA - *United States Environmental Protection Agency* sobre o Meio Ambiente (ROE, 2017), a contaminação do solo é consequência de uma série de atividades humanas e naturais, dentre elas, uso e manuseio de substâncias perigosas, atividades de mineração, descarte inadequado de resíduos, acidentes ambientais, descarte ilegal de efluente, uso de fertilizantes e pesticidas, vazamentos de tanques, além de atividades relacionadas à defesa nacional, furações, inundações.

Para a *European Environment Agency* - EEA (2000), o surgimento de áreas contaminadas está intimamente relacionado ao desenvolvimento de uma sociedade industrial orientada ao consumo. A contaminação do solo se deve a uma série de atividades humanas, principalmente a eliminação inadequada de resíduos, ao consumo exacerbado de produtos e o conseqüente desperdício destes, além do uso extensivo e manuseio de inúmeras substâncias perigosas, principalmente em processos industriais. Ainda segundo a EEA (2000), dificilmente em processos industriais há – ou haverá – a exclusão da possibilidade de contaminação do solo e água.

- **Substâncias Contaminantes**

Dentre as diversas substâncias nocivas geradas por atividades antrópicas prejudiciais ao meio ambiente (que podem contaminar água, solo, ar, animais e ao homem), existem alguns grupos que possuem alto potencial de toxicidade, como por exemplo, os chamados Poluentes Orgânicos Persistentes – POPs. Fazem parte deste grupo os compostos: dioxinas, furanos, bifenilas policloradas (PCBs), hexaclorobenzenos (HCBs), aldrin, dieldrin, endrin, clordano, toxafeno, mirex, dicloro-difenil-tricloroetano (DDT), e heptacloro. (POLICARPO, 2008).

Os POPs são gerados por diversos processos industriais, tais como processo de produção de PVC (cloreto de polivinila); processo de branqueamento do papel com cloro; na produção e composição de diversos herbicidas, inseticidas e fungicidas; na incineração de resíduos; e em processos industriais que empregam cloro e derivados do petróleo. São compostos orgânicos sintéticos, altamente estáveis, ao atingirem o meio ambiente sofrem processos químicos e físicos, como biodegradação, volatilização, percolação, e podem contaminar água, solo, ar, seres humanos e animais (POLICARPO, 2008).

Outro grupo refere-se os elementos químicos tóxicos, que possuem densidade elevada, alta reatividade e alguns são bioacumuláveis; ou seja, após a ingestão, os organismos não são capazes de metabolizá-los e, portanto, permanecem em caráter cumulativo ao longo da cadeia alimentar (LEPSCH, 2011). Apesar de alguns elementos serem micronutrientes essenciais para os

organismos vivos, em elevadas concentrações, podem provocar efeitos tóxicos, podendo até ocasionar a morte (UECHI, GABAS, LASTORIA, 2017).

É frequente a ocorrência de áreas contaminadas por elementos químicos tóxicos, decorrente da lixiviação de substâncias contidas em resíduos industriais que são dispostos inadequadamente no solo. Assim, elementos químicos tóxicos, como níquel (Ni), cobre (Cu), zinco (Zn), cádmio (Cd), chumbo (Pb), mercúrio (Hg) e cromo (Cr) são facilmente encontrados nestes locais, pois estão presentes em diversos tipos de resíduos, como lâmpadas, pilhas, baterias, restos de tintas, latas, etc. (CAVALLET, CARVALHO, FORTES, 2013).

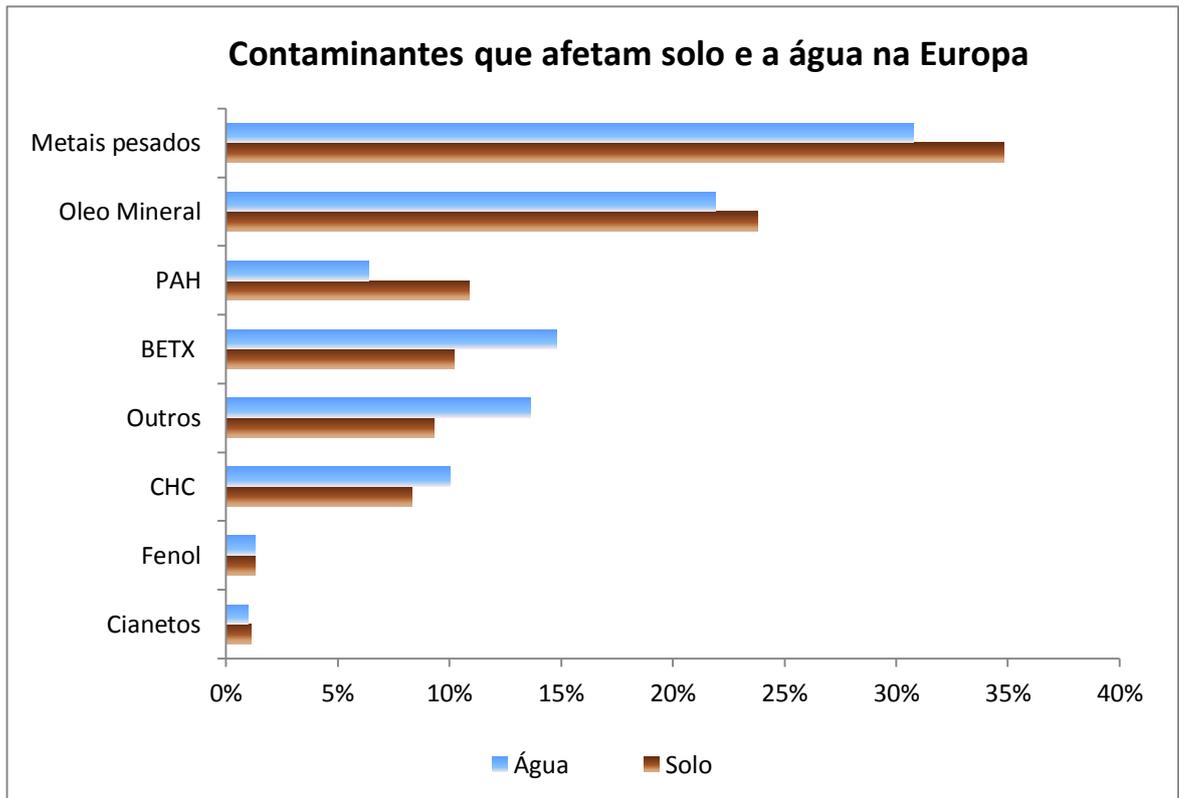
Outras substâncias que frequentemente são encontradas em contaminações de solos são os chamados compostos orgânicos voláteis (VOCs), com predominância dos produtos de petróleo (benzeno, tolueno, etilbenzeno e xilenos – BTEX) e os compostos orgânicos semivoláteis (SVOCs), com predominância dos solventes e metais (EPA, 2017).

Nos casos de contaminação de solo por petróleo e seus derivados, os contaminantes BTEX - benzeno, tolueno, etilbenzeno e xilenos, são os que mais se destacam. São definidos como hidrocarbonetos monoaromáticos, cujas estruturas moleculares possuem como característica principal a presença do anel benzênico. São usados, principalmente, em solventes e em combustíveis e são os constituintes mais solúveis na fração da gasolina (ANDRADE, AUGUSTO JARDIM, 2010).

Ainda sobre os derivados do petróleo, existe o grupo dos hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs), que são compostos derivados principalmente da combustão incompleta de combustíveis fósseis, da queima da vegetação e de outros materiais orgânicos constituídos por dois ou mais anéis aromáticos, potencialmente cancerígenos e altamente resistentes à biodegradação (CARMO *et. al.*, 2013).

Relatório da EEA (2014) indica que na Europa a principal categoria de contaminantes são óleos minerais, seguidos dos metais pesados e hidrocarbonetos, conforme demonstrado no gráfico 1.

Gráfico 1. Principais contaminantes que afetam o solo e água na Europa.



Fonte: Adaptado pela autora de EEA (2014) e PANAGOS (2013).

A EPA (2017) divulgou uma lista com os vinte contaminantes mais encontrados em áreas contaminadas nos Estados Unidos (gráfico 2) e o número de áreas afetadas por estas substâncias do programa *Superfund*.

Gráfico 2. Principais contaminantes encontrados nas áreas contaminadas atendidas pelo programa *Superfund* nos EUA



Fonte: Adaptado pela autora de EPA (2017)

No estado de São Paulo, dentre os contaminantes presentes nas áreas contaminadas identificadas, os inerentes as atividades de revenda de combustíveis são os que predominam. Estão entre eles os solventes aromáticos (principalmente o benzeno, tolueno, etilbenzeno e xilenos), combustíveis automotivos, hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs), metais, TPH e solventes halogenados, conforme pode ser observado no gráfico 3 (CETESB, 2016).

Gráfico 3 Principais contaminantes encontrados nas áreas contaminadas no Estado de São Paulo.



Fonte: CETESB (2016)

3.3 Casos Marcantes de Contaminação de Solo

No final dos anos 1970, os problemas ambientais causados pela contaminação dos solos vieram à tona e começaram a ser reconhecidos pelo público, principalmente, em virtude do surgimento de problemas de saúde em pessoas expostas a substâncias químicas presentes em áreas contaminadas dos Estados Unidos e da Europa. No Brasil, a problemática das áreas contaminadas e suas consequências começaram a ser reconhecidas na década de 1980 (SANCHES, 2001). São inúmeros os relatos de casos de contaminação

ambiental, que afetaram de forma significativa a vida das pessoas e o meio ambiente, entre eles:

a. *Love Canal*

A área do *Love Canal* está situada na cidade americana de Niágara Falls, no estado de Nova York (EPA, 2017). A princípio, o canal escavado no final do século XIX foi projetado para receber uma parte do rio Niágara, e produzir energia elétrica (SÁNCHEZ, 2001). Com parte da obra executada, o projeto foi abandonado e a indústria *Hooker Chemicals & Plastics Corporation* (agora *Occidental Chemical Corporation*, ou OXY) aterrou a área descartando cerca de 21.000 toneladas de produtos químicos perigosos entre os anos de 1942 e 1953, contaminando solo e águas subterrâneas (EPA, 2017). Em 1953, com sua capacidade de estocagem esgotada, o local foi vendido para o Conselho de Educação de Niágara Falls (NFBE), que construiu no local uma escola. Em seguida casas foram construídas e a área tornou-se um bairro de classe média baixa (SÁNCHEZ, 2001).

Segundo a EPA (2017), a partir da década de 1970, os moradores do local perceberam odores e resíduos de produtos químicos; houve também aumento das taxas de câncer e outros problemas de saúde. Em 1978, foi declarado estado de emergência, a escola foi fechada e algumas famílias foram removidas. No ano seguinte, o presidente Carter declarou outra emergência que resultou na remoção de 770 famílias que residiam em uma área de 10 quilômetros quadrados em torno do aterro sanitário, ao total, 950 famílias foram deslocadas.

Sánchez (2001) afirma que foram encontradas na área a presença de 248 substâncias químicas na mistura resíduos e solo; 89 substâncias na água subterrânea, e destas 11 consideradas cancerígenas.

A EPA (2017) afirma que diante da gravidade da contaminação da área foi criada a legislação federal para gerenciar a disposição de resíduos perigosos, a Lei de Resposta Ambiental, Responsabilidade e Responsabilidade Integral (CERCLA) (Lei do Superfundo) de 1980.

Em 1983, EPA incluiu a área na lista de prioridades nacionais (*National Priorities List - NPL*) do programa *Superfund* e em parceria com o Estado de Nova York começou a trabalhar no processo de remediação da área, que contou com

ações compra, manutenção e reabilitação de propriedades; instalação de contenção e coleta de lixiviados; escavação de sedimentos do rio e de resíduos; tratamento do esgoto; remoção do solo da escola; outras ações de limpeza à curto prazo. Em 1999, a EPA e o Departamento de Conservação Ambiental do Estado de Nova York (NYSDEC) finalizaram a remediação. A EPA excluiu o *site* da NPL em 2004 (EPA, 2017).

b. Santos

Em 1980 foram descobertos depósitos clandestinos de resíduos organoclorados nas cidades de Cubatão e São Vicente, na Baixada Santista, provenientes da fabricação de agrotóxicos realizada pela empresa Clorogil, comprada pela empresa Rhodia em 1976 (VALENTIM, 2007).

Segundo Sanches (2001), a empresa herdou o passivo gerado pelo processo produtivo da Clorogil, e procedeu com a remoção da maior parte dos resíduos e do solo contaminado. O caso foi objeto de uma das primeiras ações civis públicas ambientais em 1986.

c. Indústrias Reunidas Matarazzo

A indústria Matarazzo S.A. se instalou no município de São Caetano do Sul em 1932, sendo sua atividade principal a fabricação de soda cáustica, cloro, compostos de cloro, ácido sulfúrico, rayon, celulose, carbureto de cálcio, acetileno, ferro-silício, fundição, hidrogenação de óleos e produção de agrotóxicos (Hexaclorociclohexano – H.C.H e Toxafeno) (CETESB, 2016).

Sua desativação começou a ocorrer em 1975 e, em 1986, grande parte de seus edifícios foram parcialmente demolidos. Após a realização de processos de investigação, foi comprovado que parte da área de 220 mil metros quadrados possuía solo contaminado por mercúrio e Hexaclorociclohexano – H.C.H. (SANCHES, 2001). Segundo a CETESB (2016), a indústria não procedeu com o processo de encerramento das atividades, apenas desativou suas instalações.

A CETESB autuou tal indústria diversas vezes, principalmente por não atender às suas exigências em dar continuidade aos processos de investigação,

de propor soluções de tratamento para o material contaminado; propor processo de remediação para a área, entre outras.

Durante os anos de 2006 a 2009, tendo em vista que as exigências não foram atendidas, foram lavradas quatro penalidades de multa. Posteriormente, a empresa apresentou avaliações complementares em atendimento aos autos de infrações e pareceres técnicos que a Agência emitiu. Após análise, a CETESB concluiu que não foram atendidas na íntegra as exigências e recomendações dos pareceres técnicos anteriores, tendo sido lavrado mais um auto de infração imposição de penalidade de multa em 2011 (CETESB, 2016).

Após diversas penalidades e multas, e diversos pareceres técnicos emitidos pela CETESB, a empresa protocolou em 2013: Relatório de Investigação Complementar, Análise de Risco e Plano de Intervenção (CETESB, 2016).

d. Shell Brasil Ltda

A empresa Shell do Brasil S/A, em 1974, transferiu a operação de sua Planta de fabricação de agrotóxicos de São Paulo para a cidade de Paulínia (interior de São Paulo), em uma área com cerca de 400.000 m² próxima às margens do Rio Atibaia e circundada por 66 chácaras residenciais, que faziam parte do bairro Recanto dos Pássaros, antigo loteamento Poço Fundo (REZENDE, 2005).

Em 1977, tal indústria iniciou suas atividades contando com 191 empregados que atuavam no processo produtivo, fabricando compostos químicos da família dos *Drins* e diversos outros agrotóxicos, além de sintetizar e formular organofosforados e piretróides (REZENDE, 2005).

Segundo Valentim (2007), além da fabricação de agrotóxicos havia ainda, instalado no local, incineradores para rejeitos tóxicos gerados pelo processo produtivo.

De acordo com Rezende (2005), no início das atividades desse processo produtivo a CETESB emitiu parecer informando que diante das atividades fabris a indústria era considerada de alto potencial poluidor.

Com o passar do tempo, houve ampliações progressivas na planta e outros produtos começaram a ser fabricados no local. Nos anos 1990, a fábrica foi vendida para a uma empresa multinacional denominada Cyanamid que, em 2000,

repassou-a à empresa Basf. Desde antes da primeira venda, a indústria já colecionava denúncias de contaminação pelo forte odor no ar e na água, que causava mal estar físico e gástrico a funcionários e vizinhos (VALENTIM, 2007).

Logo após a emissão da licença de operação, registrou-se denúncias de moradores, funcionários, vizinhos e, inclusive, por outras empresas como a refinaria da Petrobrás em Paulínia e perduraram durante todo o período de operação da planta (REZENDE, 2005).

Por ocasião da venda para a Cyanamid, a Shell ficou responsável por realizar um Estudo de Impacto Ambiental, no qual foi detectada a contaminação das águas subterrâneas e do solo, e que resultou em um auto de denúncia perante o Ministério Público Estadual (REZENDE, 2005).

Após inúmeras reclamações, inspeções e autuações realizadas pela CETESB, assinaturas de termos de ajustamento de conduta, entre outros, e o caso ganhar repercussão nacional, em dezembro de 2001, a Justiça do Estado determinou que a Shell removesse todos os moradores do Recanto dos Pássaros e em dezembro de 2002, após constatação do grave risco à saúde dos trabalhadores, a fábrica foi interditada pelo Ministério do Trabalho e logo após a Basf decidiu fechar a empresa e demitir seus funcionários (REZENDE, 2005).

Segundo a Secretaria de Saúde de Paulínia, que passou a atender e acompanhar os moradores do Recando dos Pássaros, foi constatado casos de intoxicação, assim como a possibilidade de surgimento de tumores, dermatoses, alterações hepáticas, entre outros (VALENTIM, 2007). Atualmente, encontram-se em curso diversas ações contra a Shell relativas a esse caso de contaminação (REZENDE, 2005).

3.4 Normas, Legislações e Políticas Públicas

Documentos da CETESB (1999) indicam que o conceito para proteção dos solos foi o último a ser abordado nas políticas ambientais dos países industrializados após problemas ambientais decorrentes da poluição das águas e da atmosfera ter sido tematizados e tratados.

O Brasil conta durante os últimos anos com leis que tratam de temas ambientais relacionados à questão dos solos; entretanto, tais legislações lidam de

forma marginal sobre áreas contaminadas, como afirma o documento do IPT (2016). Por exemplo:

- Decreto-Lei nº 1.413, de 14 de agosto de 1975, que dispõe sobre o controle da poluição do meio ambiente provocada por atividades industriais.

- Lei Federal nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.

- Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, que dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.

Somente no ano 2000 é que o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) aprovou a primeira norma específica que trata de contaminação do solo: a resolução nº 273, que dispõe de diretrizes para o licenciamento ambiental de postos de combustíveis e sobre a prevenção e controle da poluição, por se tratar de empreendimentos com grande potencial poluidor dos diversos compartimentos ambientais, ou seja, solo, água, ar (CONAMA 273).

O Conselho Nacional do Meio Ambiente publicou em 2009 (CONAMA, 2009) a resolução CONAMA nº 420, que trata especificamente sobre áreas contaminadas e dispõe sobre:

Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas. (CONAMA 420).

A resolução dispõe ainda sobre a criação do BDNAC, Banco de Dados Nacional sobre Áreas Contaminadas, com a finalidade de publicar informações sobre áreas contaminadas e suas características, através dos dados disponibilizados pelos órgãos e entidades estaduais de meio ambiente. (CONAMA 420).

A Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (2017) possui uma coleção de documentos técnicos que normatizam o procedimento de investigação de áreas contaminadas. São eles:

- ABNT NBR 15515-1:2007 Versão Corrigida: 2011 - Passivo ambiental em solo e água subterrânea Parte 1: Avaliação preliminar

- ABNT NBR 15515-2:2011 - Passivo ambiental em solo e água subterrânea Parte 2: Investigação confirmatória;
- ABNT NBR 15515-3:2013 - Avaliação de passivo ambiental em solo e água subterrânea Parte 3 – Investigação detalhada;
- ABNT NBR 16209:2013 - Avaliação de risco a saúde humana para fins de gerenciamento de áreas contaminadas;
- ABNT NBR 16210:2013 - Modelo conceitual no gerenciamento de áreas contaminadas - Procedimento;
- ABNT NBR 16435:2015 - Controle da qualidade na amostragem para fins de investigação de áreas contaminadas - Procedimento.

Em paralelo, alguns estados elaboraram normas e legislações específicas relacionadas ao meio ambiente e a gestão de áreas contaminadas (IPT, 2016). No Estado de São Paulo, uma série de legislações de viés ambiental foi criada, dentre elas:

- Lei 997 de 31 de maio de 1976, dispõe sobre o controle da poluição do meio ambiente.

- Decreto nº 8468 de 8 de setembro de 1976, que aprova o regulamento da Lei n.º 997, de 31 de maio de 1976, que dispõe sobre a prevenção e o controle da poluição do meio ambiente.

A Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) firmou uma cooperação técnica com o governo da Alemanha, por meio de sua Sociedade de Cooperação Técnica - *Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit* - GTZ, para a capacitação de recursos humanos e desenvolvimento de ferramentas de gestão de áreas contaminadas, o que resultou, em 1999, na elaboração do Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas, na criação de um cadastro com os dados destas áreas e na introdução de novos requisitos (CETESB, 1999).

A cooperação Bilateral Brasil-Alemanha iniciou-se nos anos de 1990, com a criação do Programa Piloto para a Proteção das Florestas Tropicais (PPG7). Ao longo dos anos, a Alemanha prioritariamente desenvolveu projetos de conservação e preservação das florestas tropicais através de contribuições financeiras de sua agência financeira governamental KFW, além da cooperação

técnica prestada por sua agência GTZ a agências e instituições brasileiras. Atualmente, o trabalho está sendo realizado com ações voltadas para a conservação da biodiversidade, desenvolvimento sustentável, gestão de florestas, terras indígenas e desenvolvimento de capacidades, sendo que a Região Amazônica é alvo prioritário da cooperação. (BRASIL, 2017)

A CETESB (2006) estabeleceu, através da Decisão da Diretoria nº 010-2006-C, de 26 de janeiro de 2006, a necessidade de realização de processo de licenciamento para postos e sistemas retalhistas de combustíveis.

A CETESB (2007) divulgou a Decisão da Diretoria nº 103/2007/C/E de 22 de junho de 2007, que aprova o novo procedimento para gerenciamento de áreas contaminadas e cria o grupo gestor de áreas críticas GAC, com a finalidade, dentre outras atividades, de elaboração das planilhas para avaliação de risco, revisão da lista de valores orientadores de intervenção, elaboração de Instruções Técnicas para Gerenciamento de Áreas Contaminadas.

Em 2009, o Estado de São Paulo aprovou a lei nº 13.577 de 08 de julho de 2009, que dispõe sobre diretrizes e procedimentos para a proteção da qualidade do solo e gerenciamento de áreas contaminadas, e dá outras providências correlatas. Posteriormente, esta Lei foi regulamentada pelo Decreto nº 59.263/2013.

No mesmo ano, a CETESB divulga a Decisão da Diretoria nº 263/2009/P, de 20 de outubro de 2009, que estabelece roteiro para realização de processos de investigação detalhada e elaboração de plano de intervenção para postos e sistemas retalhistas de combustíveis.

Nos anos de 2014 e 2016, a CESTEB aprova, através das Decisões da Diretoria nº 045/2014/E/C de 20 de fevereiro de 2014 e DD nº 263/2009/P de 22 de novembro de 2016, os valores orientadores solos e águas subterrâneas no Estado de São Paulo e dá outras providências.

Em 07 de fevereiro de 2017, a CETESB divulga a Decisão da Diretoria nº 038, que revisa o procedimento de gerenciamento de áreas contaminadas, e dispõe sobre a aprovação do “Procedimento para a Proteção da Qualidade do Solo e das Águas Subterrâneas”, e estabelece “Diretrizes para Gerenciamento de Áreas Contaminadas no Âmbito do Licenciamento Ambiental”, em função da publicação da Lei Estadual nº 13.577/2009 e seu Regulamento, aprovado por meio do Decreto nº 59.263/2013, e dá outras providências.

3.5 Gerenciamento de Áreas Contaminadas

Segundo a CETESB, (2007), o gerenciamento de áreas contaminadas, objetiva:

Reduzir, para níveis aceitáveis, os riscos a que estão sujeitos a população e o meio ambiente em decorrência de exposição às substâncias provenientes das áreas contaminadas, por meio de um conjunto de medidas que assegurem o conhecimento das características dessas áreas e dos impactos decorrentes da contaminação, proporcionando os instrumentos necessários à tomada de decisão quanto às formas de intervenção mais adequadas (CETESB, 2007).

A CETESB (2007) afirma que a metodologia adotada em seu manual, baseada em etapas, na qual a anterior subsidia a posterior, permite a identificação, priorização e investigação de áreas contaminadas, e fornece informações necessárias a tomada de decisão quanto aos passos a serem seguidos, a fim que se alcance os objetivos determinados.

Segundo Riyis, *et al.* (2017), falhas na execução das etapas de processos de investigação, tanto por desconhecimento, falta de planejamento ou fatores financeiros, levam a diagnósticos inconsistentes e incertezas que afetam diretamente o gerenciamento da área, principalmente no que diz respeito a subsidiar com informações a tomada de decisão, e conseqüentemente se tornam ineficientes, demoradas com custo alto.

Os procedimentos estabelecidos para gerenciamento de áreas contaminadas, nem sempre são suficientes para a realização de um diagnóstico adequado, pois possibilitam o uso de tecnologias, métodos e abordagens inadequadas para realização do mapeamento da contaminação; assim como, em muitos casos não propiciam o conhecimento da interação do contaminante com o meio físico e não possibilitam subsidiar a avaliação de risco. Outro ponto levantado pelos autores, é que em muitos casos, as etapas de investigação da área são negligenciadas, seja em função de fatores financeiros, ou por deficiência de planejamento, ou por desconhecimento (RIYIS, *et al.* 2017).

Riyis *et al.* (2017) afirma que, os processos de investigação de solo, comumente consideram o meio físico homogêneo e que esta definição não representa a realidade:

O conhecimento do meio físico se faz necessário pois engloba aspectos como rochas, solos, água subterrânea, drenagens superficiais, climas, relevos e o modo como estes atributos interagem entre si e com o

contaminante. É um resumo de todas as informações obtidas até o momento sobre a área em estudo, ou uma simplificação da realidade observada na área com a finalidade de fornecer uma visão geral de suas condições e identificar os processos que regem e afetam o transporte dos contaminantes no meio. A função de um modelo conceitual bem elaborado é identificar os locais e as ações que devem ser tomadas nesses locais, para aprimorar o gerenciamento de uma área contaminada, sendo o ponto de partida para investigações e remediações eventualmente necessárias. Por isso deve ser muito bem elaborado e se torna tão importante para os passos subsequentes. Uma investigação incompleta ou insatisfatória acarreta na proposição de um modelo conceitual com premissas inadequada (RIYIS et. al, 2017).

Segundo a EPA (2017), a elaboração do Modelo Conceitual deve prever informações hidrogeológicas da área e descrever os meios de transporte do contaminante, a localização de fontes, os processos biológicos ou geoquímicos, e os possíveis receptores. Afirma ainda que a complexidade da interação entre os contaminantes e sedimentos dependem das propriedades físicas e químicas destes.

Segundo Lago, Elis, Giacheti, (2006) a utilização de métodos geofísicos na caracterização de uma área contaminada possibilita a detecção e o mapeamento da extensão da área afetada e fornece informações sobre a profundidade da zona saturada, direção do fluxo subterrâneo e profundidade do substrato rochoso inalterado.

3.5.1 Gerenciamento de Áreas Contaminadas nos EUA

Segundo a EPA (2004), um de seus principais objetivos é promover a recuperação de áreas contaminadas de forma a possibilitar o reestabelecimento do uso destes locais. Para isso, a agência contou com a elaboração de legislações específicas, como *Resource Conservation and Recovery Act* (RCRA), de 1976, e suas emendas; *Comprehensive Environmental Response, Compensation and Liability Act* (CERCLA), de 1980, e suas emendas – *Superfund Amendments and Reauthorization Act* (SARA), de 1986.

O IPT (2016) afirma que a CERCLA é a principal legislação federal americana que trata de áreas contaminadas, que determinou a criação do *Superfund Amendments and Reauthorization Act*, um sistema de financiamento, administrado pela *Environmental Protection Agency* (EPA) para a identificação, investigação e remediação de áreas contaminadas não controladas ou

abandonadas nos EUA. É, também, a Norma que norteia as providências a serem tomadas em casos em que há risco a saúde e ao meio ambiente. Ou seja, ações que podem ser tomadas no curto prazo, como remoções imediatas, ou em longo prazo, que seriam processos de remediações para os casos nos quais não há risco eminente a seres vivos.

A EPA (2017) firmou também parceria com os estados, municípios, outras agências federais no intuito de alcançar seus objetivos. Estabeleceu também uma série de programas que possibilitassem a identificação, avaliação e tomada de decisão quanto a ações corretivas para o reestabelecimento destas áreas. Dentre os programas, estão:

Emergency Response – para casos em que a liberação de poluentes representa uma ameaça a saúde humana ou o meio ambiente e requer ações de curto prazo (EPA, 2017).

Superfund Cleanup - um programa criado em 1980 para identificar, investigar e remediar áreas contaminadas em todo o país. O programa *Superfund* supervisiona os processos de remediação dos *sites* da Lista Nacional de Prioridades (NPL), os que necessitam de limpezas em curto prazo ("ações de remoção") e as respostas a emergências químicas e derramamentos de petróleo. O processo se inicia com a detecção de uma possível contaminação com substâncias perigosas em uma determinada área, a EPA registra as informações em um banco de dados para, após, proceder com uma avaliação da potencial contaminação e as possibilidades de liberação para o meio através das etapas (EPA 2017):

- *Superfund* - O programa para identificar, investigar e limpar grandes e abandonados *sites* de resíduos perigosos (EPA, 2017).
- *Superfund (CERCLA) Compliance Monitoring* - Lei que criou o *Superfund Amendments and Reauthorization Act*, ou seja o sistema de financiamento, administrado pela *Environmental Protection Agency* (EPA) para a identificação, investigação e remediação de áreas contaminadas não controladas ou abandonadas nos EUA. É também a legislação que possibilita que a EPA busque os responsáveis pela contaminação das áreas e assegure cooperação nos processos de limpeza, através de acordos (EPA, 2017).

- *Superfund Compliance and Penalties* - Quando as obrigações de um acordo estabelecido entre a EPA e o responsável pela contaminação não são cumpridos, a EPA poderá tomar medidas que variam desde a emissão de uma carta de advertência, até medidas judiciais com a finalidade de cumprimento das obrigações ou ainda aplicações de sanções (EPA 2017).
- *Superfund Enforcement* - Possui a função de encontrar os responsáveis pela contaminação de uma área e negociar a realização do processo de descontaminação do local que deve ser responsabilidade do próprio ou de terceiro (EPA 2017). Nos casos em que o responsável não concorda em realizar o processo de remediação, a EPA pode acioná-lo judicialmente. Assim, se o processo de remediação não estiver conforme, o programa de execução do *Superfund* toma medidas para torná-los através de medidas judiciais, penalidades ou assumindo a execução dos trabalhos (EPA 2017).

Federal Facilities Cleanup – tem o objetivo de facilitar o processo de remediação em instalações federais contaminadas, tornando-o mais eficaz e menos dispendioso, possibilitando o uso destas localidades no curto prazo. Nas instalações federais, o *Superfund* oferece supervisão regulatória no âmbito da Lei CERCLA para garantir a proteção da saúde humana e do meio ambiente. As instalações governamentais devem seguir todos os regulamentos ambientais necessários, incluindo os requisitos estaduais e locais. A EPA trabalha em conjunto com os departamentos de defesa, de energia e outras agências federais para garantir o desenvolvimento e eficácia dos processos de remediação, de forma a possibilitar novamente o uso destas áreas (EPA, 2017).

Brownfields Cleanup - Os *Brownfields* são propriedades contaminadas por produtos perigosos, em que expansão, remodelação ou reutilização ficam impedidas de serem executadas. O Programa *Brownfields* da EPA fornece fundos e assistência técnica aos estados, comunidades e outras partes interessadas para, de forma associada, procederem com a avaliação, remediação e reutilização destes locais (EPA, 2017).

Underground Storage Tank Cleanup - o programa regulamenta o processo de recuperação de áreas de tanques contaminadas. Além disso, o

programa federal UST (*Underground Storage Tanks*) define sistemas subterrâneos de tanques de armazenamento (EPA, 2017).

RCRA Corrective Action - De acordo com a Lei de Conservação e Recuperação de Recursos (RCRA), os proprietários ou operadores de instalações de tratamento, armazenamento ou eliminação de resíduos perigosos são responsáveis por investigar e recuperar áreas contaminadas por estas substâncias. A EPA trabalha em parceria com instituições federais, estaduais e municipais para assegurar o cumprimento de estatutos e regulamentos no gerenciamento de resíduos perigosos e tanques de armazenamento subterrâneos. A maior parte da responsabilidade de monitoramento de conformidade sob a Lei de Conservação e Recuperação de Recursos (RCRA) é delegada aos estados e autoridades locais. A EPA fornece supervisão das atividades de monitoramento de conformidade no programa RCRA para garantir que as instalações sejam devidamente inspecionadas (EPA, 2017).

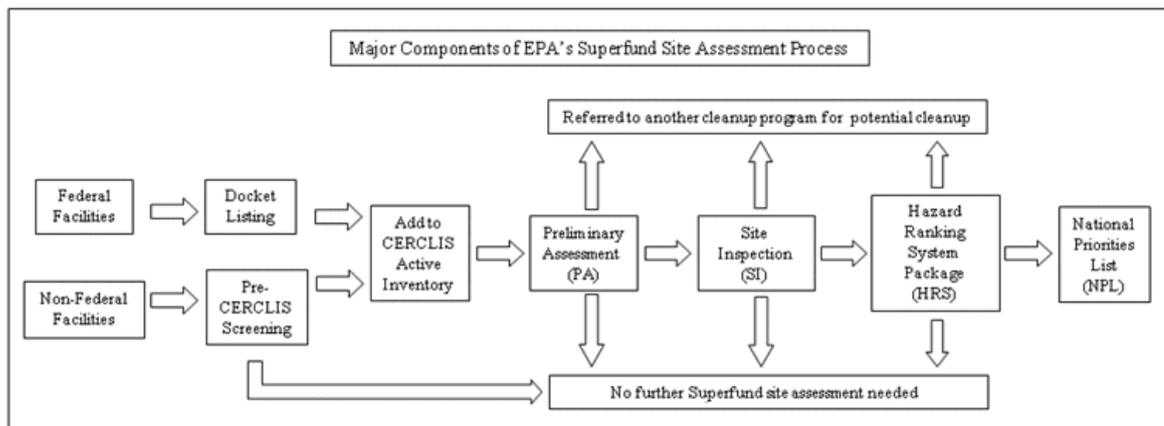
Para execução dos processos de recuperação de áreas da RCRA, os proprietários das instalações podem assinar um acordo de limpeza voluntário, ou a EPA pode obrigar o cumprimento de uma Norma, exigir uma investigação ou implementar uma ação de limpeza (EPA, 2017).

Cleaning Up Oil Spills - A EPA mantém um programa de Controle e Prevenção de Derramamentos de Óleo (SPCC) em águas de todo os Estados Unidos, além de um plano de resposta a ocorrências (EPA, 2017).

O cumprimento fica por parte dos responsáveis por ocorrências. A aplicação regulatória inclui ações de sanções administrativas e judiciais para derrames de petróleo, violações do programa SPCC e outros requisitos regulatórios (EPA, 2017).

A EPA utiliza um processo de avaliação para determinar quais ações deverão ser tomadas frente a uma possível área contaminada, que consiste em, após a identificação de um *site* com potencial contaminação, uma série de investigações serão realizadas com a finalidade de detectar as condições da área e quais ações devem ser tomadas para contenção da contaminação e realização de processos de recuperação. A Figura 2, apresentada a seguir, ilustra as principais etapas do processo de avaliação do *site* (EPA, 2017).

Figura 2. Principais etapas de um processo de avaliação Programa- *Superfund*



Fonte: EPA (2017).

Diante de uma área com potencial contaminação, a EPA (2017) adota um processo composto por duas fases, para indicar uma resposta adequada ao caso:

- **Avaliação do *site*:** todos os sites com potencial contaminação são avaliados com a finalidade de determinar aqueles para quais ações de resposta são necessárias, culminando com a inserção ou não do *site* na lista de locais prioritários (NPL).
- **Ação de resposta corretiva:** há uma avaliação mais aprofundada dos *sites* listados na NPL para determinar a natureza, extensão da contaminação e determinar a implementação de ações de contenção e correção.

A fase de avaliação do *site* começa com a notificação da EPA sobre a existência uma área com possibilidade de contaminação. Essa indicação pode ser realizada através de escritórios regionais da EPA, agências estaduais, órgãos municipais, ou do próprio cidadão, que solicitam a EPA para realizar uma avaliação preliminar (EPA, 1992).

Após a indicação de uma possível área contaminada, os dados são inseridos *Comprehensive Environmental Response, Compensation, and Liability Information System (CERCLIS)*, o inventário informatizado de áreas com possibilidade de contaminação da EPA (EPA, 1992).

A EPA (2017) então avalia o potencial de liberação de substâncias perigosas contidas na área durante duas etapas de investigação:

- **Avaliação Preliminar:** é uma investigação de âmbito limitado, realizada em cada *site* do CERCLIS. Os investigadores coletam informações prontamente disponíveis sobre o *site* e sua área circundante. Esta avaliação destina-se a distinguir, com base em dados relativamente limitados, entre os *sites* que representam pouca ou nenhuma ameaça para a saúde humana e o meio ambiente e os *sites* que podem representar uma ameaça e, portanto, requerem uma investigação mais aprofundada. A Avaliação Preliminar também identifica áreas que necessitam de possíveis ações emergenciais (EPA, 2017).
- **Inspeção do Site:** se a Avaliação Preliminar resultar em uma recomendação para uma investigação mais aprofundada, uma inspeção deve ser executada, com o objetivo de identificar e avaliar as áreas com potencial contaminação que possuem alta probabilidade de se enquadrar na NPL, e, também para realizar uma coleta de informações necessárias para possibilitar à classificação destes locais com base nos critérios estabelecidos no *Hazard Ranking System* (HRS) um sistema de classificação de risco (EPA, 2017).

O HRS é a principal ferramenta de triagem para determinar se uma área deve ser incluída na *National Priorities List* (NPL), a lista de áreas prioritárias da EPA para realização de uma investigação mais aprofundada e, se necessário, adoção de ações de intervenção imediatas, conforme determina a Lei de Resposta Ambiental Integral, Compensação e Responsabilidade (CERCLA). Trata-se de um sistema que atribui pontos a partir das informações iniciais levantadas, e através de cálculo matemático, atribui uma pontuação final que orientará a tomada de decisão da EPA com relação aos processos que serão executados na área (EPA, 1992).

Durante o processo de inspeção do *site*, os responsáveis pela execução podem coletar amostras de solo, água, resíduos e outros materiais, com a finalidade de determinar quais substâncias perigosas estão presentes na área. É também durante o processo de inspeção que são testadas as hipóteses levantadas na avaliação preliminar e, em alguns casos, se produz informações

suficientes para gerar a pontuação do HRS. Caso contrário, novas inspeções podem ser realizadas com a finalidade de buscar mais informações (EPA, 1992).

As informações coletadas durante a Avaliação Preliminar e a Inspeção do *Site* são utilizadas para calcular um escore HRS. Áreas com uma pontuação HRS de 28,50 ou superior são elegíveis para cotação na NPL (EPA, 1992).

3.5.2 Gerenciamento de Áreas Contaminadas na Europa

A EEA (2000) tem como um de seus principais objetivos disponibilizar à comunidade e seus Estados-membros informações comparativas relevantes da área ambiental na União Europeia de forma a subsidiar a tomada de decisão no que diz respeito a proteção do ambiente. Segundo informações da agência, água e solo estão entre as áreas prioritárias de trabalho. Tanto que em 1996 foi criado o *The European Topic Centre on Soil* (ETC/S), um centro que desenvolve e fornece informações sobre solo para os países membros. ETC trabalha principalmente com informações relacionadas às características do solo, monitoramento, mapeamento e metodologias para realização de inventários de sítios contaminados.

A EEA (2000) reúne e mantém informações sobre áreas contaminadas dos países europeus desde 1996. Trinta dos trinta e nove países-membros possuem inventários abrangentes sobre estas áreas, vinte e quatro alimentam com dados nacionais, enquanto outros seis (Bélgica, Bósnia-Herzegovina, Alemanha, Grécia, Itália e a Suécia) gerenciam suas informações regionalmente. Quase todos os inventários incluem dados sobre atividades poluidoras, áreas potencialmente contaminadas e áreas comprovadamente contaminadas (EEA, 2014).

A EEA (2014) afirma que a maioria dos países europeus possuem legislações nacionais e em alguns casos regionais para regulamentar a gestão de áreas contaminadas. Entretanto, não há uma regulamentação única, que abranja toda a União Europeia no que diz respeito a esta questão. Além disso, segundo a EEA, existem diferentes interpretações e definições para um mesmo tema: dependendo do país, por exemplo, sobre o termo área potencialmente contaminada. Em alguns países, estes locais são indicados através do mapeamento de atividades potencialmente poluidoras que eram ou são

executadas no local estudado; em outros, para que uma área seja considerada potencialmente contaminada é necessária obtenção de evidências mais contundentes.

Normalmente as legislações locais estabelecem um processo de gerenciamento estruturado em camadas, que prevê: a definição de metas para recuperação da área atendendo a um uso proposto para o local; o estabelecimento de responsabilidades quanto à realização do processo e custos de remediação, principalmente nos casos em há dificuldade de identificação dos responsáveis; o uso de um sistema de monitoramento nacional ou regional para avaliar o progresso e a eficiência da execução do mesmo (EEA, 2014).

Quatro etapas de gestão são definidas para o gerenciamento e controle da contaminação local do solo: identificação do local (ou estudos preliminares), investigações preliminares, investigações do site principal e implementação de medidas de redução de risco. A realização das etapas fornece evidências de que os países estão identificando sites potencialmente contaminados, verificando se esses sites estão realmente contaminados e implementando medidas de remediação onde se faz necessário. Alguns países definiram metas para os diferentes passos (EEA, 2014).

3.5.3 Gerenciamento de Áreas Contaminadas - BRASIL - Estado de São Paulo

- **Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas**

A CETESB, em parceria com o governo da Alemanha, elaborou um manual para gerenciamento de áreas contaminadas com o objetivo de definir procedimentos para realização do gerenciamento destas áreas, estabelecendo conceitos, fornecendo informações técnicas e metodológicas para pessoas e instituições, de maneira a nortear as ações a serem tomadas no caso de possíveis contaminações de áreas (CETESB, 1999).

Em 2007, através da Decisão de Diretoria nº 103/2007/C/E, de 22 de junho de 2007, a agência apresentou uma revisão aos procedimentos de gerenciamento de áreas contaminadas contidos em seu Manual (RD 023/00/C/E de 15.06.2000), e cria o grupo gestor de áreas críticas (CETESB, 2007).

A CETESB (1999) define dois processos que constituem a base do gerenciamento de áreas contaminadas, denominados processo de identificação e processo de reabilitação, ambos são baseados em uma metodologia constituída por etapas sequenciais, cuja informação obtida em uma etapa é a base para a execução da etapa subsequente.

Segundo a CETESB (1999), o processo de identificação tem o objetivo principal definir a existência e a localização da área contaminada. Constituem este processo quatro etapas:

- definição da região de interesse;
- identificação de áreas potencialmente contaminadas;
- avaliação preliminar;
- investigação confirmatória.

O processo de reabilitação de áreas contaminadas objetiva a adoção de medidas de intervenção que possibilitem a recuperação da área para um uso previamente determinado, adotando-se dessa forma o princípio da “aptidão para o uso”. Seis etapas fazem parte deste processo:

- investigação detalhada;
- avaliação de risco;
- investigação para remediação;
- projeto de remediação;
- remediação;
- monitoramento.

Durante a realização das etapas do processo de investigação, as áreas podem ser classificadas como:

- Áreas Potencialmente Contaminadas (APs), ou seja, áreas onde foram desenvolvidas atividades com potencial poluidor e que podem afetar os bens a proteger; por exemplo, atividades industriais nas quais ocorre o manejo de substâncias químicas;
- Áreas Suspeitas de Contaminação (ASs), onde durante os processos de avaliação preliminar, foi detectado indícios de contaminação; por exemplo, manchas de óleo sobre o solo;
- Área Contaminada sob Investigação (AI) são aquelas em que durante a investigação confirmatória, se constatou contaminação,

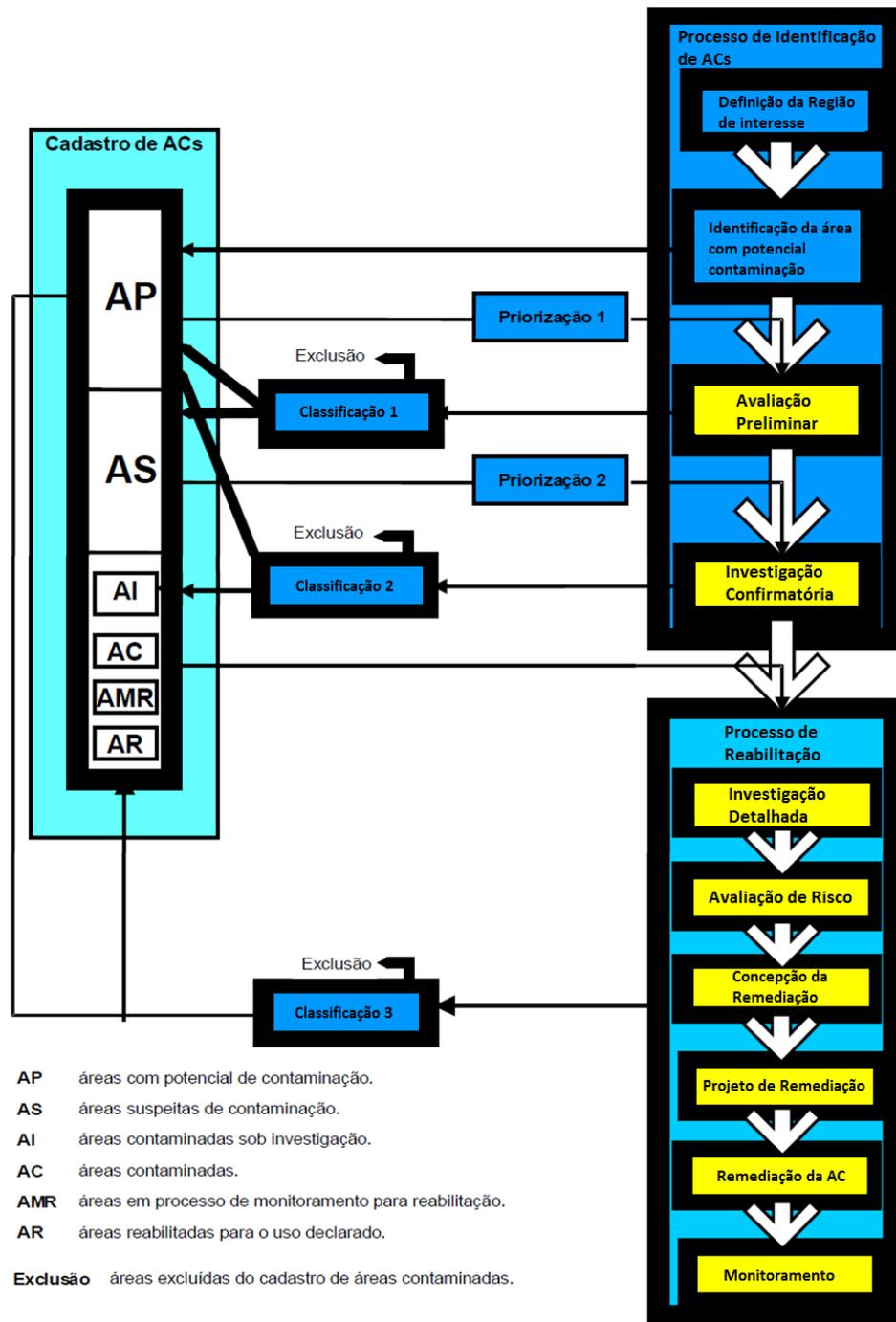
e há necessidade de prosseguir com o processo no intuito de detectar receptores; delimitar a extensão da pluma, realizar avaliações de risco a saúde;

- Áreas Contaminadas (ACs) áreas nas quais foram encontrados contaminantes em quantidade e concentração que possam causar danos a saúde, ou quando existir no local um bem de interesse ambiental relevante a ser protegido.
- Área em processo de monitoramento para reabilitação (AMR), área anteriormente contaminada que sofreu processo de reabilitação e após monitoramento a avaliação de risco não indica a necessidade de nenhum outro tipo de intervenção.
- Área reabilitada para o uso declarado (AR), área considerada apta para o uso declarado. (CETESB, 1999).

A metodologia adotada pela CETESB (2007) prevê etapas de priorização utilizando critérios como: características da fonte de poluição, vias de transporte dos contaminantes e dos receptores a serem protegidos.

A CETESB gerencia e disponibiliza as informações obtidas em cada uma de suas etapas através do Cadastro de Áreas Contaminadas, que é o instrumento central do gerenciamento de ACs, e que pode ser utilizado pelos setores público e privado no subsídio de informações de interesse para o planejamento e controle ambiental das regiões e para o planejamento urbano. De maneira esquemática, a metodologia para o gerenciamento de ACs é demonstrada na figura 3 (CETESB, 2007).

Figura 3. Fluxograma das etapas do gerenciamento de ACs atualizado pela DD 103/2007/C/E, de 22 de junho de 2007.



Fonte: CETESB (2007, p.11).

a. Definição da Região de Interesse

Onde se define os limites da região de interesse a ser gerenciado, ou seja, os limites da região onde ocorreram/ocorrem usos incompatíveis do solo, e que sejam de interesse social, político, econômico e/ou ambiental. Nesta etapa,

determinam-se também os objetivos principais a serem alcançados ao final do processo, considerando os bens a proteger. Ou seja, saúde e bem estar da população; fauna e flora; qualidade do solo, das águas e ar; interesses de proteção à natureza/paisagem; ordenação territorial e planejamento regional e urbano; segurança e ordem pública; que devem ser abrangidos (CETESB, 1999).

A CETESB (1999) determina que a definição da área de interesse e o estabelecimento dos objetivos do gerenciamento de ACs ficam a critério do órgão gerenciador que podem ser o poder público municipal/estadual/federal, ou ainda as próprias empresas privadas que desenvolvam atividades potencialmente poluidoras. Entretanto, em 2007, com a DD 103/2007/C/E, a execução desta etapa no estado de São Paulo, passa a ser atribuição somente da CETESB (CETESB, 2007).

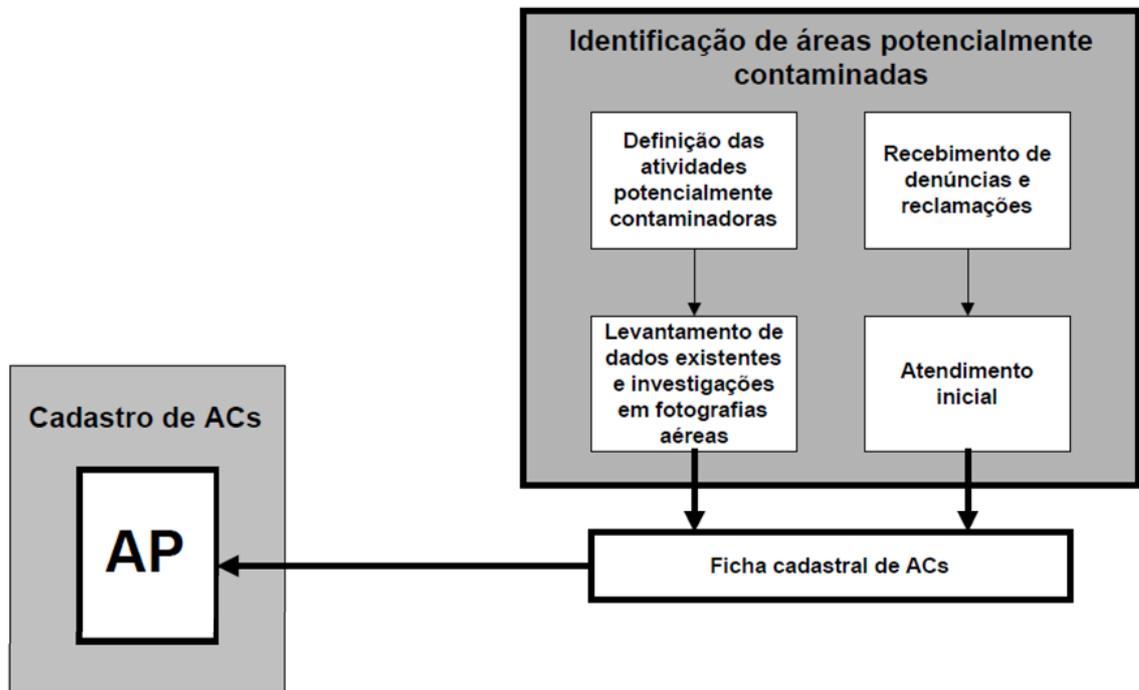
Na delimitação da área de interesse devem ser indicados, além de suas fronteiras, os bens a se proteger situados na região em questão (CETESB, 1999).

Dentre os bens a proteger, a CETESB (1999) indica o solo e água subterrânea como prioridade a ser considerado em processos de gerenciamento de ACs, uma vez que, além de serem recursos extremamente importantes, são os principais meios de propagação de um contaminante para outros bens a proteger.

b. Identificação de Áreas Potencialmente Contaminadas (APs)

Onde, na região de interesse, são identificadas as áreas onde nas quais ocorreram ou ocorrem atividades potencialmente poluidoras que possam/podem contaminar os bens a proteger. A determinação destas áreas deve ocorrer através de técnicas de levantamento de dados, investigações, levantamento fotográfico, ou até mesmo denúncias ou reclamações, o processo deve se iniciar após a identificação das atividades potencialmente poluidoras, conforme figura 4, que deverão servir como base para a realização da etapa de avaliação preliminar (CETESB, 1999).

Figura 4. Identificação de áreas potencialmente contaminadas.



Fonte: Adaptado CETESB (1999, p.2 – 3000. Identificação de áreas potencialmente contaminadas).

c. Definição das Atividades Potencialmente Poluidoras

A definição de atividade com potencial poluidor deve se basear na natureza das substâncias que são empregas nas mesmas. Para se determinar quais ramos de atividade possuem potencial de contaminação e conseqüentemente possam se enquadrar como APs, há a necessidade de informações sobre o processo produtivo; matérias-primas; produtos acabados e resíduos gerados (CETESB, 1999).

A CETESB (1999) utiliza o sistema de codificação de atividades econômicas do IBGE (CNAE) como base para a identificação de atividade com potencial poluidor. Além disso, afirma que para uma atividade comercial ou industrial ser considerada uma área potencialmente contaminada (AP) é necessário observar as particularidades:

- existência de processos produtivos que possam causar contaminação dos solos e águas subterrâneas;
- presença de substâncias que possuem potencial para causar danos aos bens a proteger via solos e águas subterrâneas;
- a atividade industrial e comercial apresenta histórico indicando manuseio, armazenamento e disposição inadequada de matéria-prima, produtos e resíduos;
- a atividade industrial e

comercial apresenta histórico indicando a ocorrência de vazamentos e acidentes; • a atividade industrial e comercial apresenta histórico na geração de ASs e ACs. (CETESB, 1999).

No caso do solo e águas subterrâneas, as atividades potencialmente contaminantes são as que realizam o manejo de substâncias cujas características biológicas, físico-químicas e toxicológicas podem colocar em risco os bens a proteger. Atividades como disposição de resíduos devem ser consideradas potenciais de contaminação, assim como atividades comerciais em que ocorram a manipulação de substâncias tóxicas e inflamáveis (CETESB, 1999).

- **Levantamento de dados existentes**

Segundo a CETESB (1999), a identificação de áreas potencialmente contaminadas através do levantamento de dados existentes acontece através de consultas a órgãos ambientais, prefeituras e associações, situações em que informações como localização, tamanho do empreendimento, tempo de funcionamento podem ser obtidas.

- **Identificação de APs através de investigações em fotografias aéreas**

A CETESB (1999) afirma que em investigações fotográficas aéreas há a possibilidade de obter informações importantes de áreas APs de uma determinada região de interesse, como a identificação, localização, extensão e histórico sobre as mudanças ocorridas destas regiões. O processo se dá através da fotointerpretação de fotografias aéreas realizadas em diferentes períodos da mesma área. Segundo a CETESB (1999), a vantagem é independência de entrevistas com pessoas ou registros das próprias companhias ou órgãos públicos.

- **Identificação de APs através do recebimento e atendimento de denúncias e/ou reclamações**

APs podem ser identificadas através de reclamações/denúncias ao responsável pelo gerenciamento, que deve proceder com inspeções ao local para confirmar a existência de fontes potenciais de contaminação. São exemplos: despejos clandestinos de resíduos; vazamentos de produtos químicos, presença de odores CETESB (1999).

- **Apresentação dos resultados**

A CETESB (1999) estabelece que os resultados da etapa de identificação de APs sejam apresentados em relatórios que contenham as informações obtidas, as fontes, mapas com a indicação dos bens a proteger. A localização das APs também deve ser indicada em mapas topográficos ou de uso e ocupação do solo.

A partir destes mapas com a indicação das APs e bens a proteger, pode-se avaliar a necessidade de priorização no gerenciamento destas áreas nas etapas subsequentes; ou seja, através destes relatórios pode-se determinar áreas prioritárias a serem investigadas nas próximas etapas (CETESB, 1999).

d. Avaliação Preliminar

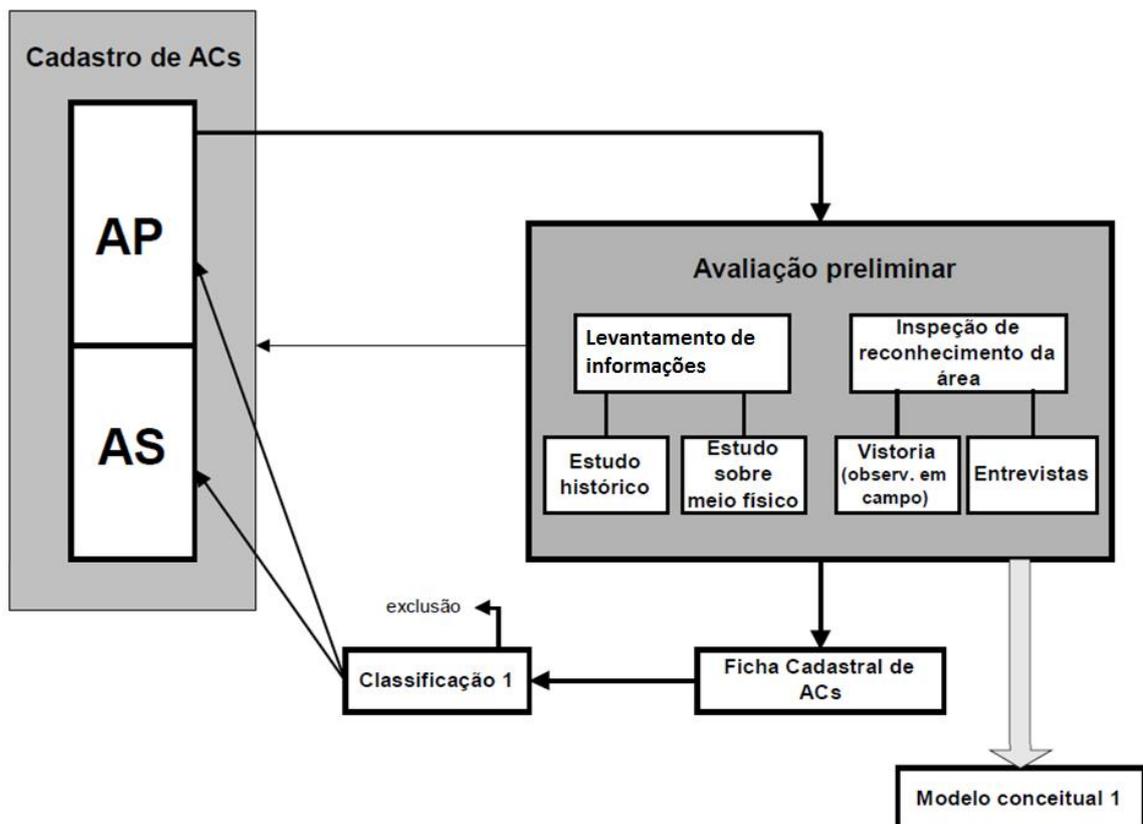
A avaliação Preliminar tem o objetivo de, após a identificação das áreas potencialmente contaminadas (APs), constatar evidências, fatos e indícios de contaminação que levem a um diagnóstico destas áreas através de levantamento de informações sobre o uso destes locais e de inspeções de reconhecimento, esquematizado na figura 5, com a finalidade de:

- Subsidiar as próximas etapas do gerenciamento de ACs, estabelecendo quais são os próximos passos a serem executados, levando em consideração recursos técnicos e econômicos;
- Documentar evidência sobre a contaminação e avaliar a classificação da área e se for o caso reclassificá-las, ou ainda determinar a exclusão da área do cadastro de áreas contaminadas;
- Verificar a necessidade de adoção medidas emergenciais;
- Definir um modelo conceitual inicial para a área. (CETESB, 1999).

A CETESB (1999), afirma que os dados coletados durante a avaliação preliminar devem possibilitar a formulação de hipóteses sobre as fontes de contaminação, as prováveis vias de transporte, a distribuição espacial do contaminante, possíveis receptores ou bens a proteger que poderão ser atingidos.

Tais dados, segundo a CETESB (1999), devem ainda possibilitar a definição de quais etapas deverão ser executadas dentro do sistema de gestão de áreas contaminadas, de tal forma que recursos técnicos e econômicos sejam utilizados de maneira racional. Ainda dentro desta perspectiva, nos casos em que os dados coletados na avaliação preliminar possibilitarem a reclassificação de uma área – antes classificada como potencialmente contaminada (AP) – para suspeita de contaminação (AS), eles deverão ser à base do planejamento das investigações a serem realizadas na investigação confirmatória, ou seja, serão subsídio para a definição de amostragens, pontos de coleta, profundidades de poços, etc.

Figura 5. Avaliação Preliminar.



Fonte: Adaptado CETESB (1999, p.2 – 5000 Avaliação Preliminar).

- **Levantamento de informações:**

A CETESB (1999) determina que para elaboração do estudo histórico da área as etapas devem ser realizadas:

- Levantamento da documentação disponível sobre a área, da própria empresa, e em processos administrativos de órgãos públicos como a própria CETESB, prefeitura, Ministério Público, entre outros;
- Levantamento histórico da área; indicação das atividades atuais e futuras desenvolvidas no local; características do meio físico; informações sobre bens a proteger; etc..
- Levantamento aerofotogramétrico temporal; (CETESB, 1999, 2007).

A CETESB (1999) afirma que o estudo histórico possibilita uma reconstituição sobre o passado, como eram realizadas atividades do processo produtivo: manejo, armazenamento, produção, áreas de descarte, entre outros; possibilita também obter informações sobre os arredores da área, vizinhança, possíveis impactos, bens a proteger, uso e ocupação do solo.

Segundo a CETESB (1999), esta é uma atividade que deve ser desenvolvida de maneira multidisciplinar, envolvendo conhecimento histórico-social, urbanístico, administrativo, químico e ambiental. Assim sendo, é imprescindível que várias fontes sejam consultadas, entre elas, órgãos públicos, proprietários da área, empresas prestadoras de serviços, universidades e institutos, meios de comunicação, etc..

Quanto ao estudo do meio físico, a CETESB (1999) afirma dados geológicos, hidrológicos, hidrogeológicos, geomorfológicos e meteorológicos, devem ser obtidos junto aos órgãos de controle e planejamento ambiental, universidades, institutos de pesquisa, empresas de abastecimento de água, empresas perfuradoras de poços, entre outros, com a finalidade de se determinar as vias de transporte dos contaminantes, a localização, e os possíveis receptores.

- **Inspecões de reconhecimento da área**

Compõem as inspecões de reconhecimento da área (CETESB, 1999):

- Levantamento de informações coletadas em inspeções de reconhecimento;
- Levantamento de informações coletadas em entrevistas com funcionários e moradores do entorno, com a finalidade de obtenção de histórico geral da área; processos; operação; disposição de substâncias;
- Preenchimento da “Ficha Cadastral de Áreas Contaminadas” CETESB (1999 e 2007).

A CETESB recomenda que inspeções sejam realizadas nos locais, por equipes multidisciplinares qualificadas, com a finalidade de realizarem vistoria detalhada no local e entrevistas com pessoas que tiveram ou têm relação com a área (como antigos funcionários e vizinhos) e que possam contribuir com informações: substâncias utilizadas, área de descarte, acidentes ocorridos, locais de armazenamento e destinação de resíduos; ocorrência de acidentes; paralisação do funcionamento; índice de doenças em funcionários, moradores, animais, reclamações da população, problemas detectados relacionados com a qualidade do ar, água e solo, etc. (CESTEB, 1999).

- **Modelo Conceitual**

A CETESB (1999) estabelece que o modelo conceitual elaborado ao final da etapa de avaliação preliminar deve ser uma síntese das informações obtidas durante a etapa. Portanto, deve representar a possível contaminação da área, as fontes de contaminação, os bens a proteger, as vias de transporte do contaminante.

A DD 103/2007/C/E define modelo conceitual como sendo:

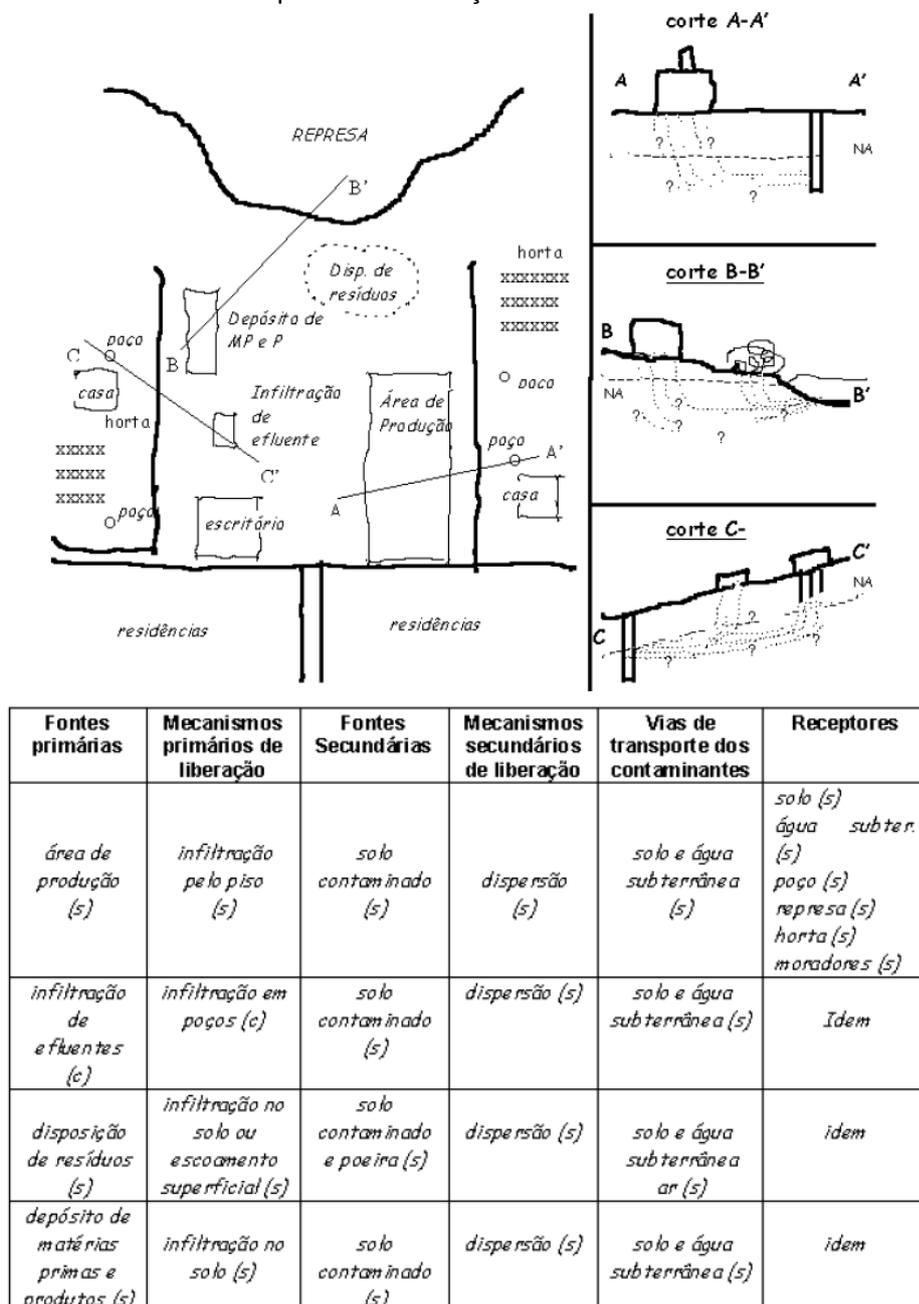
um relato escrito e/ou a representação gráfica do empreendimento investigado, do meio físico e dos processos físicos, químicos e biológicos que determinam o transporte de contaminantes da(s) fonte(s) através dos meios que compõem este sistema, até os potenciais receptores dentro deste sistema. É fundamental para embasar a continuidade das etapas ou investigações seguintes e para justificar as ações desenvolvidas até o momento. (CETESB, 2007).

A norma ABNT 16210:2013 define o modelo conceitual “como uma representação gráfica de um sistema ambiental e os processos biológicos,

químicos e físicos, que determinam o transporte do contaminante a partir das fontes, através dos meios, até os receptores envolvidos”.

O modelo conceitual, segundo a CETESB (1999), constitui a base para definição de objetivos, métodos e estratégias que serão utilizados nas etapas seguintes, e pode ser representado, através de ilustração ou croqui, ou ainda usando uma tabela que contenha as fontes de contaminação, os mecanismos de liberação e as principais vias de transporte, conforme figura 6.

Figura 6. Exemplo de croqui / modelo conceitual de uma área hipotética contido no Manual de Gerenciamento da CETESB – Capítulo V – Avaliação Preliminar.



Fonte: CETESB (1999, p.11 – 5000 Avaliação Preliminar).

Ainda segundo a ABNT NBR 16210:2013, as informações contidas no modelo conceitual devem embasar o desenvolvimento das etapas subsequentes do gerenciamento de ACs, deve conter informações que subsidiem a elaboração de cenários de exposição atuais e futuros e, sempre que necessário, deve ser atualizado sempre que houver fatos novos, inovação tecnológica e fatores técnicos.

O modelo conceitual deve conter, minimamente:

- Determinação dos limites da área de interesse e levantamos histórico das atividades, usos e ocupações da área;
- Determinação das fontes de contaminação;
- Identificação das substâncias químicas de interesse;
- Ocorrência natural das substâncias de interesse;
- Avaliação da possibilidade de mobilização de substâncias naturais em função da interação destas com o contaminante;
- Caracterização do meio físico;
- Vias de transporte dos contaminantes;
- Identificação e caracterização dos receptores e bens a proteger;

- **Decisão da Diretoria nº 038/2017/C, de 07 de fevereiro de 2017**

Decisão da Diretoria nº 038/2017/C, de 07 de fevereiro de 2017, dispõe entre outros itens, sobre a revisão do “Procedimento para o Gerenciamento de Áreas Contaminadas” e estabelece “Diretrizes para Gerenciamento de Áreas Contaminadas no Âmbito do Licenciamento Ambiental” em função da publicação da Lei Estadual nº 13.577/2009 e seu Regulamento, aprovado por meio do Decreto nº 59.263/2013.

A DD 38/2017/C revisa o procedimento a ser cumprido no gerenciamento de áreas contaminadas: as etapas a serem executadas, os seus objetivos, a forma e os responsáveis pela execução, em consonância com o Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas. Determina ainda, com base no Decreto 59.263/2013, que cabe ao responsável legal e ao responsável técnico executar as etapas de gerenciamentos de áreas contaminadas, e a CETESB, de fiscalizar o cumprimento de tal procedimento através da avaliação de relatórios

que devem ser entregues pelos responsáveis e de realização de auditorias (CETESB, 2017).

O Processo de Identificação de Áreas Contaminadas passa com a nova decisão da diretoria a ter seis etapas. Além de identificar as áreas contaminadas e determinar sua localização e características, também tem o objetivo de avaliar os riscos a elas associados, possibilitando a tomada de decisão sobre a adoção de medidas de intervenção se necessário for (CETESB, 2017).

Segundo a CETESB (2017), o Processo de Identificação de Áreas Contaminadas possui as seguintes etapas:

- Identificação de Áreas com Potencial de Contaminação;
- Priorização de Áreas com Potencial de Contaminação;
- Avaliação Preliminar;
- Investigação Confirmatória;
- Investigação Detalhada;
- Avaliação de Risco.

O processo de reabilitação de áreas contaminadas são medidas que possibilitam a partir da predefinição de um uso declarado, a adoção de medidas de intervenção com o objetivo de reabilitá-las. São etapas do processo de reabilitação:

- Elaboração do Plano de Intervenção;
- Execução do Plano de Intervenção;
- Monitoramento para Encerramento.

A DD 38/2017/C (CETESB 2017) adota para as áreas sob avaliação a classificação estabelecida no artigo 8º do Decreto nº 59.263/2013, em função do nível de informação obtida, dos riscos existentes, ou das medidas de intervenção adotadas, como:

- Área com Potencial de Contaminação (AP);
- Área Suspeita de Contaminação (AS);
- Área Contaminada sob Investigação (ACI);
- Área Contaminada com Risco Confirmado (ACRi);
- Área Contaminada em Processo de Remediação (ACRe);
- Área Contaminada em Processo de Reutilização (ACRu);
- Área em Processo de Monitoramento para Encerramento (AME);

- Área Reabilitada para o Uso Declarado (AR).

A DD 38/2017/C não altera a necessidade de cadastrar as informações obtidas nas etapas de gerenciamento de áreas contaminadas no sistema de áreas contaminadas e reabilitadas (SIACR), assim como prevalece a obrigatoriedade de, no caso de detecção de situações de perigo ou risco durante o desenvolvimento das etapas do processo gerenciamento de áreas contaminadas, a adoção de medidas emergências pelo responsável legal (CETESB, 2017).

Com a DD 38/2017/C, fica determinado que o responsável legal deverá executar – independentemente de manifestação da CETESB – todas as etapas do gerenciamento de áreas contaminadas seguindo as orientações da Decisão da Diretoria e apresentar os relatórios para a CETESB, que irá avaliá-los e, se necessário, solicitar adequações e adoção de medidas administrativas cabíveis CETESB (2017).

a. Identificação de Áreas com Potencial de Contaminação – DD038/2017/C

A etapa de identificação da área contaminada fica a critério da CETESB, que se baseará na Relação de Atividades Potencialmente Geradoras de Áreas Contaminadas publicada em Resolução da Secretaria do Meio Ambiente SMA nº 10 de 8 de fevereiro de 2017, e nas informações existentes no Sistema de Fontes de Poluição da CETESB (CETESB, 2017).

b. Avaliação Preliminar – DD038/2017/C

A DD 38/2017/C – assim como o manual de gerenciamento de áreas contaminadas – define a etapa de Avaliação Preliminar como sendo um processo de caracterização de usos e ocupações, de levantamento histórico de atividades realizadas no local, identificação de fontes potenciais de contaminação, constatação de evidências e indícios de contaminação que possam conduzir a reclassificação da área como AS e subsidiar a execução das demais etapas do processo de Gerenciamento de Áreas Contaminadas (CETESB, 2017)

A CETESB (2017) determina que as seguintes etapas devem ser realizadas para o desenvolvimento da Avaliação Preliminar :

- a) Levantamento da documentação existente sobre a área, notadamente aquela disponível na própria empresa, nos processos administrativos da CETESB e na Prefeitura Municipal;
- b) Levantamento de dados e informações relativos ao histórico da ocupação da área e das atividades nela desenvolvidas, considerando os usos pregressos;
- c) Levantamento do uso de água subterrânea, com a localização dos poços pelo DAEE, considerando um raio de 500m a partir dos limites da área objeto da Avaliação Preliminar;
- d) Levantamento aerofotogramétrico temporal de modo a caracterizar as alterações do uso e ocupação do solo na área e no seu entorno, considerando um raio de 500 m a partir dos limites da área sob avaliação, e levantar evidências relativas à existência de fontes potenciais de contaminação;
- e) Levantamento de informações coletadas em inspeções de reconhecimento;
- f) Levantamento de informações coletadas em entrevistas com proprietários, funcionários e moradores do entorno;
- g) Levantamento da geologia, pedologia e hidrogeologia regionais;
- h) Levantamento de dados da geologia e pedologia locais disponíveis na empresa, como aqueles resultantes de investigações geotécnicas;
- i) Levantamento de informações sobre eventuais investigações ou etapas do Gerenciamento de Áreas Contaminadas realizadas na área;
- j) Elaboração de Modelo Conceitual Inicial da Área (MCA 1);
- k) Elaboração do Plano de Investigação Confirmatória. (CETESB,2017).

A DD 038/2017/C define Modelo Conceitual como sendo:

Modelo Conceitual: relato escrito, acompanhado de representação gráfica, dos processos associados ao transporte das substâncias químicas de interesse na área investigada, desde as fontes potenciais, primárias e secundárias de contaminação, até os potenciais ou efetivos receptores. Esse relatório deve conter a identificação das substâncias químicas de interesse, das fontes de contaminação, dos mecanismos de liberação das substâncias, dos meios pelos quais as substâncias serão transportadas, dos receptores e das vias de ingresso das substâncias nos receptores. (CETESB,2017).

As informações do Modelo Conceitual Inicial da Área - MCA 1, determinado na etapa de avaliação preliminar, será a base para elaboração do plano de investigação confirmatória, segundo a CETESB (2017), e a DD 38/2017/C, classifica o MCA, de acordo com a qualidade de suas informações, como sendo A, B, ou C:

- O MCA 1A se aplica aos casos em que foi possível obter informações completas sobre a área em questão, onde foi possível identificar todas as áreas e fontes de contaminação, as substâncias de interesse de cada área, características de materiais presentes na superfície, usos e

ocupações do solo. Para este caso, o Plano de Investigação Confirmatória poderá se basear em uma estratégia, denominada pela CETESB (2017) de Estratégia 1, em que a realização da amostragem poderá ser voltada às substâncias químicas de interesse e direcionada a todas as fontes potenciais de contaminação identificadas CETESB (2017).

- O MCA 1B é quando há incertezas no levantamento de informações, nem todas as informações requeridas para realização a avaliação preliminar foram obtidas; por exemplo, ausência de dados sobre a identificação de áreas e fontes potenciais, localização, caracterização, etc.. Para este caso, a CETESB, recomenda que o plano de investigação confirmatória seja elaborado com base na Estratégia 2, que se caracteriza pelo emprego de métodos de investigação que proporcionem informações sobre o meio físico ou sobre a natureza e a distribuição das substâncias químicas de interesse (como por exemplo, métodos de screening e geofísicos), ou que o plano de amostragem adote abordagem probabilística, de modo a possibilitar o direcionamento ou o posicionamento adequado das amostragens. Nesse caso, a relação de substâncias, químicas de interesse a serem investigadas deverá considerar todas as possibilidades que existam para a área CETESB (2017).

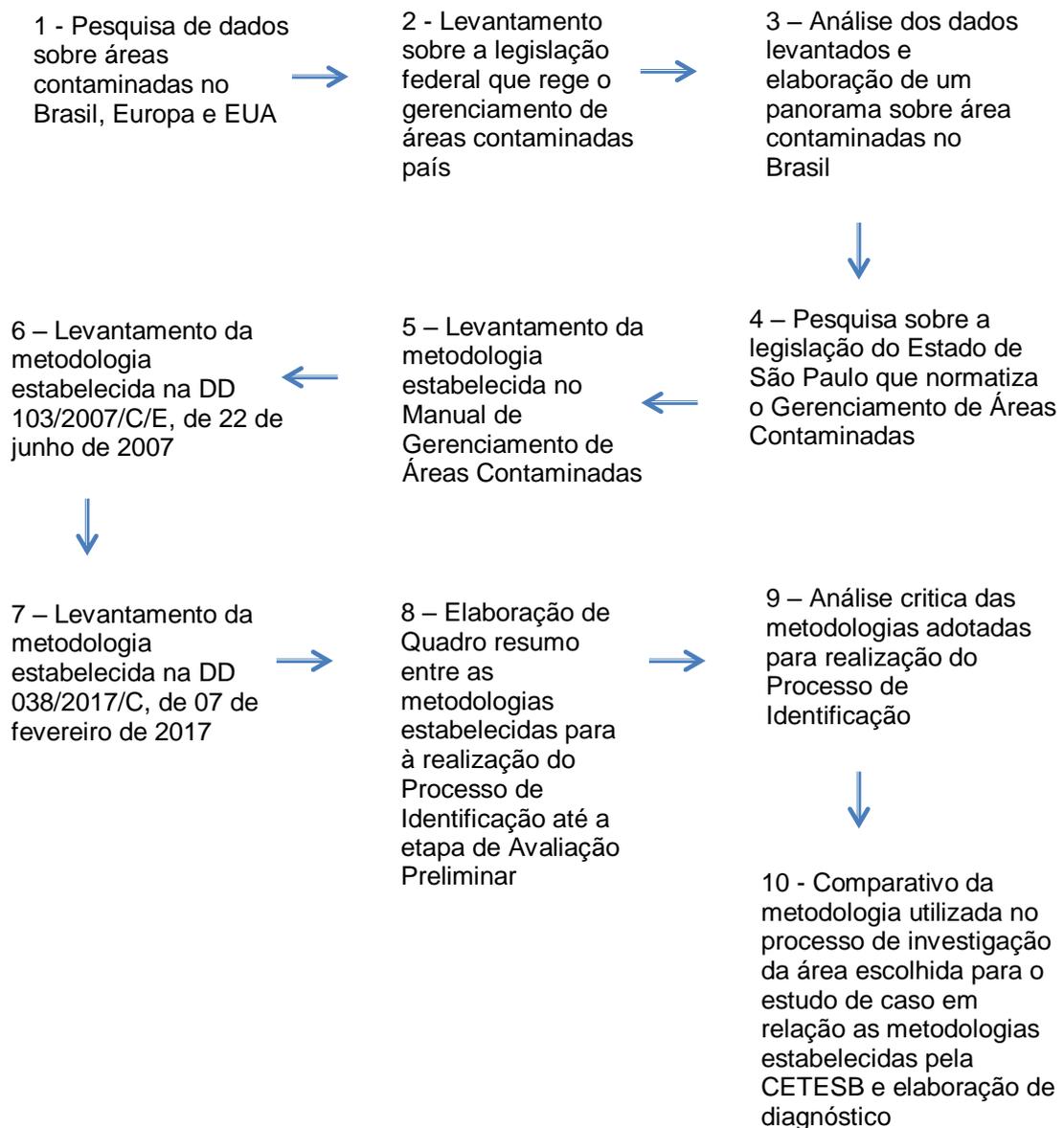
- O MCA 1C se aplica à situação em que não há informações sobre a localização e características das áreas fonte, situação em que deverá ser adotada a Estratégia 2 para toda a Área com Potencial de Contaminação (AP). CETESB (2017).

Quando houver em uma mesma área situação de certezas em determinados pontos e incertezas em outros, a CETESB recomenda que seja adotada a Estratégia 1 para os pontos onde há informações completas sobre a identificação da área fonte, suas respectivas fontes potenciais e características dos materiais presentes em superfície, e se adote a Estratégia 2 para as áreas onde as informações estão incompletas (CETESB, 2017).

4. METODOLOGIA

Apresenta-se a seguir (Figura 7), na forma de fluxograma síntese, a sequência metodológica utilizada no desenvolvimento desse trabalho.

Figura 7. Fluxograma síntese da sequencia metodológica utilizada no desenvolvimento do trabalho



Fonte: Elaborada pela autora

Etapa 1 - Pesquisa de dados sobre áreas contaminadas no Brasil, Europa e EUA

As informações sobre áreas contaminadas na Europa foram obtidas através de visita ao *site* da agência ambiental europeia EEA - *European Environment Agency*, assim como os dados referentes às áreas americanas foram obtidos através da página na EPA - *United States Environmental Protection Agency*.

No caso do Brasil, foram visitados os sites dos órgãos ambientais dos 26 estados brasileiros, assim como do Distrito Federal, além o site do IBAMA, com intuito de obter informações sobre o tema. Apenas nos estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro havia informações disponíveis sobre áreas contaminadas.

A busca por informações nas páginas eletrônicas foi realizada através das palavras-chaves: “áreas contaminadas”, “solo contaminado”, “gerenciamento de áreas contaminadas”. Informações sobre o tema também foram buscadas nos menus referentes à legislação e licenciamento ambiental (quando estavam disponíveis).

Na página do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA, especificamente no banco de áreas contaminadas BNDAC, é disponibilizado um breve resumo sobre o tema e *links* que remetem o usuário aos *sites* dos órgãos ambientais dos três estados que alimentam o banco: Estado de São Paulo – CETESB, Minas Gerais – FEAM e do Rio de Janeiro – INEA. Nos sites dos três Estados, foram encontradas as seguintes informações:

- CETESB
 - Legislação pertinente à área;
 - Inventário de áreas contaminadas críticas;
 - Número de áreas contaminadas no Estado;
 - Mapa com a localização das áreas no Estado;
 - Mapa com a distribuição das áreas de acordo com a atividade;
 - Relação de áreas contaminadas e reabilitadas no Estado de São Paulo de 2002 a 2016;
 - Relação de áreas contaminadas por Município;
 - Relação de áreas contaminadas por UPGRH;

- Informações específicas sobre cada área contaminada;
- Texto explicativo Relação de Áreas Contaminadas e Reabilitadas no Estado de São Paulo, com informações pertinentes sobre o gerenciamento de áreas contaminadas no Estado, como: número de áreas sob investigação e seus estágios dentro do processo; áreas por região do Estado; principais contaminantes; atividades contaminantes; processos de reabilitação e remediação que estão sendo desenvolvidos;
- FEAM
 - Legislações estaduais;
 - Inventário de áreas contaminadas no Estado de Minas Gerais com dados de 2009 até 2016;
 - Inventário de áreas contaminadas no Estado de Minas Gerais com por Município e por responsável;
 - Inventário de Áreas Suspeitas de Contaminação e Contaminadas;
 - Mapa do Inventário de Áreas Contaminadas;
 - Lista de Áreas Contaminadas e Reabilitadas por UPGRH;
 - Inventário de Áreas Contaminadas de Minas Gerais, com informações sobre o gerenciamento de áreas contaminadas no Estado, como: distribuição de áreas contaminadas e reabilitadas no Estado; principais atividades responsáveis pelas contaminações; principais contaminantes; etc.
- INEA
 - Dois tipos de tabela com informações como: número do processo no INEA; razão social do responsável pela contaminação; endereço; município; atividade; localização; meio impactado, contaminantes, etc.
 - Mapa do Estado com as áreas contaminadas e a indicação da atividade contaminante.

Etapa 2 - Levantamento sobre a legislação federal que rege o gerenciamento de áreas contaminadas no Brasil

Buscou-se levantar as legislações federais pertinentes ao tema, tanto no que diz respeito à proteção do solo, quanto ao Gerenciamento de Áreas Contaminadas. Dentre as legislações pesquisadas, foram avaliadas as diretrizes da CONAMA 420, primeira norma federal específica sobre áreas contaminadas (principalmente no que diz respeito à criação do Banco Nacional de Áreas Contaminadas – BDNAC e as suas implicações) e aos artigos 37 e 38 que tratam da obrigatoriedade de divulgação e gestão de dados referentes a áreas contaminadas pelos órgãos ambientais dos Estados.

Etapa 3 - Análise dos dados levantados e elaboração de um panorama sobre áreas contaminadas no Brasil

Foram levantados dados referentes à origem das áreas contaminadas nos três estados brasileiros cujos dados estão disponíveis para consulta, ou seja nos estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro, além de informações sobre a distribuição geográfica das áreas pelos Estados.

Etapa 4 - Pesquisa sobre a legislação do Estado de São Paulo que normatiza o gerenciamento de áreas contaminadas

Buscou-se compilar e analisar as legislações que norteiam o processo de gerenciamento de áreas contaminadas no Estado de São Paulo, desde a primeira norma criada para o referido assunto, até a sua última atualização.

Etapa 5 - Levantamento da metodologia estabelecida no Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas

Em análise ao Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas do Estado de São Paulo, criado em 1999 pela CETESB, pontuou-se os critérios requeridos para realização do chamado Processo de Identificação nas etapas de

definição da região de interesse; identificação de áreas potencialmente contaminadas; avaliação preliminar.

Etapa 6 - Levantamento da metodologia estabelecida na DD 103/2007/C/E, de 22 de junho de 2007

Buscou-se identificar na Decisão de Diretoria 103/2007/C/E, de 22 de junho de 2007, criada para aprovar o novo procedimento para gerenciamento de áreas contaminadas entre outras diretrizes, as principais diferenças em relação à norma antecessora RD 023/00/C/E de 15 de junho de 2000 e que tinha como base a metodologia de gerenciamento apresentada no “Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas”.

Etapa 7 - Levantamento da metodologia utilizada na DD 038/2017/C, de 7 de fevereiro de 2017

Analisando a Decisão da Diretoria 038 de fevereiro de 2017, que, entre outras providências, estabelece as Diretrizes para Gerenciamento de Áreas Contaminadas no Âmbito do Licenciamento Ambiental, buscou-se identificar as principais alterações que o procedimento para gerenciamento de áreas contaminadas sofreu com a atualização da norma no que diz respeito ao chamando processo de identificação.

Etapa 8 - Elaboração de Quadro resumo entre as metodologias estabelecidas para a realização do Processo de Identificação até a etapa de Avaliação Preliminar

Após pesquisa e levantamento das normas que regem o gerenciamento de áreas contaminadas no Estado de São Paulo, buscou-se pontuar as principais e significativas diferenças entre as três normas estabelecidas no Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas, na Decisão de Diretoria 103/2007/C/E, de 22 de junho de 2007 e na Decisão da Diretoria 038 de fevereiro de 2017.

Etapa 9 - Análise crítica das metodologias adotadas para realização do Processo de Identificação

Com base no que foi pesquisado na Revisão Bibliográfica, Normas, Legislações, foram levantadas algumas questões que afetam diretamente a precisão e acurácia necessárias para a realização da Avaliação Preliminar e elaboração do Modelo Conceitual. A partir daí, foram criados quadros comparativos indicando as principais fragilidades das diretrizes encontradas no Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas, na Decisão de Diretoria 103/2007/C/E, de 22 de junho de 2007 e na Decisão da Diretoria 038 de fevereiro de 2017 para a realização do processo de identificação.

Etapa 10 - Comparativo da metodologia utilizada no processo de investigação da área escolhida para o estudo de caso em relação às metodologias estabelecidas pela CETESB e elaboração do diagnóstico do Estudo de Caso

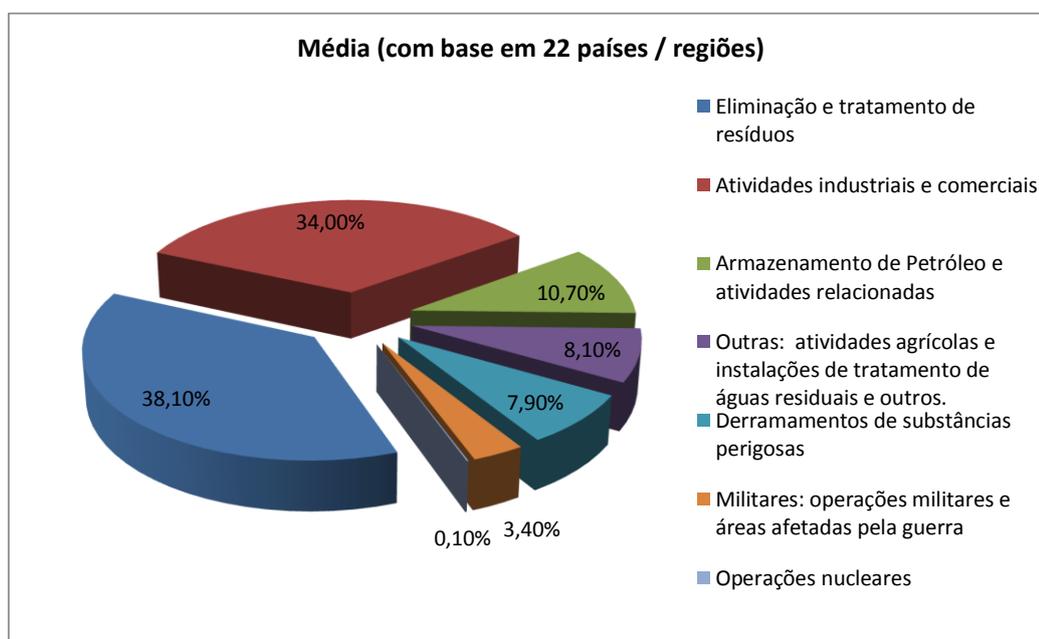
Foi pesquisado os processos de investigação de solo da área escolhida e adotado o primeiro relatório de Avaliação Preliminar realizado na área industrial; foram levantadas informações do relatório, assim como a metodologia utilizada para a realização da etapa. Após, comparou-se com a metodologia definida pela Decisão de Diretoria DDnº 038/2017/C, previamente estudada. Após a comparação, foi elaborado um diagnóstico com os principais pontos falhos no processo realizado.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Panorama sobre áreas contaminadas no Brasil, Europa e Estados Unidos

Na Europa, segundo a EEA (2014), a contaminação do solo decorre principalmente de disposição de resíduos, atividades industriais/comerciais, indústria petrolífera, campos militares e usinas nucleares, conforme demonstrado no gráfico 4.

Gráfico 4. Principais atividades que contaminam solo europeu



Fonte: Adaptado pela autora de EEA (2014).

Nos Estados Unidos, a EPA (2017) afirma que existem milhares de locais contaminados de tamanho e configurações variadas, que vão desde edifícios abandonados até grandes áreas contaminadas com materiais tóxicos de atividades industriais ou de mineração. A EPA informou rastrear, a partir de 2013, mais de 530 mil áreas contaminadas, quase 23 milhões de acres em todo o país.

A EEA (2014) estimou em seu relatório *Progress in management of contaminated sites*, que existam 2,5 milhões de áreas potencialmente contaminadas nos países europeus. Destes, cerca de 342.000 foram identificados até o momento, e por volta de 15% dos identificados foram remediados.

No Brasil, o Banco de Dados Nacional sobre Áreas Contaminadas (BDNAC), foi instituído pela Resolução CONAMA n.º 420 de 30 de dezembro de 2009, com a finalidade tornar públicas informações sobre áreas contaminadas no País, a partir de dados disponibilizados pelos órgãos ambientais estaduais. Entretanto, segundo o IPT (2016) e o IBAMA (2017), o BDNAC contém informações de apenas três Estados: São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais.

Além da criação do BDNAC, a resolução CONAMA 420 estabelece os critérios para gerenciamento de áreas contaminadas, e dentre eles, prevê em seu artigo 38, que:

Os órgãos ambientais competentes, observando o sigilo necessário, previsto em lei, deverão dar publicidade principalmente em seus portais institucionais na rede mundial de computadores, às informações sobre áreas contaminadas identificadas e suas principais características na forma de um relatório que deverá conter no mínimo:

I - a identificação da área com dados relativos à toponímia e georreferenciamento, características hidrogeológicas, hidrológicas e fisiografia;

II - a(s) atividade(s) poluidora(s) ativa(s) e inativa(s), fonte poluidora primária e secundária ou potencial, extensão da área afetada, causa da contaminação (acidentes, vazamentos, disposição inapropriada do produto químico ou perigoso, dentre outros);

III - as características das fontes poluidoras no que se refere à disposição de resíduos, armazenamento de produtos químicos e perigosos, produção industrial, vias de contaminação e impermeabilização da área;

IV - a classificação da área em AI, ACI, AMR e AR;

V - o uso atual do solo da área e seu entorno, ação em curso e pretérita;

VI - os meios afetados e concentrações de contaminantes;

VII - a descrição dos bens a proteger e distância da fonte poluidora;

VIII - os cenários de risco e rotas de exposição;

IX - as formas de intervenção; e

X - as áreas contaminadas críticas. (CONAMA 420).

Em levantamento realizado nos portais institucionais dos órgãos ambientais dos vinte e seis Estados brasileiros, além do Distrito Federal, nota-se que na grande maioria há pouca ou nenhuma estrutura estabelecida para identificar, mapear e gerenciar áreas contaminadas, e conseqüentemente cumprir com a resolução CONAMA 420.

A obtenção e divulgação de dados relacionados à existência destes locais não é priorizada pelos órgãos ambientais. Dos vinte e sete *sites* institucionais visitados, apenas nos Estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo há informações sobre áreas contaminadas (conforme demonstra a tabela 1); na maioria dos portais, não há menção ao assunto. Além disso, o tema é citado marginalmente (em forma de notícia) em onze páginas, e em apenas dois

Estados (Minas Gerais e São Paulo) há informações sobre legislações relacionadas ao tema.

Tratando-se dos três portais que alimentam o BDNAC, no *site* da CETESB e a da FEAM encontram-se divulgadas séries históricas iniciada em 2002 e 2007, respectivamente, até o ano de 2016, com dados referentes às contaminações. São disponibilizados também relatórios com a sistematização dos dados, além de mapas geográficos indicando os locais afetados.

O INEA menciona que em 2013 realizou o lançamento da 1ª edição do cadastro de áreas contaminadas no Estado do Rio de Janeiro, atualizado em duas ocasiões: 2014 e 2015. Os dados estão disponibilizados em forma de tabelas.

Tabela 1. Divulgação de dados sobre áreas contaminadas nos portais dos órgãos ambientais estaduais.

ESTADO	ORGÃO AMBIENTAL ESTADUAL	Nº de Áreas Contaminadas divulgadas nos Portais Institucionais dos Órgãos Ambientais / Ano	Divulgação de Área Contaminadas no BDNAC	Número de Áreas Contaminadas divulgadas pelo IPT - Relatório Panorama GAC - 2014
Acre	IMAC	Não há informação	-	-
Alagoas	IMA	Não há informação	-	-
Amapá	IMAP	Não há informação	-	-
Amazonia	IPAAM	Não há informação	-	3
Bahia	INEMA	Não há informação	-	23
Ceará	SEMACE	Não há informação	-	-
Distrito Federal	IBRAM	Não há informação	-	1
Espirito Santo	IEMA	Não há informação	-	1
Goias	SECIMA	Não há informação	-	-
Maranhão	SEMA	Não há informação	-	-
Mato Grosso	SEMA	Não há informação	-	5
Mato Grosso do Sul	IMASUL	Não há informação	-	-
Minas Gerais	FEAM	642 / 2016	Remete ao portal do órgão ambiental	578
Pará	SEMAS	Não há informação	-	2
Paraíba	SUDEMA	Não há informação	-	9
Paraná	IAP	Não há informação	-	4
Pernambuco	CPRH	Não há informação	-	1
Piauí	SEMAR	Não há informação	-	5
Rio de Janeiro	INEA	328 / 2015	Remete ao portal do órgão ambiental	271
Rio Grande do Norte	IDEMA	Não há informação	-	-
Rio Grande do Sul	FEPAM	Não há informação	-	18
Rondônia	SEDAM	Não há informação	-	-
Roraima	FEMARH	Não há informação	-	-
Santa Catarina	FATMA	Não há informação	-	10
São Paulo	CETESB	5662 / 2016	Remete ao portal do órgão ambiental	5351
Sergipe	ADEMA	Não há informação	-	5
Tocantins	SEMARH	Não há informação	-	1

Fonte: Elaborado pela autora.

Segundo o IBAMA (2017), nenhum dos estados da federação disponibiliza informações completas exigidas no artigo 38 da resolução CONAMA 420, conforme tabela 2 abaixo.

Tabela 2. Tipo de dados sobre áreas contaminadas que são disponibilizados por unidade da federação.

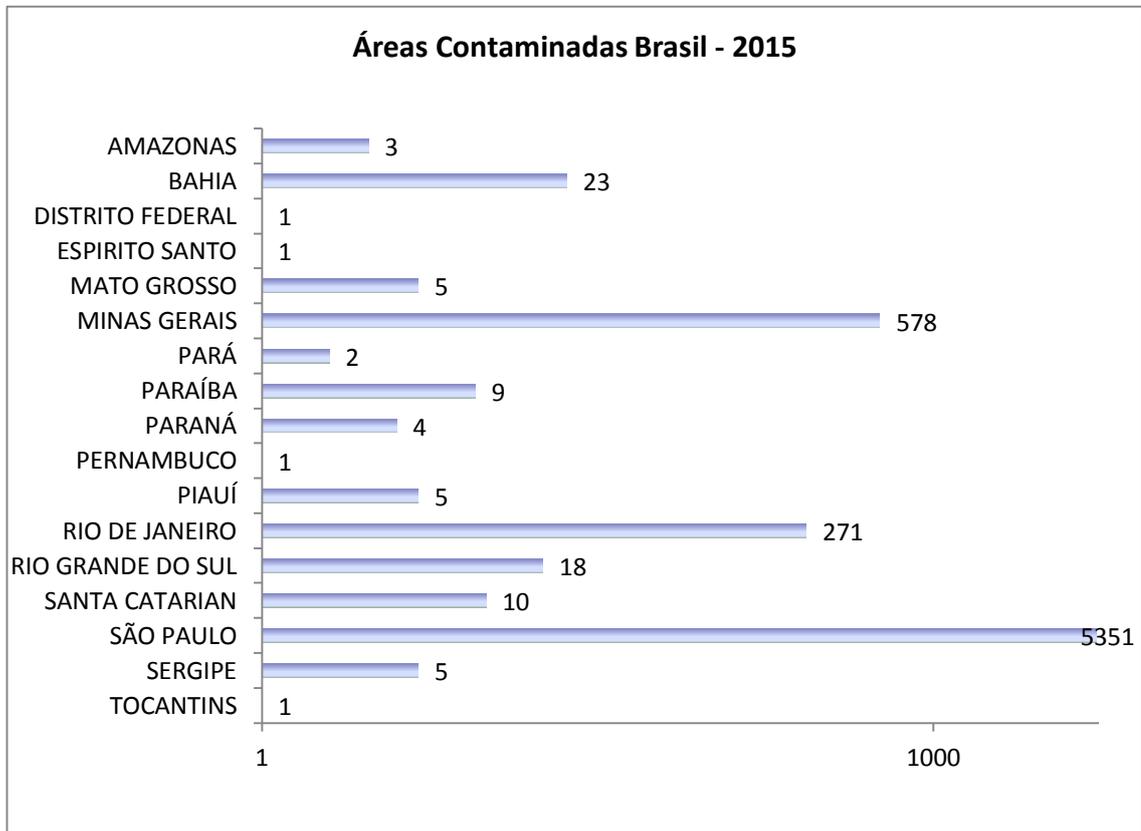
Dados	AC	AL	AP	AM	BA	CE	DF	ES	GO	MA	MT	MS	MG	PA	PB	PR	PE	PI	RJ	RN	RS	RO	RR	SC	SP	SE	TO
1 Identificação das áreas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1.1 Toponímia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	•	-	-	-	-	-	-	•	-	-	-	-	•	-	
1.2 Georreferenciamento	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	•	-	
Características																											
1.3 hidrogeológicas, hidrológicas e fisiografia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2 Atividades poluidoras	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2.1 Ativas e inativas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	•	-	-	-	-	-	•	-	-	-	-	-	•	-	
2.2 Fonte poluidora primária e secundária ou potencial	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	•	-	-	-	-	-	•	-	-	-	-	-	•	-	
2.3 Extensão de área afetada	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2.4 Causa da contaminação	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Características das fontes poluidoras no que se refere à disposição de resíduos, armazenamento de produtos industrial, vias de contaminação e impermeabilização da área																											
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
4 Classificação das áreas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
4.1 Tipologia AI, ACI, AMR e AR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	•	-	-	-	-	-	•	-	-	-	-	-	•	-	
4.2 Identificação de fase livre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	•	-	-	-	-	-	•	-	-	-	-	-	•	-	
4.3 Situação de remediação de fase livre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	•	-	-	-	-	-	•	-	-	-	-	-	•	-	
5 Uso atual	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
5.1 Da área	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	•	-	-	-	-	-	-	-	
5.2 Do entorno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
5.3 Ação em curso	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	•	-	-	-	-	-	•	-	-	-	-	-	•	-	
5.4 Ação pretérita	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
6 Meios afetados e contaminantes	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
6.1 Meios afetados	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	•	-	-	-	-	-	•	-	-	-	-	-	•	-	
6.2 Contaminantes	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
6.2.1 Por elemento químico	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	•	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
6.2.2 Por agrupamentos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	•	-	-	-	-	-	•	-	
6.3 Concentração de contaminantes	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
7 Descrição dos bens a proteger e distância da fonte poluidora	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
8 Cenários de risco e rotas de exposição	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
9 Formas de intervenção	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	•	-	-	-	-	-	•	-	
10 Áreas contaminadas críticas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	•	-	

Fonte: Adaptado pela autora de IBAMA (2017).

O IPT (2016) divulgou em seu relatório Panorama GAC Mapeamento da Cadeia de Gerenciamento de Áreas Contaminadas um levantamento de áreas contaminadas de todo o país (conforme no gráfico 5). Segundo o relatório, as informações foram obtidas através da aplicação de questionário enviado a todos os órgãos ambientais dos estados brasileiros, e nos casos onde não houve

retorno das informações, o levantamento foi feito através de consulta a referências bibliográficas variadas, como artigos técnicos e notícias na internet.

Gráfico 5. Distribuição das áreas contaminadas no Brasil no ano de 2015



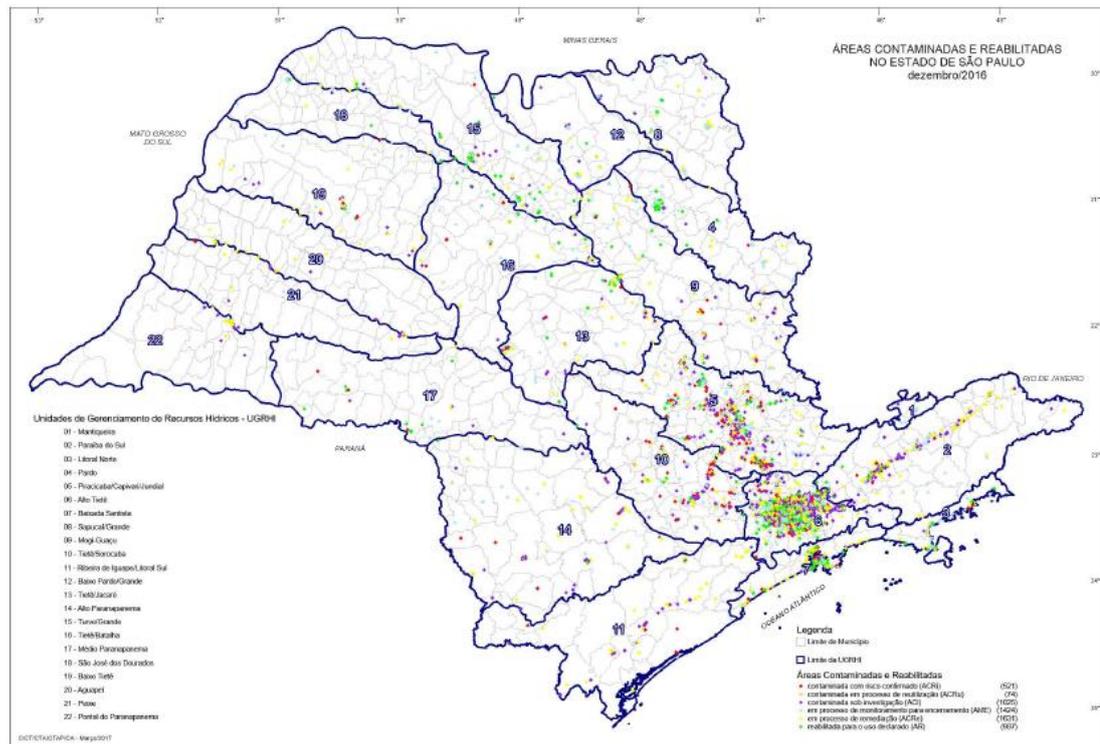
Fonte: Adaptado pela autora de IPT (2016, p.67)

Dentre os estados da federação, São Paulo possui cerca de 80% das áreas contaminadas cadastradas (IPT, 2016).

Segundo a CETESB, (2016), em maio de 2002, haviam 255 áreas contaminadas registradas no Estado de São Paulo. Após a última atualização, em dezembro de 2016, foram totalizados 5.662 registros no Cadastro de Áreas Contaminadas e Reabilitadas no Estado de São Paulo, distribuídas espacialmente pelo estado conforme pode ser visualizado na figura 8.

A CETESB (2016) afirma ainda que o aumento do número de áreas cadastradas é devido aos processos de licenciamento de postos de combustíveis, e outras fontes como: indústria, comércio, tratamento e disposição de resíduos, além de atendimento a acidentes e de atividades de fiscalização realizadas pelo órgão.

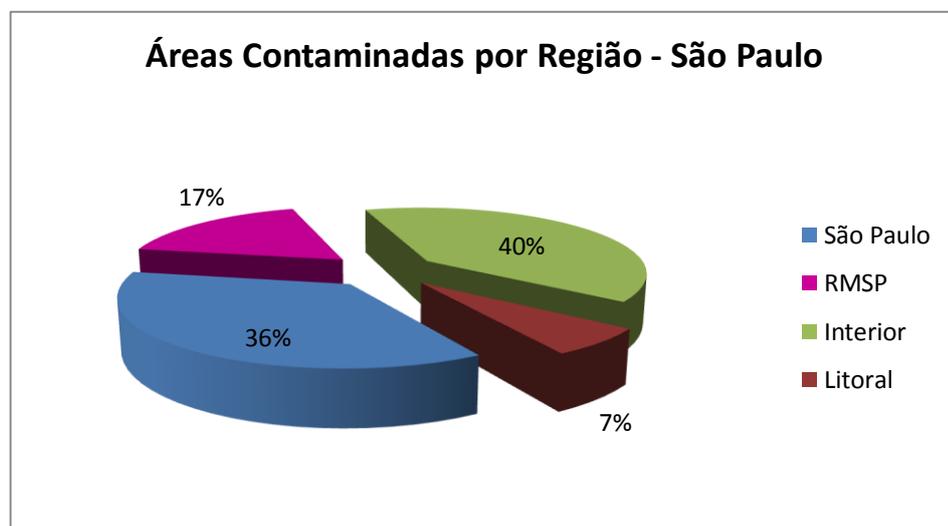
Figura 8. Distribuição espacial de áreas contaminadas no Estado de São Paulo



Fonte: CETESB (2016)

As áreas contaminadas no estado de São Paulo concentram-se em sua maioria na cidade de São Paulo (2050 áreas), seguido pelo Interior Paulista (2263 áreas), região metropolitana de São Paulo (979), e Litoral (370), conforme demonstra o gráfico 6 (CETESB, 2016).

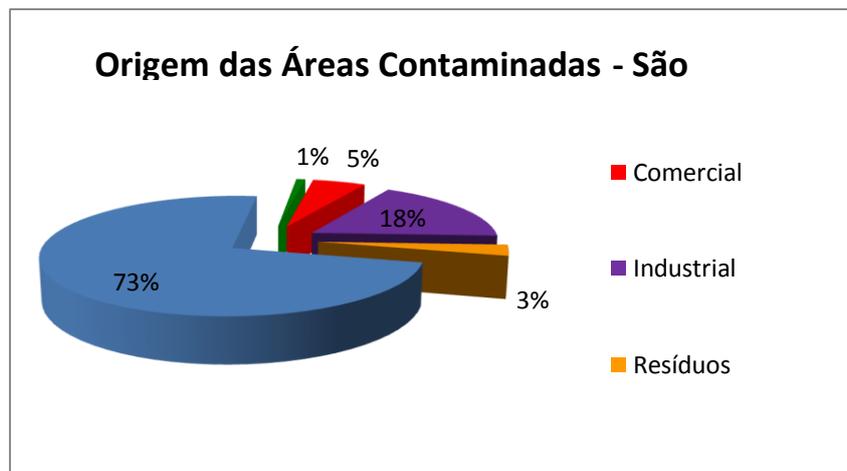
Gráfico 6. Distribuição das áreas contaminadas no Estado de São Paulo segundo sua localização.



Fonte: Adaptado pela autora de CETESB (2016)

Das regiões contaminadas no Estado, 73,06% se originaram de atividades de postos de combustíveis, 17,70% em indústrias, 5,29% em atividades comerciais, 3,00% em atividades relacionadas a resíduos e 0,95% tiveram sua origem em virtude de acidentes ou agricultura ou origem desconhecida conforme gráfico 7.

Gráfico 7. Distribuição de áreas contaminadas de acordo com a atividade de origem no estado de São Paulo

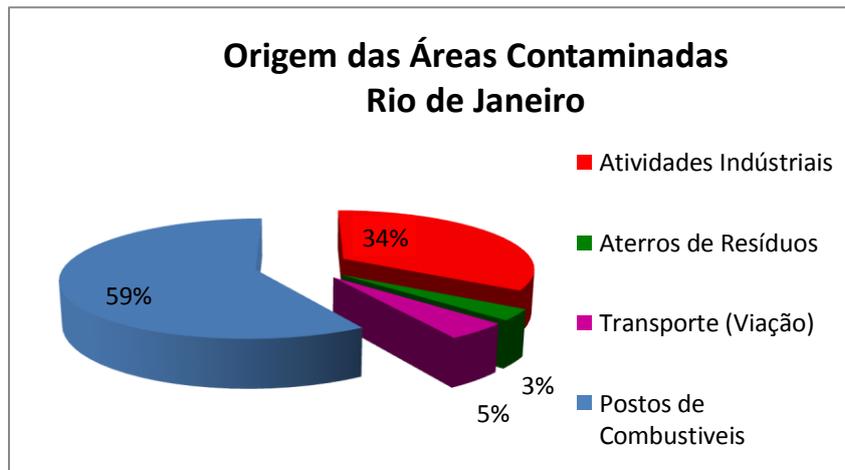


Fonte: Adaptado pela autora de CETESB (2016)

No Estado do Rio de Janeiro, o Instituto Estadual do Ambiente – INEA (2017) afirma que algumas áreas contaminadas foram ou estão sendo investigadas e remediadas. Entretanto, a quantidade de áreas contaminadas no Estado é um problema de dimensões ainda não mensuradas.

Segundo o Instituto, no último levantamento realizado em 2015, existem 328 áreas que fazem parte do cadastro de áreas contaminadas do Estado, que se originaram principalmente de atividades relacionadas a postos de combustíveis (59%), seguido por atividades industriais (34%), transportes (5%) e áreas de disposição de resíduos (3%), conforme demonstra o gráfico 8.

Gráfico 8. Distribuição de áreas contaminadas de acordo com a atividade de origem no Estado do Rio de Janeiro



Fonte: INEA (2016)

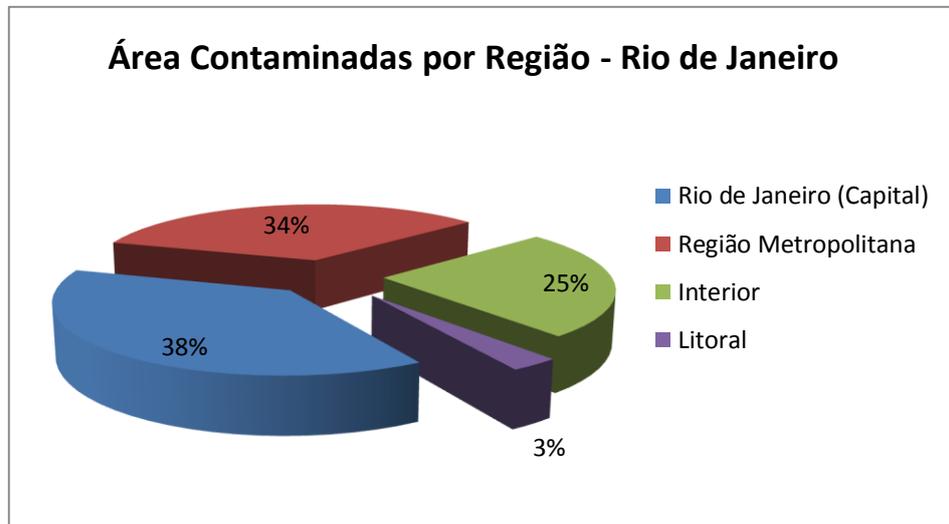
Estas áreas estão distribuídas pelo Estado do Rio de Janeiro, sendo que a maioria, cerca de 38% (126 áreas) estão situadas na capital fluminense, 34% (110 áreas) estão distribuídas pelas 20 cidades que compõem a região metropolitana do Rio de Janeiro, 25% (81 áreas) se localizam no interior do estado e 3% (11 áreas) no litoral do estado, conforme Figura 9 e Gráfico 9.

Figura 9. Distribuição espacial de áreas contaminadas no Estado do Rio de Janeiro



Fonte: INEA (2015)

Gráfico 9. Distribuição das áreas contaminadas no Estado do Rio de Janeiro segundo sua localização

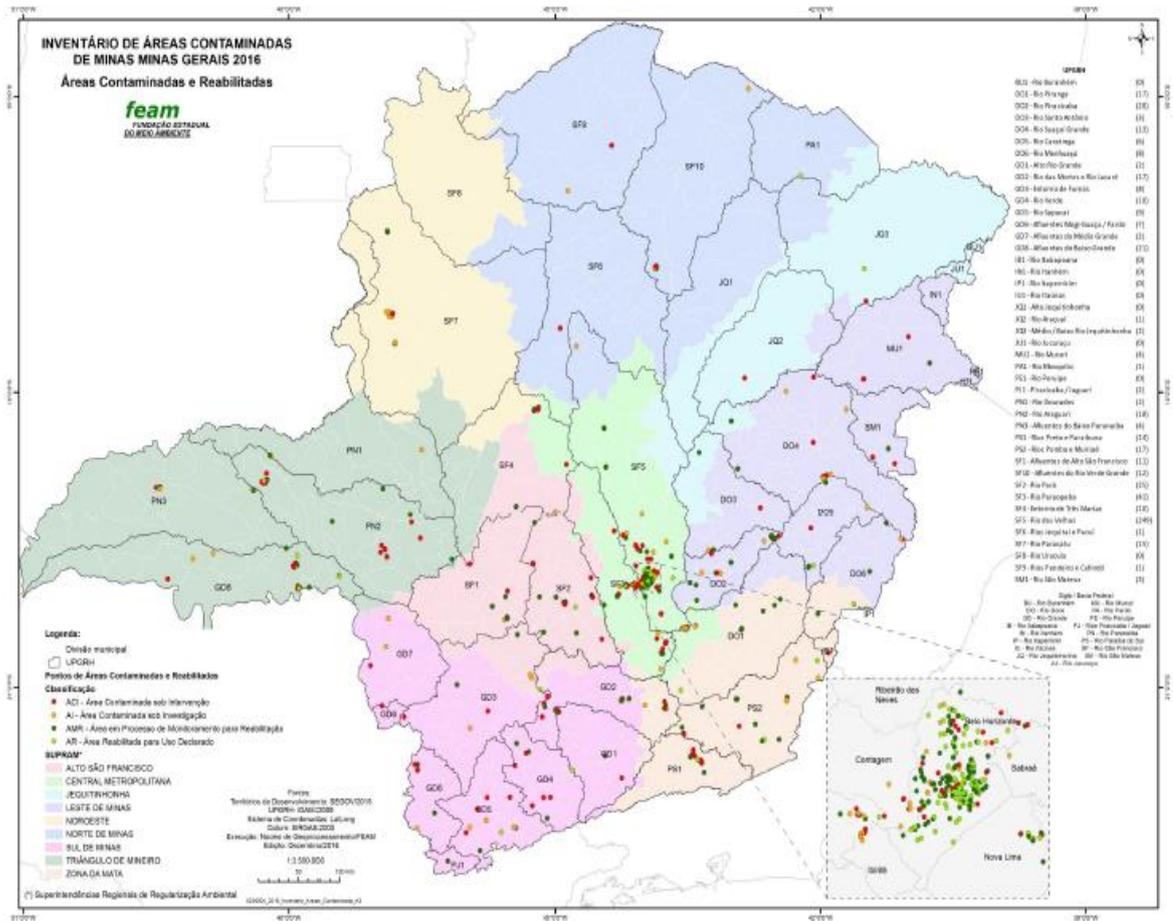


Fonte: INEA (2016)

No Estado de Minas Gerais, a Fundação Estadual do Meio Ambiente - FEAM (2016) mantém desde 2007 um banco de dados com informações sobre áreas contaminadas. As informações são oriundas de áreas declaradas no banco de declarações ambientais de áreas identificadas no âmbito do Sistema Estadual do Meio Ambiente – Sisema, ou em virtude de denúncias, atendimento a emergência, processos de licenciamento nos quais houve suspeitas da existência de uma possível contaminação.

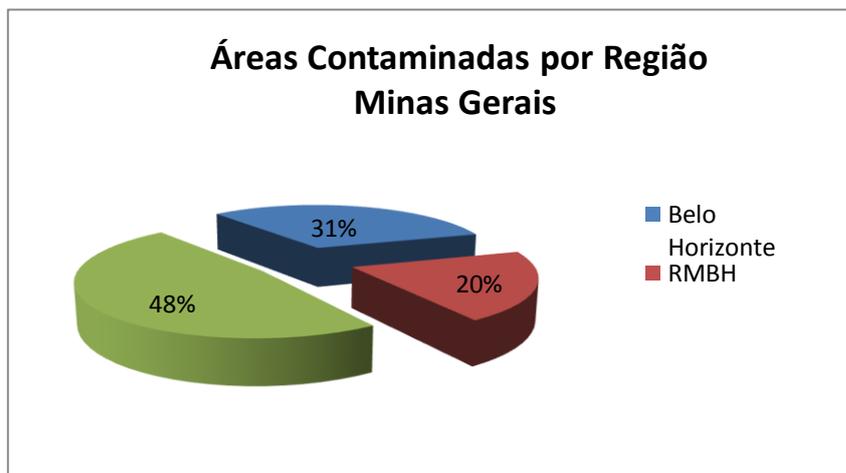
Até o ano de 2016, foram registradas 642 áreas contaminadas e reabilitadas no Estado de Minas Gerais. Segundo a FEAM, as áreas contaminadas e reabilitadas cadastradas distribuem-se por 170 municípios do Estado, sendo que 202 áreas estão localizadas na capital Belo Horizonte, 131 estão situadas entre os 33 municípios pertencentes à região metropolitana e o restante das áreas contaminadas do Estado (309) estão localizadas no interior do Estado, conforme demonstrado na figura 10 e gráfico 10 (FEAM, 2016).

Figura 10. Distribuição espacial de áreas contaminadas no Estado de Minas Gerais



Fonte: FEAM (2016)

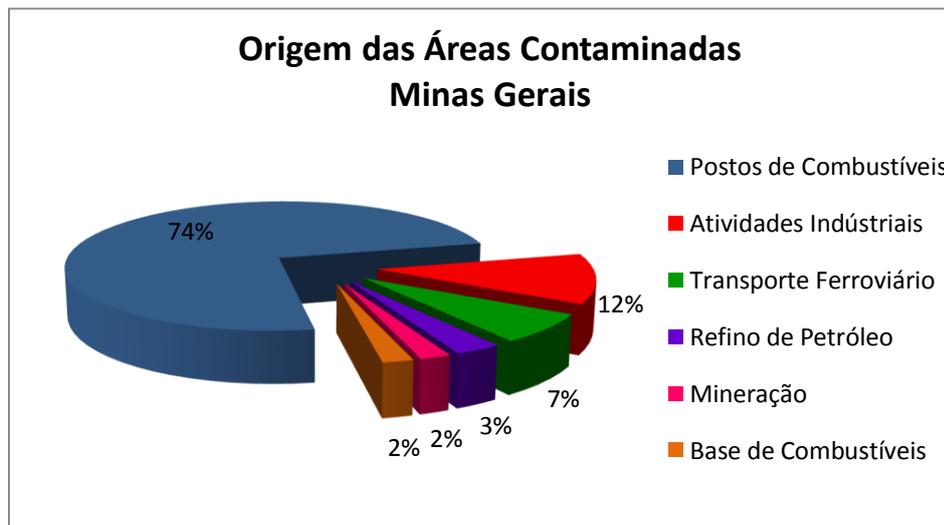
Gráfico 10. Distribuição das áreas contaminadas no Estado de Minas Gerais segundo sua localização



Fonte: Adaptado pela autora de FEAM (2016)

Assim como no Estado de São Paulo, nota-se no gráfico 11 que o maior número de áreas contaminadas no Estado de Minas Gerais é oriundo de atividades de postos revendedores de combustíveis (74%), seguida por atividades industriais (12%), transporte ferroviário (7%), refino de petróleo (3%), atividades de mineração (2%) e base de combustíveis (2%) (FEAM, 2016).

Gráfico 11. Distribuição de áreas contaminadas de acordo com a atividade de origem no estado de Minas Gerais



Fonte: Adaptado pela autora de FEAM (2016)

5.2 Gerenciamento de Áreas Contaminadas – Normas Existentes

Apresenta-se a seguir um Quadro-Resumo, elaborado por esta autora, contrastando-se as normas e diretrizes anteriores e atual para a realização do processo de Gerenciamento de Áreas Contaminadas no Estado de São Paulo, considerando seus pontos principais desde a identificação da área até a concepção do modelo conceitual.

Quadro 1. Comparativo entre normas e diretrizes criadas para realização do processo de Gerenciamento de Áreas Contaminadas no Estado de São Paulo.

MANUAL DE GERENCIAMENTO DE ÁREAS CONTAMINADAS	DECISÃO DE DIRETORIA Nº 103/2007/C/E, DE 22 DE JUNHO DE 2007.	DECISÃO DE DIRETORIA Nº 038/2017/C, DE 07 FEVEREIRO DE 2017.
<p>O manual pretende ser um documento consultivo e propositivo. Consultivo no que diz respeito a fornecer aos técnicos da CETESB, de outros órgãos e de empresas privadas, os conceitos, informações e metodologias que venham uniformizar as ações dessas instituições que deverão agir em conjunto para a solução dos problemas gerados por estas contaminações. Propositivo no sentido de que serve para mostrar as propostas da equipe do projeto em termos de atuação e do estabelecimento de metodologias de trabalho a serem seguidas nas futuras ações da CETESB em termos de áreas contaminadas.</p>	<p>Esta Decisão de Diretoria possui caráter normativo e o Procedimento ora aprovado contém exigências técnicas obrigatórias a serem atendidas pelos responsáveis legais pela área investigada ou contaminada cujo descumprimento ensejará ações corretivas por parte da CETESB, nos termos do Regulamento da Lei 997/76 aprovada pelo Decreto 8468/76.</p>	<p>Esta Decisão de Diretoria possui caráter normativo e os procedimentos ora aprovados poderão ser objetos de exigências técnicas compulsórias e seus descumprimentos ensejarão autuações administrativas, nos termos do Regulamento da Lei nº 13.577/2009 aprovado pelo Decreto nº 59.263/2013.</p>
<p>O gerenciamento de ACs pode ser conduzido por um órgão federal, estadual, municipal ou até mesmo privado que possua a atribuição de controlar os problemas ambientais na região de interesse. Esse órgão deve se responsabilizar pela execução das etapas do processo de identificação de áreas contaminadas e pela fiscalização da execução das etapas do processo de recuperação, que caberá, normalmente, ao responsável pela contaminação, de acordo com o princípio do “poluidor pagador”.</p>	<p>O gerenciamento de áreas contaminadas é otimizado neste procedimento, no sentido de reduzir as etapas sujeitas à aprovação prévia por parte da CETESB, com o objetivo de agilizar a implementação das medidas de intervenção, sem que a CETESB deixe de exercer o devido controle.</p>	<p>Desta forma, caberá ao Responsável Legal, definido com base no artigo 18 do Decreto nº 59.263/2013, e ao Responsável Técnico, conforme artigos 38 e 49 do citado Decreto, executar as etapas do Gerenciamento de Áreas Contaminadas.</p>
	<p>Uma das ferramentas que a CETESB utilizará para a fiscalização do cumprimento das exigências previstas neste procedimento será a auditoria, avaliando, além dos processos administrativos, o atendimento a todas as etapas pertinentes e os documentos/estudos técnicos competentes, podendo, inclusive, requisitar outras informações, coletar amostras e gerar resultados analíticos para comparação com aqueles apresentados.</p>	<p>Caberá à CETESB fiscalizar o cumprimento das exigências previstas neste procedimento, por meio da avaliação dos relatórios apresentados pelo Responsável Legal e Responsável Técnico, além da realização de auditorias.</p>

MANUAL DE GERENCIAMENTO DE ÁREAS CONTAMINADAS	DECISÃO DE DIRETORIA Nº 103/2007/C/E, DE 22 DE JUNHO DE 2007.	DECISÃO DE DIRETORIA Nº 038/2017/C, DE 07 FEVEREIRO DE 2017.
<p>O processo de identificação de áreas contaminadas tem como objetivo principal a localização das áreas contaminadas sendo constituído por quatro etapas: • definição da região de interesse; • identificação de áreas potencialmente contaminadas; • avaliação preliminar; • investigação confirmatória.</p>	<p>O processo de identificação de áreas contaminadas tem como objetivo principal definir a existência e a localização das áreas contaminadas sob investigação e é constituído por quatro etapas: • definição da região de interesse; • identificação de áreas com potencial de contaminação; • avaliação preliminar; e, • investigação confirmatória.</p>	<p>Processo de Identificação de Áreas Contaminadas objetiva identificar as áreas contaminadas, determinar sua localização e características e avaliar os riscos a elas associados, possibilitando a decisão sobre a necessidade de adoção de medidas de intervenção. O Processo de Identificação de Áreas Contaminadas é constituído por seis etapas: • Identificação de Áreas com Potencial de Contaminação; • Priorização de Áreas com Potencial de Contaminação; • Avaliação Preliminar; • Investigação Confirmatória; • Investigação Detalhada; • Avaliação de Risco.</p>
<p>O processo de recuperação de áreas contaminadas tem como objetivo principal a adoção de medidas corretivas nessas áreas que possibilitem recuperá-las para um uso compatível com as metas estabelecidas a ser atingidas após a intervenção, adotando-se dessa forma o princípio da “aptidão para o uso”. Esse processo é constituído por seis etapas: • investigação detalhada; • avaliação de risco; • investigação para remediação; • projeto de remediação; • remediação; • monitoramento.</p>	<p>O processo de reabilitação de áreas contaminadas tem como objetivo principal possibilitar a adoção de medidas corretivas visando atingir as metas estabelecidas para um uso preestabelecido, adotando-se, desta forma, o princípio da “aptidão para o uso”. É constituído por seis etapas: • investigação detalhada; • avaliação de risco; • concepção da remediação; • projeto de remediação; • remediação; e, • monitoramento.</p>	<p>O Processo de Reabilitação de Áreas Contaminadas possibilita selecionar e executar, quando necessárias, as medidas de intervenção, visando reabilitar a área para o uso declarado. O Processo de Reabilitação de Áreas Contaminadas é constituído por três etapas: • Elaboração do Plano de Intervenção; • Execução do Plano de Intervenção; • Monitoramento para Encerramento.</p>
<p>Na realização das etapas do processo de identificação, em função do nível de informação existente referente a cada uma das áreas em estudo, estas podem ser classificadas como: • áreas potencialmente contaminadas (APs), • áreas suspeitas de contaminação (ASs) ou • áreas contaminadas (ACs).</p>	<p>Na realização das etapas dos processos de identificação e de reabilitação de áreas contaminadas, em função do nível das informações ou dos riscos existentes em cada uma das áreas em estudo, estas podem ser classificadas como: • área com potencial de contaminação (AP), • área suspeita de contaminação (AS), • área contaminada sob investigação (AI), • área contaminada (AC), • área em processo de monitoramento para reabilitação (AMR) e • área reabilitada para o uso declarado (AR).</p>	<p>Na realização das etapas do Gerenciamento de Áreas Contaminadas, em função do nível das informações obtidas, dos riscos existentes ou das medidas de intervenção adotadas, as áreas podem ser classificadas, conforme artigo 8º do Decreto nº 59.263/2013, como: • Área com Potencial de Contaminação (AP); • Área Suspeita de Contaminação (AS); • Área Contaminada sob Investigação (ACI); • Área Contaminada com Risco Confirmado (ACRi); • Área Contaminada em Processo de Remediação (ACRe); • Área Contaminada em Processo de Reutilização (ACRu); • Área em Processo de Monitoramento para Encerramento (AME); • Área Reabilitada para o Uso Declarado (AR).</p>

MANUAL DE GERENCIAMENTO DE ÁREAS CONTAMINADAS	DECISÃO DE DIRETORIA Nº 103/2007/C/E, DE 22 DE JUNHO DE 2007.	DECISÃO DE DIRETORIA Nº 038/2017/C, DE 07 FEVEREIRO DE 2017.
--	--	---

Responsável Legal deverá executar as etapas que compõem o Gerenciamento de Áreas Contaminadas independentemente de manifestação prévia da CETESB, devendo, para tanto, observar o que dispõe esta Decisão de Diretoria para todas as etapas por ele executadas e apresentar os relatórios para a CETESB. Após avaliação desses documentos a CETESB poderá demandar as adequações necessárias e adotar as medidas administrativas cabíveis.

Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 2. Comparativo entre normas e diretrizes criadas para realização do processo de Gerenciamento de Áreas Contaminadas no Estado de São Paulo – Etapa: Definição da Região de Interesse.

DEFINIÇÃO DA REGIÃO DE INTERESSE		
MANUAL DE GERENCIAMENTO DE ÁREAS CONTAMINADAS	DECISÃO DE DIRETORIA Nº 103/2007/C/E, DE 22 DE JUNHO DE 2007.	DECISÃO DE DIRETORIA Nº 038/2017/C, DE 07 FEVEREIRO DE 2017.

São definidos os limites da região a ser abrangidos pelo gerenciamento e estabelecidos os objetivos principais a serem alcançados por este, considerando os principais bens a proteger.

Na etapa de definição da região de interesse são estabelecidos os limites da região a ser abrangida e definidos os objetivos principais a serem alcançados na execução do gerenciamento de áreas contaminadas. A definição da região de interesse é atribuição da CETESB.

A região de interesse pode ser um estado, um município, uma área industrial, uma área de mineração, uma localidade onde ocorra usos do solo incompatíveis, entre outras, que sejam de interesse social, político, econômico e/ou ambiental.

A definição da região de interesse e o estabelecimento dos objetivos do gerenciamento de ACs estão relacionados com as atribuições e interesses da instituição que deverá executar o gerenciamento, denominado aqui de órgão gerenciador. No caso de um município, o órgão gerenciador será a prefeitura; no caso de um estado ou país, será a agência ambiental estadual ou federal; e, no caso de instituições que desenvolvem atividades potencialmente contaminadoras, as próprias empresas privadas.

Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 3. Comparativo entre normas e diretrizes criadas para realização do processo de Gerenciamento de Áreas Contaminadas no Estado de São Paulo – Etapa: Identificação da Área Com Potencial Contaminação.

IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA COM POTENCIAL CONTAMINAÇÃO		
MANUAL DE GERENCIAMENTO DE ÁREAS CONTAMINADAS	DECISÃO DE DIRETORIA Nº 103/2007/C/E, DE 22 DE JUNHO DE 2007.	DECISÃO DE DIRETORIA Nº 038/2017/C, DE 07 FEVEREIRO DE 2017.
<p>Deve-se inicialmente definir quais são as atividades potencialmente contaminadoras existentes na região de interesse. Em seguida, a identificação de APs pode ser realizada através do levantamento de dados existentes, de investigações utilizando-se fotografias aéreas e do recebimento e atendimento de denúncias ou reclamações. Esses diferentes procedimentos podem ser utilizados, preferencialmente de forma complementar, em função de sua disponibilidade para a região de interesse.</p>	<p>A identificação das áreas com potencial de contaminação (APs) existentes na região de interesse será realizada pela CETESB, utilizando-se de informações contidas no Sistema de Fontes de Poluição (SIPOL), em consonância com o Capítulo III do “Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas”.</p>	<p>Esta etapa será executada pela CETESB, em atendimento aos artigos 20 e 21 do Decreto nº 59.263/2013, com base na Relação de Atividades Potencialmente Geradoras de Áreas Contaminadas, publicada em Resolução da Secretaria do Meio Ambiente e nas informações existentes no Sistema de Fontes de Poluição da CETESB (SIPOL).</p> <p>As Áreas com Potencial de Contaminação (AP) identificadas passarão a integrar a Relação de Áreas com Potencial de Contaminação, que será atualizada anualmente e fará parte do Sistema de Áreas Contaminadas e Reabilitadas (SIACR) (Capítulo I, Seção V do Decreto nº 59.263/2013).</p>

Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 4. Comparativo entre normas e diretrizes criadas para realização do processo de Gerenciamento de Áreas Contaminadas no Estado de São Paulo – Etapa: Avaliação Preliminar.

MANUAL DE GERENCIAMENTO DE ÁREAS CONTAMINADAS	AVALIAÇÃO PRELIMINAR DECISÃO DE DIRETORIA Nº 103/2007/C/E, DE 22 JUNHO DE 2007.	DECISÃO DE DIRETORIA Nº 038/2017/C, DE 07 FEVEREIRO DE 2017.
<p>O objetivo da etapa de <i>avaliação preliminar</i> é a realização de um diagnóstico inicial das áreas potencialmente contaminadas (APs), o que será possível realizando-se levantamento de informações disponíveis sobre cada uma das áreas identificadas na etapa anterior e do reconhecimento das mesmas através de inspeções de campo.</p>	<p>A etapa de avaliação preliminar tem como objetivo principal constatar evidências, indícios ou fatos que permitam suspeitar da existência de contaminação na área sob avaliação, por meio do levantamento de informações disponíveis sobre o uso atual e pretérito da área.</p>	<p>A etapa de Avaliação Preliminar tem como objetivo caracterizar as atividades desenvolvidas e em desenvolvimento na área sob avaliação, identificar as áreas fonte e as fontes potenciais de contaminação (ou mesmo fontes primárias de contaminação) e constatar evidências, indícios ou fatos que permitam suspeitar da existência de contaminação, embasando sua classificação como Área Suspeita de Contaminação (AS) e orientando a execução das demais etapas do processo de Gerenciamento de Áreas Contaminadas.</p>
	<p>O Responsável Legal será o responsável pela execução da etapa de avaliação preliminar. Em algumas situações a CETESB poderá realizar esta etapa, quando, a seu critério, considerar necessário.</p>	<p>Para a execução da etapa de Avaliação Preliminar o Responsável Legal deverá designar Responsável Técnico que deverá executar as atividades</p>
<p>Resumidamente, a execução da etapa de avaliação preliminar possibilitará: levantar informações sobre cada AP de modo a subsidiar o desenvolvimento das próximas etapas do gerenciamento de ACs; documentar a existência de evidências ou fatos que levem a suspeitar ou confirmar a contaminação nas áreas em avaliação, possibilitando sua classificação como AS, AP ou exclusão do cadastro; estabelecer o modelo conceitual inicial de cada área em avaliação; verificar a necessidade da adoção de medidas emergenciais nas áreas.</p>	<p>Para a execução da etapa de avaliação preliminar deverão ser realizadas as seguintes atividades: - levantamento da documentação disponível sobre a área, notadamente aquela disponível na própria empresa e nos processos administrativos da CETESB; - levantamento de dados disponíveis nos documentos obtidos sobre o histórico de ocupação da área, com a indicação de todas as atividades desenvolvidas no local; - levantamento aerofotogramétrico temporal; - levantamento de informações coletadas em inspeções de reconhecimento; - levantamento de informações coletadas em entrevistas com funcionários e moradores do entorno; - preenchimento da "Ficha Cadastral de Áreas Contaminadas"; - elaboração de modelo conceitual.</p>	<p>As seguintes atividades deverão ser executadas: a) Levantamento da documentação existente sobre a área, notadamente aquela disponível na própria empresa, nos processos administrativos da CETESB e na Prefeitura Municipal; b) Levantamento de dados e informações relativos ao histórico da ocupação da área e das atividades nela desenvolvidas, considerando os usos pregressos; c) Levantamento do uso de água subterrânea, com a localização dos poços de abastecimento de água, com base nas informações disponibilizadas pela empresa e pelo DAEE, considerando um raio de 500m a partir dos limites da área objeto da Avaliação Preliminar; d) Levantamento aerofotogramétrico temporal de modo a caracterizar as alterações do uso e ocupação do solo na área e no seu entorno, considerando um raio de 500 m a partir dos limites da área sob avaliação, e levantar evidências relativas à existência de fontes potenciais de contaminação;</p>

MANUAL DE GERENCIAMENTO DE ÁREAS CONTAMINADAS	AVALIAÇÃO PRELIMINAR DECISÃO DE DIRETORIA Nº 103/2007/C/E, DE 22 JUNHO DE 2007.	DECISÃO DE DIRETORIA Nº 038/2017/C, DE 07 FEVEREIRO DE 2017.
--	--	---

As informações existentes para a área a ser avaliada devem ser identificadas e reunidas, o que pode ser feito seguindo dois procedimentos básicos: a elaboração de um levantamento histórico das atividades desenvolvidas ou em desenvolvimento na área; o levantamento de dados sobre o meio físico. Várias fontes podem ser consultadas na obtenção dessas informações, como, por exemplo, processos e relatórios do órgão de controle ambiental, arquivos existentes nas prefeituras, documentos existentes no próprio empreendimento ou com seu proprietário, mapas e fotografias aéreas multitemporais, entre outros. A obtenção de dados através de inspeção de reconhecimento da área é feita por meio de observações em campo e por entrevistas com pessoas do local, possibilitando responder algumas das questões da Ficha Cadastral de Áreas Contaminadas

como, por exemplo, as substâncias utilizadas, o estado geral das instalações, o uso do solo na área e em seus arredores e a existência de bens a proteger. Os dados obtidos devem ser interpretados, visando formular hipóteses sobre as características da fonte de contaminação, as prováveis vias de transporte dos contaminantes (meios onde pode se propagar), a distribuição espacial da contaminação e os prováveis receptores ou bens a proteger atingidos. Dessa forma, estabelece-se um modelo conceitual inicial da área, que poderá ser utilizado como base para o planejamento das etapas de investigação confirmatória e detalhada.

e) Levantamento de informações coletadas em inspeções de reconhecimento; f) Levantamento de informações coletadas em entrevistas com proprietários, funcionários e moradores do entorno; g) Levantamento da geologia, pedologia e hidrogeologia regionais; h) Levantamento de dados da geologia e pedologia locais disponíveis na empresa, como aqueles resultantes de investigações geotécnicas; i) Levantamento de informações sobre eventuais investigações ou etapas do Gerenciamento de Áreas Contaminadas realizadas na área; j) Elaboração de Modelo Conceitual Inicial da Área (MCA 1); k) Elaboração do Plano de Investigação Confirmatória.

MANUAL DE GERENCIAMENTO DE ÁREAS CONTAMINADAS	AVALIAÇÃO PRELIMINAR DECISÃO DE DIRETORIA Nº 103/2007/C/E, DE 22 JUNHO DE 2007.	DECISÃO DE DIRETORIA Nº 038/2017/C, DE 07 FEVEREIRO DE 2017.
--	--	---

A Ficha Cadastral de ACs deve ser utilizada como guia para obtenção de informações, tanto na coleta dos dados existentes quanto na realização da inspeção de reconhecimento da área.

A “Ficha Cadastral de Áreas Contaminadas”, apresentada na seção 5101 do “Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas” e o “Guia para o Preenchimento da Ficha Cadastral de Áreas Contaminadas”, apresentado na seção 5102 do mesmo Manual, deverão ser os instrumentos principais utilizados nesta etapa. Esta ficha foi desenvolvida para organizar a obtenção e o registro de dados, tanto no levantamento dos dados existentes e do estudo histórico, quanto na realização da inspeção de reconhecimento da área. Além disso, esta ficha permite a utilização do sistema que orienta a classificação da área.

Estudo histórico: O levantamento histórico requer uma grande disponibilidade de tempo para registrar todos os dados disponíveis sobre as atividades ocorridas na área em estudo e arredores, constituindo-se em uma tarefa interdisciplinar, exigindo conhecimento histórico-social, urbanístico, administrativo, além de conhecimentos sobre processos industriais, substâncias químicas e o meio ambiente em geral. Utilizar a tabela com as possíveis fontes a serem consultadas para a execução do estudo histórico, como órgãos de controle ambiental, prefeituras e proprietários da área.

Estudo sobre o meio físico: O levantamento de dados sobre o meio físico objetiva principalmente determinar as vias potenciais de transporte dos contaminantes e a localização e caracterização de bens a proteger que possam ser atingidos. Desta forma devem ser coletados dados geológicos, hidrogeológicos, hidrológicos, geomorfológicos e meteorológicos, que podem ser obtidos junto aos órgãos de controle e planejamento ambiental, universidades, institutos de pesquisa (geológico e agrônomo, entre outros), empresas de abastecimento de água, empresas perfuradoras de poços etc.

MANUAL DE GERENCIAMENTO DE ÁREAS CONTAMINADAS	AVALIAÇÃO PRELIMINAR DECISÃO DE DIRETORIA Nº 103/2007/C/E, DE 22 JUNHO DE 2007.	DECISÃO DE DIRETORIA Nº 038/2017/C, DE 07 FEVEREIRO DE 2017.
--	--	---

Inspeção de reconhecimento na área: Durante a inspeção de reconhecimento, a área deve ser vistoriada detalhadamente, além de serem realizadas entrevistas com pessoas do local, de modo que se possa adquirir informações que não seriam obtidas com base na simples observação, como por exemplo, a natureza das substâncias utilizadas, entre outras contidas na Ficha Cadastral. Deve-se destacar que os técnicos designados para a execução desta inspeção devem possuir formação adequada para estarem aptos a responder e interpretar tais questões. Recomenda-se desta forma, a constituição de uma equipe multidisciplinar. Na entrevista realizada com pessoas que possam estar ou terem estado ligadas à área em questão, como funcionários atuais ou antigos do empreendimento e moradores vizinhos, as seguintes informações poderão ser obtidas:

locais de disposição ou infiltração de resíduos; acidentes ocorridos; paralisação do funcionamento; índice de doenças nos funcionários, moradores, animais; manuseio das substâncias; reclamações da população; problemas com a qualidade do ar, água e solo; reformas realizadas na área.

Fonte: Elaborado pela autora

Quadro 5. Comparativo entre normas e diretrizes criadas para realização do processo de Gerenciamento de Áreas Contaminadas no Estado de São Paulo – Etapa: Avaliação Preliminar, Modelo Conceitual.

MANUAL DE GERENCIAMENTO DE ÁREAS CONTAMINADAS	MODELO CONCEITUAL	
	DECISÃO DE DIRETORIA Nº 103/2007/C/E, DE 22 DE JUNHO DE 2007.	DECISÃO DE DIRETORIA Nº 038/2017/C, DE 07 FEVEREIRO DE 2017.
<p>O modelo conceitual definido ao final da etapa de avaliação preliminar (Modelo conceitual 1) constitui-se numa síntese das informações obtidas até este momento, devendo representar a situação da área quanto à possível contaminação existente e sua relação com a vizinhança, incluindo os bens a proteger nela existentes. Tal modelo pode ser documentado através de texto explicativo ou representado por uma ilustração em que encontrem-se identificadas as fontes de contaminação, os bens a proteger e as vias de transporte e contato entre os poluentes provenientes da área e os bens a proteger, devendo ser mantido no cadastro (físico ou informatizado).</p> <p>O modelo conceitual pode ser mostrado através de uma ilustração ou croqui, ou descrito através de uma tabela em que devem ser registradas as fontes de contaminação, os mecanismos de liberação dos contaminantes e as principais vias de transporte dos contaminantes.</p>	<p>O modelo conceitual é um relato escrito e/ou a representação gráfica do empreendimento investigado, do meio físico e dos processos físicos, químicos e biológicos que determinam o transporte de contaminantes da(s) fonte(s) através dos meios que compõem este sistema, até os potenciais receptores dentro deste sistema. É fundamental para embasar a continuidade das etapas ou investigações seguintes e para justificar as ações desenvolvidas até o momento.</p> <p>A “Ficha Cadastral de Áreas Contaminadas” do “Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas” e o “Guia para o Preenchimento da Ficha Cadastral de Áreas Contaminadas”, apresentado no mesmo Manual, deverão ser os instrumentos principais utilizados nesta etapa. Esta ficha foi desenvolvida para organizar a obtenção e o registro de dados, tanto no levantamento dos dados existentes e do estudo histórico, quanto na realização da inspeção de reconhecimento da área. Além disso, esta ficha permite a utilização do sistema que orienta a classificação da área.</p>	<p>O Plano de Investigação Confirmatória deverá ser elaborado em função da disponibilidade e qualidade dos dados e das informações obtidas que fundamentaram o Modelo Conceitual Inicial da Área - MCA 1, notadamente no que se refere às áreas fonte e às fontes potenciais de contaminação, ao meio físico e às substâncias químicas de interesse. Em função da qualidade das informações, o MCA 1 poderá ser classificado em “A”, “B” ou “C”.</p> <p>A classificação como MCA 1A se aplica à situação em que foi possível identificar todas as áreas fonte existentes (atuais e pretéritas) e obter dados e informações adequadas e completas para cada uma delas, permitindo a elaboração de um Modelo Conceitual que possibilita identificá-las e localizá-las, e nelas localizar: as fontes potenciais de contaminação (ou até mesmo fontes primárias de contaminação); as substâncias químicas de interesse associadas a cada uma dessas fontes; as características dos materiais presentes em subsuperfície (aterro, solo, sedimento, rocha); o uso e ocupação do solo na região onde a área se insere. Nessa situação o Plano de Investigação Confirmatória poderá se basear em uma estratégia de amostragem voltada às substâncias químicas de interesse e direcionada a todas as fontes potenciais de contaminação identificadas, denominada Estratégia 1.</p>

MANUAL DE GERENCIAMENTO DE ÁREAS CONTAMINADAS	MODELO CONCEITUAL DECISÃO DE DIRETORIA Nº 103/2007/C/E, DE 22 JUNHO DE 2007.	DECISÃO DE DIRETORIA Nº 038/2017/C, DE 07 FEVEREIRO DE 2017.
--	---	---

A classificação como MCA 1B se aplica à situação em que foram determinadas incertezas quanto à identificação, caracterização e localização de áreas fonte e/ou das fontes potenciais de contaminação associadas a essas áreas fonte. Para essa situação o Plano de Investigação Confirmatória deverá ser elaborado com base na Estratégia 2, que se caracteriza pelo emprego de métodos de investigação que proporcionem informações sobre o meio físico ou sobre a natureza e a distribuição das substâncias químicas de interesse (como por exemplo, métodos de screening e geofísicos), ou que o plano de amostragem adote abordagem probabilística, de modo a possibilitar o direcionamento, ou o posicionamento adequado das amostragens. Nesse caso, a relação de substâncias químicas de interesse a serem investigadas deverá considerar todas as possibilidades que existam para a área.

No desenvolvimento da Avaliação Preliminar poderá ocorrer a situação em que seja possível a identificação de algumas áreas fonte, suas respectivas fontes potenciais de contaminação e características dos materiais presentes em subsuperfície, mas ainda poderá haver incertezas sobre a localização ou existência de outras áreas fonte na mesma Área com Potencial de Contaminação (AP). Neste caso, poderá ser adotada a Estratégia 1 para as áreas fonte em que tenha sido possível identificar as fontes potenciais de contaminação e a Estratégia 2 para as demais áreas fonte ou locais para os quais não se disponha de informações adequadas de modo a caracterizar seu uso.

MANUAL DE GERENCIAMENTO DE ÁREAS CONTAMINADAS	MODELO CONCEITUAL DECISÃO DE DIRETORIA Nº 103/2007/C/E, DE 22 JUNHO DE 2007.	DECISÃO DE DIRETORIA Nº 038/2017/C, DE 07 FEVEREIRO DE 2017.
--	---	---

A classificação como MCA 1C se aplica à situação em que não há informações sobre a localização e características das áreas fonte, situação em que deverá ser adotada a Estratégia 2 para toda a Área com Potencial de Contaminação (AP).

Observação 1: A ausência de informações detalhadas sobre o histórico de operação da unidade ou sobre as ocupações ocorridas no local devem ser

Observação 2: O desconhecimento da localização e distribuição da rede de drenagem subterrânea que possa ter transportado substâncias com potencial de contaminação deve ser considerado como uma incerteza na classificação do MCA 1.

Observação 3: Nas áreas com MCA 1B ou MCA 1C, mas que tenha sido possível identificar a possibilidade de uso de compostos orgânicos voláteis (VOCs), o Plano de Investigação Confirmatória deverá prever o mapeamento da distribuição desses compostos na fase vapor do solo, por meio de amostradores passivos ou por análises químicas realizadas em campo ou laboratório.

MANUAL DE GERENCIAMENTO DE ÁREAS CONTAMINADAS	MODELO CONCEITUAL DECISÃO DE DIRETORIA Nº 103/2007/C/E, DE 22 JUNHO DE 2007.	DECISÃO DE DIRETORIA Nº 038/2017/C, DE 07 FEVEREIRO DE 2017.
---	---	--

Observação 4: Nos casos em que as características dos materiais presentes em subsuperfície (aterro, solo, sedimento, rocha) não tenham sido identificadas na Avaliação Preliminar, essa situação poderá impossibilitar a definição das profundidades de amostragem no Plano de Investigação Confirmatória. Nessa condição, o Responsável Técnico deverá incluir essa incerteza no Plano de Investigação Confirmatória e definir as profundidades de amostragem durante a execução da Investigação Confirmatória, sendo recomendável que sejam realizadas sondagens fora das áreas fonte, de modo a evitar o transporte de contaminantes para as camadas mais profundas.

Observação 5: A ausência de informações sobre as substâncias químicas potencialmente presentes na área, ensejará a necessidade de adoção de procedimentos adicionais no Plano de Investigação Confirmatória, visando à identificação dessas substâncias durante a execução da etapa de Investigação Confirmatória.

Fonte: Elaborado pela autora

No que se refere à etapa de Avaliação Preliminar, o Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas, datado de 1999, assim como as Decisões de Diretoria DD nº 103/2007/C/E e na DD nº 38/2017/C, definem que o objetivo da realização da avaliação preliminar é constatar evidências e indícios da existência de contaminação em uma determinada área, e orientar a execução das demais etapas de processo de Gerenciamento de Áreas Contaminadas. Estas diretrizes estabelecem ainda que a etapa de Avaliação Preliminar seja realizada através de levantamento e coleta de dados existentes, e que tais informações devem ser a base para a elaboração do Modelo Conceitual Inicial e no caso da DD nº 038, este definirá o plano de Investigação Confirmatória.

A execução da etapa de Avaliação Preliminar em uma área que está sofrendo um processo investigativo é de suma importância para um processo de Gerenciamento de Áreas Contaminadas. É a chamada etapa de diagnóstico, em que as informações geradas orientaram as próximas fases do processo, e onde o órgão ambiental pautará suas decisões. Equívocos praticados nesta etapa podem comprometer a continuidade das investigações, gerar altos custos para a execução das próximas fases e propiciar o cometimento de erros graves em processos de remediação, como afirma Riyis *et. al.* (2013).

As informações obtidas na Avaliação Preliminar possibilitarão a criação do Modelo Conceitual Inicial da área, que é definido pelo Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas e pelas Decisões de Diretoria DD nº 103/2007/C/E e na DD nº 38/2017/C como sendo uma representação da área investigada, cujo conteúdo deve possuir informações sobre o meio físico; processos físicos, químicos e biológicos que determinam o transporte de contaminantes; dados sobre as áreas fontes e as fontes potenciais de contaminação pretéritas e atuais; informações sobre as substâncias químicas de interesse e os potenciais receptores afetados.

A DD nº 38/2017/C estabelece ainda, que de acordo com a qualidade das informações coletadas na etapa de Avaliação Preliminar o Modelo Conceitual, receberá classificações “A”, “B” e “C”, que definirão o tipo de estratégia que deverá ser adotada para a elaboração do Plano de Investigação Confirmatória.

Os Modelos Conceituais classificados como MCA 1A, segundo a CETESB, são aqueles nos quais foi possível obter informações completas, ou seja, todas as áreas fontes; as fontes potenciais de contaminação; as substâncias químicas de interesse; as características dos materiais presentes em superfície, o uso e ocupação do solo na região. Neste caso a elaboração do Plano de Investigação Confirmatória poderá ser baseado na denominada Estratégia 1, em que as amostragens devem ser realizadas as substâncias de interesse e direcionadas especificamente às fontes potenciais de contaminação identificadas.

No caso onde não foi possível a identificação, caracterização e localização de todas as áreas fontes, assim como, quando há incertezas relacionadas as fontes potenciais de contaminação destas áreas, o Modelo Conceitual é classificado como MAC 1B e o Plano de Investigação Confirmatória deve ser elaborado de acordo com a chamada Estratégia 2, em que há a

possibilidade de adoção de métodos de investigação que proporcionem informações sobre o meio físico, a natureza e a distribuição das substâncias químicas de interesse, para definição do plano de amostragem, como, por exemplo, métodos geofísicos de *screening* ou através do uso de uma abordagem probabilística para elaboração do plano de amostragem de modo a possibilitar o direcionamento ou o posicionamento adequado das amostragens, em ambos os casos todas as substâncias químicas de interesse que possam existir para a área devem ser analisadas quanto.

E nos casos nos quais não há informações sobre localização e características das áreas fontes deve-se classificar o MCA 1C e adotar a Estratégia 2.

A CETESB ainda determina que para os casos onde é possível obter informações completas para parte da área investigada, ou seja, há dados sobre áreas fonte e fontes potenciais de contaminação, substâncias químicas de interesse de alguns locais de uma determinada região, mas se apresentam incertezas sobre localização, extensão e existência de outras áreas fontes, deve-se adotar para a elaboração do plano de investigação para as áreas conhecidas a Estratégia 1 e para as áreas com incertezas a Estratégia 2.

Algumas questões são colocadas frente à diretriz que determina que a elaboração do Modelo Conceitual Inicial gerado a partir da Avaliação Preliminar, deve ser baseado em levantamentos de dados históricos do local, são elas:

- Como obter precisão e acurácia na elaboração do Modelo, sem informações precisas sobre o meio físico, sobre as heterogeneidades hidrogeologias do local especificamente, uma vez que o comportamento de um contaminante no solo varia de acordo uma série de fatores, como variações mineralógicas, capacidade de tamponamento, permeabilidade da litologia, distribuição dos componentes, clima, vegetação, tempo, como especificado na revisão bibliográfica.
- Como restringir as substâncias de interesse de forma eficaz e precisa abarcando todas as possibilidades de usos passados e pretéritos da área de forma a direcionar o plano de amostragens para que este seja representativo, apenas com informações históricas.

- Como representar de maneira acurada possíveis plumas de contaminação. Da mesma forma como basear a elaboração das próximas etapas, inclusive do plano de Investigação Confirmatória, sem dados confiáveis de extrema relevância.

A própria CETESB, em seu Caderno de Gestão do Conhecimento - Técnicas de Investigação de Áreas Contaminadas, a CETESB (2016) afirma que um plano de amostragem, parte integrante do Plano de Investigação Confirmatória, deve ser baseado em uma decisão com fundamento científico e este é baseado em informações acuradas e científicas. Afirma ainda que a amostragem de solo deve ser representativa, ou seja, “deve ser considerada como a medida do grau de acurácia e precisão pelo qual os dados obtidos representam características da população, variação dos parâmetros no ponto de amostragem, uma condição específica do processo ou ambiente”.

Conforme mencionado anteriormente a DD nº 038/2017/C, pretende estabelecer estratégias para direcionar a elaboração do Plano de Investigação Confirmatória dependendo do nível de informação obtida para elaboração do Modelo Conceitual.

Assim, a partir da análise realizada no decorrer deste trabalho, apresentam-se no quadro 6, algumas críticas à elaboração do Modelo Conceitual baseado em informações históricas e a adoção de estratégias, como determina a DD nº 038/2017/C publicada pela CETESB.

Quadro 6. Críticas à elaboração do Modelo Conceitual baseado em informações históricas e a adoção de estratégias - DD nº 038/2017/C.

Classificação do Modelo Conceitual	Estratégia	Críticas
<p>MCA 1A - A classificação como MCA 1A se aplica à situação em que foi possível identificar todas as áreas fonte existentes (atuais e pretéritas) e obter dados e informações adequadas e completas para cada uma delas, permitindo a elaboração de um Modelo Conceitual que possibilita identificá-las e localizá-las, e nelas localizar: as fontes potenciais de contaminação (ou até mesmo fontes primárias de contaminação); as substâncias químicas de interesse associadas a cada uma dessas fontes; as características dos materiais presentes em subsuperfície (aterro, solo, sedimento, rocha); o uso e ocupação do solo na região onde a área se insere.</p>	<p>ESTRATÉGIA 1 - Nessa situação o Plano de Investigação Confirmatória poderá se basear em uma estratégia de amostragem voltada às substâncias químicas de interesse e direcionada a todas as fontes potenciais de contaminação identificadas, denominada Estratégia 1.</p>	<p>Modelo conceitual receberia a classificação "A" em casos onde foi possível identificar todas as áreas fontes existentes e dados pertinentes a elas, entretanto não há como garantir que as informações estão "completas", como sugere a CETESB, uma vez que o levantamento se baseia em informações históricas, fornecidas por pessoas e instituições, além de inspeções de reconhecimento do local e que com o passar do tempo podem sofrer ruídos, perda de informações, distorções, etc. , desta forma a confiabilidade de tais dados fica comprometida. Sendo assim limitar a elaboração do plano de Investigação Confirmatória a amostragens direcionadas as fontes potenciais pode levar a um equívoco na condução do processo.</p>
		<p>Modelo Conceitual elaborado através de informações históricas, conforme determina de DD nº 038/2017/C, sem emprego de métodos e técnicas como sondagens de reconhecimento, ensaios in situ, amostragem de solo, que possam fornecer informações precisas sobre o meio físico do local.</p>
		<p>Não havendo informações precisas sobre o meio físico, não há como prever o comportamento do contaminante no solo, que pode sofrer constantes mudanças dependendo do clima, região, etc.</p>
		<p>Se não há uma previsão do comportamento do contaminante no solo, as amostragens direcionadas apenas para as fontes potenciais podem levar a um mapeamento equivocado da pluma de contaminação.</p>

Classificação do Modelo Conceitual	Estratégia	Críticas
<p>MCA 1B - A classificação como MCA 1B se aplica à situação em que foram determinadas incertezas quanto à identificação, caracterização e localização de áreas fonte e/ou das fontes potenciais de contaminação associadas a essas áreas fonte. Para essa situação o Plano de Investigação Confirmatória deverá ser elaborado com base na Estratégia 2, que se caracteriza pelo emprego de métodos de investigação que proporcionem informações sobre o meio físico ou sobre a natureza e a distribuição das substâncias químicas de interesse (como por exemplo, métodos de screening e geofísicos), ou que o plano de amostragem adote abordagem probabilística, de modo a possibilitar o direcionamento, ou o posicionamento adequado das amostragens. Nesse caso, a relação de substâncias químicas de interesse a serem investigadas deverá considerar todas as possibilidades que existam para a área.</p>	<p>ESTRATÉGIA 2 - Para essa situação o Plano de Investigação Confirmatória deverá ser elaborado com base na Estratégia 2, que se caracteriza pelo emprego de métodos de investigação que proporcionem informações sobre o meio físico ou sobre a natureza e a distribuição das substâncias químicas de interesse (como por exemplo, métodos de screening e geofísicos), ou que o plano de amostragem adote abordagem probabilística, de modo a possibilitar o direcionamento, ou o posicionamento adequado das amostragens. Nesse caso, a relação de substâncias químicas de interesse a serem investigadas deverá considerar todas as possibilidades que existam para a área.</p>	<p>Modelo Conceitual elaborado através de informações históricas, conforme determina de DD nº 038/2017/C, sem emprego de métodos e técnicas como sondagens de reconhecimento, ensaios in situ, amostragem de solo, que possam fornecer informações precisas sobre o meio físico do local, geram um número maior de incertezas para a elaboração do Plano de Investigação Confirmatória.</p> <p>Quando as informações não estão disponíveis, a principal funcionalidade da elaboração do Modelo Conceitual, que seria a disponibilização de uma representação das áreas fonte e fontes potenciais de contaminação ao meio físico, para ser a base para a elaboração do plano de investigação confirmatória, fica comprometida, assim como a realização das próximas etapas do processo.</p>
<p>MCA 1C - A classificação como MCA 1C se aplica à situação em que não há informações sobre a localização e características das áreas fonte, situação em que deverá ser adotada a Estratégia 2 para toda a Área com Potencial de Contaminação (AP).</p>		<p>A ausência de informações no Modelo Conceitual obriga, na fase de elaboração do plano de Investigação Confirmatória, a adoção de métodos de investigação que proporcionem informações sobre o meio físico, assim como sobre a natureza e distribuição das substâncias químicas de interesse, ou a utilização de metodologias probabilísticas para criação do plano de amostragem. Se estas metodologias tivessem sido empregadas na fase de Avaliação Preliminar as incertezas seria minimizadas e Modelo Conceitual Inicial proporcionaria dados mais completos e acurados para a fase de Investigação Confirmatória.</p>

Fonte: Elaborado pela autora.

Na DD nº 038/2017/C, além de estabelecer as diretrizes para o Gerenciamento de Áreas Contaminadas, a CETESB também aprova o Procedimento para Proteção da Qualidade do Solo e das Águas Subterrâneas

que deverá ser implementado para áreas com Potencial Contaminação (APs) onde ocorre o lançamento de efluentes ou resíduos no solo como forma de disposição final; onde há usos de solventes halogenados e em áreas onde ocorre a fundição secundária ou recuperação de chumbo ou mercúrio.

A implementação do programa de monitoramento preventivo deve ser baseada no Modelo Conceitual gerado a partir da Avaliação Preliminar da área em questão, e para sua elaboração devem ser executadas as seguintes atividades:

- a) Caracterizar a pedologia, a geologia e a hidrogeologia local;
- b) Caracterizar a Área com Potencial de Contaminação (AP), por meio da identificação das áreas fonte e, nelas, as fontes potenciais de contaminação, conforme estabelecido no item 4.1.3 - Avaliação Preliminar, do ANEXO 2 desta Decisão de Diretoria;
- c) Elaborar mapas contendo a potenciometria e a direção do fluxo da água subterrânea, a hidrografia, a localização das áreas fonte e das fontes potenciais de contaminação, dos poços de monitoramento, das nascentes e dos poços de captação utilizados para de abastecimento de água;
- d) Localizar os pontos e as profundidades de amostragem de solo, justificando-as em função da localização das fontes potenciais de contaminação e das características das substâncias químicas de interesse (SQI) e da pedologia e geologia local;
- e) Especificar a localização e as características dos poços de monitoramento (para amostragem de água subterrânea e do ar da zona não saturada), justificando-as em função da localização das fontes potenciais de contaminação e das características das substâncias químicas de interesse e da hidrogeologia local;
- f) Definir as substâncias químicas de interesse (SQI) para o monitoramento preventivo, embasada na realização do item "b";
- g) Especificar os métodos de amostragem e de preservação das amostras, bem como o programa de controle de qualidade para a amostragem e transporte das amostras;
- h) Especificar os métodos analíticos a serem empregados;
- i) Definir cronograma do monitoramento preventivo, incluindo a frequência da realização de campanhas de amostragem para solo, águas subterrâneas e outros meios possíveis (por exemplo, ar da zona não saturada, ou ar ambiente) e duração;
- j) Realizar amostragem de solo na caracterização inicial da área. Nas áreas que utilizem o solo como meio de tratamento o monitoramento do solo deverá ser continuado devendo ser proposto cronograma para novas amostragens;
- k) Interpretar os resultados pela comparação com os Valores Orientadores de Prevenção e Intervenção para Solo e de Intervenção para Águas Subterrâneas, estabelecidos pela CETESB, por meio da Decisão de Diretoria nº 256/2016/E, publicada no Diário Oficial do Estado de São Paulo em 24.11.2016, e com os padrões de potabilidade estabelecidos pelo Ministério da Saúde, ou com os valores decorrentes de processos de atualização dessas fontes, devidamente aprovados. Para substâncias ou meios não contemplados nas referidas normas legais deverão ser utilizados os valores a serem indicados pela CETESB ou estabelecidos em normas específicas.
- l) Definir a frequência de apresentação de relatórios a serem entregues para a CETESB. (CETESB, 2017).

A CETESB determina que, para a implementação de um programa preventivo de monitoramento, devam ser obtidas informações primordiais para a definição e caracterização de possíveis áreas contaminadas, como por exemplo, as descritas no item a) pedologia, a geologia e a hidrogeologia local, ou no item d) Localizar os pontos e as profundidades de amostragem de solo, justificando-as em função da localização das fontes potenciais de contaminação e das características das substâncias químicas de interesse (SQI) e da pedologia e geologia local. Para obtenção destas informações de forma apurada, é necessário o emprego de técnicas que possibilitem o conhecimento das características do solo, como perfurações e amostragens de solo, utilização de métodos geofísicos, etc.

6. ESTUDO DE CASO

Os dados para elaboração do estudo de caso foram obtidos a partir dos relatórios de investigação preliminar e visita a área industrial pesquisada. A Indústria disponibilizou a documentação, mas não permitiu a divulgação de sua identificação.

A Avaliação Preliminar foi solicitada pela CETESB à Indústria, como uma exigência técnica parte integrante da Licença de Operação. De acordo com a solicitação, a empresa deveria apresentar Avaliação Preliminar realizada de acordo com o Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas das áreas que abrigaram ou abrigam fontes potenciais de poluição do solo, de acordo com o levantamento histórico das atividades do empreendimento.

6.1 Informações do Relatório de Avaliação Preliminar 2007 da área de estudo

Segundo o relatório, a área analisada é uma indústria metalúrgica localizada na cidade de Campinas, Estado de São Paulo. Suas instalações estão situadas dentro de um complexo industrial que possui uma indústria de peças em plástico, e outras duas empresas que não possuem área produtiva no local. Três outras parcelas estão incluídas no complexo e são identificados como Gleba 1B e 1C e são ocupadas por florestas de eucalipto e pinus provenientes de reflorestamento. De acordo com a Lei Municipal de Campinas Uso do Solo, a empresa em questão está localizada em uma área predominantemente industrial; entretanto ocorre uma ocupação mista com áreas industriais e comerciais.

De acordo com o relatório de avaliação preliminar, a planta está situada em uma região com relevo de ondulações suaves, estando localizada no topo de um morro com pequenas declividades que vão do centro da propriedade para as direções sul e norte. O terreno foi nivelado para a construção da Planta e, por isso, as instalações industriais estão em uma região relativamente plana.

A área é pavimentada, parte por asfalto parte por concreto, exceto por algumas áreas ajardinadas (estimada em 20% da área total, sem incluir nesta avaliação as Glebas 1b e 1c, reflorestadas com pinheiros).

O relatório disponibiliza ainda informações sobre os edifícios, citando: Edifício Principal de Produção; Edifício Secundário; Edifício alugado para empresa terceira; Prédio Administrativo; Edifício e Estruturas Auxiliares: Vestiários; Área desativada de tratamento de óleos de transformadores; duas cabines de pintura; fornos; área desativada para armazenamento de inflamáveis; fornos; almoxarifado e ferramentaria; edifício de manutenção; edifício de estocagem de inflamáveis; edifício de estocagem de resíduos; edifício de laboratório e qualidade.

Segundo o relatório, havia ainda no site uma área utilizada no passado para treinamentos de combate a incêndio.

O documento menciona a existência de cinco poços profundos de água na propriedade, mas já estavam fora de uso na época; segundo relatado, a água era fornecida por caminhão-pipa.

No relatório, consta informação de que a área é atendida pela rede municipal de esgotos da cidade de Campinas. Entretanto, há uma estação de tratamento biológica constituída por reatores anaeróbios de fluxo ascendente, que realiza o tratamento do efluente antes do descarte. Também há uma descrição da existência de uma estação físico-química que trata os efluentes industriais gerados pelas cortinas de água de cabines de pintura, processos de lavagem de peças.

O relatório cita que a empresa emprega cerca de 1300 funcionários, e opera 24 horas por dia, seis dias por semana em três turnos de trabalho.

O documento, datado de 2007, descreve as operações da indústria nesta época como sendo: fabricação de motores de corrente alternada e contínua; geradores elétricos; pontes rolantes e plataformas. Há uma breve descrição sobre o processo produtivo na qual são relatadas informações e a existência de: tratamento térmico, jateamento; pintura, montagem, teste, solda, áreas de corte, de montagem, usinagem.

Quanto a geologia e hidrogeologia, o relatório cita informações sobre a geologia regional, como sendo:

- Sedimentos aluviais de formação Rio Claro, da era Cenozoica (alta Permeabilidade).
- Depósitos de sedimentos lacustres de formação Corumbataí, Tatuí, e Itararé (argilitos, siltos, e ritmitos) da era Carbonífera-Permiana (baixa permeabilidade).

- Solo formado pela alteração de basaltos da Serra geral, da era Cretáceo-Jurássica (média permeabilidade); e
- Embasamento rochoso composto por gnaisses e migmatitos do complexo cristalino (permeabilidade dependente do faturamento do embasamento)

Descreve ainda que, em investigação conduzida na porção gleba 1b (área reflorestada) realizada no passado, foi possível identificar que a geologia local é composta por uma camada de argila, siltosa arenosa vermelha a marrom, com espessura de 5,0 a 13,0 metros, seguido por uma camada de areia fina siltosa cinza, branca vermelha, com menos argila em parte da gleba 1b e uma camada de argila siltosa arenosa amarela, mostrando em alguns pontos faturamentos com areia, encontradas em outra parcela da mesma gleba.

O documento relata ainda que as investigações na gleba 1b possibilitaram detectar que o nível do lençol freático esta localizado entre 18 e 22 metros de profundidade, e que a direção do fluxo de água subterrânea nesta porção da propriedade ocorre em direção ao sul. Entretanto o relatório afirma que não há informações disponíveis sobre profundidade do aquífero ou direção de fluxo para outras porções da propriedade. Mas, por se tratar de um topo de uma pequena colina, que apresenta declividade aproximadamente a partir de seu ponto central para as direções norte e sul, infere-se que a água subterrânea flui em direção norte.

O Relatório informa ainda sobre a hidrologia do local. Segundo o relatado, o empreendimento está localizado na bacia do rio Capivari, na UGRHI dos rios Piracicaba/Capivari/Jundiaí. O corpo d'água mais próximo flui para o norte, e passa a aproximadamente 10 metros do limite norte da Gleba 1b e 350 metros da área industrial. Aproximadamente 1,5 km ao sul, passa um afluente do Rio Capivari.

O relatório ainda descreve informações sobre o histórico da ocupação e das operações desenvolvidas pela organização, foram obtidas por meio de revisão documental, entrevistas com funcionários, revisão de mapas e fotos aéreas. Segundo as informações do documento, a empresa iniciou suas atividades na década de 60, onde anteriormente tratava-se de uma área rural, com plantações de café. No início das atividades, existiam os prédios principal de produção, prédio administrativo, sub-estação e atividades ao ar livre. Em 1974, a unidade foi expandida, assim como em 1987 outros prédios foram construídos.

Diversas atividades produtivas e relacionadas à produção são dispostas no relatório de avaliação preliminar, dentre elas:

- Produção de locomotivas e transformadores elétricos, e para isso eram realizadas atividades de usinagem, soldagem, pintura, etc.. A produção dos dois itens foi encerrada nos primeiros anos da década de 2000.
- Unidade de tratamento de óleo de transformadores, com 14 tanques para armazenagem, essa atividade também foi encerrada. Segundo o documento, os tanques foram removidos e não há informações sobre a destinação dos mesmos.
- Armazenamento de produtos inflamáveis ocorria em prédio com as laterais abertas, o piso de concreto, entretanto há relatos no relatório da existência de fissuras e desgaste, a atividade foi encerrada também nos anos 2000.
- Linha de galvanoplastia, localizada no prédio principal de produção, a linha incluía zincagem, cromeação, operações de decapagem, desengraxe e enxágue, os efluentes gerados eram tratados em uma estação físico química localizada ao lado da linha. A atividade foi desativada por volta de 1997, e não foram encontrados remanescentes das estruturas e nem do sistema de tratamento.
- Armazenagem de óleo lubrificante em tanque subterrâneo, a atividade foi encerrada e não há informações sobre a destinação do reservatório.
- Armazenamento de óleo diesel para abastecimento de locomotivas localizado na área destinada ao tratamento de óleo de transformadores; segundo o relato existiam tubulações que levavam o óleo até uma estação de abastecimento de locomotivas. A atividade foi encerrada, mas não há detalhes sobre data e destinação do tanque e tubulações.
- Transporte de óleo lubrificante até a área de abastecimento de locomotivas, as tubulações estavam localizadas em paralelo às tubulações de óleo diesel e seguiam até a estação de

abastecimento de locomotivas, e depois para o prédio principal até a montagem final dos equipamentos. A atividade foi encerrada, não há relatos sobre a destinação das tubulações, apenas foi encontrado uma parte visível da tubulação, localizada diretamente no solo coberto por brita. Segundo informações do documento, não foram relatadas ocorrência de derramamentos de óleo e não há evidências sobre tais vazamentos.

- Operação de transformadores elétricos. Segundo o relatório haviam em operação vinte e três transformadores que contem óleo dielétrico, alguns com a presença de PCB.

Há no relatório informações sobre as áreas de armazenagem e as matérias-primas utilizadas na época de elaboração do documento, e um breve relato sobre os produtos químicos armazenados e os resíduos gerados.

Segundo a consultoria que realizou a avaliação documental histórica e vistoria em campo para a elaboração da avaliação preliminar do *site*, não foram identificadas áreas comprovadamente contaminadas. Em análises realizadas em amostras de solo e água da única perfuração conduzida, alguns anos antes, na chamada gleba b (área reflorestada), não foi detectada contaminação.

O Relatório menciona que, de acordo com a configuração topográfica da propriedade, não foi identificado potencial de migração de contaminação externa para a unidade.

Foram identificadas seis áreas potencialmente contaminadas (AP) no local, sendo estas: Área da antiga galvanoplastia; Área de depósito de equipamentos; Área de externa de manutenção de empilhadeira; Área de Manutenção de equipamentos internos; Antiga estação de abastecimento de locomotivas; Atual Área de estocagem de inflamáveis e resíduos;

Assim como foram identificadas quatorze áreas suspeitas de contaminação: Área de usinagem pesada; Cabine de pintura de motores; Sala de lavagem de peças; Cabine de pintura externa; Cabine de pintura de locomotivas; Área antiga de tratamento de óleo; Antiga área de estocagem de inflamáveis; Cabine de pintura de miscelâneos; Sala de lavagem 2; Sala de compressores; Área de manutenção externa; Pátio de sucatas; Área de treinamento de combate a incêndios; subestações elétricas.

Ao final do Relatório são apresentados alguns anexos: Mapas da Localização da Empresa; Layout da Unidade, com a identificação das vinte áreas suspeitas de contaminação e potencialmente contaminadas; Fotografias Aéreas; Registro Fotográficos das Áreas.

6.2 Análise Crítica ao Relatório de Avaliação Preliminar da área estudada

Diante dos objetivos determinados para a realização da Avaliação Preliminar, conforme determinado no Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas, e na Decisão de Diretoria nº 103/2007/C/E e Decisão de Diretoria nº 038/2017/C respectivamente:

O objetivo da etapa de avaliação preliminar é a realização de um diagnóstico inicial das áreas potencialmente contaminadas (APs), o que será possível realizando-se levantamento de informações disponíveis sobre cada uma das áreas identificadas na etapa anterior e do reconhecimento das mesmas através de inspeções de campo. (CETESB, 1999).

A etapa de avaliação preliminar tem como objetivo principal constatar evidências, indícios ou fatos que permitam suspeitar da existência de contaminação na área sob avaliação, por meio do levantamento de informações disponíveis sobre o uso atual e pretérito da área. (CETESB, 2007).

Caracterizar as atividades desenvolvidas e em desenvolvimento na área sob avaliação, identificar as áreas fonte e as fontes potenciais de contaminação (ou mesmo fontes primárias de contaminação) e constatar evidências, indícios ou fatos que permitam suspeitar da existência de contaminação, embasando sua classificação como Área Suspeita de Contaminação (AS) e orientando a execução das demais etapas do processo de Gerenciamento de Áreas Contaminadas. (CETESB, 2017).

O relatório estudado identificou as áreas fontes e fontes potenciais de contaminação, constatou evidências e indícios de contaminação e conseguiu pré-classificar as áreas como Suspeitas de Contaminação (AS) e Áreas Potencialmente (AP) contaminadas. Entretanto, não foi apresentado o Modelo Conceitual Inicial, conforme determinam as legislações da época Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas e as atualizações das diretrizes para o Gerenciamento de Áreas Contaminadas – DD nº 103/2007/C/E e DD nº 038/2017/C. Não há, portanto, subsídio consistente para orientação das próximas etapas do gerenciamento de áreas contaminadas.

Analisando a metodologia utilizada para realizar a Avaliação Preliminar da área estudada, e comparando com a metodologia preconizada na Decisão de Diretoria nº 38/2017/C (última norma publicada pela CETESB para a realização do Gerenciamento de Áreas Contaminadas), nota-se que o relatório foi elaborado conforme preconiza as normas, ou seja: através de levantamento de documentação sobre a área, disponível na própria empresa; levantamento de informações relativas a ocupação da área e atividades desenvolvidas; levantamento do uso da água subterrânea; levantamento aerofotogramétrico temporal; levantamento de informações coletadas em inspeções de reconhecimento; levantamento de informações coletadas em entrevistas; levantamento da geologia, pedologia e hidrogeologia regionais; levantamento da geologia, pedologia e hidrogeologia locais; levantamento sobre informações sobre eventuais investigações ou etapas do gerenciamento de áreas contaminadas.

Ainda avaliando as metodologias, o relatório falha diante da não elaboração do Modelo Conceitual, mas supostamente todas as informações listadas nas diretrizes da DD nº038/2017/C foram levantadas e estão disponíveis, desta forma o Modelo Conceitual poderia ter sido elaborado e seria classificado como modelo MCA 1A, e a estratégia adotada seria a Estratégia 1. Entretanto mesmo atendendo a lista de informações determinadas em norma, a qualidade e quantidade das informações são questionáveis e podem comprometer a elaboração de um Modelo Conceitual preciso, são exemplos:

- Nos aspectos de Geologia e Hidrogeologia, o relatório cita que em uma mesma área do site, a Gleba 1b, há diferentes formações de solo em partes distintas da mesma área; ou seja, o solo do site, não é homogêneo, e não pode ser tratado como tal para elaboração do Modelo Conceitual, o conhecimento do meio físico é essencial para determinação do comportamento do contaminante no solo, mapeamento de plumas, definição de vias de transporte.
- Não há informações no relatório sobre clima da região, informações estas de extrema importância para avaliação do comportamento de contaminante no solo.
- Há ainda a afirmação no documento de que não foi identificada área comprovadamente contaminada, assumindo o resultado de

uma única amostragem de solo e água realizada na mesma Gleba 1b, distante da área industrial para um *site* inteiro.

- Não há definição de bens a proteger, informação necessária à elaboração do Modelo Conceitual.
- A definição das substâncias de interesse apenas pela análise histórica fica comprometida, pois não há como garantir que informações não tenham sido perdidas, por exemplo, uso de produtos químicos, realização de processos e atividades; entre outros.

A etapa de Avaliação Preliminar foi refeita um ano depois. Atualmente o site possui outro processo de investigação em andamento, em uma das áreas reflorestadas já citadas; o processo encontra-se em etapa de investigação detalhada.

7. CONCLUSÕES

Diante do panorama apresentado pelo estudo, pode-se concluir que o assunto “Áreas Contaminadas” vem sendo tratado no Brasil de maneira marginal. A questão só foi reconhecida no País, após a ocorrência de casos graves de contaminação de pessoas e do meio, por volta dos anos 1970, assim como aconteceu no mundo todo.

Diretrizes e legislações com a finalidade de regulamentar a gestão dessas áreas só foram elaboradas no final da década de noventa e, ainda hoje, a maioria dos estados da federação não cumprem com requisitos mínimos estabelecidos para a gestão de tais localidades como, por exemplo, a publicização de dados sobre a existência destas áreas.

A maioria dos órgãos ambientais dos Estados brasileiros não possui divulgado qualquer tipo de informação sobre o tema, assim como não foram encontradas disponíveis normas e legislação estaduais que tratem sobre o assunto. Apenas três Estados (São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro) disponibilizam informações sobre a questão, sendo que em apenas dois (São Paulo e Minas Gerais) os dados estão compilados e analisados.

A ausência de normas e legislação sobre o assunto pode expor pessoas e o meio ambiente de forma significativa e irreversível, como alguns casos citados no trabalho.

Nos três Estados nos quais há informações, nota-se similaridade quanto à origem das atividades contaminantes, sendo que os postos revendedores de combustíveis, as atividades industriais, a disposição de resíduos e as atividades comerciais estão entre as mais encontradas. Atividades estas que ocorrem em todos os Estados e Municípios do País. Portanto, é possível inferir que não há por parte do poder público ações efetivas para a gestão dessas áreas contaminadas.

O Estado de São Paulo é, atualmente, referência sobre o assunto. O órgão ambiental do estado - CETESB - é pioneiro na elaboração de normas e diretrizes para o Gerenciamento de Áreas Contaminadas, assim como na gestão desses processos.

O Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas elaborado pelo órgão em 1999 foi referência para a criação de normas federais. A CETESB, com

o passar do tempo, vem refinando as diretrizes para o gerenciamento de áreas contaminadas com a finalidade de adequar seus procedimentos de forma a minimizar erros nos processos de investigação.

A metodologia utilizada pela CETESB preconiza que cada etapa é a base para a realização da etapa posterior; ou seja, a primeira etapa será a base para todo o processo de investigação, pode-se afirmar então que a etapa de Avaliação Preliminar é de extrema relevância para um processo bem sucedido de investigação de solo.

Contudo, a metodologia utilizada para realização da Avaliação Preliminar se limita à utilização de informações históricas existentes, pesquisas de fontes bibliográficas e visitas de campo. É nesta etapa também que, após o levantamento de informações e pesquisas, é elaborado o Modelo Conceitual Inicial e partir do plano de Investigação Confirmatória.

Várias críticas podem ser feitas à elaboração do Modelo Conceitual (MCA) apenas com informações existentes, principalmente pela falta de conhecimento do meio físico, que impossibilita, principalmente, o conhecimento do comportamento do contaminante no solo e os meios de transporte deste contaminante, informações estas de máxima importância para elaboração do MC.

Com a DD nº 038/2017/C, a CETESB tenta solucionar o problema, elaborando estratégias para elaboração do Plano de Investigação de acordo com a quantidade de informações obtidas na Avaliação Preliminar. Entretanto, conforme discutido neste trabalho, há uma série de fragilidades na adoção dessas estratégias que podem comprometer a elaboração de um Modelo Conceitual preciso, como:

- Quando o levantamento se baseia em informações históricas, fornecidas por pessoas e instituições, além de inspeções de reconhecimento do local e que com o passar do tempo podem sofrer ruídos, perda de informações, distorções, etc., a confiabilidade de tais dados fica comprometida. Sendo assim, limitar a elaboração do plano de Investigação Confirmatória a amostragens direcionadas as fontes potenciais pode levar a um equívoco na condução do processo.
- Não está preconizado o uso de métodos e técnicas como sondagens de reconhecimento, ensaios *in situ*, amostragem de

solo, que possam fornecer informações precisas sobre o meio físico. Portanto, não há como se ter certeza sobre o comportamento do contaminante no solo, informação esta importantíssima para a etapa de investigação confirmatória e elaboração do plano de amostragem.

- A falta de uso de métodos e técnicas que permitam conhecer o meio físico gera um número maior de incertezas para a elaboração do Plano de Investigação Confirmatória.
- Se não há uma previsão do comportamento do contaminante no solo, as amostragens direcionadas apenas para as fontes potenciais podem levar a um mapeamento equivocado da pluma de contaminação.
- Na Estratégia 2, a ausência de informações no Modelo Conceitual obriga, a adoção de métodos de investigação que proporcionem informações sobre o meio físico, assim como sobre a natureza e distribuição das substâncias químicas de interesse, ou a utilização de metodologias probabilísticas para criação do plano de amostragem. Se estas metodologias tivessem sido empregadas na fase de Avaliação Preliminar as incertezas seriam minimizadas e o Modelo Conceitual Inicial, proporcionaria dados mais completos e acurados para a fase de Investigação Confirmatória.

O estudo de caso realizado em relatório de Avaliação Preliminar vem corroborar com as críticas feitas à elaboração da Avaliação Preliminar e elaboração de Modelo Conceitual através de informações existentes, e a adoção de estratégias como estabelecido da DD nº 038/2017/C.

No relatório estudado, fica claro que mesmo obtendo as supostas informações completas, listadas nas diretrizes da Decisão de Diretoria, a qualidade das informações é de extrema importância e podem comprometer a elaboração de um Modelo Conceitual preciso. Finaliza-se reiterando que o solo não é um meio homogêneo e, portanto, não pode ser tratado como tal para elaboração do Modelo Conceitual. O conhecimento do meio físico é essencial para determinação do comportamento do contaminante no solo, mapeamento de

plumas, definição de vias de transporte, além da determinação de substâncias químicas de interesse.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, J. A.; AUGUSTO, F.; JARDIM, I. C. S. F. Biorremediação de solos contaminados por petróleo e seus derivados. Revista Eclética Química, São Paulo, v.35, n.3, p.17-43, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/eq/v35n3/v35n3a02.pdf>>. Acesso em: 20 jun. 2017.

ANICETO, K. C. P.; HORBE, A. M.C. Solos urbanos formados pelo acúmulo de resíduos em Manaus, Amazonas, Brasil. Revista Acta Amazônia, Manaus, v.42, n.1, p.135-147, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0044-59672012000100016&lang=pt>. Acesso em: 05 fev. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR16210: Modelo Conceitual no gerenciamento de áreas contaminadas – Procedimento. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR15515-1:2007: Passivo Ambiental em solo e água subterrânea Parte 1: Avaliação Preliminar. Rio de Janeiro, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. 16435: Controle da qualidade na amostragem para fins de investigação de áreas contaminadas - Procedimento. Rio de Janeiro, 2015.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. Banco de Dados Nacional sobre Áreas Contaminadas. Brasília, DF, abr. 2017. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/residuos/areas-contaminadas/banco-de-dados-nacional-sobre-areas-contaminadas-bdnac>>. Acesso 25 de jul. de 2017.

BRASIL, Presidência da Republica. Lei nº 12305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília, DF, ago. 2010. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 15 fev. 2017.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 420, de 28 de dezembro de 2009. Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas. Brasília, DF, dez. 2009. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=620>>. Acesso em: 03 de agosto de 2017.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 273, de 29 de novembro de 2000. Dispõe sobre prevenção e controle da poluição em postos de combustíveis e serviços. Brasília, DF, dez. 2000. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=271>>. Acesso em: 03 de agosto de 2017.

BRASIL, Presidência da Republica. Lei nº 9.605, 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. Brasília, DF, dez. 1998. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9605.htm>. Acesso em: 03 de agosto de 2017.

BRASIL, Presidência da Republica. Lei nº 6938 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. Brasília, DF, ago. 1981 Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938.htm>. Acesso em: 15 fev. 2017.

BRASIL, Presidência da Republica. Lei nº 1413 de 31 de julho de 1975. Dispõe sobre o controle da poluição do meio ambiente provocada por atividades industriais. Brasília, DF, jul. 1975. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938.htm>. Acesso em: 15 fev. 2017.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. Cooperação Bilateral Brasil-Alemanha. Brasília DF, 2017. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/destaques/item/857-coopera%C3%A7%C3%A3o-bilateral-brasil-alemanha>>. Acesso em: 08 ago. 2017

CARMO, A. I. do, *et al.* Lixiviação de naftaleno em solos urbanos da região metropolitana do Recife, PE. Rev. Bras. Ciênc. Solo. Viçosa, v.37, n.5, p.1415-1422, 2013. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v37n5/30.pdf>>. Acesso em: 02 abr. 2017.

CAVALLET, L. E.; CARVALHO, S. G.; FORTES N. P. Metais pesados no rejeito e na água em área de descarte de resíduos sólidos urbanos. Rev. Ambient. Água, Taubaté, v.8, n.3, p.229-238, 2013. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1980-993X2013000300019&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 04 abr. 2017.

CÔRTEZ, P. L. *et al.* A Deposição de Resíduos Industriais Organoclorados no Litoral do Estado de São Paulo: Estudo de Caso. Revista de Administração e Inovação, São Paulo, v.8, n.2, p.133-163, 2011. Disponível em: < https://ac.els-cdn.com/S1809203916304107/1-s2.0-S1809203916304107-main.pdf?_tid=99d1bffe-0168-11e8-bb8d-00000aab0f6b&acdnat=1516841121_9b57d0547a1fb7e7963b6237438a5cbb>. Acesso em: 10 out. 2017.

INSTITUTO DE PESQUISA TECNOLOGICAS. Panorama do Setor de Gerenciamento de Áreas Contaminadas no Brasil. 1. ed. São Paulo: IPT, 2016. Disponível em: < <http://www.ipt.br/publicacoes/60.htm>>. Acesso em: 08 jun. 2017.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Sistema brasileiro de classificação de solos. 2. ed. – Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2006.

EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (EEA). Progress in management of contaminated sites. European Environment Agency (EEA). 2014. Disponível em: <<https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/progress-in-management-of-contaminated-sites-3/assessment>>. Acesso em: 12. Ago. 2017.

EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (EEA). Progress in management of contaminated sites (CSI 015) – assessment. European Environment Agency (EEA). 2007. Disponível em: <<http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/progress-in-managementof-contaminated-sites/progress-in-management-of-contaminated-1>>. Acesso em: 01 nov. 2015.

EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (EEA). Second technical workshop on contaminated sites, Workshop proceedings and follow-up. European Environment Agency (EEA). 2002. Disponível em: <https://www.eea.europa.eu/publications/technical_report_2002_76>. Acesso em: 12. Ago. 2017.

EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (EEA). Management of contaminated sites in Western Europe. European Environment Agency (EEA). 2000. Disponível em: <https://www.eea.europa.eu/publications/Topic_report_No_131999>. Acesso em: 12. Ago. 2017.

LAGO, A. L.; ELIS, V. ROBERTO; GIACHETI, H. L. Aplicação integrada de métodos geofísicos em uma área de disposição de resíduos sólidos urbanos em Bauru-SP. Revista Brasileira de Geofísica, São Paulo, v.24, n.3, p.357-374, 2006. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/8834>>. Acesso em: 12. Ago. 2017.

LEPSCH, I. F. 19 Lições de Pedologia. 1ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

LEPSCH, I. F. Formação e Conservação dos Solos. 1ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2002.

MARINGOLO, V. Clínquer Co-processado: Produto de Tecnologia Integrada para a sustentabilidade e competitividade da indústria de Cimento; 2001. 162f. Tese (Doutorado Instituto de Geociências) – Programa de Pós-Graduação em Mineralogia e Petrologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/44/44135/tde-16022006-132935/pt-br.php>>. Acesso em: 08 abr. 2017.

MINAS GERAIS. FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE (FEAM). Inventário de Áreas Contaminadas do Estado de Minas Gerais - 2016. Belo Horizonte: FEAM, 2016. Disponível em: <http://www.feam.br/images/stories/2016/AREAS_CONTAMINADAS/INVENT%C3%81RIO_2016.pdf>. Acesso em: 22 abr. 2017.

MOERI, E. N.; RODRIGUES, D.; NIETERS, A. Áreas Contaminadas: Remediação e Revitalização. São Paulo: Signus, 2007.

MORINAGA, C. M. Áreas contaminadas e a construção da paisagem pós-industrial na cidade de São Paulo. 2013. 200f. Tese (Doutorado em Paisagem e Ambiente) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16135/tde-02072013-162822/pt-br.php>. Acesso em: 08 abr. 2017.

PANAGOS, P.; *et al.* Contaminated Sites in Europe: Review of the Current Situation Based on Data Collected through a European Network. *Journal of Environmental and Public Health, Italy*, v.2013, Article ID 158764, 11 pages. 2013. Disponível em: < <https://www.hindawi.com/journals/jeph/2013/158764/>>. Acesso em: 03 ago. 2017.

PICARELLI, S. Avaliação da contaminação de solos por hidrocarbonetos e metais pesados em diques de contenção. 2003, 95f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003. Disponível Em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/3039>>. Acesso em: 18 fev 2017.

POLICARPO, N. A. Tratamentos de Solos contaminados com Bifenilas Policloradas – PCBs; Tese de Mestrado da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo 2008. Disponível em:< <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3137/tde-15092008-140303/en.php>>. Acesso em: 05 mai. 2017.

REZENDE, J. M. P. CASO SHELL/CYANAMID/BASF: epidemiologia e informação para o resgate de uma precaução negada. São Paulo, 2005. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/312266/1/Rezende_JuneMariaPassos_D.pdf>. Acesso em: 05 mai. 2017.

RIO DE JANEIRO. INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE (INEA). Avaliação de Áreas Contaminadas. 2017. Disponível em: <<http://200.20.53.3:8081/Portal/MegaDropDown/Licenciamento/GestaodeRiscoAmbientaTec/AvaliacaodeAreasContaminadas/index.htm&lang=>> . Acesso em: 22 fev. 2017.

RIYIS, M. T. *et al.* Investigação Geoambiental de Áreas Contaminadas com Elaboração do Modelo Conceitual em Campo Utilizando Ferramentas de Alta Resolução (HRSC). *Revista Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental*, São Paulo, v.3, n.1, p.125-137, 2013. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/135309>>. Acesso em: 01 jun. 2017.

RIYIS, M. T. *et al.* Investigação de Alta Resolução para Remediação de Áreas Contaminadas utilizando o Piezocone de Resistividade (RCPTu). In: Congresso Internacional do Meio Ambiente Subterrâneo, III, 2013, São Paulo – SP. *Anais...* São Paulo: ABAS, 2013. Disponível em: <<https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/27515/17782>>. Acesso em: 01 jun. 2017.

RIYIS, M. T. *et al.* Avaliação das falhas no modelo conceitual de uma área contaminada utilizando investigação com métodos convencionais. *InterfacEHS – Saúde, Meio Ambiente e Sustentabilidade*, São Paulo, v.12, n.1, P.82-101, 2017. Disponível em: <http://www3.sp.senac.br/hotsites/blogs/InterfacEHS/wp-content/uploads/2017/06/7-200_InterfacEHS_ArtigoRevisado.pdf>. Acesso: 01 out. 2017.

SÁNCHEZ, L. E. *Desengenharia: O Passivo Ambiental na Desativação de Empreendimentos Industriais*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2001.

SÁNCHEZ, L. E. Revitalização de áreas contaminadas. In: Moeri, E.; Coelho, R.; Marker, A. (orgs.), *Remediação e Revitalização de Áreas Contaminadas: Aspectos Técnicos, Legais e Financeiros*. São Paulo: Signus Editora, p. 79-90, 2004.

SÃO PAULO. COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). Decisão da Diretoria n.º 038, de 07 de fevereiro de 2017. Dispõe sobre a aprovação do “Procedimento para a Proteção da Qualidade do Solo e das Águas Subterrâneas”, da revisão do “Procedimento para o Gerenciamento de Áreas Contaminadas” e estabelece “Diretrizes para Gerenciamento de Áreas Contaminadas no Âmbito do Licenciamento Ambiental”, em função da publicação da Lei Estadual n.º 13.577/2009 e seu Regulamento, aprovado por meio do Decreto n.º 59.263/2013, e dá outras providências. São Paulo, 2017. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/11/2014/12/DD-038-2017-C.pdf>>. Acesso em: 01 jun. 2017.

SÃO PAULO. COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). *Relação de Áreas Contaminadas e Reabilitadas*. São Paulo: CETESB, 2016. Disponível em: <<http://areascontaminadas.cetesb.sp.gov.br/relacao-de-areas-contaminadas/>> Acesso em: 22 fev. 2017.

SÃO PAULO. COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). Decisão da Diretoria n.º 256/2016/E, de 22 de novembro de 2016. Dispõe sobre a aprovação dos “Valores Orientadores para Solos e Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo – 2016” e dá outras providências. SÃO PAULO, 2016. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/11/2014/12/DD-256-2016-E-Valores-Orientadores-Dioxinas-e-Furanos-2016-Intranet.pdf>>. Acesso em: 22 fev. 2017.

SÃO PAULO. COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). Decisão da Diretoria n.º 045/2014/E/C/I, de 20 de fevereiro de 2014. Dispõe sobre a aprovação dos Valores Orientadores para Solos e Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo – 2014, em substituição aos Valores Orientadores de 2005 e dá outras providências. SÃO PAULO, 2014. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/11/2013/11/DD-045-2014-P53.pdf>>. Acesso em: 22 fev. 2017.

SÃO PAULO. COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). Técnicas de Investigação de Áreas Contaminadas: Solo. São Paulo: CETESB, 2016.

SÃO PAULO. COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). CETESB Disponibiliza nova relação de área reabilitadas, monitoradas e contaminadas. São Paulo: CETESB, 2014. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/2014/06/02/cetesb-disponibiliza-nova-relacao-de-areas-reabilitadas-monitoradas-e-contaminadas/>>. Acesso em: 22 fev. 2017.

SÃO PAULO. COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). Decisão da Diretoria n.º 263/2009/P, de 20 de outubro de 2009. Dispõe sobre a aprovação do Roteiro para Execução de Investigação Detalhada e Elaboração de Plano de Intervenção em Postos e Sistemas Retalhistas de Combustíveis. São Paulo, 2009. Disponível em: <http://www.fatma.sc.gov.br/ckfinder/userfiles/arquivos/investigacao_detalhada_e_m_postos_de_servios.pdf>. Acesso em: 22 fev. 2017.

SÃO PAULO. COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). Decisão da Diretoria n.º 103, de 22 de junho de 2007. Procedimento para Gerenciamento de Áreas Contaminadas. São Paulo, 2007. Disponível em: <<http://cetesb.sp.gov.br/areas-contaminadas/wp-content/uploads/sites/45/2015/07/DD-103-07-C-E-Procedimento-para-Gerenciamento-de-%25C3%2581reas-Contaminadas.pdf>>. Acesso em: 01 jun. 2017.

SÃO PAULO. COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). Decisão da Diretoria n.º 010-2006-C de 26 de janeiro de 2006. Dispõe sobre os novos Procedimentos para o Licenciamento de Postos e Sistemas Retalhistas de Combustíveis e dá outras providências. São Paulo, 2006. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/licenciamento/documentos/decisao_diretoria_26_01_06.pdf>. Acesso em: 22 fev. 2017.

SÃO PAULO. COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas. São Paulo, 1999. Disponível em: <<http://areascontaminadas.cetesb.sp.gov.br/manual-de-gerenciamento/>>. Acesso em: 22 fev. 2017.

SÃO PAULO. COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). Áreas contaminadas críticas. São Paulo, 2016. Disponível em: <<http://areascontaminadas.cetesb.sp.gov.br/category/areas-contaminadas-criticas/>>. Acesso em: 20 out. 2016.

SÃO PAULO, Lei n.º 13.577, de 08 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, jul, 2009. Disponível em: <<http://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2009/lei-13577-08.07.2009.html>>. Acesso em: 22 fev. 2017.

SÃO PAULO. Decreto 8469, de 8 de setembro de 1976. Aprova o Regulamento da Lei n.º 997, de 31 de maio de 1976, que dispõe sobre a prevenção e o controle da poluição do meio ambiente. São Paulo, set, 1976. Disponível em: <<http://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/1976/decreto-8468-08.09.1976.html>> . Acesso em: 22 fev. 2017.

SÃO PAULO. Lei 997 de 31 de maio de 1976. Dispõe sobre o controle da poluição do meio ambiente. São Paulo, 1976. Disponível em: <<http://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/1976/lei-997-31.05.1976.html>>. Acesso em: 22 fev. 2017.

UECHI, D.A.; GABAS, S.G.; LASTORIA, G. Análise de metais pesados no Sistema Aquífero Bauru em Mato Grosso do Sul. Eng. Sanit. Ambient. 2017, vol.22, n.1, pp.155-167. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-41522017000100155&script=sci_abstract&tlng=pt>. Acesso em: 02 abr. 2017.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA). EPA's Report on the Environment (ROE). 2017. Ed. Washington, DC: United States Environmental Protection Agency, 2017. Disponível em: <<https://cfpub.epa.gov/roe/chapter/land/contaminated.cfm>>. Acesso em: 03 ago. 2017.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA). EPA's Overview of the Brownfields Program, 2017. Ed. Washington, DC: United States Environmental Protection Agency, 2017. Disponível em: <<https://www.epa.gov/brownfields/overview-brownfields-program>>. Acesso em: 03 ago. 2017.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA). Cleaning Up the Nation's Waste Sites: Markets and Technology Trends, 2004 Edition. Ed. Washington, DC: United States Environmental Protection Agency, 2004. Disponível em: <<https://www.epa.gov/brownfields/brownfields-cleaning-nations-waste-sites-markets-and-technology-trends-2004-edition>>. Acesso em: 02 jul. 2017

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA). Cleaning Up Our Land, Water and Air. Ed. Washington, DC: United States Environmental Protection Agency, 2017. Disponível em: <<https://www.epa.gov/cleanups>>. Acesso em: 02 jul. 2017

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA). Basic Information about Cleanups. Ed. Washington, DC: United States Environmental Protection Agency, 2017. Disponível em: <<https://www.epa.gov/cleanups/basic-information-about-cleanups>>. Acesso em: 02 jul. 2017

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA). Superfund (CERCLA) Compliance Monitoring. Ed. Washington, DC: United States Environmental Protection Agency, 2017. Disponível em: <<https://www.epa.gov/compliance/superfund-cercla-compliance-monitoring>>. Acesso em: 02 jul. 2017

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA). Summary of the Comprehensive Environmental Response, Compensation, and Liability Act (Superfund). Ed. Washington, DC: United States Environmental Protection Agency, 2017. Disponível em: <<https://www.epa.gov/laws-regulations/summary-comprehensive-environmental-response-compensation-and-liability-act>>. Acesso em: 02 jul. 2017

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA). Superfund Enforcement. Ed. Washington, DC: United States Environmental Protection Agency, 2017. Disponível em: <<https://www.epa.gov/enforcement/superfund-enforcement>>. Acesso em: 02 jul. 2017

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA). Superfund Site Assessment Process. Ed. Washington, DC: United States Environmental Protection Agency, 2017. Disponível em: <<https://www.epa.gov/superfund/superfund-site-assessment-process>>. Acesso em: 02 jul. 2017.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA). HRS Toolbox. Ed. Washington, DC: United States Environmental Protection Agency, 2017. Disponível em: <[https://www.epa.gov/superfund/hrs-toolbox#Fact Sheets](https://www.epa.gov/superfund/hrs-toolbox#Fact%20Sheets)>. Acesso em: 02 jul. 2017.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA). Hazard Ranking System Guidance Manual - EPA 540-R-92-026, novembro de 1992. Ed. Washington, DC: United States Environmental Protection Agency, 1992. Disponível em: <<https://semspub.epa.gov/work/HQ/189159.pdf>>. Acesso em: 02 jul. 2017.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA). Resource Conservation and Recovery Act (RCRA) Compliance Monitoring. Ed. Washington, DC: United States Environmental Protection Agency, 2017. Disponível em: <<https://www.epa.gov/compliance/resource-conservation-and-recovery-act-rcra-compliance-monitoring>>. Acesso em: 02 jul. 2017.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA). Oil Spills Prevention and Preparedness Regulations. Ed. Washington, DC: United States Environmental Protection Agency, 2017. Disponível em: <<https://www.epa.gov/oil-spills-prevention-and-preparedness-regulations>>. Acesso em: 02 jul. 2017.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA). 2017 Brownfields Federal Programs Guide. 2017. Ed. Washington, DC: United States Environmental Protection Agency, 2017. Disponível em: <https://www.epa.gov/sites/production/files/2017-06/documents/final_2017_bf_fed_guide_5-8-17.pdf>. Acesso em: 03 ago. 2017.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA). LIST-010 Top 20 Contaminants at Superfund Sites. 2017. Ed. Washington, DC: United States Environmental Protection Agency, 2017. Disponível em: <<https://semspub.epa.gov/work/HQ/196735.pdf>>. Acesso em: 03 ago. 2017.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA). Superfund Site: LOVE CANAL NIAGARA FALLS, NY. 2017. Ed. Washington, DC: United States Environmental Protection Agency, 2017. Disponível em: <<https://cumulis.epa.gov/supercpad/cursites/csitinfo.cfm?id=0201290>>. Acesso em: 03 ago. 2017.

VALENTIM, L. S. O. Requalificação Urbana, contaminação de solo e riscos a saúde: um caso na cidade de São Paulo. 1 ed. São Paulo: Annablume; Fapesp, 2007.

WICANDER, R.; MONROE, J. S. Fundamentos da Geologia. 3 ed. São Paulo: Cengage Learning, 2014.