UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**GERENCIAMENTO DE ÁREAS CONTAMINADAS NA
BACIA HIDROGRÁFICA DO RESERVATÓRIO
GUARAPIRANGA**

ELTON GLOEDEN

Orientador: Prof. Dr. Alberto Pacheco

TESE DE DOUTORAMENTO

COMISSÃO JULGADORA

	Nome	Assinatura
Presidente:	Prof. Dr. Alberto Pacheco
Examinadores:	Prof. Dr. Edison Dausacker Bidone
	Prof. Dr. Leandro Eugênio Silva Cerri
	Prof. Dr. Luis Enrique Sánchez
	Prof. Dr. Ricardo César Aoki Hirata

SÃO PAULO
1999

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

GERENCIAMENTO DE ÁREAS CONTAMINADAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RESERVATÓRIO GUARAPIRANGA

Elton Gloeden

Orientador: Prof. Dr. Alberto Pacheco

TESE DE DOUTORAMENTO

Programa de Pós-Graduação em Recursos Minerais e Hidrogeologia

DEDALUS - Acervo - IGC

30900005035

São Paulo
1999

AGRADECIMENTOS

Ao Dr. Alberto Pacheco pela orientação recebida na elaboração desta Tese.

Ao Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, Departamento de Geologia Sedimentar e Ambiental, pelo apoio recebido.

À CETESB, por possibilitar a realização deste estudo, por meio do Projeto de Cooperação técnica com a GTZ, especialmente aos seus coordenadores Engº. Marco Antonio Gunther e Dr. Andreas Marker.

Aos companheiros de trabalho Maria José de Barros Fraccaroli, Rodrigo César de Araújo Cunha, Ero Hermínio Crozera, Vicente de Aquino Neto, Nádia Azevedo de Almeida e Jan Weber, que participaram diretamente deste estudo, no desenvolvimento da metodologia do gerenciamento de áreas contaminadas, nos trabalhos de campo, nos trabalhos relativos à área de informática e na formatação e correção do texto, os quais deveriam ter seus nomes colocados como co-autores deste trabalho.

Dando continuidade aos agradecimentos aos colegas, que participaram dos trabalhos de campo e que deram apoio fundamental na elaboração deste trabalho, destacam-se: Walter Luiz Monteiro, Hélio Montenegro Rocha, Marcelo Albergaria, Darci Andrade Oliveira, Paulo Henrique, Álvaro Gutierrez Lopez, Marta T. Deuscher e João Virgílio. Agradecimentos especiais para Patrícia Gonzalez, Dorothea Rosenthal e Angela Siqueira Alves.

Ao Engº. Antonio Rivas Galindo Jr., Gerente da Agência Ambiental de Santo Amaro, Engº Marcos Sogabe e demais funcionários desta Agência.

À Maria Carmem Ayres de Andrade Gomes, coordenadora do projeto de Recadastramento de fontes de poluição industrial e de fontes especiais de poluição da Bacia do Guarapiranga.

Aos Professores Dr. Uriel Duarte e Dr. Ricardo Hirata, pelas sugestões apresentadas no exame de qualificação.

À Marisa Rodrigues de Freitas, pela revisão de texto.

ÍNDICE

ÍNDICE.....	I
LISTA DE FIGURAS.....	IV
LISTA DE QUADROS.....	V
LISTA DE SIGLAS.....	VI
RESUMO.....	VIII
ABSTRACT.....	X
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS.....	2
3. CONCEITUAÇÃO.....	3
3.1. Área contaminada.....	3
3.2. Poluição e contaminação.....	7
3.3. Recuperação e remediação.....	8
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	10
4.1. Fontes de contaminação dos solos e águas subterrâneas.....	10
4.2. Problemas gerados pela presença das áreas contaminadas.....	13
4.3. Políticas e legislações utilizadas no gerenciamento das áreas contaminadas.....	19
4.3.1. Estados Unidos da América.....	21
4.3.2. Holanda.....	25
4.3.3. Alemanha.....	28
4.3.4. Brasil.....	31
4.4. Investigação e remediação de áreas contaminadas.....	35
5. METODOLOGIA DO GERENCIAMENTO DE ÁREAS CONTAMINADAS.....	42
5.1. Etapas do gerenciamento de áreas contaminadas.....	48
5.1.1. Definição da região de interesse.....	48
5.1.2. Identificação das áreas potencialmente contaminadas.....	51
5.1.2.1 Definição das atividades potencialmente contaminadoras.....	52
5.1.2.2 Levantamento de dados existentes e investigações em fotografias aéreas.....	57
5.1.2.3 Recebimento de denúncias e reclamações.....	59
5.1.2.4 Os resultados da etapa de identificação de áreas potencialmente contaminadas.....	60

5.1.3. Avaliação preliminar	63
5.1.3.1 Coleta de dados existentes	65
5.1.3.2 Inspeção de reconhecimento da área	70
5.1.3.3 Estabelecimento do modelo conceitual 1	72
5.1.3.4 Classificação 1	74
5.1.3.5 Apresentação dos resultados da etapa de avaliação preliminar	75
5.1.4. Investigação confirmatória	77
5.1.4.1 Plano de amostragem	79
5.1.4.2 Coleta de amostras	91
5.1.4.3 Realização das análises	92
5.1.4.4 Interpretação dos resultados	92
5.1.4.5 Definição do responsável pela contaminação	93
5.1.4.6 Classificação 2	95
5.1.5. Investigação detalhada	95
5.1.5.1 Plano de investigação	97
5.1.5.2 Coleta de dados	104
5.1.5.3 Interpretação dos resultados	105
5.1.6. Avaliação de Riscos	108
5.1.6.1 Coleta e avaliação de dados	110
5.1.6.2 Avaliação da toxicidade	110
5.1.6.3 Avaliação das vias de exposição	111
5.1.6.4 Caracterização do risco	112
5.1.6.5 Gerenciamento do risco	113
5.1.7. Investigação para a remediação	114
5.1.8. Projeto de Remediação	116
5.1.9. Remediação da área contaminada	119
5.2. Cadastro de Áreas Contaminadas	121
5.2.1. Cadastro físico	121
5.2.2. Cadastro informatizado	122
5.2.3. A ficha cadastral de áreas contaminadas	124
5.3. Priorização	127
5.3.1. Priorização 1	128
5.3.2. Priorização 2	129
5.3.3. Priorização 3	133
6. ESTUDO PILOTO: GERENCIAMENTO DE ÁREAS CONTAMINADAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RESERVATÓRIO GUARAPIRANGA	135
6.1. Área de estudo: bacia hidrográfica do reservatório Guarapiranga	135
6.2. Definição da região de interesse	138
6.3. Identificação das áreas potencialmente contaminadas na bacia do Guarapiranga	140

6.3.1. Definição das atividades potencialmente contaminadoras	140
6.3.2. Identificação das áreas potenciais pelo levantamento de dados existentes.....	141
6.3.3. Resultados da etapa de identificação das áreas potencialmente contaminadas.....	142
6.3.3.1 Lista do programa Guarapiranga.....	143
6.3.3.2 Lista de postos de serviço	146
6.3.3.3 Lista de áreas de disposição de resíduos	146
6.3.3.4 Lista de áreas de mineração do IPT.....	147
6.3.4. Priorização 1	147
6.4. Avaliação preliminar	152
6.4.1. Áreas de disposição de resíduos.....	153
6.4.2. Indústrias químicas.....	157
6.4.3. Postos de serviço.....	162
6.5. Classificação 1.....	166
6.5.1. Áreas de disposição de resíduos.....	166
6.5.2. Indústrias químicas.....	166
6.5.3. Postos de serviço.....	167
6.6. Priorização 2.....	167
6.7. Cadastro de áreas contaminadas.....	173
7. PROPOSIÇÕES PARA AÇÕES FUTURAS.....	177
7.1. Questões a serem consideradas no aperfeiçoamento da metodologia do gerenciamento de áreas contaminadas	177
7.2. Propostas para continuidade do gerenciamento na bacia do Guarapiranga	178
8. CONCLUSÕES.....	182
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	184
ANEXO 1	192
ANEXO 2	195
ANEXO 3	209
ANEXO 3A.....	211
ANEXO 3B.....	215

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1: Áreas degradadas	6
Figura 3.2: Recuperação de áreas contaminadas	9
Figura 5.1: Fluxograma do gerenciamento de áreas contaminadas	47
Figura 5.2: A etapa de definição da região de interesse	50
Figura 5.3: Mapa de uma região de interesse com a localização dos bens a proteger	51
Figura 5.4: Etapa de identificação de áreas potencialmente contaminadas	53
Figura 5.5: Utilização das fotografias aéreas na identificação de áreas potencialmente contaminadas	59
Figura 5.6: Mapa de uma região de interesse com as localizações das áreas potencialmente contaminadas	61
Figura 5.7: Áreas potencialmente contaminadas localizadas em região prioritária	62
Figura 5.8: A etapa de avaliação preliminar	64
Figura 5.9: Utilização de fotografia aérea na etapa de avaliação preliminar (CUNHA, 1997)	69
Figura 5.10: Uso e ocupação do solo ao redor de indústria desativada e identificação dos bens a proteger na etapa de avaliação preliminar.	70
Figura 5.11: Representação do modelo conceitual após a etapa de avaliação preliminar	73
Figura 5.12: Mapa da região prioritária com a nova classificação das áreas obtidas após a realização da etapa de avaliação preliminar.	76
Figura 5.13: A etapa de investigação confirmatória	78
Figura 5.14: Esquemas de distribuição de pontos de amostragem do solo na etapa de investigação confirmatória	82
Figura 5.15: Proposta de estratégias para a elaboração de plano de amostragem de solo e água subterrânea na etapa de investigação confirmatória (CETESB, 1999)	87
Figura 5.16: Localização dos pontos de amostragem de solo e água subterrânea em área suspeita de contaminação na etapa de investigação confirmatória.	94
Figura 5.17: A etapa de investigação detalhada	96
Figura 5.18: Esquemas de distribuição de pontos de amostragem do solo na etapa de investigação detalhada	102
Figura 5.19: Localização dos pontos de amostragem de solo e água subterrânea em área contaminada na etapa de investigação detalhada.	107
Figura 5.20: A etapa de avaliação de riscos.	109
Figura 5.21: A etapa de investigação para remediação	115
Figura 5.22: Projeto de remediação da área contaminada	117
Figura 5.23: Exemplo de um projeto de remediação de uma área contaminada	118
Figura 5.24: A etapa de remediação da área contaminada	120
Figura 5.25: Esquema de entrada de dados no cadastro de áreas contaminadas	122
Figura 5.26: Processamento de dados referentes às áreas contaminadas (CETESB, 1998)	124
Figura 5.27: O sistema de pontuação	134

Figura 6.1: Localização da bacia hidrográfica do Guarapiranga na RMSP	136
Figura 6.2: Mapa geológico simplificado da bacia do Guarapiranga (a partir de IPT, 1996) com a localização das áreas potencialmente contaminadas.....	149
Figura 6.3: Mapa da mancha urbana da bacia do Guarapiranga (IPT, 1996) com a localização das áreas potencialmente contaminadas	151
Figura 6.4: Croqui e modelo conceitual 1 da área D000061	156
Figura 6.5 : Croqui e modelo conceitual 1 da área I000284	161
Figura 6.6: Croqui e modelo conceitual 1 da área P000161	165
Figura 6.7: Distribuição dos postos de serviço (APs, ASs e ACs) por regiões da bacia do Guarapiranga e ano de início de atividades	169
Figura 6.8: Pontuações obtidas pelas áreas de disposição de resíduos	170
Figura 6.9: Distribuição das indústrias químicas avaliadas por intervalos de pontuação obtidos para cada um dos bens a proteger considerados.....	171
Figura 6.10: Distribuição dos postos de serviço avaliados, por intervalos de pontuação obtidos para cada um dos bens a proteger considerados.....	172
Figura 6.11: Distribuição de todas as áreas avaliadas, por intervalos de pontuação obtidos para cada um dos bens a proteger considerados	173
Figura 6.12: Mapa de localização das APs, ASs e ACs localizadas na bacia do Guarapiranga, identificadas após a execução da etapa de avaliação preliminar	175
Figura 6.13: Mapa detalhado de uma região localizada ao lado do reservatório Guarapiranga com as APs e ASs identificadas após a etapa de avaliação preliminar	176

LISTA DE QUADROS

Quadro 5.1: Atividades potencialmente contaminadoras das águas subterrâneas (modificado de USEPA, 1993a e USEPA, 1994).....	55
Quadro 5.2: Fontes de informação normalmente utilizadas para a execução da etapa de identificação de áreas potencialmente contaminadas	58
Quadro 5.3: Fontes e tipos de informação utilizadas na etapa de avaliação preliminar.....	65
Quadro 5.4: Exemplo de tabela a ser utilizada em estudo histórico (CUNHA,1997).....	67
Quadro 5.5: Probabilidade de identificar um foco de contaminação utilizando-se malha regular quadrada e a relação entre o espaçamento dos pontos de amostragem e o diâmetro do foco de contaminação (GILBERT, 1982 citado em BYRNES, 1994).....	84
Quadro 5.6: Sugestão de profundidades de amostragem do solo (ISO, 1994).....	86
Quadro 5.7: Estratégias de amostragem de solo e águas subterrâneas na etapa de investigação confirmatória (CETESB, 1999).....	88
Quadro 5.8: Configuração dos sub-critérios da ficha de pontuação de áreas contaminadas	131
Quadro 6.1: Distribuição das áreas potencialmente contaminadas (AP) e áreas com potencial de contaminação ausente (PCA), segundo a atividade econômica (código IBGE).....	143

LISTA DE SIGLAS

- **ABNT:** Associação Brasileira de Normas Técnicas
- **AC:** área contaminada.
- **AP:** área potencialmente contaminada.
- **AS:** área com suspeita de contaminação.
- **ASTM:** American Society for Testing and Material.
- **ASI:** Atividades contidas no cadastro da CETESB e que não foram caracterizadas como fonte de poluição (classificação do Programa Guarapiranga).
- **CCME:** "Canadian Council of Ministers of the Environment's".
- **CERCLA:** "Comprehensive Environmental Response, Compensation and Liability Act".
- **CERCLIS:** "CERCLA's Information System".
- **CETESB:** Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental.
- **DE:** Atividades desativadas, não substituídas por outra fonte de poluição (classificação do Programa Guarapiranga).
- **DEPA:** Danish Environmental Protection Agency.
- **DU:** Atividades cadastradas mais de uma vez (classificação do Programa Guarapiranga).
- **DUSM:** Departamento de Uso do Solo Metropolitano da SMA.
- **ELETROPAULO:** Companhia de Eletricidade de São Paulo S/A.
- **F:** Atividades incluídas na listagem inicial porém localizadas fora da bacia (classificação do Programa Guarapiranga).
- **FIESP:** Federação das Indústrias do Estado de São Paulo.
- **FPE:** Fontes especiais de poluição em atividade (classificação do Programa Guarapiranga).
- **FPI:** Fonte de poluição industrial em atividade (classificação do Programa Guarapiranga).
- **GTZ:** "Deutsche Gesellschaft fur Technische Zusammenarbeit GmbH".
- **HRS:** "Hazard Ranking System".
- **IBGE:** Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
- **IHOBE:** Sociedad Pública Gestión Ambiental (País Basco).
- **IPT:** Instituto de Pesquisas Tecnológicas.
- **NAT:** Empreendimentos existentes que negaram acesso aos técnicos (classificação do Programa Guarapiranga).
- **NE:** Atividades não encontradas nos endereços existentes no atual cadastro (classificação do Programa Guarapiranga).

- **NL:** Atividades não localizadas nos endereços existentes no atual cadastro (classificação do Programa Guarapiranga).
- **NPL:** "National Priorities List".
- **PA:** Fontes de poluição paralisadas temporariamente (classificação do Programa Guarapiranga).
- **RCRA:** "Resource Conservation and Recovery Act".
- **RMSP:** Região Metropolitana de São Paulo.
- **SABESP:** Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo.
- **SARA:** "Superfund Amendments and Reauthorization Act".
- **SGI:** Sistema Geográfico de Informações.
- **SMA:** Secretaria de Estado do Meio Ambiente (Estado de São Paulo).
- **SU:** Atividade desativada em cujo local foi implantada nova fonte de poluição (classificação do Programa Guarapiranga).
- **USEPA:** "United States Environmental Protection Agency".

RESUMO

O objetivo principal deste estudo foi desenvolver e apresentar a metodologia do gerenciamento de áreas contaminadas, tendo em vista a sua utilização para subsidiar a elaboração de uma legislação específica sobre o assunto.

Os procedimentos estabelecidos nesta metodologia proporcionam o conhecimento da extensão dos problemas gerados pelas áreas contaminadas e permitem o planejamento e implantação das formas de intervenção mais adequadas requeridas para cada área específica.

A metodologia do gerenciamento de áreas contaminadas é constituída por várias etapas, sendo estas constituídas por mecanismos utilizados para a localização das áreas onde existe o potencial para ocorrer a contaminação dos solos e águas subterrâneas; por procedimentos de avaliação e investigação, que visam confirmar ou não a presença de contaminação nas áreas estudadas; por métodos de avaliação dos riscos provocados por estas áreas aos bens a proteger e por procedimentos utilizados para a elaboração de propostas e implantação de medidas corretivas, visando a recuperação das áreas classificadas como contaminadas. As formas utilizadas para o registro das informações no cadastro de áreas contaminadas, criado para armazenar os dados coletados em todas as etapas do gerenciamento, também são descritas nesta metodologia.

A bacia hidrográfica do Guarapiranga, devido a sua importância para o abastecimento de água para a região metropolitana de São Paulo, foi selecionada como região de interesse para a aplicação das etapas iniciais do gerenciamento de áreas contaminadas, objetivando avaliar a viabilidade de sua utilização.

Inicialmente, foram identificadas as áreas potencialmente contaminadas localizadas na região de interesse selecionada, ou seja, as áreas onde são ou foram desenvolvidas atividades que utilizam substâncias, com potencial para gerar a contaminação dos solos e águas subterrâneas.

Em seguida, estas áreas foram priorizadas, selecionando-se aquelas onde são ou foram desenvolvidas atividades de disposição de resíduos, fabricação de produtos químicos (indústrias químicas) e comércio de combustíveis (postos de serviço), que

predominantemente, encontram-se localizadas em regiões da bacia consideradas mais importantes, em função de suas características geológicas e/ou por localizarem-se em áreas urbanas.

Para a realização da etapa de avaliação preliminar nestas áreas foram realizados levantamentos dos dados existentes e inspeções de reconhecimento, sendo a maior parte destas áreas, classificadas como áreas suspeitas de contaminação, devido à constatação de formas inadequadas de manejo das substâncias e construção destes empreendimentos. Os resultados destes trabalhos indicam a necessidade da realização da etapa de investigação confirmatória, para confirmar ou não a existência de contaminação nestas áreas.

Uma outra etapa de priorização foi executada, visando selecionar as áreas suspeitas de contaminação mais importantes, a serem submetidas à investigação confirmatória. Com esta finalidade, utilizou-se uma metodologia de pontuação para a determinação do risco relativos aos diversos bens a proteger sob influência destas áreas. Esta metodologia considera as informações levantadas na etapa de avaliação preliminar, ou seja, as características das fontes de contaminação, vias de transporte dos contaminantes e importância dos bens a proteger.

Nas áreas onde foram executadas as etapas iniciais do gerenciamento de áreas contaminadas foi constatada a necessidade de adoção de medidas corretivas, preventivas e proativas, visando evitar o agravamento ou o surgimento de novas áreas contaminadas. Algumas propostas, neste sentido são apresentadas neste estudo.

Os dados obtidos na execução das etapas de identificação de áreas potencialmente contaminadas, priorização 1, avaliação preliminar e priorização 2 na bacia do Guarapiranga, realizadas neste estudo, foram armazenadas no cadastro de áreas contaminadas e deverão ser utilizadas para dar continuidade à execução das etapas do gerenciamento e embasar as propostas efetuadas para implantação de medidas corretivas e preventivas, nas áreas avaliadas. Estes dados foram coletados de forma simples e rápida, demonstrando a viabilidade de aplicação desta metodologia.

ABSTRACT

The main purpose of this study was to introduce and develop the methodology of contaminated areas management, aiming its utilization at the elaboration of specific legislation to deal with this issue.

The established procedures provide a better understanding of the extend of the contaminated areas problem and allow the planning and implementation of the most suitable intervention forms required by each specific area.

The contaminated areas management is composed by several steps: identification of the areas where there is potential to occur soil and groundwater contamination; assessment and investigation procedures to confirm or not the contamination of the area; risk assessment methods to evaluate the risks to the goods to protect; elaboration of proposals of remediation to recuperate the areas that are contaminated. The procedures used to collect the information as well as the database used to store it are also described in this methodology.

In order to evaluate the feasibility of its utilization it was selected the Guarapiranga reservoir basin as the region of concern for the application of the initial steps of the contaminated areas management, due to its importance as a water supply source for the Metropolitan Region of São Paulo.

Potentially contaminated areas were identified in the selected region as the areas which activities were determined to have a potential to cause soil and groundwater contamination. Through the application of a priority criteria, activities of waste disposal, manufacture of chemical substances (chemical industries) and retail trade of fuel (gas stations) were selected, mainly for their location in the most important regions of the basin, in terms of geologic characteristics and closeness to the urban area.

The preliminary assessment of the areas was done initially by a survey of the existing information and recognition inspection to the areas. Most of them were classified as suspected of being contaminated because of inadequate handling of substances and inadequate forms of construction. The results of this work indicate that further investigation must be conducted in order to confirm the contamination in those areas.

Another priority criteria was applied to select the most important suspected areas. They were ranked using a method which takes into account the risks to the goods to protect. This methodology uses the information gathered during the preliminary assessment, such as the characteristics of the sources of contamination, the pathways of contaminants and the importance of the goods to protect.

In the areas where the initial stages of the management were performed, it was noticed the need to develop corrective, preventive and proactive actions to avoid the aggravation and the appearance of new contaminated sites. Some proposals of such actions are presented in this study.

The data obtained during the identification of potentially contaminated areas, the first prioritization, preliminary assessment, and the second prioritization, were stored in the inventory of contaminated areas and may be used to continue the execution of the next stages of the management to subsidize proposals of corrective and preventive actions. This information was gathered in a simple and fast way, showing that the application of this methodology is feasible.

1. INTRODUÇÃO

Os danos e/ou riscos gerados pela presença de áreas contaminadas são reconhecidos e priorizados em países desenvolvidos, como os Estados Unidos, Canadá, Alemanha, Holanda e vários outros países europeus. Nestes são desenvolvidas políticas e aplicados vultuosos recursos na tentativa de recuperar as áreas para um uso ambientalmente e economicamente viável. No Estado de São Paulo, assim como em todo o Brasil, ainda não existe uma política neste sentido, embora seja reconhecida a existência de um grande número de áreas contaminadas e as possíveis consequências para o meio ambiente.

Desta forma, a metodologia do gerenciamento de áreas contaminadas foi desenvolvida para subsidiar a criação de legislação específica e procedimentos técnicos necessários para a adoção efetiva de formas organizadas de controle das áreas contaminadas.

Dentro desta metodologia, destaca-se a necessidade da utilização de um cadastro, para o armazenamento e organização das informações coletadas durante a execução de todas as etapas do gerenciamento de áreas contaminadas.

A bacia hidrográfica do Guarapiranga, região estratégica para a proteção dos mananciais utilizados para abastecimento na região metropolitana de São Paulo, foi escolhida como região piloto para a execução das etapas iniciais da metodologia do gerenciamento de áreas contaminadas, visando avaliar sua eficiência, além de permitir a execução de um levantamento dos principais problemas ambientais gerados por estas áreas.

2. OBJETIVOS

O objetivo principal do presente estudo foi desenvolver a metodologia do gerenciamento de áreas contaminadas, para que esta possa ser utilizada como base para a definição de uma legislação específica sobre o assunto. Esta metodologia também poderá ser utilizada pelos órgãos de controle e planejamento ambiental federais, estaduais e municipais, ou até mesmo entidades privadas para orientar suas ações no sentido de solucionar os problemas gerados devido à existência das mesmas.

Outro objetivo do trabalho foi verificar os pontos onde a metodologia deve ser melhorada e identificar as questões que necessitam futuras discussões entre as partes envolvidas, como os órgãos de controle ambiental, universidades, comunidade científica, representantes da indústria e população, que poderão contribuir para seu aperfeiçoamento.

Por meio da aplicação prática da metodologia do gerenciamento, na bacia do Guarapiranga, pretendeu-se propôr medidas corretivas, de forma planejada, visando a eliminação ou minimização dos danos e/ou riscos gerados pelas áreas contaminadas aos bens a proteger, principalmente à saúde da população, à qualidade das águas utilizadas para abastecimento (recursos hídricos superficiais e subterrâneos) e a qualidade dos solos.

Além da abordagem corretiva, as informações levantadas durante a execução das etapas iniciais do gerenciamento de áreas contaminadas, foram utilizadas para a elaboração de propostas de medidas preventivas e proativas, com o objetivo de evitar o agravamento das contaminações existentes e evitar o surgimento de novas áreas contaminadas.

3. CONCEITUAÇÃO

3.1. Área contaminada

Para o desenvolvimento da metodologia do gerenciamento de áreas contaminadas, com vistas a adoção de procedimentos técnicos necessários à implantação efetiva de formas organizadas de controle destas áreas e para definir as bases de uma legislação específica sobre o assunto, é necessário definir o significado do termo “**área contaminada**”.

Nas legislações especializadas criadas em vários países existem diferentes definições para este termo. As definições presentes nas legislações do Reino Unido, Região de Flandres (Bélgica) e Alemanha são apresentadas a seguir, como exemplos.

Na legislação do Reino Unido (“Section 57 of the Environment Act, 1995”), que necessita de regulamentação para ser implantada, “uma **área contaminada** é qualquer área ou terreno, que apresenta-se para a autoridade local, estar em tal condição, por apresentar substâncias sobre, dentro ou abaixo da superfície do terreno, onde: um dano significativo está sendo causado ou existe a possibilidade de tal dano ser causado; ou a poluição de águas controladas está sendo, ou está provavelmente sendo causada” (POLLARD; HERBERT, 1998).

Segundo VAN DYCK (1995), na região de Flandres, na Bélgica, “uma **área contaminada** pode ser definida como um local onde, como resultado das atividades humanas, resíduos estão presentes ou a poluição dos solos e águas subterrâneas ocorrem ou podem ocorrer”.

Na Legislação Federal da Alemanha, que passou a vigorar em 1999 (“Bodenschutzgesetz”), uma **área contaminada** é definida como “locais abandonados de disposição, tratamento ou armazenagem de resíduos e áreas industriais abandonadas onde substâncias ambientalmente perigosas foram manejadas, causando mudanças prejudiciais à qualidade do solo ou outros perigos para o indivíduo ou para o público em geral” (BIEBER et al., 1998).

Nota-se que, nestas definições, existe uma preocupação em considerar não apenas a presença de poluentes, mas também a ocorrência de danos ou riscos aos bens a proteger, como a qualidade das águas em geral, a qualidade dos solos e das águas subterrâneas, a saúde do indivíduo e do público em geral.

A definição do Reino Unido inclui a importância do órgão gerenciador, ou autoridades ambientais, que deverão decidir se uma área poderá ser classificada como um área contaminada ou não. Nesta definição não são fixados os compartimentos do meio ambiente que possam ser atingidos, enquanto que na definição da Região de Flandres, os solos e águas subterrâneas são destacados.

Na Alemanha a saúde do indivíduo e da população em geral são destacados e salienta-se alguns tipos de fontes de poluição do solo, áreas de disposição de resíduos e áreas industriais abandonadas.

Desta forma, para obter-se uma definição adequada do termo "**área contaminada**", aplicável para o Brasil ou especificamente para o Estado de São Paulo, devem ser considerados os seguintes fatores:

- a presença de poluentes ou contaminantes na área;
- não destacar fontes de contaminação, contaminantes ou bens a proteger que possam ser atingidos devido a grande diversidade destes;
- realçar que os contaminantes podem se concentrar ou serem transportados nos vários compartimentos do meio ambiente;
- introduzir a noção do termo via de transporte dos contaminantes, não considerada nas definições estrangeiras apresentadas;
- considerar a ocorrência de danos ou riscos aos bens a proteger, conforme tendência adotada por vários países.

Portanto, para o desenvolvimento da metodologia do gerenciamento de áreas contaminadas propõe-se uma definição ampla para o termo "**área contaminada**", visando englobar a maioria das possíveis formas de ocorrência e problemas gerados pela existência destas, apresentada a seguir.

Uma **área contaminada** pode ser definida como uma 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 destes meios, se propagando 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.

Segundo a Política Nacional do Meio Ambiente (Lei 6.938/81) são considerados **bens a proteger**:

- a saúde e o bem estar da população;
- a fauna e a flora;
- a qualidade do solo, das águas e do ar;
- os interesses de proteção à natureza/paisagem;
- a ordenação territorial e planejamento regional e urbano;
- a segurança e ordem pública.

Segundo SÁNCHEZ (1998), na literatura especializada internacional e nacional são empregados vários termos, que podem ser considerados sinônimos do termo “**área contaminada**”, como por exemplo: “sítio contaminado”, “terrenos contaminados”, “solos contaminados” e “solo poluído”.

Outro termo normalmente encontrado na literatura especializada, principalmente quando se trata de áreas mineradas e de grandes obras civis, é o termo “**área degradada**”. Segundo SÁNCHEZ (1998), dando enfoque ao compartimento solo, o termo “**degradação**”, é o termo mais amplo, e engloba o termo “**poluição**”. Este autor considera, por exemplo, que o termo “**degradação do solo**”, significa a ocorrência de alterações negativas das suas propriedades físicas, tais como sua estrutura ou grau de compactidade, a perda de matéria devido à erosão, e a alteração de características químicas, devido a processos como a salinização, lixiviação, deposição ácida e a introdução de poluentes.

Desta forma, pode-se definir uma “**área degradada**” como uma área onde ocorrem processos de alteração das propriedades físicas e/ou químicas de um ou mais compartimentos do meio ambiente. Portanto, uma **área contaminada** pode ser considerada um caso particular de uma **área degradada**, onde ocorrem alterações principalmente das propriedades químicas, ou seja, contaminação.

Portanto, conforme destacado na figura 3.1, pode-se concluir que as **áreas degradadas** podem ocorrer em duas formas principais: as áreas degradadas predominantemente por processos físicos e as áreas degradadas predominantemente por processos químicos, ou **áreas contaminadas**, destacando-se que em determinadas áreas os dois processos podem ocorrer simultaneamente.

Poder considerar uma **área contaminada** como um tipo particular de **área degradada** é um fator importante, pois propicia a utilização da Legislação Federal existente nos casos de adoção de medidas de remediação de áreas contaminadas.

A Lei 6.938/81, regulamentada pelo Decreto 99.274/90, sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, que introduz instrumentos de planejamento ambiental e determina a responsabilização e penalidades para casos de poluição, em seu artigo 2º e 4º, apresenta como objetivo desta Lei a "recuperação de **áreas degradadas** e ao poluidor obrigação de recuperar e/ou indenizar os danos causados".

Figura 3.1: Áreas degradadas

3.2. Poluição e contaminação

Para a definição de “**área contaminada**” foram utilizados os termos “**poluição**” e “**contaminação**”. Neste estudo, estes termos foram considerados como sinônimos por serem utilizados amplamente na literatura especializada e legislação ambiental. Entretanto, algumas diferenças são observadas entre os mesmos em alguns textos.

Segundo BRANCO (1991), os termos “**poluição**” e “**contaminação**” são empregados freqüentemente como sinônimos especialmente nos países de língua espanhola da América Latina. Entretanto este autor considera interessante distinguir os dois conceitos. Desta forma, dando enfoque sobre os ambientes aquáticos superficiais, BRANCO (1991) considera que o termo “**contaminação**” se refere à transmissão pela água, de elementos, compostos ou microorganismos que possam prejudicar a saúde do homem. Ao contrário, a “**poluição**” se caracteriza muito mais por seus efeitos ecológicos, que produzem transformações do meio ambiente, de forma a este tornar-se impróprio ao desenvolvimento normal das populações aquáticas.

Desta forma, considerando todos os compartimentos do ambiente e a abordagem apresentada por BRANCO (1991), o termo “**contaminação**”, pode ser definido como a introdução no meio ambiente de organismos patogênicos, substâncias tóxicas ou outros elementos, em concentrações que possam afetar a saúde pública. Portanto, a **contaminação** pode ser considerada um caso particular de **poluição**, sendo esta qualquer alteração ou transformação das características do meio de forma a afetar a saúde, segurança e bem estar do homem e a vida da fauna e flora. BRANCO (1991) destaca que, com muita freqüência, a **contaminação** e a **poluição** se acham associadas, porque podem ter a mesma origem, alterando tanto as características naturais do meio em geral, quanto, ao mesmo tempo, causando riscos para a saúde do homem.

Na Legislação Ambiental Federal do Brasil e do Estado de São Paulo o termo mais aplicado e claramente definido é “**poluição**”, enquanto o emprego do termo “**contaminação**” é limitado a algumas citações, como por exemplo, na Lei 6134/88, que dispõe sobre a preservação dos depósitos naturais de águas subterrâneas do Estado de São Paulo, no seu artigo 4º, é citado que “os órgãos estaduais competentes manterão serviços indispensáveis à avaliação dos recursos hídricos do subsolo, fiscalizarão sua exploração e adotarão medidas contra a **contaminação** dos aquíferos e deterioração das águas subterrâneas”.

A Lei 997/76, que dispõe sobre o controle da poluição ambiental no Estado de São Paulo, apresenta a seguinte definição para o termo “**poluição**”: “Considera-se **poluição** do meio ambiente a presença, o lançamento ou a liberação, nas águas, no ar ou no solo, de toda e qualquer forma de matéria ou energia, com intensidade, em quantidade, de concentração ou com características em desacordo com as que forem estabelecidas em decorrência desta Lei, ou que tornem ou possam tornar as águas, o ar ou solo:

- impróprios, nocivos ou ofensivos à saúde;
- inconvenientes ao bem-estar público;
- danosos aos materiais, à fauna e à flora;
- prejudiciais à segurança, ao uso e gozo da propriedade e às atividades normais da comunidade”.

Esta definição favorece assumir os dois termos como sinônimos, pois nela está incluído o conceito de risco e/ou danos à saúde das pessoas e a outros bens a proteger.

3.3. Recuperação e remediação

No Brasil, diferentes termos são utilizados para descrever os processos pelos quais uma área contaminada recebe intervenções, visando a contenção, isolamento, remoção ou redução das concentrações dos contaminantes. Normalmente, são utilizados os termos “**recuperação**” de áreas contaminadas, “**remediação**” de áreas contaminadas ou em alguns casos é utilizado o termo “**restauração**”. O emprego dos termos “**recuperação**” e “**restauração**”, que podem ser considerados como sinônimos, significam readquirir uma condição, enquanto que o termo “**remediação**”, amplamente utilizado internacionalmente em língua inglesa (“remediation”), significa dar remédio, sanear, tornar uma área saudável, curar.

Desta forma, propõe-se neste estudo a aplicação destes termos, quando tratar-se do assunto áreas contaminadas, segundo os princípios apresentados a seguir. Deve-se entender por **recuperação** de uma área contaminada o processo de aplicação de medidas corretivas necessárias para isolar, conter, minimizar ou eliminar a contaminação, visando a utilização dessa área para um determinado uso. Esta definição considera que o princípio da “aptidão para um determinado uso” é mais viável técnica e economicamente em países onde os recursos são escassos do que o princípio da “multifuncionalidade” (restaurar as condições naturais, viabilizando todos os tipos de uso de uma área), que vem sendo abandonado pela maioria dos países.

Desta forma, para recuperar uma área contaminada pode ser feita uma escolha entre dois tipos de medidas: as que se destinam à **compatibilização ao uso atual ou futuro** da área contaminada e medidas de **remediação**.

As medidas de **compatibilização ao uso atual ou futuro** da área contaminada compreendem a definição de uma utilização (onde a contaminação continuará presente na área), que garante que não existirão vias de transporte de contaminantes ou receptores expostos à contaminação. Por exemplo, pode-se optar pela implantação de um estacionamento, com pavimento impermeável, ao invés da área ser utilizada para fins residenciais, o que pode implicar na não necessidade de outras formas de intervenção na área. Este tipo de ação pode ser tomada tendo como base a presença de baixo risco de transporte e exposição aos contaminantes e portanto, baixos riscos aos bens a proteger, determinados em estudos de avaliação de riscos.

As medidas de **remediação** ("aplicação de remédios"), basicamente podem ser divididas em dois tipos: medidas de contenção ou isolamento da contaminação, e medidas para o tratamento dos meios contaminados, visando a eliminação ou redução dos níveis de contaminação a níveis aceitáveis, ou previamente definidos. Deve-se considerar, que medidas de contenção e tratamento podem ser adotadas conjuntamente. Desta forma, pode-se considerar que o termo "**recuperação**" engloba os termos "**remediação**" (contenção e tratamento) e "**compatibilização ao uso atual ou futuro da área**", conforme figura 3.2.

Figura 3.2: Recuperação de áreas contaminadas

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1. Fontes de contaminação dos solos e águas subterrâneas

Segundo FETTER (1993), uma grande variedade de substâncias ou materiais têm sido identificadas como contaminantes nas águas subterrâneas, incluindo substâncias químicas orgânicas sintéticas, hidrocarbonetos, substâncias inorgânicas, patogênicos e radionuclídeos. Uma parte destas substâncias pode se apresentar em subsuperfície dissolvida na água das zonas não saturada e saturada (fase dissolvida) e outras substâncias (compostos orgânicos), devido à sua baixa solubilidade, podem se apresentar tanto em fase dissolvida, quanto em fase livre (fase insolúvel ou imiscível). Parte desta fase livre pode se propagar pelas zonas não saturada e saturada e uma outra pode ficar retida na matriz sólida, formando a chamada fase retida ou adsorvida. Alguns compostos podem também se volatilizar, formando a chamada fase vapor. Estes contaminantes, quando não retidos ou eliminados pelos processos de atenuação, podem ser transportados pela zona não saturada e saturada podendo atingir receptores, que em função da exposição aos contaminantes podem sofrer efeitos adversos.

As áreas contaminadas e os problemas gerados devido a existência destas podem ser originados a partir de uma enorme quantidade de tipos de fontes potenciais de contaminação, pois na maioria das atividades humanas são geradas substâncias, resíduos e/ou efluentes, com potencial para contaminar os diferentes compartimentos do meio ambiente, destacando-se, neste estudo, os solos e águas subterrâneas.

Por exemplo, as substâncias inorgânicas ocorrem naturalmente ou são originadas em fontes antropogênicas, assim como alguns radionuclídeos, enquanto que as substâncias orgânicas sintéticas podem ter origem em diferentes e variados tipos de atividades humanas, como indústrias e áreas comerciais (FETTER, 1993).

Segundo UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY - USEPA (1993a), a contaminação das águas subterrâneas pode ser causada a partir da disposição inadequada de resíduos sólidos e líquidos; pelo lançamento e abandono ilegal de substâncias químicas utilizadas em residências, no comércio e na indústria; pelo derramamento acidental de substâncias de caminhões, trens, ou durante o abastecimento de aviões; por locais onde estas substâncias são manejadas e armazenadas, como os tanques aéreos e subterrâneos; ou devido à localização, projeto, construção, ou manutenção imprópria de poços de abastecimento de água.

Além disso, segundo USEPA (1993a) a contaminação pode ter origem a partir de emissões atmosféricas de contaminantes como compostos de enxofre e nitrogênio decorrentes de emissões de indústrias e automóveis. Os contaminantes podem atingir as águas subterrâneas a partir de atividades desenvolvidas acima da superfície do terreno, como o armazenamento de resíduos industriais; de fontes abaixo da superfície do terreno mas acima do nível d' água, como sistemas sépticos; de estruturas abaixo do nível d' água, como poços; ou de águas de recarga contaminadas.

Segundo HIRATA (1994), de maneira simplificada, uma atividade industrial pode gerar cargas contaminantes importantes associadas:

- à disposição de matéria prima líquida (por meio de vazamentos dos tanques e/ou dutos) ou sólida (em pátios abertos e infiltração do lixiviado no solo pela própria umidade ou carregada pelas águas de chuva);
- aos gases do processo produtivo, quando estes, contendo substâncias perigosas de alta toxicidade, podem ser lançados à atmosfera e se infiltrarem no solo, carregados pelas águas de chuva;
- ao vazamento de produtos e/ou efluentes das instalações industriais;
- à infiltração de águas e produtos utilizados na limpeza de máquinas, peças ou das instalações;
- à disposição incorreta de efluentes líquidos, em lagoas, corpos de água superficial, infiltração no solo, injeção profunda;
- ao vazamento das disposições provisórias de resíduos industriais ou mesmo de produtos;
- ao armazenamento e disposição incorreta dos resíduos de tratamento de efluentes;
- ao armazenamento e disposição incorreta de resíduos sólidos.

Segundo CUNHA (1997), a origem das áreas contaminadas pode estar associada a diferentes fontes de poluição, sendo as mais usuais as de natureza industrial, de sistemas de tratamento e disposição de resíduos, e as relacionadas ao armazenamento e distribuição de substâncias químicas, entre estas as de comercialização de combustíveis.

De acordo com INSTITUTO GEOLÓGICO - IG et al. (1997) e HIRATA (1994), existem basicamente dois tipos de fontes ou atividades potencialmente geradoras de carga poluidora do subsolo: fontes pontuais e fontes difusas ou multipontuais. Entre as atividades potencialmente contaminadoras pontuais estão enquadradas, por exemplo, as atividades industriais, onde são manuseadas substâncias químicas, realizadas práticas de armazenagem,

disposição e tratamento de resíduos e efluentes; as atividades de disposição de resíduos domiciliares e industriais, as atividades de mineração, cemitérios, armazenamento de substâncias químicas em tanques aéreos e subterrâneos. Entre as fontes dispersas ou multipontuais podem ser incluídas as atividades de saneamento "in situ", ou seja, o saneamento básico efetuado sem rede de esgoto, utilizando-se fossas sépticas ou negras (fonte multipontual); as atividades agropecuárias, onde são aplicadas taxas exageradas de defensivos agrícolas, fertilizantes e efluentes em grandes áreas.

Em função da grande variedade de fontes potenciais de contaminação existem na literatura diferentes formas de classificação.

FETTER (1993) apresenta uma complementação do relatório do Congresso Americano, "*Protecting the Nation's Ground Water from Contamination*, the Office of Technology Assessment (OTA)", de 1984, mostrando as fontes de contaminação das águas subterrâneas, que podem ser consideradas também como fontes de contaminação dos solos, classificadas em seis categorias:

- a primeira categoria é constituída por fontes projetadas para descarga de substâncias no subsolo, incluindo tanques sépticos e fossas negras (normalmente descarregam efluentes de origem doméstica, vários tipos de compostos orgânicos e inorgânicos); poços de injeção de substâncias perigosas, águas salgadas da exploração de petróleo, etc. (a contaminação das águas subterrâneas pode ocorrer devido a má construção do poço ou falhas de projeto); aplicação de efluentes municipais ou industriais no solo, lodos de tratamento de água utilizados como fertilizantes, resíduos oleosos de refinarias ("landfarming");
- na segunda categoria estão incluídas as fontes projetadas para armazenar, tratar e/ou dispor substâncias no solo, na qual estão incluídas as áreas de disposição de resíduos (aterros sanitários e industriais, lixões, botas-fora, etc.); lagoas de armazenamento e tratamento de vários tipos de efluentes industriais; depósitos ou pilhas de resíduos de mineração; tanques de armazenamento de substâncias, aéreos ou subterrâneos;
- na terceira categoria estão enquadradas as fontes projetadas para reter substâncias durante o seu transporte como oleodutos, tubulações para o transporte de esgoto e efluentes industriais; transporte de substâncias químicas, como combustíveis por meio de caminhões e trens;

- na quarta categoria estão as fontes utilizadas para descarregar substâncias como consequência de atividades planejadas, na qual estão incluídas a irrigação ou fertirrigação de lavouras, aplicação de pesticidas e fertilizantes na lavoura; percolação de poluentes atmosféricos;
- a quinta categoria é constituída por fontes, que funcionam como um caminho preferencial para que os contaminantes entrem em um aquífero, como por exemplo, poços de produção de petróleo e poços de monitoramento com falhas de construção e projeto;
- na sexta categoria estão posicionadas as fontes naturais ou fenômenos naturais associados às atividades humanas, das quais pode-se citar a interação entre águas subterrâneas e superficiais contaminadas, a ocorrência natural de substâncias inorgânicas nas águas subterrâneas e a intrusão salina.

4.2. Problemas gerados pela presença das áreas contaminadas

Vários são os problemas gerados pelas áreas contaminadas. SÁNCHEZ (1998), aponta quatro problemas principais: existência de riscos à segurança das pessoas e das propriedades, riscos à saúde pública e dos ecossistemas, restrições ao desenvolvimento urbano e redução do valor imobiliário das propriedades.

Um dos primeiros problemas a ser reconhecido como de grande importância é a contaminação das águas subterrâneas utilizadas para abastecimento público e domiciliar, além do comprometimento de aquíferos ou reservas importantes de águas subterrâneas. A literatura especializada em todo o mundo descreve inúmeros casos de contaminação das águas subterrâneas por diferentes tipos de fontes de contaminação.

No Brasil, alguns estudos podem ser citados, como é o caso de POPPE et al. (1987), que monitoraram a contaminação das águas subterrâneas em área de infiltração de efluentes de indústria química; GUIGUER (1987), que investigou a pluma de contaminação das águas subterrâneas gerada pela infiltração de chorume gerado em aterro sanitário; HASSUDA (1989), que estudou a contaminação das águas subterrâneas causada pela disposição de vinhaça em "áreas de sacrifício"; HIRATA (1991), que detectou a contaminação das águas subterrâneas por solventes orgânicos sintéticos; PACHECO et al. (1991), que detectaram a contaminação das águas subterrâneas por cemitérios ; e OLIVEIRA (1992), que avaliou a contaminação das

águas subterrâneas por hidrocarbonetos provenientes de vazamentos de tanques de combustível em posto de serviço.

A contaminação por fontes dispersas ou multipontuais, como as atividades agrícolas e os sistemas de saneamento "in situ", podem causar danos em escala regional à qualidade das águas subterrâneas, pois estas atividades são desenvolvidas em grandes áreas aplicando-se no solo compostos nitrogenados e orgânicos (HIRATA, 1994).

Como consequência da presença de áreas contaminadas podem ser geradas condições favoráveis para o acúmulo de gases em residências, garagens, porões a partir de solos e águas subterrâneas contaminadas por substâncias voláteis originadas, por exemplo, de vazamentos de combustíveis ocorridos em postos de serviço ou pela produção de gases, como o metano, em áreas de disposição de resíduos urbanos.

Estes exemplos ilustram claramente os riscos e, em alguns casos, os danos que podem ocorrer à segurança das pessoas residentes nas vizinhanças, ou até mesmo, às pessoas que residem ou trabalham nestas áreas, bem como ao patrimônio público e privado. Vários casos de contaminação dos solos e águas subterrâneas por vazamentos de combustível em postos de serviço foram registrados pela COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL - CETESB (1998), principalmente em áreas urbanas, gerando riscos de explosão. Um exemplo de avaliação da presença de gases e perigo de explosão em um conjunto residencial devido a existência de uma área de disposição de resíduos do tratamento de esgoto é apresentado em CETESB (1997).

Segundo SÁNCHEZ (1998), a existência de áreas contaminadas gera, não somente, problemas evidentes, com a ocorrência ou a possibilidade de explosões e incêndios, mas também ocasiona danos ou riscos à saúde das pessoas e ecossistemas, ocasionados por processos que se manifestam, em sua maioria, a longo prazo, provocando: o aumento da incidência de doenças em pessoas expostas às substâncias químicas presentes em águas subterrâneas coletadas em poços; contato dermal e ingestão de solos contaminados por crianças ou trabalhadores, inalação de vapores, e consumo de alimentos contaminados (hortas irrigadas com águas contaminadas ou cultivadas em solo contaminado e animais contaminados).

Para ilustrar este problema pode ser citado o trabalho de CUNHA (1997), que caracterizou a contaminação por mercúrio e HCH (Hexaclorociclohexano) e realizou estudo de avaliação de

riscos em uma área industrial desativada, sendo registrado risco inaceitável para a saúde das crianças que adentram esta área, devido ao contato direto com solo contaminado e à inalação de ar contaminado pelas substâncias provenientes do solo.

A presença de uma área contaminada pode representar também a limitação dos usos possíveis do solo, induzindo restrições ao desenvolvimento urbano e problemas econômicos relativos ao valor dos imóveis. Nos Estados Unidos e Canadá, por exemplo, após a adoção de leis que restringiam a utilização de áreas contaminadas, observou-se restrições ao desenvolvimento urbano (SÁNCHEZ, 1998).

BEAULIEU (1998) destaca que no início da década de 80, quando as áreas contaminadas começaram a ser reconhecidas como um problema ambiental importante, os inventários de áreas contaminadas existentes naquela época, como o "Inventário de Áreas Contaminadas por Resíduos Perigosos da Província do Quebec" e a Lista Nacional de Prioridades ("National Priority List" - NPL) dos Estados Unidos, eram constituídos basicamente por locais de disposição de resíduos perigosos. Além da preocupação em remediar estes locais, na Lei que estabeleceu o "Superfund" dos Estados Unidos, já existia a preocupação em evitar a transferência dos custos de investigação e remediação de áreas contaminadas para os governos ou "partes inocentes". Este princípio foi adotado por alguns estados americanos, como é o caso do Estado de Nova Jersey, que criou a Lei de Responsabilização pela Limpeza Ambiental de Nova Jersey ("New Jersey Environmental Cleanup Responsibility Act"), que ampliou o conceito de áreas contaminadas, incluindo no inventário e obrigando os estabelecimentos industriais, que utilizavam substâncias ou resíduos perigosos, a remediar suas propriedades como condição para poderem vendê-las.

Durante a década de 80, nos Estados Unidos e Canadá, várias indústrias foram fechadas e essas antigas áreas industriais localizadas nos centros das cidades, próximas às áreas com infra-estrutura urbana e bom acesso atraíram os investidores, sendo elaborados projetos para reutilização dessas áreas criando-se novas áreas residenciais, comerciais e industriais.

Após a investigação dessas áreas, foi constatado que várias encontravam-se contaminadas, em decorrência das atividades desenvolvidas anteriormente. Como consequência deste fato, o número de áreas contaminadas registradas cresceu exponencialmente e um novo enfoque surgiu, que foi o de prevenir a ocupação de áreas industriais desativadas ou abandonadas contaminadas, sem que ações destinadas à remediação destas áreas fossem realizadas.

Em função dos altos custos envolvidos na investigação e remediação destas áreas, os investidores foram atraídos para áreas ainda não ocupadas localizadas fora dos centros urbanos, conhecidos como "greenfields", causando o abandono das antigas áreas industriais denominadas "brownfields", gerando um dos maiores problemas ambientais e sociais existentes nestes países atualmente. Nos Estados Unidos são estimados que existam de 130.000 a 450.000 áreas enquadradas como "brownfields", com um custo potencial para sua recuperação de US\$ 650 bilhões. Apenas na Cidade de Chicago, 18 % das áreas industriais estão sem uso, o que corresponde a mais que 610 hectares, ou cerca de 2.000 locais. (BEAULIEU, 1998).

As dificuldades em recuperar antigas áreas industriais também são observadas em outros países, como por exemplo no Reino Unido e Alemanha, onde existem propostas para utilização destas para uso residencial.

No Reino Unido existem propostas para o reaproveitamento de 60% das áreas consideradas como "brownfields", "derelict" ou "vacant land" (termos empregados no Reino Unido para denominar estas áreas), para serem ocupadas por 4,4 milhões de novas residências estimadas como necessárias até o ano de 2016 (POLLARD; HERBERT, 1998).

Na Alemanha são estimados cerca de 20.000 hectares de áreas industriais abandonadas nas principais cidades, que poderão ser reutilizadas para novos usos (FREIER; REPPE, 1998).

Na Região Metropolitana de São Paulo, principal região industrial do Brasil, antigas áreas industriais desativadas vêm sendo utilizadas para novos usos, conforme destaca SÁNCHEZ (1998), citando alguns exemplos, como o antigo gasômetro localizado no bairro do Brás, em São Paulo, onde hoje funciona uma repartição pública, e um "shopping center", que ocupou uma área onde funcionou uma indústria mecânica. A mudança do uso industrial para o uso residencial e comercial ou indústrias leves vem ocorrendo nesta região indicando que existe grande possibilidade de sucederem os mesmos problemas observados nos países citados.

Desta forma, as indústrias desativadas, conforme destaca CUNHA (1997), "provavelmente se incluem entre as fontes de contaminação do solo e águas subterrâneas mais importantes na Região Metropolitana de São Paulo, uma vez que sobre elas já não se exerce qualquer forma de controle ambiental e as restrições à sua reutilização estão associadas às leis de zoneamento urbano, as quais ainda não consideram as questões relativas à poluição ambiental".

Existem inúmeras dificuldades para resolver os problemas gerados pela existência das áreas contaminadas, devido a grande quantidade de áreas existentes e pela diversidade de tipos de fontes de contaminação, contaminantes, vias de transporte destes e receptores ou bens a proteger que podem ser atingidos. Consequentemente se torna necessário desenvolver estratégias para a identificação, investigação e priorização, além da aplicação de várias formas de remediação, implicando na maioria das vezes em custos elevados.

Para exemplificar esta situação são apresentados a seguir vários números, citados em vários trabalhos publicados por representantes de vários países, que desenvolveram inventários, cadastros ou registros de áreas potencialmente contaminadas, suspeitas de contaminação e contaminadas.

Deve ser considerado que diferentes critérios são utilizados para o registro desses dados e para a classificação dessas áreas nesses diferentes países.

Segundo GENSKE; NOLL (1995), não existem levantamentos confiáveis para quantificar com precisão o número total de áreas industriais contaminadas abandonadas na Europa. Estima-se, que cerca de 52.000 hectares de terrenos abandonados pela indústria mineira, sendo 43.000 hectares pertencentes a apenas cinco membros da União Européia, a saber Grã Bretanha, França, Bélgica, Espanha e Alemanha. Na França são estimados 20.000 hectares de áreas industriais abandonadas.

Na Região de Flandres, na Bélgica, foram registradas até 1997, 7000 áreas contaminadas no "Registro de Solos Poluídos" (DE NIJS et al., 1998).

Na Áustria, segundo STEIRER (1998), até o final de 1997 foram cadastrados no "Registro de Áreas Potencialmente Contaminadas" 2584 áreas suspeitas de contaminação, sendo 93% aterros municipais e 7% áreas industriais. Foram registradas até este ano 133 áreas consideradas contaminadas.

SANDEN; FREIER (1998), citam que na Alemanha, até 1997, haviam sido registradas 190.716 áreas suspeitas de contaminação, que necessitam ser investigadas e avaliadas, sendo 87.444 áreas de disposição de resíduos abandonadas e 103.272 áreas industriais abandonadas, não contabilizando áreas militares contaminadas e áreas de produção de armamentos desativadas.

BIEBER et al. (1998), citam que as áreas atualmente utilizadas ou que foram utilizadas para uso militar na Alemanha compreendem cerca de 1 milhão de hectares, correspondendo a 2,8% de seu território. Estimativas de 1990, indicam 1500 "locais perigosos" onde foram produzidos armamentos.

Na Suíça, atualmente, estão registrados 50.000 áreas suspeitas de contaminação, sendo estimadas 4.000 áreas contaminadas (WENGER et al., 1998).

Na Finlândia, até o momento, foram registrados 10.400 áreas suspeitas de contaminação e 650 áreas contaminadas de acordo com SEPPÄNEN et al. (1998).

No Reino Unido, estimativas de 1993, indicam a existência de 100.000 a 200.000 hectares de terrenos potencialmente afetados por contaminação (POLLARD; HERBERT, 1998).

Na Holanda, são estimadas, 100.000 áreas contaminadas que necessitam ser remediadas, custando aproximadamente à comunidade holandesa 50 bilhões de dólares. A este total podem ser adicionadas também os problemas relativos às fontes difusas ou dispersas de contaminação e sedimentos contaminados de rios e canais (DANISH ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY - DEPA, 1997).

Segundo CETESB (1998), foram estimadas 41.000 áreas potencialmente contaminadas na Região Metropolitana de São Paulo (dados de 1996).

Nos Estados Unidos, segundo KOVALICK; KINGSCOTT (1995), na Lista Nacional de Prioridades ("National Priority List" - NPL) do Programa "Superfund", até dezembro de 1994, haviam 1355 áreas registradas e aproximadamente 38.000 locais registrados no CERCLIS ("Comprehensive Environmental Response and Liability System" – cadastro geral deste programa), que foram avaliados, mas não foram incluídas na NPL. Como esses locais tendem a sofrer o estigma da associação com o Programa "Superfund", desencorajando a reutilização desses terrenos, a USEPA, em 1995, como parte de um esforço para ajudar a revitalizar áreas urbanas, removeu 25.000 locais do inventário do "Superfund", devido ao baixo risco para a saúde e ao meio ambiente que os mesmos ofereciam.

Além do elevado número de áreas contaminadas registradas na NPL e CERCLIS, pode-se destacar a grande quantidade de áreas contaminadas geradas pelo vazamento de tanques

enterrados, enquadradas no Programa "UST" ("underground storage tanks") e as áreas sob a responsabilidade Federal, especificamente dos Departamentos de Defesa, Energia e Interior.

Nos Estados Unidos, há milhões de tanques subterrâneos de armazenamento que contém produtos derivados de petróleo ou substâncias químicas perigosas. Em 1988, a USEPA estimou que existem cerca de dois milhões de tanques subterrâneos nos Estados Unidos localizados em mais de 700.000 empreendimentos, sendo que uma grande parte destes apresentou vazamentos (NARDI, 1997).

Nos Estados Unidos milhões de unidades federais estão contaminadas com resíduos perigosos, resíduos radioativos, combustível e uma grande variedade de outras substâncias tóxicas. Estas unidades incluem locais como minas abandonadas, plantas de produção de armas nucleares, postos de distribuição de combustível e áreas de disposição de resíduos. O Departamento de Defesa é responsável por mais de 21.000 áreas potencialmente contaminadas; o Departamento de Energia, por mais de 10.000; e o Departamento do Interior por mais de 26.000, sendo estimados custos de US\$ 30 bilhões, entre US\$ 200 e US\$350 bilhões e entre US\$ 4 e 8 bilhões, respectivamente, para resolver o problema (USEPA, 1999).

O grande número de áreas contaminadas registradas na maioria dos países que desenvolvem ações no sentido de as recuperar, procedimento que normalmente necessita de grandes recursos técnicos e econômicos, criou uma questão fundamental, que é a necessidade de estabelecer políticas, visando definir qual o nível aceitável que as remediações devem atingir, para que se tenha um balanço aceitável entre os custos e benefícios aceitos pela sociedade.

4.3. Políticas e legislações utilizadas no gerenciamento das áreas contaminadas

BEAULIEU (1998), descreve que o mundo industrializado começou a se conscientizar dos problemas causados pelas áreas contaminadas no final da década de 70 e início da década de 80, após a ocorrência de "casos espetaculares" como "Love Canal", nos Estados Unidos; "Lekkerkerk" na Holanda; e "Ville La Salle" no Canadá. Após estes eventos foram criadas políticas e legislações em vários países, províncias e estados.

As políticas e abordagens de diversos países para lidar com áreas contaminadas diferem largamente devido a circunstâncias e fatores locais. Por exemplo, existem diferenças na definição de áreas contaminadas, nos procedimentos de avaliação de risco, na origem dos critérios de qualidade do solo, na metodologia para definir prioridades, nos conceitos de

recuperação (“multifuncionalidade” e “aptidão para o uso”), nos procedimentos de remediação, na garantia de qualidade das investigações e remediação, e no monitoramento (VAN DEN BRINK et al., 1995).

SÁNCHEZ (1998), identificou cinco tipos de abordagem governamentais para lidar com os problemas gerados pelas áreas contaminadas: a negligente, a reativa, a corretiva, a preventiva e a proativa.

A abordagem **negligente** é observada em países ou regiões onde ainda não existe um reconhecimento público dos problemas gerados pelas áreas contaminadas. Sob a alegação de que a população não se preocupa com estes problemas, não efetuando reclamações, ou alegando a existência de outros problemas mais importantes, como por exemplo, os vários problemas sociais existentes em países em desenvolvimento, o problema das áreas contaminadas na maior parte das vezes é ignorado.

A abordagem **reativa** caracteriza-se pela adoção de ações emergenciais em situações onde os riscos ou danos são evidentes e existe pressão da população para que os órgãos governamentais tomem alguma atitude. Em geral os órgãos governamentais não estão preparados para tratar destes problemas, gerando ações desarticuladas.

A abordagem **corretiva** adota formas planejadas e sistematizadas de ação, prevendo-se as intervenções necessárias em áreas contaminadas prioritárias. Pressupõe a necessidade de remediar áreas contaminadas após a identificação e diagnóstico destas.

A abordagem **preventiva** considera que embora os contaminantes possam ter-se acumulado durante a operação de um empreendimento, eles devem ser reduzidos ou eliminados quando de sua desativação ou fechamento. Tal enfoque pressupõe, no mínimo, a preparação e implementação de um plano de desativação do empreendimento.

A abordagem **proativa** é aquela que busca evitar que a contaminação se acumule durante a operação de um empreendimento, minimizando assim os impactos ambientais durante todo o ciclo de vida de uma instalação.

Segundo SÁNCHEZ (1998), os países que mais avançaram no trato da questão das áreas contaminadas, passando por etapas caracterizadas por posturas negligentes e reativas, evoluíram no sentido de adotar políticas corretivas, e começaram também a esboçar ações de

cunho preventivo voltadas para alguns setores industriais cujo potencial de contaminação de solos é elevado.

A seguir, são apresentados exemplos de políticas e legislações sobre áreas contaminadas existentes nos Estados Unidos, Holanda e Alemanha, países que apresentam grande desenvolvimento na aplicação de metodologias para o gerenciamento de áreas contaminadas, além das legislações existentes no Brasil que podem estar relacionadas a este problema.

4.3.1. Estados Unidos da América

Nos Estados Unidos, na metade da década de 70, os problemas de contaminação do solo, da água e do ar, gerados pelo manejo inadequado de substâncias perigosas foram reconhecidos amplamente. Como consequência, o Congresso Americano, em 1976, aprovou a primeira lei relacionada este problema, que foi a **Lei de Conservação e Recuperação dos Recursos** ("**Resource Conservation and Recovery Act**" - RCRA), que regulamenta a gestão das substâncias perigosas (tratamento, armazenamento, transporte e disposição final) (CASE, 1997).

Em seguida, em 1980, visando complementar o RCRA, com enfoque direto sobre os problemas gerados pelas áreas contaminadas abandonadas ou desativadas, e com o objetivo de recuperar a qualidade dos solos contaminados e outros meios atingidos antes que estes causassem prejuízos à saúde humana e ao meio ambiente, foi aprovado pelo Congresso Americano a lei intitulada **Lei Ambiental Ampla para Resposta, Compensação e Responsabilização** ("**Comprehensive Environmental Response, Compensation and Liability Act**" - CERCLA) (LEE, 1997).

Para cumprir o objetivo do CERCLA foi criado o primeiro fundo nacional para recuperar áreas contaminadas, mais conhecido como "**Superfund**", para financiar a identificação das áreas contaminadas, a realização de ações emergenciais, a caracterização e recuperação das áreas contaminadas abandonadas ou desativadas, onde não há responsável identificado. Por meio do CERCLA foram destinados, para um período de cinco anos, US\$ 1,6 bilhão a ser aplicado nas áreas abandonadas mais críticas existentes no país. Em 1986 foi promulgada a **Lei de Reautorização e Reforma do Superfundo** ("**Superfund Amendments and Reauthorization Act**" - SARA), disponibilizando mais US\$ 8,5 bilhões, dobrando para US\$ 16,3 bilhões quando da nova reautorização em 1990 (CHIRAS, 1994, citado em SÁNCHEZ, 1998).

No SARA foi apresentada a regulamentação do fundo, que recebe recursos provenientes de impostos que incidem sobre o petróleo e outros produtos químicos, bem como do tesouro americano e de outras taxas de natureza variada (LEE, 1997).

Os recursos do “Superfund” são utilizados para garantir que as áreas contaminadas incluídas na **Lista Nacional de Prioridades (“National Priority List” – NPL)** sejam investigadas e seu saneamento executado, e que as Partes Potencialmente Responsáveis (“Potentially Responsible Party” – PRPs) cumpram suas obrigações de cobrir esses gastos voluntariamente ou por ação judicial. No caso das PRPs falirem, não tenham condições financeiras para fazer o pagamento ou não possam ser identificadas, o governo assume a responsabilidade de executar a remediação por meio da USEPA (Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos - “Environmental Protection Agency”). Os procedimentos a serem seguidos pela USEPA estão estabelecidos no **Plano Nacional de Contingência (“National Contingency Plan” – NCP)**. Podem ser considerados como PRPs: os geradores de resíduos, os proprietários atuais e antigos das instalações onde foram manejadas, depositadas ou armazenadas substâncias perigosas, assim como as empresas que tenham aceitado resíduos perigosos para seu transporte (LEE, 1997).

O processo de identificação, investigação e recuperação de áreas contaminadas no CERCLA é constituído pelas seguintes etapas, conforme apresentado em LEE (1997):

- inicialmente é feita a identificação do local e a avaliação inicial, nas áreas com a presença de substâncias perigosas indicadas por relatórios federais, estaduais ou até mesmo por denúncias dos cidadãos. Em seguida as áreas indicadas são registradas no **“Comprehensive Environmental Response and Liability System” – CERCLIS**, que é o inventário do CERCLA;
- nas áreas registradas no CERCLIS, a USEPA deve realizar uma Avaliação Preliminar (“Preliminar Assessment” - PA), por meio da utilização de dados existentes sobre a área e inspeção ao local. Caso estes dados indiquem que a área poderá representar riscos significativos, pode ser necessária a realização de investigações adicionais para coletar informações sobre as substâncias perigosas presentes no local e os possíveis receptores humanos e ambientais, além das vias de propagação dos contaminantes;
- estas informações são utilizadas no **“Hazardous Ranking System” (HRS)**, sistema utilizado para priorização das áreas contaminadas, para que cada área receba uma

pontuação, que leva em consideração a toxicidade das substâncias, a localização dos receptores, os caminhos de exposição e o risco para a cadeia alimentar humana, para o ar e para as águas subterrâneas. Uma área é incluída na "National Priority List" (NPL) quando a pontuação obtida no HRS supera o valor 28,5;

- após a inclusão na NPL são realizadas investigações detalhadas na área visando determinar a natureza e extensão da distribuição das substâncias perigosas na área e as rotas de exposição, sendo esta etapa denominada Investigação para Remediação ("Remedial Investigation" – RI);
- quando as informações coletadas na RI são consideradas suficientes, parte-se para a realização do Estudo de Viabilidade ("Feasibility Study – FS), que visa avaliar e selecionar as melhores alternativas para remediar uma área contaminada. Como resultado do processo conhecido como RI/FS devem ser definidos os níveis de concentração dos contaminantes, que a área deverá apresentar após a execução da remediação. Vários critérios são utilizados para este fim, incluindo a definição dos **Requerimentos Aplicáveis ou Relevantes e Apropriados** ("**Applicable or Relevant and Appropriate Requirements**" – **ARARs**), o que significa que a remediação deverá atingir concentrações estabelecidas em legislação federal ou estadual; considerar a proteção da saúde humana e do meio ambiente (avaliação de riscos); considerar a opinião da comunidade e aceitação do governo estadual. Além destes fatores, a remediação deve ser economicamente viável.

Segundo a AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS - ASTM (1996), os níveis a serem atingidos, ou os objetivos da remediação de solos e águas subterrâneas contaminadas, têm sido definidos aplicando-se diferentes critérios, desde a aprovação do CERCLA e também do RCRA. Estes critérios são:

- limpeza da área até os níveis de concentração natural ("background") serem atingidos;
- limpeza até níveis estabelecidos pelos limites de detecção;
- limpeza até níveis não detectados pelos métodos analíticos;
- limpeza até níveis estabelecidos pela capacidade da melhor tecnologia disponível de remediação;
- limpeza até níveis estabelecidos por precedentes, por exemplo, registros de decisões em áreas do "Superfund", decisões de autoridades em locais similares, etc.;

- limpeza até níveis de padrões existentes ou guias, por exemplo Níveis Máximos de Contaminação (MCLs) estabelecidos no "Safe Drinking Water Act", níveis de ação no Regulamento de Ação Corretiva do RCRA, etc.;
- limpeza até níveis de proteção individual de exposição potencial, como os estabelecidos por estudos de avaliação de risco à saúde;
- combinação destes critérios.

Nos Estados Unidos outros programas são destinados à remediação de áreas contaminadas, como o próprio "Resource Conservation and Recovery Act" (RCRA), que possui programas de ação corretiva para propriedades industriais ativas, além de vários programas estaduais, que incluem instalações federais do Departamento de Defesa e Energia. Mais de 40 estados possuem seus próprios programas para locais que não estão sendo endereçados pelos esforços federais. A extensão global do problema da remediação de áreas contaminadas nos Estados Unidos é enorme, mesmo que as discussões correntes sobre intervenções expeditas, visando a adequação ao uso do solo ou a realização de remediação tratando-se apenas os locais com concentração mais elevadas de contaminantes ("hot spots"), o custo final para recuperação das áreas cadastradas são estimados em dezenas de bilhões de dólares (KOVALICK; KINGSCOTT, 1995).

Como exemplo significativo pode-se citar o **Programa "Underground Storage Tanks" ("UST")**, que faz parte do RCRA, em seu subtítulo I, decretado em 1984, para controlar e prevenir vazamentos e derramamentos em tanques subterrâneos de armazenamento. O subtítulo I se dirige a tanques que armazenam substâncias regulamentadas, incluindo gasolina, óleo cru e outros derivados de petróleo, e substâncias perigosas definidas pelo Programa "Superfund" (NARDI, 1997).

Segundo NARDI (1997), desde 1984, um grande volume de recursos têm sido aplicado para a limpeza de solos e águas subterrâneas contaminadas. Em um estudo foi estimado que, no período de 2 anos, até março de 1995, mais de 5 bilhões de dólares foram gastos pelo governo e indústria na remediação de áreas contaminadas por vazamentos em tanques subterrâneos, sendo necessários 35 bilhões de dólares para remediar as áreas restantes.

Segundo LAGREGA et al. (1994), o "Superfund" é apenas um dos programas existentes nos Estados Unidos cujo objetivo está voltado para a remediação de áreas contaminadas. Outros programas podem ser citados, além do Programa "UST":

- programas voluntários realizados pela iniciativa privada para evitar a entrada nos programas federais;
- programas estaduais;
- programas de ação corretiva em áreas ativas e desativadas de tratamento, armazenamento ou disposição de resíduos regulamentadas pelo RCRA;
- programas federais do Departamento de Defesa e do Departamento de Energia;
- remediação de áreas contaminadas requeridos por alguns estados, antes que a transferência legal de uma propriedade possa ocorrer.

4.3.2. Holanda

A descrição da política de prevenção à contaminação e remediação dos solos contaminados da Holanda é apresentada a seguir de forma resumida, tendo como base o artigo de VAN HARDEVELD et al.(1995).

Na Holanda a **Lei Provisória para a Limpeza dos Solos, de 1983**, e a **Lei para a Proteção do Solo, de 1987**, regulamentam as medidas necessárias à prevenção da contaminação do solo e a adoção de medidas para a remediação de solos contaminados.

Na legislação holandesa é dado grande destaque para as medidas preventivas, que se baseiam nas licenças ambientais exigidas pelos órgãos provinciais e municipais para várias tipos de atividades industriais. Um novo guia para o estabelecimento de tecnologias e medidas para a prevenção da contaminação do solo está sendo desenvolvido para auxiliar na aplicação das licenças, visando orientar a execução do projeto das novas instalações. Assim, espera-se o melhorar as condições dos pisos, pavimentos, sistemas de coberturas, transporte de efluentes, tubulações em geral, monitoramento da qualidade dos solos e das águas subterrâneas e avaliação de riscos potenciais.

A base para o planejamento e adoção de medidas corretivas é a utilização dos sistemas de gerenciamento em regiões geográficas específicas, isto é, nas províncias e municípios. As informações obtidas a partir dos procedimentos estabelecidos para o gerenciamento são utilizadas para:

- informar o público e empresas sobre a qualidade do solo e as restrições ao seu uso, como por exemplo, passivos ambientais prejudiciais ao processo de transferência de propriedades;
- dar suporte ao planejamento e desenvolvimento das regiões, visando garantir o uso sustentável do solo de uma forma aceitável pela sociedade;
- estabelecer prioridades para a adoção de medidas corretivas em áreas contaminadas;
- estabelecer procedimentos para conceder licenças para construções, considerando as necessidades de remediação dos solos contaminados;
- prevenir a contaminação de solos limpos.

Os conhecimentos ou informações adquiridas são registradas em inventários visando, por exemplo, confeccionar mapas dos locais identificados e investigados, da qualidade do solo e de vulnerabilidade, que são a base para a tomada das decisões relativas à adoção de medidas corretivas em áreas prioritárias.

O conceito central da política holandesa é a restauração das propriedades funcionais do solo para o homem, flora e fauna (conceito da "multifuncionalidade"), isto é, implica que o objetivo da remediação, a longo prazo, é atingir as concentrações naturais.

Em função de problemas técnicos e econômicos, nem sempre é possível atingir as concentrações naturais a curto prazo requerendo-se, por exemplo, que os contaminantes sejam isolados e imobilizados. Neste caso as propriedades multifuncionais não são restauradas.

O custo da aplicação das medidas preventivas e corretivas são pagas pela pessoa que realiza o ato de poluir. O poluidor, o proprietário ou o usuário são as partes que podem ser indicadas como responsáveis primários pela contaminação. O governo pode ser indicado nos casos onde não pode ser identificado o responsável pela contaminação.

O governo provincial ou municipal avalia as propostas de remediação e negocia as soluções caso a caso, de acordo com critérios estabelecidos na legislação e pelas autoridades. Durante a remediação o governo atua como fiscal dos trabalhos de remediação.

Outros agentes são envolvidos no processo, desenvolvendo projetos para o reaproveitamento de áreas contaminadas, assumindo os custos de remediação, que poderão ser cobrados posteriormente do poluidor.

Existem dois tipos de valores padrão para solo e águas subterrâneas na Holanda: os **valores alvo** ("target value") e os **valores de intervenção**. Estes valores substituíram os valores conhecidos anteriormente como valores ABC.

Os **valores alvo** indicam as concentrações a serem atingidas, como objetivo da remediação.

Os **valores de intervenção** indicam o nível acima do qual uma contaminação pode ser considerada grave. Eles são os sucessores dos antigos valores C. Se estes valores são ultrapassados em uma área, deverá ser determinada a urgência da implantação das medidas corretivas.

De acordo com a Lei de Proteção do Solo da Holanda, em seu Plano da Política Ambiental Nacional 2, foi estabelecido que a presente geração não deve deixar como herança nenhum passivo ambiental significativo.

Desta forma, os passivos ambientais atuais devem ser reduzidos ou eliminados para proporções aceitáveis até 2015, quando os casos denominados urgentes de contaminação deverão ter sido remediados ou controlados, além terem sido implantadas medidas de controle nos casos não urgentes de contaminação.

Desde 1 de janeiro de 1995, um sistema foi colocado em funcionamento na Holanda para estabelecimento da urgência de remediação. O sistema é baseado no risco atual para o homem e ecossistemas, além do risco relacionado ao avanço da contaminação.

Um critério volumétrico está associado aos valores de intervenção na definição de uma área contaminada. Para confirmar a existência de uma contaminação considerada grave no solo, a concentração média do contaminante, em um volume mínimo de 25 metros cúbicos de solo, deve exceder o valor de intervenção. No caso da contaminação das águas subterrâneas, necessita-se de um volume mínimo superior a 100 metros cúbicos.

Entretanto DEPA (1997) cita que na Holanda, no ritmo em que a remediação das áreas contaminadas está sendo realizada, apenas 20% dos problemas serão resolvidos em uma geração. Desta forma, estão em pauta, atualmente na Holanda, propostas para melhorar a velocidade do processo de remediação, como por exemplo:

- fortalecer a necessidade de abordagens preventivas, visando evitar a geração de novas áreas contaminadas;
- integrar o processo de remediação de áreas contaminadas aos projetos de desenvolvimento de novas áreas residenciais ou de renovação de áreas industriais (o que implica em considerar o princípio da "aptidão para o uso" futuro como objetivo da remediação);
- criar novas formas de financiamento para a remediação de áreas contaminadas;
- pesquisar e aplicar recursos em novas tecnologias de remediação, mais efetivas e mais baratas.

4.3.3. Alemanha

De acordo com a Constituição Federal da Alemanha, os estados têm a competência para implementar a remediação de áreas contaminadas. Os estados devem garantir que as áreas suspeitas de contaminação sejam registradas, que os riscos sejam avaliados e que, se necessário, medidas de remediação sejam realizadas. Os Estados devem arcar com as despesas para a execução destas atividades se o responsável pela área contaminada não for identificado (BIEBER; FRANZIUS, 1998).

Em função deste fato, os estados criaram suas próprias legislações, estabelecendo-se diferentes formas para lidar com os problemas relacionados às áreas contaminadas. Várias listas de áreas a serem remediadas foram confeccionadas, utilizando-se diferentes critérios de seleção. Várias listas de padrões de qualidade dos solos e águas subterrâneas foram criadas nos diferentes estados, com o objetivo de definir as concentrações indicativas da presença de contaminação e as necessidades de investigação e remediação. A criação da **Lei Federal de Proteção do Solo ("Bodenschutzgesetz")**, que passou a vigorar em 1999, proporcionará a unificação da forma de atuação em relação às áreas contaminadas. Nesta Lei, o princípio do "poluidor pagador" também é aplicado, ou seja, a pessoa que causou a contaminação é responsável, inclusive o sucessor. Ao lado do poluidor, o proprietário, usuário e locatário também podem ser considerados responsáveis (SANDEN; FREIER, 1998).

A Lei de Proteção do Solo unifica também as definições para os termos áreas suspeitas de contaminação ("Altlastenverdächtige Flächen") e áreas contaminadas ("Altlasten") na Alemanha (CETESB, 1999). Desta forma, as áreas suspeitas de contaminação são definidas como todas as áreas de disposição de resíduos desativadas ("Altablagerungen") e áreas industriais e

comerciais desativadas, nas quais foram utilizadas substâncias que representam risco ambiental ("Altstandorte").

As áreas contaminadas são definidas como áreas de disposição de resíduos desativadas e áreas industriais e comerciais desativadas que podem causar poluição do solo ou outros riscos para o bem estar público e individual.

Os aspectos centrais da Lei de Proteção de Solo são:

- as áreas suspeitas de contaminação devem ser identificadas, avaliadas e investigadas pelo órgão público responsável;
- o responsável pela contaminação deve realizar a remediação;
- o responsável pela contaminação deve elaborar um plano de remediação;
- o público em geral deve ser informado sobre os problemas gerados pelas áreas contaminadas.

Segundo BIEBER; FRANZIUS (1998), a Lei de Proteção do Solo estabelece três categorias de padrões ou critérios de qualidade dos solos a serem utilizados para a tomada de decisões. O primeiro nível (**nível de ação**) indica que investigações adicionais não são necessárias, quando as concentrações dos contaminantes determinadas na área suspeita de contaminação não ultrapassam este nível; o segundo nível (**nível de investigação**) indica a necessidade de investigações adicionais na área para avaliar a extensão da contaminação e verificar a existência de riscos; e o terceiro nível (**nível de precaução**) indica a existência de riscos e, portanto, a necessidade de adoção de medidas corretivas.

Outras leis federais e estaduais alemãs, apresentadas a seguir, estão relacionadas e são aplicadas nos casos de contaminação dos solos e águas subterrâneas (CETESB, 1999).

A **Lei Federal de Circuito Econômico e de Resíduos Sólidos** ("Kreislaufwirtschafts und Abfallgesetz"), que entrou em vigor em outubro 1996 e substituiu a **Lei de Resíduos Sólidos de 1986**, tem importância no processo de remediação de áreas contaminadas, pois o solo contaminado é classificado como resíduo sólido ("Abfälle"), devendo receber os mesmos cuidados aplicados a estes.

A **Lei Federal de Construções** ("Baugesetzbuch") é a base legal para a execução das construções civis na Alemanha, e estabelece os instrumentos do planejamento urbano: o Plano

Diretor Municipal ("Flächennutzungsplan") e o Plano Específico de Uso do Solo ("Bebauungsplan"). Esta Lei tem grande importância na recuperação das antigas regiões industriais. Nestes planos é obrigatório registrar e considerar as áreas contaminadas.

A Lei de Avaliação de Impacto Ambiental ("Gesetz über die Umweltverträglichkeit"), de 1990, possui interface com a problemática das áreas contaminadas no licenciamento das instalações construídas para a realização da remediação de áreas contaminadas, como por exemplo, instalações para tratamento de solo e águas subterrâneas contaminadas, que devem ser aprovadas pelo poder público baseando-se nesta Lei.

Na Alemanha dez estados estabeleceram seções especiais sobre áreas contaminadas em suas leis de resíduos sólidos, como por exemplo, o Estado da Saxônia, que criou a **Lei de Circuito Econômico de Resíduos e de Proteção de Solo** e o Estado de Hessen, que estabeleceu a sua Lei Estadual de Áreas Contaminadas.

A Lei Estadual de Áreas Contaminadas de Hessen é considerada a mais detalhada e avançada com respeito a atuação sobre as áreas contaminadas, incluindo procedimentos para a identificação de áreas suspeitas e contaminadas, para a identificação do responsável pela contaminação, quem é que deve arcar com os custos da remediação, para o cadastramento de áreas contaminadas e na definição das competências dos órgãos públicos.

Na Alemanha, a recuperação de antigas áreas industriais tem atraído recursos, como aqueles provenientes do Fundo de Desenvolvimento Regional Europeu ("European Regional Development Fund" - ERDF), que tem estimulado as atividades de remediação em uma escala regional. O esquema do fundo é estruturado de uma forma onde as principais responsabilidades estão com os parceiros envolvidos na remediação, isto é, a comunidade local, os investidores, e o público em geral. Como apenas uma parte dos custos da remediação são subsidiados pela União Européia a criação de uma variedade de modelos de gerenciamento são estimulados, nos quais a parceria pública/privada tem provado ser um modelo de sucesso, como ocorre no Distrito do Ruhr na Alemanha (GENSKE; NOLL, 1995).

A reciclagem de antigas áreas industriais é um mercado consolidado em certos estados alemães. No estado alemão de "Nordrhein - Westfalen", por exemplo, a remediação de 525 áreas industriais em 217 cidades foi financiada com a quantia de 1.1 bilhão de Euros (no período de 1980 - 1994). Dos 6304 hectares de áreas remediadas, 70% foram vendidos no final de 1993, principalmente para investidores privados. É estimado que cerca de 4 bilhões de

Euros têm sido investidos em remediação de áreas contaminadas industriais abandonadas neste estado, gerando 87.000 novos empregos (GENSKE; NOLL, 1995).

4.3.4 Brasil

Segundo SÁNCHEZ (1998), no Brasil não existe uma política específica, visando resolver a problemática das áreas contaminadas. Nos diversos casos existentes, tenta-se aplicar as leis vigentes, apresentadas a seguir, que em geral não possuem ferramentas específicas para tratar a questão.

A **Lei Federal 6.938/81**, regulamentada pelo **Decreto 99.274/90**, define a **Política Nacional do Meio Ambiente**, e regulamenta a estrutura administrativa de proteção e de planejamento ambiental. Esta Lei introduz alguns instrumentos de planejamento ambiental e determina a necessidade de recuperação da qualidade ambiental, incluindo, por exemplo, a necessidade de se recuperar áreas degradadas e determinar a responsabilidade e penalidades para o responsável, nos casos de poluição. Desta forma, esta Lei poderia ser utilizada considerando-se as áreas contaminadas como um tipo de área degradada. De acordo com a Lei, o responsável pela poluição tem o dever de reparar os danos causados por suas atividades, ao meio ambiente ou a terceiros, ou pagar indenização correspondente.

A **Lei Federal 6.766/79** define as competências do estado e do município sobre a questão do **parcelamento do solo**, podendo esta ser um instrumento importante na interface entre as áreas contaminadas e o desenvolvimento urbano. De acordo com esta Lei não é permitido o parcelamento do solo em áreas poluídas.

A nova **Lei da Natureza, 9.605/98 (Crimes Ambientais)**, além do poluidor ser obrigado a promover a recuperação ambiental, impõe multas e penas para quem causar poluição de qualquer natureza que possa provocar, entre outros, danos à saúde pública, tornar uma área urbana ou rural imprópria para a ocupação humana e causar poluição hídrica.

A **Lei 9.433/97**, que institui a **Política Nacional de Recursos Hídricos**, visa assegurar a disponibilidade da água em padrões de qualidade adequados ao seu uso e integrar a gestão dos recursos hídricos à gestão ambiental.

No Estado de São Paulo a **Lei 997/76** dispõe sobre o **Controle da Poluição Ambiental**, proibindo o lançamento de poluentes nas águas, no ar e no solo. Considerando as áreas contaminadas como fonte permanente de poluentes do solo, da água e do ar, a Lei deve ser aplicada exigindo medidas adequadas pelo Poder Executivo autorizado.

No **Decreto 8.468/76**, que regula a Lei 997/76 são colocadas as atribuições da CETESB como órgão executivo. Considerando-se as áreas contaminadas como fator nocivo ao meio ambiente, esta Lei estabelece uma base legal que poderia ser utilizada no processo de identificação de áreas contaminadas e na avaliação dos riscos.

A nova **Lei 9.509/97** dispõe sobre a **Política Estadual de Meio Ambiente**, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação. Esta Lei estabelece a necessidade de adoção de medidas visando a prevenção e recuperação do meio ambiente degradado, informar a população sobre o nível da poluição e a obrigar o poluidor a recuperar os danos por ele causados.

A **Lei 6.134/88** dispõe sobre a **Preservação dos Depósitos Naturais de Águas Subterrâneas**. O **Decreto 32.955/91**, que regulamenta a Lei, impõe que as atividades ligadas ao manejo de resíduos devem ser conduzidas de modo a não poluir as águas subterrâneas e apresenta regulamentos para projetos de disposições de resíduos no solo, bem como a obrigação de monitoramento pelo empreendedor e a obrigação de remediação em casos de alterações na qualidade da água.

A **Lei 9.999/98**, que altera a **Lei 9472/96**, disciplina o uso de áreas industriais e estabelece que poderão ser admitidos novos usos em zonas industriais que tenham se descaracterizado, como usos residenciais, comerciais, de prestação de serviços e institucional, desde que não haja contaminação na área, o que deve ser atestado pelo órgão ambiental estadual (CETESB) por meio de um parecer técnico. Esta Lei poderá ter aplicação importante no reaproveitamento de áreas industriais abandonadas.

Outras leis estaduais têm relação com o problema de áreas contaminadas:

- **Lei 898/75, Legislação de Proteção dos Mananciais Metropolitanos**. Esta lei foi substituída pela nova **Lei Estadual de Proteção dos Mananciais**, aprovada em 14/10/97 (**Lei número 9866/97**).

- **Lei 1.817/78**, que estabelece os **objetivos e as diretrizes para o desenvolvimento industrial metropolitano e disciplina o zoneamento industrial**, a localização, a classificação e o licenciamento de estabelecimentos industriais na RMSP;
- **Lei 7.663/91**, que estabelece normas de orientação à **Política de Recursos Hídricos**, bem como ao **Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos**;
- **Lei 7.750/92**, que dispõe sobre a **Política de Saneamento**.

SÁNCHEZ (1998) propõe sugestões para a elaboração de uma política de áreas contaminadas, inspiradas na observação das experiências estrangeiras e na experiência brasileira adquirida na aplicação da **Legislação sobre Recuperação de Áreas Degradadas pela Mineração (decreto 97.632/89)**, esta última, segundo este autor, como exemplo a não ser seguido. Desta forma, uma legislação ou política de áreas contaminadas deve abordar os aspectos corretivos, preventivos e proativos do problema.

A proposta de abordagem corretiva apresentada por SÁNCHEZ (1998), concorda com a proposta apresentada pela CETESB (1999), que estabelece que a base fundamental para a atuação segura sobre as áreas contaminadas seria uma lei específica no nível estadual, sintonizada com as legislações municipais. Por exemplo, no município de São Paulo, existem vários instrumentos legais que podem serem utilizados para a resolução dos problemas gerados pelas áreas contaminadas:

- Lei Orgânica do Município;
- Código de Meio Ambiente (em elaboração);
- Plano Diretor;
- Lei de Zoneamento Urbano.

Segundo CETESB (1999), a proposta de lei de áreas contaminadas deve conter basicamente os seguintes aspectos:

- definição do universo de atuação, ou seja, estabelecer as definições de áreas potencialmente contaminadas, áreas suspeitas de contaminação e áreas contaminadas;
- estabelecer os objetivos básicos a serem atingidos pela lei, ou seja, adotar o princípio de que a realização da remediação de uma área deve viabilizar seu uso futuro, ou adotar o princípio de que devem ser restauradas as condições de multifuncionalidade?
- definir os órgãos competentes e suas atribuições;

- definir os procedimentos e regulamentos pelos quais as áreas contaminadas são identificadas, avaliadas, investigadas e remediadas;
- geração e administração, pelo órgão competente, de um cadastro de áreas potencialmente contaminadas, áreas suspeitas de contaminação e áreas contaminadas, cujos dados subsidiarão as decisões para o estabelecimento de ações corretivas nas áreas contaminadas, o planejamento urbano, os processos para aprovação de projetos, a transferência de propriedades e/ou mudança do uso do solo, além de tornar pública a localização destas áreas;
- procedimentos para a definição dos responsáveis (poluidores, proprietários, ex-proprietários, acionistas, empresários, gerentes de empresas e agentes financiadores, etc.);
- estabelecer as obrigações do responsável/causador e do órgão competente;
- definição dos procedimentos para definição das responsabilidades sobre os custos da investigação e remediação das áreas contaminadas;
- criação e administração de recursos financeiros destinados à investigação e remediação de áreas contaminadas;
- colaboração entre o órgão estadual competente e os órgãos públicos municipais;
- criação de canais de comunicação com a população.

A título preventivo SÁNCHEZ (1998) sugere:

- definição de procedimentos legais de responsabilização penal pela contaminação de solos e águas subterrâneas;
- exigência de garantias financeiras para a recuperação de áreas contaminadas como condição para a implantação de certas atividades como mineração, disposição de resíduos e certas atividades industriais e comerciais;
- emprego de procedimentos sistematizados para desativação de indústrias.

Sob a perspectiva proativa, SÁNCHEZ (1998) sugere:

- a melhoria dos procedimentos de licenciamento ambiental, levando em conta o ciclo de vida do empreendimento;
- o planejamento da desativação de certos tipos de empreendimento, prevenindo-se a criação ou ampliação dos passivos ambientais.

No Estado de São Paulo, uma ação sistemática voltada à identificação e avaliação de áreas contaminadas teve início em 1993, por meio do projeto de cooperação técnica desenvolvido

pela CETESB e a Sociedade Alemã de Cooperação Técnica – GTZ (“Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit” GTZ) sob contrato com o Ministério de Desenvolvimento e Cooperação Econômica da Alemanha.

Entre os produtos daquele projeto pode-se citar a estruturação do primeiro cadastro de áreas contaminadas do país, o qual contempla inicialmente a Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) e o desenvolvimento de metodologia de gerenciamento de áreas contaminadas, que poderá ser a base para uma proposta de legislação específica para áreas contaminadas no Estado de São Paulo.

O presente estudo é um dos produtos do projeto e teve como objetivos o desenvolvimento da metodologia do gerenciamento de áreas contaminadas, o fornecimento de dados para o cadastro de áreas contaminadas da CETESB, além da aplicação da metodologia na bacia hidrográfica do reservatório do Guarapiranga.

4.4. Investigação e remediação de áreas contaminadas

Segundo BYRNES (1994), a caracterização de uma área envolve uma grande quantidade de disciplinas incluindo geologia, hidrologia, hidrogeologia, química, biologia, engenharia, estatística e outras. A caracterização da área é realizada por meio de vários tipos de investigação, visando a coleta de dados na área contaminada.

A escolha das técnicas de investigação de uma área contaminada é realizada em função das características específicas de cada área a ser estudada. Entretanto, alguns procedimentos gerais são aplicáveis.

Inicialmente, são levantados dados existentes sobre a geologia, pedologia, hidrogeologia, e outros, visando indicar as características do fluxo das águas nas zonas não saturada e saturada na área a ser investigada, com o objetivo de definir os meios pelos quais os prováveis contaminantes irão se propagar, além de se definir os métodos de perfuração e amostragem que poderão ser utilizados para coleta de amostras de solo e/ou água (superficial ou subterrânea). Em seguida devem ser identificadas e determinadas as características dos contaminantes presentes, ou provavelmente presentes na área. A identificação dos contaminantes pode ser executada realizando-se, por exemplo, um levantamento histórico da área, utilizando-se várias fontes de informação, como por exemplo, registros de matérias

primas e resíduos gerados, além da interpretação de fotografias, para localizar as áreas onde estes eram manipulados, aplicados ou dispostos (NICHOLSON; SMYTH, 1994).

Em função dos resultados obtidos nos levantamentos, são planejadas e executadas investigações, utilizando-se de métodos indiretos e diretos para caracterização da contaminação nos diferentes compartimentos, definindo-se, desta forma, o seu posicionamento e taxa de propagação e as concentrações que atingem os receptores ou bens a proteger (LAGREGA et al., 1994).

Os métodos indiretos são utilizados para medir parâmetros, que estão relacionados com as informações de interesse, enquanto que os métodos diretos implicam na realização de sondagens, amostragens e testes para coletar as informações de interesse. Como exemplo de métodos indiretos, podem ser citados os métodos geofísicos de investigação, como a eletrorresistividade, eletromagnéticos, sísmica e radar de penetração do solo (USEPA, 1993b).

Os métodos diretos consistem da execução de sondagens, amostragens, e testes utilizados para definir as propriedades dos solos, das rochas e outros tipos de materiais, além das concentrações dos contaminantes. Amostragens de águas subterrâneas podem ser realizadas utilizando-se vários tipos de poços de monitoramento; águas da zona não saturada podem ser amostradas por meio de lisímetros de sucção, e amostradores de drenagem livre, por exemplo. Diferentes métodos de perfuração, conjugados com diferentes tipos de amostradores, podem ser utilizados para a execução das amostragens e instalação de equipamento para a realização das mesmas. Como exemplo de métodos de perfuração, podem ser citados os métodos de percussão, os métodos rotativos, trado oco, entre outros. (USEPA, 1993b).

Vários testes para determinação de parâmetros hidrodinâmicos podem ser realizados para determinar a condutividade hidráulica, como por exemplo, os testes de bombeamento e "slug tests". Para amostragem de solo ou materiais da zona não saturada, vários tipos de amostradores podem ser utilizados, como por exemplo, trados manuais para coleta de amostra deformadas para análises químicas e trados tipo meia-cana associados a percussão para retirada de amostras indeformadas, para determinação de parâmetros hidrodinâmicos, como densidade, porosidade e curva de retenção de água (USEPA, 1993b).

Segundo LAGREGA et al. (1994), uma área contaminada nunca será totalmente caracterizada, devendo-se considerar as incertezas levantadas durante a fase de investigação na confecção do plano de remediação, e identificar parâmetros que possam ser monitorados durante, por

exemplo, a execução da remediação, para avaliar as conseqüências destas incertezas, propondo-se ações para solucionar os problemas.

Normalmente, com base nos dados obtidos na investigação da área são realizados estudos de avaliação de riscos, cujos resultados são aplicados para decidir a necessidade de eliminar ou reduzir os riscos impostos pela presença de uma área contaminada. Caso seja constatada uma destas necessidades, um plano de remediação deve ser desenvolvido. Desta forma, os dados coletados durante a investigação devem basicamente descrever a fonte de contaminação, as vias de transporte de contaminantes e o grau que os receptores ficam expostos ou podem ficar expostos (LAGREGA et al., 1994).

Basicamente, três abordagens são utilizadas no planejamento da remediação em uma área contaminada (USEPA, 1998):

- mudança do uso definido da área para minimizar o risco;
- remoção ou destruição dos contaminantes para a eliminação do risco;
- redução da concentração dos contaminantes ou contenção desses para eliminar ou minimizar risco.

A estratégia de remediação proposta para uma determinada área pode combinar estas três abordagens.

Segundo LAGREGA et al. (1994), os objetivos da remediação de uma área contaminada são definidos de várias formas. Existem pelo menos quatro formas para estabelecer os objetivos da remediação: baseando-se em limites estabelecidos por lei, em análises de risco específica para cada caso, em limites estabelecidos em função dos valores naturais, e em limites estabelecidos em função das tecnologias de remediação disponíveis.

Em geral, a aplicabilidade de um método de remediação depende de vários fatores, como por exemplo, as características do meio contaminado, características dos contaminantes, objetivos da remediação, localização da área, tempo e recursos disponíveis.

Durante as últimas décadas várias técnicas de remediação do solo e águas subterrâneas foram desenvolvidas em vários países. É uma área de intensa pesquisa, com a busca de técnicas cada vez mais eficientes e de custo mais baixo.

Em geral, as técnicas de remediação de uma área baseiam-se em dois princípios básicos. Se existe uma fonte de contaminação ativa, medidas corretivas para o controle desta fonte deverão ser tomadas para eliminar ou minimizar a emissão de contaminantes. Por outro lado, os solos e águas subterrâneas contaminados devem receber tratamentos, visando reduzir os níveis de concentração dos contaminantes. Desta forma, as técnicas de remediação podem ser divididas basicamente em técnicas de controle das fontes de contaminação e técnicas para o tratamento dos meios afetados (FETTER, 1993).

As medidas de controle das fontes de contaminação incluem a escavação e remoção de solos contaminados, resíduos, e outros materiais, que podem ser tratados fora da área, dispostos em um aterro industrial, serem incinerados, e outras (FETTER, 1993).

A fonte de contaminação também pode ser isolada pela construção de paredes, bases e coberturas impermeáveis, utilizando-se diferentes tipos de materiais como mistura de solo e bentonita, concreto misturado com polímeros, placas de aço, e outros. As coberturas podem ser feitas utilizando-se um arranjo de mantas plásticas, materiais permeáveis e semi-permeáveis, como solo argiloso e areias, visando evitar a infiltração de água na fonte de contaminação (FETTER, 1993).

Para isolar ou conter a fonte de contaminação ou uma pluma de contaminação, podem ser utilizados sistemas de controle hidráulico, ou seja utilizar poços de bombeamento e reinjeção estrategicamente posicionados (LAGREGA et al., 1994).

A técnica mais utilizada para o tratamento das plumas de contaminação das águas subterrâneas é o sistema conhecido como "pump and treat" (sistema de bombeamento e tratamento). Neste sistema as águas subterrâneas contaminadas são bombeadas, por meio de poços de bombeamento, projetados para englobar todo o volume da pluma de contaminação (zonas de captura). A água contaminada bombeada deve ser tratada, utilizando-se diferentes sistemas de tratamento, cuja escolha dependerá das características dos contaminantes (USEPA, 1995).

Por exemplo, de forma simplificada, o tratamento de contaminantes inorgânicos, pode ser realizado pela alteração de pH da água, proporcionando a precipitação de metais ou remoção por troca iônica para tratar águas com nitratos (FETTER, 1993).

Para tratar águas subterrâneas contaminadas por compostos orgânicos voláteis são utilizados torres de "air stripping", onde a água contaminada é aerada pela passagem de ar e contato com o material de enchimento, proporcionado a volatilização dos compostos, que por sua vez são tratados com carvão ativado e, posteriormente, os gases lançados para a atmosfera, obedecendo-se padrões de lançamento (FETTER, 1993).

As águas subterrâneas contaminadas com substâncias orgânicas menos voláteis podem ser tratadas utilizando-se carvão ativado para adsorver estes contaminantes, ou utilizar métodos biológicos para sua degradação (LAGREGA et al., 1994).

Os métodos de biorremediação podem ser utilizados em conjunto com o método "pump and treat", realizando-se o bombeamento das águas subterrâneas, tratando-as em superfície e reinjetando a água tratada adicionando-se nutrientes para acelerar a biodegradação dos contaminantes pelos microorganismos nativos (FETTER, 1993).

A remoção da fase livre menos densa que a água, normalmente, é executada associada aos sistemas "pump and treat", utilizando sistemas de bombeamento duplo, colocando-se uma bomba para proporcionar o rebaixamento do nível d'água, para capturar as plumas de contaminação em fase livre e dissolvida, e outra bomba para bombear exclusivamente o produto em fase livre (FETTER, 1993).

Entre as técnicas de tratamento de solos ou zona não saturada contaminada por compostos orgânicos voláteis, destaca-se a extração de vapores do solo, que consiste do bombeamento de vapores da zona não saturada por meio de poços ou trincheiras de extração (aplicação de vácuo). Para controlar o fluxo de vapores podem ser instalados poços de injeção de ar. Além da remoção dos vapores presentes na zona não saturada, a extração de vapores do solo pode auxiliar na remoção de fase livre presente na zona não saturada e na franja capilar. Os vapores bombeados devem ser tratados, lançados na atmosfera, após tratamento ou reinjetados na zona não saturada (USEPA, 1995).

O método de extração de vapores do solo pode ser utilizado em conjunto com várias outras técnicas, como por exemplo a de "air sparging", ou "biosparging", que consiste na injeção de ar e nutrientes, por meio de poços, na zona saturada, visando remover compostos orgânicos voláteis da água subterrânea e acelerar sua biodegradação. Os vapores gerados são transferidos para a zona não saturada, sendo retirados pelo sistema de extração de vapores do solo (USEPA, 1995).

Existem outras técnicas de remediação dos solos e águas subterrâneas os quais não são retirados para tratamento, constituindo os chamados sistemas passivos.

Por exemplo podem ser citados o sistema "funel and gate", desenvolvido na Universidade de Waterloo do Canadá, onde a pluma de contaminação das águas subterrâneas é direcionada, utilizando-se barreiras impermeáveis, para passar por um "portão" constituído por material permeável (carvão ativado, limalha de ferro, por exemplo), que irá reagir com os contaminantes reduzindo suas concentrações.

Pode-se citar também a técnica da atenuação natural que consiste no acompanhamento rigoroso da degradação natural dos contaminantes, por meio de monitoramento efetuado nos meios atingidos pela contaminação, garantindo-se que estes não atingirão bens a proteger (USEPA, 1995).

A grande quantidade de áreas a serem remediadas em diferentes países e os elevados custos relacionados a estes trabalhos levaram à realização de pesquisas, visando encontrar técnicas de remediação menos caras e mais efetivas.

A USEPA tem realizado esforços para desenvolver e utilizar adicionalmente novas tecnologias para a remediação de áreas contaminadas. Como parte da reforma do "Superfund", a USEPA anunciou a intenção de compartilhar os riscos com as partes responsáveis pela remediação, gerados pela adoção de novas técnicas promissoras. Se a remediação inovadora falhar, a USEPA contribuirá com mais de 50% do custo da remediação para as ações adicionais necessárias à limpeza. Esta iniciativa representa um importante passo para encorajar a indústria na participação de um programa ativo no desenvolvimento tecnológico. O Governo Federal também está realizando projetos de demonstração tecnológica em empreendimentos federais e no programa "brownfields" (KOVALICK; KINGSCOTT 1995).

O Fórum de Desenvolvimento de Tecnologias de Remediação (RTDF) é um consórcio de interesses públicos e privados dedicados a identificar e resolver problemas específicos de remediação de áreas, gerados a partir de resíduos sólidos. Este consórcio é composto de representantes de companhias privadas, grupos de interesse público, estados, universidades, Departamentos Federais, e a USEPA, que patrocinam pesquisa e projetos conjuntos de demonstração de técnicas inovadoras. O RTDF tem formado grupos de trabalhos para endereçar áreas de pesquisa específicas incluindo principalmente tecnologias de remediação "in situ", como biorremediação de solventes clorados, "in situ soil flushing", barreiras

permeáveis de tratamento ("funel and gate"), extração de vapores do solo e tratamento "in situ" de solos contaminados com metais, além de novas técnicas de investigação de áreas contaminadas (KOVALICK; KINGSCOTT, 1995).

Na Holanda, está sendo elaborado um guia para remediação de solos contaminados, "Dutch Handbook on Soil Remediation Techniques", desenvolvido dentro do programa de pesquisa "NOBIS" (programa de pesquisa em biorremediação), onde são descritas e avaliadas as técnicas de bombeamento e tratamento, biorremediação, extração de vapores do solo e "bioventing", "air sparging" e "biosparging" em 34 casos estudados (SLENDERS, et al., 1998).

Existem também programas internacionais de cooperação na pesquisa de tecnologias eficientes, inovadoras e econômicas, com destaque para os estudos piloto sobre "avaliação de tecnologias demonstradas e emergentes para o tratamento e limpeza de áreas contaminadas e águas subterrâneas", desenvolvidos desde 1980, pelo NATO/CCMS – "Committee on the Challenges to Modern Society". Atualmente estão em desenvolvimento 52 projetos em 15 países, demonstrando quatro tipos de tratamento: 24 estudos piloto para tratamentos biológicos ("bioventing", "biopiles", etc.), 29 para tratamentos físico químicos extração de vapores do solo, lavagem do solo, etc.), 4 químicos (oxidação com ozônio), 5 tratamentos térmicos, 2 estabilizações/solidificações e 4 outros tratamentos (USEPA, 1998).

No Estado de São Paulo, a adoção de medidas de remediação em áreas contaminadas vem sendo realizada em áreas industriais e comerciais. Em muitos casos por exigência do órgão de controle ambiental (CETESB).

Podem ser citados vários casos de remediação em áreas onde ocorreram vazamentos de combustível em postos de serviço, principalmente na Região Metropolitana de São Paulo, onde são aplicadas técnicas de bombeamento e tratamento de produto em fase livre e água subterrânea contaminada. Em alguns casos estão sendo implantados sistemas de extração de vapores do solo (CETESB, 1998).

5. METODOLOGIA DO GERENCIAMENTO DE ÁREAS CONTAMINADAS

O gerenciamento de áreas contaminadas visa minimizar os riscos a que estão sujeitos a população e o meio ambiente, por meio de um conjunto de medidas que assegurem o conhecimento das características dessas áreas e dos impactos por elas causados, proporcionando os instrumentos necessários à tomada de decisão quanto às formas de intervenção mais adequadas.

Medidas corretivas para áreas contaminadas são adotadas nos vários países, onde esta questão é reconhecida como de extrema importância para a proteção da saúde da população e qualidade ambiental, e são imprescindíveis em regiões, onde o passivo ambiental gerado por estas áreas são significativos, ou seja, em regiões onde atividades industriais e comerciais, consideradas potencialmente contaminadoras dos solos e águas subterrâneas, são ou foram desenvolvidas.

As metodologias de gerenciamento de áreas contaminadas adotadas em países como os Estados Unidos da América, Alemanha, Holanda, Canadá e em outros países europeus, embora apresentem diferenças, basicamente são constituídas por procedimentos organizados para a identificação, a priorização e a investigação destas áreas. Estes visam subsidiar a definição das formas, o planejamento e implantação das medidas corretivas.

Os procedimentos para a identificação das áreas contaminadas são utilizados para evitar que as mesmas sejam descobertas apenas quando algum dano significativo à saúde da população ou ao meio ambiente já tenha ocorrido. Inicialmente, são realizadas consultas a várias fontes de informações, visando localizar estas áreas, para serem executadas, em seguida, avaliações em campo e análises em amostras coletadas em pontos estratégicos, em cada uma das áreas identificadas, para confirmar a presença de contaminação.

A partir das informações e dados levantados, se for confirmada a contaminação da área, são planejadas as estratégias e as formas de amostragem de solos e águas subterrâneas e outros compartimentos de interesse, necessárias para definir o volume de solo e/ou água subterrânea, além de outros meios, cuja qualidade foi alterada ("pluma de contaminação"), ou seja, determinar as variações de concentração dos contaminantes e sua taxa de propagação.

Com base nestes planos são coletadas amostras de solo, sedimentos, rochas, águas das zonas não saturada e saturada, além de outros materiais de interesse para análises físico químicas.

Os resultados das análises são utilizados em estudos de avaliação de risco, onde se determina o grau de exposição aos contaminantes aos quais os receptores estão expostos. A avaliação de risco é utilizada como base para definir-se as formas de intervenção mais adequadas para cada área.

As formas de recuperação de uma área contaminada podem incluir tanto a adoção de medidas de remediação, quanto a simples mudança do uso da área, visando evitar a exposição aos contaminantes e reduzir os riscos ao mínimo aceitável.

Entre as medidas de remediação estão incluídas, basicamente, a adoção de técnicas para contenção ou isolamento da fonte de contaminação e a adoção de técnicas para o tratamento dos meios afetados pela contaminação.

A finalidade destas medidas é reduzir a concentração dos contaminantes a níveis aceitáveis. A eficiência das medidas de remediação implantadas é avaliada pela utilização de sistemas de monitoramento.

Devido ao elevado número de áreas com potencial para estarem contaminadas ou confirmadamente contaminadas (registrado na totalidade dos países onde são realizados avaliações sobre as áreas contaminadas), os recursos técnicos e econômicos, normalmente, não são suficientes para executar os procedimentos de identificação, investigação e remediação em todas as áreas cadastradas.

Desta forma, são estabelecidos procedimentos para a priorização dessas, direcionando os recursos técnicos e econômicos disponíveis, para aquelas onde os problemas ambientais são mais importantes ou os danos ou riscos são mais significativos.

A partir destes princípios foi desenvolvida uma proposta de metodologia para o gerenciamento de áreas contaminadas, que considerou os aspectos relevantes das metodologias utilizadas em diferentes países e a experiência adquirida pelos técnicos da CETESB na execução e avaliação de casos de identificação, investigação e remediação, ocorridos em áreas industriais

ativas e desativadas, áreas de disposição de resíduos e em áreas de armazenamento de combustíveis (principalmente postos de serviço).

Espera-se que esta metodologia seja utilizada como base para a definição de uma política e legislação específica sobre áreas contaminadas, ainda não existentes no Brasil.

A metodologia do gerenciamento de áreas contaminadas desenvolvida baseia-se em uma estratégia constituída por etapas sequenciais, onde a informação obtida em cada etapa é a base para a execução da etapa seguinte.

Desta forma, foram definidos dois processos, que constituem a base do gerenciamento de áreas contaminadas: o processo de identificação e o processo de recuperação de áreas contaminadas.

O **processo de identificação de áreas contaminadas** tem como objetivo principal a localização das áreas contaminadas e é constituído por quatro etapas:

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

O **processo de recuperação de áreas contaminadas** é constituído por seis etapas:

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

O objetivo principal do processo de recuperação de áreas contaminadas é possibilitar a adoção de medidas corretivas nessas áreas, visando recuperá-las para um uso compatível com as metas estabelecidas a serem atingidas após a intervenção, adotando-se desta forma o princípio da "aptidão para o uso", mais indicado por proporcionar a economia de recursos técnicos e econômicos, quando comparado ao princípio da "multifuncionalidade".

Na realização das etapas do processo de identificação de áreas contaminadas, em função do nível das informações existentes sobre cada uma das áreas em estudo, estas podem ser classificadas como: áreas potencialmente contaminadas (APs), áreas suspeitas de contaminação (ASs) ou áreas contaminadas (ACs).

As **áreas potencialmente contaminadas** são aquelas onde estão sendo ou foram desenvolvidas atividades potencialmente contaminadoras, isto é, atividades onde ocorre ou ocorreu o manejo de substâncias cujas características físico-químicas, biológicas e toxicológicas podem causar danos e/ou riscos aos bens a proteger.

As **áreas suspeitas de contaminação** são aquelas nas quais, durante a realização da etapa de avaliação preliminar, foram observadas falhas no projeto, problemas na forma de construção, manutenção ou operação do empreendimento, indícios ou constatação de vazamentos e outros. Estas observações induzem a suspeitar da presença de contaminação nos solos e águas subterrâneas e/ou em outros compartimentos do meio ambiente.

Uma **área contaminada**, conforme definição apresentada no item 3.1, pode ser definida, resumidamente, como a área ou terreno onde há comprovadamente contaminação, confirmada por análises, que pode determinar danos e/ou riscos aos bens a proteger localizados na própria área ou em seus arredores.

Para a aplicação dos procedimentos necessários para a realização de priorizações de áreas, na metodologia desenvolvida para o gerenciamento de áreas contaminadas, são previstas três etapas de priorização.

Os critérios utilizados para realizar estas priorizações consideram basicamente as características da fonte de contaminação (tipo de contaminante e tamanho da fonte de contaminação), das vias de transporte dos contaminantes e a importância dos bens a proteger.

Como regra básica da metodologia do gerenciamento de áreas contaminadas, todas as informações obtidas, em cada uma de suas etapas, devem ser armazenadas em um cadastro de áreas contaminadas, que além de ser utilizado como fonte de dados para o planejamento de medidas corretivas nas áreas contaminadas, poderá ser utilizado no controle e planejamento ambiental da região de interesse ou mesmo ser fornecido para outras instituições públicas ou privadas, para diversos usos, tais como o planejamento urbano e para a elaboração de propostas de ações preventivas e proativas.

O gerenciamento de áreas contaminadas 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.

Este 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", que é adotado na maioria das políticas desenvolvidas para este assunto, em vários países.

No desenvolvimento de uma proposta para o gerenciamento de áreas contaminadas, duas questões fundamentais devem ser respondidas: as questões da responsabilização e das formas de financiamento para a recuperação de áreas contaminadas.

As formas de responsabilização devem ser definidas estabelecendo-se as atribuições ou obrigações dos poluidores (entidades privadas ou entidades governamentais), proprietários, acionistas, empresários, gerentes de empresas, agentes financiadores e outros, conforme proposições estabelecidas por SÁNCHEZ (1998).

A questão do financiamento da remediação de áreas contaminadas, principalmente nos casos onde não são identificados os responsáveis pela contaminação, também é outra questão importante a ser discutida.

SÁNCHEZ (1998), propõe taxas sobre certas atividades ou produtos perigosos. Além disso, devem ser criados incentivos para que a iniciativa privada e governos municipais invistam na reutilização de antigas áreas industriais desativadas e no estabelecimento de programas voluntários.

A proposta de metodologia para o gerenciamento de áreas contaminadas é representada de forma esquemática na figura 5.1.

O fluxograma apresentado mostra a seqüência das etapas do gerenciamento, destacando o cadastro de áreas contaminadas e os caminhos pelos quais os dados obtidos são registrados.

Nesta figura também é apresentado o posicionamento das diferentes etapas de priorização.

Figura 5.1: Fluxograma do gerenciamento de áreas contaminadas

5.1. Etapas do gerenciamento de áreas contaminadas

Neste item são apresentadas as etapas do gerenciamento de áreas contaminadas, sendo descritos de forma detalhada os procedimentos utilizados na execução de cada uma delas.

Os procedimentos para o registro de dados no cadastro de áreas contaminadas, também serão descritos, obedecendo a seqüência apresentada na figura 5.1.

5.1.1 Definição da região de interesse

Na etapa de definição da região de interesse, que marca o início do gerenciamento de áreas contaminadas, são definidos os limites da região a serem abrangidos pelo gerenciamento e estabelecidos os objetivos principais a serem alcançados por este, considerando os principais bens a proteger.

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 áreas contaminadas estão relacionados com as atribuições e interesses da instituição que deverá executar o gerenciamento, denominado 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.

Definida a região de interesse, devem ser identificados os bens a proteger, pois esses são os principais elementos a serem considerados na tomada de decisão quanto aos procedimentos a serem adotados na avaliação dos riscos decorrentes da existência das áreas contaminadas.

São exemplos de bens a proteger: a qualidade das águas subterrâneas (regiões com aquíferos importantes para o abastecimento, áreas de proteção de poços, áreas de recarga, áreas vulneráveis), a qualidade do solo (uso e ocupação do solo, planejamento urbano), a qualidade das águas superficiais (qualidade do solo, das águas subterrâneas e das superficiais em bacias

hidrográficas utilizadas para abastecimento), as áreas de preservação ambiental (fauna e flora), a saúde da população (ocupação em áreas de conflito, por exemplo; as zonas urbanas com elevada densidade populacional em contato com zonas industriais) e as áreas agrícolas (aplicação ou armazenamento de defensivos e fertilizantes, que podem prejudicar a qualidade dos alimentos e águas).

O solo e a água subterrânea são meios prioritários a serem considerados no gerenciamento de áreas contaminadas, pois além de serem bens a proteger de extrema importância, normalmente, são as principais vias de propagação de contaminantes para outros bens a proteger.

Desta forma, na definição dos objetivos do gerenciamento de áreas contaminadas em uma determinada região de interesse, a proteção da qualidade do solo e da água subterrânea deve ser prioritária.

Para a definição da região de interesse, devem ser levantadas as bases para a determinação dos seus limites e o posicionamento dos bens a proteger no seu interior, utilizando-se mapas, normalmente, em escala regional.

Por exemplo, quando a região de interesse for um estado, a escala poderá variar de 1:500.000 a 1:250.000; regiões metropolitanas e municípios de 1:100.000 a 1:25.000, ou até mesmo 1:10.000, em pequenas regiões industriais, bacias hidrográficas de reservatórios ou áreas de bombeamento de águas subterrâneas para abastecimento (áreas de proteção de poços).

Os mapas podem ser transportados para meios digitais, para a sua utilização em sistemas de informação geográfica, que permitem o cruzamento das informações levantadas, referentes aos bens a proteger, proporcionando a realização de priorizações e a obtenção de uma melhor representação gráfica.

Na figura 5.2 é apresentado o esquema proposto para a execução da etapa de definição da região de interesse, com a sequência de tarefas para sua execução.

Na figura 5.3 é apresentado um exemplo hipotético, onde é representado o resultado final desta etapa, com a delimitação da região de interesse e os posicionamentos dos principais bens a proteger localizados nesta.

Figura 5.2: A etapa de definição da região de interesse

LEGENDA

REGIÃO AGRÍCOLA		POÇO DE ABASTECIMENTO		LIMITE DA REGIÃO DE INTERESSE
ÁREA DE PROTEÇÃO DE MANCIAIS		DISTRITO INDUSTRIAL		FERROVIA
RESERVAS DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS		ADENSAMENTO POPULACIONAL		RODOVIA
ÁREA URBANIZADA		RESERVATÓRIO		HIDROGRAFIA
ÁREA DE PROTEÇÃO DE POÇOS DE ABASTECIMENTO				

Figura 5.3: Mapa de uma região de interesse com a localização dos bens a proteger

5.1.2 Identificação das áreas potencialmente contaminadas

Após a definição da região de interesse, inicia-se a etapa de identificação de áreas potencialmente contaminadas, a partir da qual é estabelecido o conjunto inicial de áreas que constituirão o cadastro de áreas contaminadas.

As áreas potencialmente contaminadas são aquelas onde estão sendo ou foram desenvolvidas atividades potencialmente contaminadoras, isto é, atividades onde ocorre ou ocorreu o manejo de substâncias cujas características físico-químicas, biológicas e toxicológicas podem acarretar em danos e/ou riscos aos bens a proteger.

Com o objetivo de orientar a execução desta etapa, deve-se inicialmente definir quais são as atividades potencialmente contaminadoras dos solos e águas subterrâneas existentes na região de interesse.

Em seguida, a identificação das áreas potencialmente contaminadas pode ser realizada por meio do levantamento de dados existentes, de investigações utilizando-se fotografias aéreas e do recebimento e atendimento de denúncias ou reclamações.

Estes diferentes procedimentos podem ser utilizados, preferencialmente de forma complementar entre si, em função da disponibilidade de dados para sua execução.

Os dados assim obtidos, devem ser registrados no cadastro de áreas contaminadas, tratados e apresentados em base cartográfica com escala apropriada.

Estes resultados serão utilizados, posteriormente, como base para a execução da etapa de avaliação preliminar, conforme seqüência metodológica apresentada na figura 5.1.

A figura 5.4 mostra esquematicamente os procedimentos adotados na execução da etapa de identificação de áreas potencialmente contaminadas, detalhados a seguir.

5.1.2.1 Definição das atividades potencialmente contaminadoras

A definição das atividades potencialmente contaminadoras dos solos e das águas subterrâneas deve ser baseada, principalmente, na natureza das substâncias utilizadas em cada uma dessas.

Deve ser considerado também o histórico da atividade, as formas de manejo das substâncias utilizadas e a existência de casos de contaminação relacionados a essas atividades.

Figura 5.4: Etapa de identificação de áreas potencialmente contaminadas

Desta forma, a atividade de disposição de resíduos em geral (em aterros sanitários, industriais, lixões, depósitos de entulho, de resíduos de mineração, de sedimentos dragados, e outros), deve ser considerada como potencialmente contaminadora dos solos e águas subterrâneas, mesmo aquelas onde tenham sido implantadas medidas que possam proporcionar uma maior segurança ao sistema, como camadas impermeabilizantes, drenos, e outros.

A ocorrência de contaminação de solos e águas subterrâneas tem sido atribuída a muitos dos depósitos de resíduos existentes no mundo, inclusive naqueles considerados inicialmente como seguros.

Da mesma forma, várias atividades industriais e comerciais também devem ser consideradas como atividades potencialmente contaminadoras dos solos e águas subterrâneas, especialmente aquelas onde se manipulam (na produção, armazenagem de matérias primas e produtos, tratamento e disposição final) substâncias tóxicas ou inflamáveis, como os derivados de petróleo e outros produtos químicos.

Vários casos de contaminação do solo e águas subterrâneas têm sido registrados, em todo o mundo, em áreas industriais (indústrias químicas, eletro-eletrônicas, metalúrgicas) e em áreas comerciais (em postos de serviço, nas garagens de ônibus, nas bases de armazenamento e no transporte de combustíveis rodoviário e ferroviário.).

Entretanto, nem toda atividade industrial ou comercial pode ser considerada como uma atividade potencialmente contaminadora, havendo necessidade de serem avaliados os processos produtivos empregados, as matérias primas utilizadas, assim como os produtos e resíduos gerados, para serem definidos quais ramos industriais e comerciais podem ser enquadrados.

Em função da grande diversidade dos processos industriais existentes e dos tipos de atividades comerciais com potencial de contaminação, esta tarefa nem sempre é facilmente executada.

Para orientar a execução desta tarefa existem várias listas de atividades potencialmente contaminadoras dos solos e águas subterrâneas na literatura especializada, confeccionadas por diferentes instituições, que podem ser utilizadas para este fim.

No quadro 5.1 são apresentados exemplos de algumas atividades potencialmente contaminadoras e os contaminantes que podem estar associados a cada uma destas, extraídos das listas de atividades potencialmente contaminadoras das águas subterrâneas apresentadas pela USEPA (1993a) e USEPA (1994). Estas listas americanas são utilizadas para identificação de áreas potencialmente contaminadas em áreas de proteção de poços utilizados para abastecimento de água.

ATIVIDADES COMERCIAIS	CONTAMINANTES
Aeroportos, campos de aviação	Combustível de aviação; óleo diesel; solventes clorados; gasolina; fluido de transmissão; ácido de baterias; fluidos de radiador; desengraxantes; fluido de freio; óleos de motor; resíduos de produtos de limpeza que podem conter xilenos, glicol esters, isopropanol, tricloroetano, sulfonatos, fenóis clorados e cresóis.
Oficinas mecânicas	Resíduos de óleos; solventes; ácidos; tintas; gasolina; fluido de transmissão; ácido de baterias; fluidos de radiador; desengraxantes; fluido de freio; óleos de motor; vários óleos de corte.
Depósito de barcos e marinas	Óleo diesel; efluentes de áreas de disposição de resíduos de barcos; substâncias para preservação e tratamento da madeira; tintas; vernizes; graxas automotivas; gasolina; fluido de transmissão; ácido de baterias; fluidos de radiador; desengraxantes; fluido de freio; óleos de motor.
Lavagem de veículos	Sabões; detergentes; graxas; desengraxantes.
Cemitérios	Necrochorume (formaldeído); substâncias químicas para manutenção de gramado e jardim como pesticidas, 2,4-D, chlorpyrifos, diazinon, benomyl, captan, dicofol e methoxychor.
Lavagem a seco, tinturaria	Solventes como percloroetileno, solventes de petróleo e Freon; substâncias químicas contra manchas como tricloroetano, metilclorofórmio, amônia, peróxidos, ácido clorídrico, removedor de ferrugem, amil acetato.
Loja de móveis, reparos e acabamentos	Tintas; solventes; lodos da recuperação de solventes e desengraxantes.
Posto de serviço, garagens de veículos	Óleo diesel; gasolina; fluido de transmissão; ácido de baterias; fluidos de radiador; desengraxantes; fluido de freio; óleos de motor; graxas; vários resíduos e lodos.
Lavanderia	Detergentes; alvejantes; corantes de tecidos.
Loja de tinta	Tintas; thinners; vernizes; substâncias para tratamento de madeira
Lojas e laboratórios fotográficos	Lodos de prata; cianetos.
Gráficas	Solventes; tinta; corantes; substâncias químicas para fotografias
Instituições médicas	Substâncias para Raio X, como prata, glutaldehide, hidroquinone, phenedone, brometo de potássio, sulfito de sódio, thiosulfatos, e potassium alum; resíduo infeccioso; resíduos radiológicos; resíduos biológicos; desinfetantes; asbestos; berílio; ácidos para uso de dentistas.
FONTES RESIDENCIAIS	CONTAMINANTES
Manutenção	Produtos de limpeza; produtos para limpeza de metais; detergentes; removedores; produtos de lavagem a seco; tintas; vernizes; óleos; gasolina; querosene; fertilizantes; herbicidas; substâncias químicas para piscinas (algicidas a base de mercúrio, cobre); etc..
Sistemas sépticos, fossas negras e tubulações de esgoto	Efluente; coliformes; vírus; nitratos; metais pesados; detergentes; óleos; alvejantes;; pesticidas; tintas; thinner; etc..
FONTES MUNICIPAIS	CONTAMINANTES
Plantas de tratamento de esgoto	Esgoto; lodo contendo matéria orgânica, nitratos, sais inorgânicos, metais pesados, coliformes, vírus; substâncias químicas para tratamento incluindo óxido de cálcio, carvão, alumínio e sílica ativados, polímeros, resinas inibidoras de corrosão.
Aterros sanitários, lixões	Chorume; resíduos e substâncias domésticas e comerciais; óleos; metais; nitratos; etc..
Incineradores	Metais pesados; hidrocarbonetos; formaldeídos; metano; etano; etileno; acetileno; enxofre e compostos nitrogenados.

Quadro 5.1: Atividades potencialmente contaminadoras das águas subterrâneas (modificado de USEPA, 1993a e USEPA, 1994)

ATIVIDADES INDUSTRIAIS	CONTAMINANTES
Fábrica de asfalto	Derivados de petróleo.
Manufatura de equipamentos de comunicação	Resíduos com ácidos nítrico, clorídrico, e sulfúrico; lodos com metais pesados; persulfato de amônia; óleos de corte e solventes desengraxantes como tricloreto, Freon, tricloroetileno; resíduos de óleos; lodo de pintura.
Manufatura e armazenamento de equipamentos elétricos e eletrônicos	Cianetos; lodos com metais; ácido crômico; solventes; óleos; álcalis, ácidos; tintas e lodos de tintas; lodos de fluoreto de cálcio; cloreto de metileno; percloroetileno; tricloreto; acetona; metanol; tolueno; PCBs.
Galvanoplastia	Ácidos bórico, clorídrico e sulfúrico; hidróxidos de sódio e potássio; ácido crômico; cianeto de hidrogênio e sódio; sais metálicos
Fundições	Resíduos de pintura; ácidos; metais pesados; lodos com metais; resíduos galvânicos; óleos; solventes; resíduos explosivos
Móveis e acessórios	Tintas; solventes; lodos de desengraxantes; lodos da recuperação de solventes.
Máquinas e ferramentaria (usinagem)	Solventes; metais; lodos com metais; sucata metálica fina com óleo; óleos lubrificantes e de corte; desengraxantes (tetracloreto); fluidos utilizados na estampa.
Fábrica de papel	Metais; ácidos; minerais; sulfetos; lodos orgânicos; hidróxido de sódio; cloro; hipocloreto; dióxido de cloro; peróxido de hidrogênio
Materiais plásticos e outros produtos sintéticos	Solventes; óleos; compostos orgânicos e inorgânicos (fenóis, resinas); resíduos de pintura; cianetos; ácidos; álcalis; lodos do tratamento de efluentes; ésteres de celulose; surfactantes; glicóis; fenóis; formaldeído; peróxidos; etc.
Siderurgia - Indústrias de metal primário (alto forno, aciaria, coquearia, sinterização e laminação)	Lodos de efluentes com metais pesados; líquidos da decapagem; resíduos oleosos; resíduos das linhas (limpeza de gases); lodo ácido contendo alcatrão; limpadores alcalinos; desengraxantes; escória; poeira de metal.
Editoras e indústrias associadas	Solventes; tintas de impressão; corantes; óleos; compostos orgânicos; substâncias químicas fotográficas
Serrarias e tratamento de madeira	Resíduo de madeira tratada (oxalato cúprico, mercúrio); lodos de pintura; solventes; creosoto; resíduos de tratamento superficial e colagem.
FONTES AGROPECUÁRIAS	CONTAMINANTES
Áreas de alimentação de animais	Resíduos e efluentes; nitratos; fosfatos; cloretos; substâncias utilizadas no controle sanitário (insetos, bactérias, vírus, fungos); coliformes.
Aplicação de esterco e disposição em covas	Resíduos da criação; nitratos.
Áreas agrícolas e irrigação	Pesticidas, fertilizantes; efluentes; gasolina e óleos de motor.
Áreas de armazenamento de substâncias químicas	Pesticidas, fertilizantes; resíduos de fertilizantes.
FONTES NATURAIS	CONTAMINANTES
Rochas e solos	Ferro, bactérias do ferro; manganês; cálcio e magnésio; arsênico; asbesto; metais ; cloretos; fluoretos; sulfatos; bactérias redutoras do sulfato e outros microorganismos.
Águas contaminadas	Sódio; bactérias; vírus; águas ácidas.
Eventos hidrogeológicos naturais	Intrusão de águas salinas

Quadro 5.1: (continuação) Atividades potencialmente contaminadoras das águas subterrâneas (modificado de USEPA, 1993a e USEPA, 1994)

Outras listas mais detalhadas contendo as atividades potencialmente contaminadoras dos solos e águas subterrâneas podem ser encontradas, como por exemplo, a lista do programa ALTLASTENEXPLORER da Alemanha e as listas constantes dos livros de SHINELDECKER (1994) e FETTER (1993). No anexo 1 é apresentada a lista de atividades potencialmente contaminadoras utilizada neste estudo, (ver item 5.2.1), elaborada a partir do programa ALTLASTENEXPLORER (1997).

Entretanto, nenhuma destas listas podem ser consideradas completas e atualizadas, devido à grande diversidade de tipos de processos industriais existentes. Além disso, cada um deles utiliza e gera uma grande diversidade dos produtos, matérias primas e resíduos, que são constantemente renovados.

Estas listas podem ser utilizadas também nas etapas posteriores do gerenciamento de áreas contaminadas, como na de avaliação preliminar, para levantamento dos possíveis contaminantes presentes na área, ou mesmo, nas etapas de investigação confirmatória e detalhada, para selecionar os parâmetros a serem analisados.

5.1.2.2 Levantamento de dados existentes e investigações em fotografias aéreas

Uma vez definidas as atividades potencialmente contaminadoras dos solos e águas subterrâneas, a identificação das áreas potencialmente contaminadas é realizada, basicamente, pela obtenção de informações cadastrais das áreas onde estas atividades são ou foram desenvolvidas, como por exemplo: razão social e a localização das áreas.

As fontes de consulta para obtenção destas informações são muito variáveis em função das características da região de interesse.

Entre as principais fontes de informação a serem consultadas, podem ser citadas: as entidades de controle ambiental, prefeituras e associações de indústria e comércio, onde podem ser obtidos dados básicos sobre as instalações, endereço e coordenadas geográficas.

No quadro 5.2, são apresentados alguns exemplos de fontes e quais os tipos de informação que podem ser obtidos em cada uma delas, para a execução da etapa de identificação de áreas potencialmente contaminadas.

FONTES DE INFORMAÇÃO	TIPO DE INFORMAÇÃO A SER OBTIDA	DOCUMENTOS A CONSULTAR
Órgão de controle ambiental	Dados cadastrais e localização de áreas industriais, comerciais e de disposição, armazenamento e tratamento de resíduos	Cadastros de indústrias, de áreas comerciais, de acidentes, de áreas de disposição e tratamento de resíduos
Associações industriais e comerciais, sindicatos patronais	Localização de áreas industriais, comerciais e de disposição, armazenamento e tratamento de resíduos; classificação das atividades industriais e comerciais, dados cadastrais (nº de funcionários, produção, etc.)	Cadastros de áreas industriais e comerciais
Órgão de planejamento do uso e ocupação do solo	Localização de áreas industriais, comerciais e de disposição e tratamento de resíduos; localização de bens a proteger; bases cartográficas	Mapas: topográficos, de uso e ocupação do solo, geológicos, pedológicos, hidrológicos, etc.
Prefeituras	Localização de áreas industriais, comerciais e de disposição e tratamento de resíduos localização de bens a proteger	Licenças de construção, cadastros de indústrias e comércio, mapas de uso do solo, zoneamento urbano.
Empresas de geração e distribuição de energia elétrica	Localização de depósitos de óleo combustível e de transformadores	Cadastros
Secretarias de saúde e agricultura	Localização de depósitos de agrotóxicos e de suas embalagens; defensivos e fertilizantes utilizados	Cadastros e listas
Outras	Localização de fontes potenciais de contaminação	Listas de endereço, listas telefônicas

Quadro 5.2: Fontes de informação normalmente utilizadas para a execução da etapa de identificação de áreas potencialmente contaminadas

Outra forma de realizar a identificação de áreas potencialmente contaminadas é a utilização de fotografias aéreas. Por meio da interpretação estereoscópica das fotos de uma determinada região de interesse, pode ser feita, principalmente, a identificação e o posicionamento de áreas de disposição de resíduos irregulares, além de áreas indústrias (ativas e desativadas) e áreas clandestinas de armazenamento de produtos.

No caso específico de áreas desativadas, como antigas indústrias ou antigas áreas de disposição de resíduos, a identificação e avaliação desses locais pode ser realizada utilizando-se fotografias aéreas provenientes de vôos realizados em diferentes datas.

Por exemplo, na figura 5.5 podem ser observadas duas fotografias aéreas de uma mesma região tiradas em datas diferentes. A foto da esquerda foi tirada em 1973 e a da direita em 1986. Uma base de armazenamento de combustíveis, indicada com a letra A, pode ser observada na foto de 1973 e esta mesma base pode ser observada na foto de 1986, indicada com a letra A', com algumas modificações como o aumento do número de tanques.

Esquerda: fotografia aérea de maio de 1973 (GEGRA). A: Base de armazenamento de combustível, B: Refinaria de petróleo desativada e C: Lagoa.

Direita: fotografia aérea de maio de 1986 (ELETROPAULO). A': Base de armazenamento de combustível, B': Depósito de Veículos e C': área de disposição de resíduos (lixão).

Figura 5.5: Utilização das fotografias aéreas na identificação de áreas potencialmente contaminadas

Nestas fotos pode ser observada também uma refinaria desativada, indicada com a letra B na fotografia aérea de 1973, cuja área foi ocupada posteriormente por um depósito de automóveis, conforme pode ser observado na foto de 1986, indicado com a letra B'. Nestas mesmas fotos pode ser observado, que a lagoa indicada com a letra C na foto de 1973, foi aterrada e transformou-se em uma área de disposição clandestina de resíduos, indicada pela letra C'.

5.1.2.3 Recebimento de denúncias e reclamações

As denúncias e reclamações recebidas pelo órgão responsável pelo gerenciamento de áreas contaminadas, ou por outras entidades, como as agências ambientais estaduais e federais, prefeituras e Corpo de Bombeiros, são outra fonte importante informação que podem levar à identificação de áreas potencialmente contaminadas.

Recebida a denúncia, a identificação pode ser feita durante inspeção ao local, quando são colhidas evidências quanto à existência de fontes potenciais de contaminação.

Essas denúncias partem normalmente da população, imprensa, entidades ambientalistas e companhias telefônica, de fornecimento de energia elétrica, de gás encanado, de águas e esgotos.

Como a participação da população nesses casos é de fundamental importância, torna-se necessário que o órgão gerenciador crie canais de comunicação com o público, tais como telefones e balcões para recebimento de denúncias e reclamações.

Campanhas de esclarecimento podem ser realizadas para incentivar uma maior participação da população, promovendo a sua conscientização a respeito dos riscos associados à presença das áreas contaminadas, bem como dos procedimentos a serem tomados para minimizar esses riscos.

5.1.2.4 Os resultados da etapa de identificação de áreas potencialmente contaminadas

Os resultados obtidos na etapa de identificação de áreas potencialmente contaminadas devem ser apresentados em relatórios, contendo uma compilação das informações obtidas, relacionando as fontes de informação utilizadas. Podem fazer parte desses relatórios mapas com as localizações das áreas potencialmente contaminadas, confeccionados a partir daqueles obtidos na etapa de definição da região de interesse.

Caso não estejam disponíveis as coordenadas geográficas das áreas potencialmente contaminadas, necessárias para a elaboração desses mapas, podem ser apresentadas listas contendo a razão social, tipo de atividade e endereço das áreas identificadas.

Os dados obtidos sobre as áreas identificadas nesta etapa, devem ser armazenados no cadastro de áreas contaminadas, utilizando-se como base a ficha cadastral de áreas contaminadas, principalmente as informações contidas em seu item 1 (ficha cadastral apresentada no anexo 2).

Na figura 5.6, é apresentado um exemplo hipotético de uma região de interesse selecionada, com a localização das áreas potencialmente contaminadas.

BENS A PROTEGER

- LIMITE DA REGIÃO DE INTERESSE
- ÁREA DE PROTEÇÃO DE MANACIAIS
- RESERVAS DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS
- ÁREA URBANIZADA
- REGIÃO AGRÍCOLA
- POÇO DE ABASTECIMENTO
- DISTRITO INDUSTRIAL
- ADENSAMENTO POPULACIONAL
- RESERVATÓRIO
- ÁREA DE PROTEÇÃO DE POÇOS DE ABASTECIMENTO
- FERROVIA
- RODOVIA
- HIDROGRAFIA

ÁREAS POTENCIALMENTE CONTAMINADAS

- INDÚSTRIA QUÍMICA
- INDÚSTRIA ELETRO-ELETRÔNICA
- INDÚSTRIA METALÚRGICA
- POSTO DE SERVIÇO
- DEPÓSITO DE PESTICIDAS
- ÁREA DE DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS

Figura 5.6: Mapa de uma região de interesse com as localizações das áreas potencialmente contaminadas

Caso os recursos técnicos e econômicos não sejam suficientes para realizar a etapa de avaliação preliminar em todas as áreas potencialmente contaminadas identificadas na etapa anterior, devem ser definidas áreas prioritárias para o emprego desses recursos, o que é realizado na etapa de priorização 1 (descrita no item 5.2). Na figura 5.7 é apresentado um mapa de uma região considerada prioritária (bacia hidrográfica utilizada para abastecimento de água), localizada dentro da região de interesse inicialmente selecionada, aonde foram identificadas áreas potencialmente contaminadas. Estas serão consideradas as áreas prioritárias na execução da etapa seguinte de avaliação preliminar.

Figura 5.7: Áreas potencialmente contaminadas localizadas em região prioritária

5.1.3 Avaliação preliminar

A etapa de avaliação preliminar consiste, basicamente, da elaboração de um diagnóstico inicial das áreas potencialmente contaminadas, identificadas na etapa anterior, por meio da realização de um levantamento de informações existentes, obtidas pela consulta à documentações e pela execução de um levantamento de informações coletadas em inspeções de reconhecimento, executadas em cada área.

A ficha cadastral de áreas contaminadas é o instrumento principal a ser utilizado nesta etapa. Esta ficha foi desenvolvida para organizar a obtenção e registro de dados no cadastro de áreas contaminadas, tanto na coleta dos dados existentes, quanto na realização da inspeção de reconhecimento da área (ver anexo 2).

Os dados obtidos na etapa de avaliação preliminar permitem estabelecer uma primeira classificação das áreas identificadas como potencialmente contaminadas, pela constatação de evidências ou fatos que levem a suspeitar ou não da existência de contaminação na área sob avaliação. De acordo com os observações efetuadas, as áreas podem ser classificadas como área potencialmente contaminada (AP), área suspeita de contaminação (AS), ou ainda podem ser excluídas do cadastro de áreas contaminadas.

Quando a área em questão for classificada como uma suspeita de contaminação (AS), os dados coletados nesta etapa serão a base para o planejamento das investigações a serem realizadas na etapa seguinte de investigação confirmatória, como a definição dos pontos de coleta de amostras e a profundidade de investigação, parâmetros a serem analisados, entre outros.

A interpretação dos dados coletados durante a execução da etapa de avaliação preliminar permitirá a elaboração de hipóteses sobre as características da fonte de contaminação, as prováveis vias de transporte dos contaminantes (meios por onde podem se propagar), a distribuição espacial da contaminação e os prováveis receptores ou bens a proteger atingidos ou que possam ser atingidos.

Desta forma, deve-se estabelecer um modelo conceitual inicial para a área (modelo conceitual 1), que será utilizado como base para o planejamento das etapas posteriores do gerenciamento, o qual deverá ser atualizado na etapa de investigação confirmatória e

consolidado durante a execução das demais etapas do processo de recuperação de áreas contaminadas.

Na etapa de avaliação preliminar, em determinadas circunstâncias, podem também ser constatadas evidências que indiquem a necessidade de adoção imediata de medidas emergenciais, para a proteção da saúde da população ou outros bens a proteger.

Podem ser propostas medidas corretivas e/ou preventivas, para melhorar a forma de operação e manejo das substâncias na área, visando evitar novas infiltrações, vazamentos, disposições inadequadas, e outros.

Na figura 5.8 é apresentada a seqüência dos procedimentos utilizados para a execução da etapa de avaliação preliminar, os quais são descritos a seguir.

Figura 5.8: A etapa de avaliação preliminar

5.1.3.1 Coleta de dados existentes

A etapa de avaliação preliminar inicia-se pela coleta de informações já existentes sobre a área, que podem ser levantadas em fontes de informação diversas. Tais informações podem auxiliar na identificação das atividades desenvolvidas em uma área, atualmente ou no passado, assim como na caracterização do meio físico, fornecendo dados importantes para o início do processo de avaliação.

No quadro 5.3 são apresentados exemplos das principais fontes a serem consultadas e os tipos de informações que podem ser levantadas em cada uma, bem como os documentos normalmente utilizados para esta coleta de dados.

FONTES DE INFORMAÇÃO	TIPO DE INFORMAÇÃO	DOCUMENTOS A CONSULTAR
Proprietário ou responsável pela área	História operacional e ambiental da área	Registros de produção, armazenamento e disposição de substâncias e resíduos na área, fluxogramas e plantas industriais
Órgão de controle ambiental	Histórico ambiental e operacional da área, dados sobre o meio físico	Processos de licenciamento e de controle ambiental, relatórios
Ministério público	Informações sobre a situação legal da área	Processos ambientais
Prefeitura	Utilização atual/futura da área e vizinhança	Plano diretor, plantas da área
Empresas de planejamento do uso e ocupação do solo	Informações sobre os bens a proteger localizados próximos à área, histórico operacional da área	Mapas, fotografias aéreas e relatórios
Empresas prestadoras de serviços especializados como perfuradoras de poços, aerofotogrametria, firmas de engenharia civil, empresas de abastecimento de água	Descrição geológica e hidrogeológica da área, história do uso do solo e utilização da área, drenagens, bens a proteger, histórico das operações na área, disposição de substâncias, "Layout" da área, informações geotécnicas	Relatórios contendo mapas, perfis descritivos de poços e sondagens, fotografias aéreas multitemporais, plantas das edificações, mapas com utilidades
Meios de comunicação	Reportagens sobre fatos importantes relacionados à área	Jornais , revistas e livros
Corpo de Bombeiros	Mapas históricos e plantas de segurança contra incêndio, medidas de segurança tomadas na área, ocorrência de acidentes na área	Relatórios, mapas , croquis
Entrevistas com moradores, funcionários, técnicos da agência ambiental e prefeitura, etc.	Histórico geral da área, processos, operação, disposição de substâncias	Registros das entrevistas executadas
Centros de desenvolvimento e difusão de tecnologias (institutos de pesquisa, universidades, etc.	Comportamento dos contaminantes, geologia, hidrogeologia, pedologia, meteorologia, uso do solo, etc.	textos de revistas especializadas, teses, dissertações, livros

Quadro 5.3: Fontes e tipos de informação utilizadas na etapa de avaliação preliminar.

As informações coletadas nestas fontes permitem, basicamente, a realização de dois tipos de estudos sobre a área: o estudo histórico e o estudo sobre o meio físico.

A realização de um estudo histórico possibilita a reconstituição da maneira como foram desenvolvidas as atividades de manejo, produção, armazenamento e disposição de substâncias em uma área. Permite também a reconstituição da evolução do uso e ocupação do solo nas adjacências dessa, e possibilita o posicionamento dos bens a proteger localizados dentro ou fora da área.

Neste tipo de estudo podem ser identificadas as matérias primas, produtos e resíduos manejados na área, os locais específicos onde estes são ou foram manipulados, a ocorrência de vazamentos e outras informações.

O estudo histórico é de grande importância no levantamento de informações sobre o manejo ao qual a área foi submetida, sendo indispensável na pesquisa de fontes de contaminação desativadas, onde as informações nem sempre estarão facilmente disponíveis e, na maioria dos casos, desatualizada.

O levantamento histórico pode demandar uma grande quantidade de tempo para sua elaboração, por exemplo, em grandes áreas industriais, para registrar todos os dados disponíveis sobre as atividades ocorridas naquelas e arredores, constituindo-se em uma tarefa multidisciplinar, exigindo conhecimentos histórico, social, urbanístico, administrativo, além de conhecimentos sobre processos industriais, sobre as propriedades das substâncias químicas e o meio ambiente em geral.

As listas de atividades industriais e comerciais potencialmente contaminadoras e contaminantes a elas associados, como por exemplo, a apresentada no quadro 5.1, podem ser utilizadas para orientar esses estudos.

Para facilitar e organizar a execução e a apresentação dos resultados do estudo histórico, propõe-se a utilização de um formulário onde são anotadas todas as informações obtidas, em ordem cronológica de acontecimento dos eventos.

Este formulário pode seguir o formato apresentado no quadro 5.4, tomando-se como exemplo um levantamento histórico de um complexo industrial realizado por CUNHA (1997).

Unidades de produção Informações	Cloro soda	Ácido sulfúrico	BHC
Início de operação	1946	1946	1946
Encerramento	1982	1986	1986
Condições do edifício	Demolido, escombros no local, paredes em pé	Demolido, alguns escombros no local	semi demolido, paredes em pé
Matérias primas/quantidade	Cloreto de sódio 130 t/dia mercúrio 40 kg/dia	enxofre 639 t/mês cal hidratada 85 kg/mês terra infusória 95 kg/mês pentóxido de vanádio ?	cloro liq. 312 t/mês benzeno 148 t/mês
Produtos/quantidade	soda cáustica 75 t/dia cloro líquido 55 t/dia hipoclorito sódio 40 t/dia ácido clorídrico 60 t/dia hidrogênio 20.000 m ³ /dia	ácido sulfúrico 1850 t/mês	BHC 16% 400 t/mês BHC 40% ?
Resíduos	?	borra de enxofre	isômeros de BHC dispostos em vários locais na área
Efluentes	Lançados no córrego	lançados no córrego	lançados no rio
Fluxograma de produção?	sim (anexo)	sim (anexo)	sim (anexo)

Quadro 5.4: Exemplo de tabela a ser utilizada em estudo histórico (CUNHA,1997).

A interpretação de fotografias aéreas multitemporais é uma técnica a ser destacada como uma ferramenta das mais importantes para a realização do estudo histórico. A utilização das fotografias aéreas nesta etapa, diferencia-se daquela realizada na etapa de identificação de áreas potencialmente contaminadas, por dois aspectos principais: objetivo e escala de trabalho.

Na identificação de áreas potencialmente contaminadas são utilizadas fotografias em escalas regionais de trabalho e o objetivo é localizar áreas, principalmente clandestinas ou desativadas.

Na avaliação preliminar, por sua vez, são utilizadas fotos em escala local e o objetivo é localizar os pontos, de produção, disposição e tratamento de resíduos dentro de uma área potencialmente contaminada identificada, sendo, em alguns casos, possível, até mesmo, identificar as condições que estes eram operados.

As fotografias aéreas e mapas em escala de detalhe (por exemplo: 1:5.000 até 1:10.000) podem ser utilizados também, para identificar os bens a proteger localizados na vizinhança da área sob avaliação, como parte do estudo sobre o meio físico. Devem ser localizadas as áreas ocupadas por residências, hortas, poços para abastecimento de água, escolas, galerias de águas pluviais, de esgoto, etc..

Na figura 5.9 é apresentado um exemplo da utilização das fotografias aéreas no estudo histórico executado na etapa de avaliação preliminar. Naquela figura pode ser observada uma fotografia aérea utilizada para identificar os tipos de uso do solo (por exemplo, uso industrial e residencial) e bens a proteger (por exemplo, área residencial, drenagens e escola) ao redor de uma indústria desativada.

Na figura citada é também apresentado um mapa, que ilustra os resultados da interpretação de fotografias aéreas de uma mesma área tiradas em diferentes datas. Desta forma, além da identificação de pontos onde foram realizadas disposições de resíduos / materiais dentro da área industrial e o posicionamento das edificações existentes e demolidas, pode-se determinar o período em que estes fatos ocorreram.

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 afetados.

Para tanto, devem ser levantados dados geológicos, pedológicos, hidrogeológicos, hidrológicos, geomorfológicos e meteorológicos, entre outros, 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, entre outros (ver quadro 5.3).

Na figura 5.10 é apresentado um mapa hipotético mostrando os tipos de ocupação e uso do solo ao redor de uma indústria metalúrgica, como resultado da etapa de avaliação preliminar.

Figura 5.9: Utilização de fotografia aérea na etapa de avaliação preliminar (CUNHA, 1997)

Figura 5.10: Uso e ocupação do solo ao redor de indústria desativada e identificação dos bens a proteger na etapa de avaliação preliminar.

5.1.3.2 Inspeção de reconhecimento da área

Durante a inspeção de reconhecimento, a área deve ser vistoriada detalhadamente, procurando-se, se possível, realizar entrevistas com pessoas do local, como forma de adquirir informações, que em muitos casos poderiam não ter sido registradas em documentos, como por exemplo, a ocorrência de acidentes.

Deve-se destacar que os técnicos designados para a execução desta inspeção devem possuir formação adequada para estarem aptos a formular e interpretar tais questões, recomendando-

se desta forma, a constituição de uma equipe multidisciplinar. Durante a inspeção de reconhecimento deve ser realizada uma verificação sobre a necessidade da tomada de medidas emergenciais, em função da possibilidade de existência de risco de incêndio e explosão, ou de riscos iminentes aos bens a proteger.

Na entrevista realizada com pessoas, que estão ou estiveram estado ligadas à área sob avaliação, como funcionários e moradores vizinhos, poderão ser obtidas as seguintes informações:

- locais de disposição ou infiltração de resíduos;
- acidentes ocorridos;
- período de funcionamento das unidades;
- existência de doenças nos funcionários, moradores e animais;
- formas de manuseio das substâncias;
- existência de reclamações da população;
- constatação de problemas com a qualidade do ar, água e solo;
- ocorrência de enchentes na região;
- incômodos provocados pelas atividades desenvolvidas na área;
- problemas de saúde ocupacional.

Na inspeção de reconhecimento devem ser observadas as condições de projeto, construção, manutenção e operação das instalações, como por exemplo: observar as condições de impermeabilização do piso (presença de rachaduras) nas áreas onde são manejadas substâncias com potencial de contaminação; verificar a existência de vazamentos em tubulações, tanques, lagoas de tratamento; existência de impermeabilização em áreas de disposição de resíduos; presença de contaminantes sobre a superfície do solo, ou seja, buscar evidências que possam levar os técnicos a suspeitar da presença de contaminação na área e a sua localização mais provável.

A partir daquelas observações podem ser propostas medidas preventivas e corretivas, visando evitar problemas ou o seu agravamento. Além disso, deve ser observado o uso e ocupação do solo nas vizinhanças da área, localizando-se os bens a proteger.

A inspeção de reconhecimento possibilita a comparação da situação da área registrada nos mapas e documentos existentes com a situação atual verificada nesta inspeção. Proporciona também um aumento considerável da quantidade de informações sobre a área em um curto

período de tempo. Essas informações são fundamentais para o planejamento da etapa de investigação confirmatória, principalmente para o planejamento da coleta de amostras e definição dos métodos e pontos de amostragem.

A coleta de informações sobre riscos potenciais à vida e saúde da equipe que atuará em campo é muito importante para a elaboração do plano de segurança dos trabalhadores na etapa de investigação confirmatória. De uma forma geral, a inspeção de reconhecimento visa:

- verificar a existência de outras fontes (externas e internas) de contaminação que possam ter influência na área;
- identificar receptores ou bens a proteger;
- verificar a qualidade das informações existentes;
- coletar e registrar informações adicionais sobre a área;
- identificar acessos e possíveis pontos de amostragem;
- delimitar áreas com possibilidade de existir contaminantes e verificar a possibilidade de existência de substâncias químicas voláteis, explosivas ou tóxicas no local.

5.1.3.3 Estabelecimento do modelo conceitual 1

O modelo conceitual definido no final da etapa de avaliação preliminar (modelo conceitual 1), constitui-se numa síntese do conhecimento adquirido sobre uma área até esta etapa do gerenciamento, devendo representar a sua situação quanto à possível contaminação existente e sua relação com a vizinhança, incluindo os bens a proteger a serem considerados. Este modelo se constituirá na base para a definição dos objetivos, dos métodos e das estratégias a serem utilizados durante as etapas posteriores, devendo ser atualizado em função da execução de novas etapas do gerenciamento de áreas contaminadas.

Na ficha cadastral de áreas contaminadas, o modelo conceitual deve ser apresentado, no final de cada atualização, no seu item 10 (ver anexo 2), "Croqui da área/modelo conceitual". Naquele item o modelo conceitual pode ser apresentado por meio de uma ilustração ou croqui, ou descrito em uma tabela onde devem ser registradas as fontes de contaminação, os mecanismos de liberação dos contaminantes, as principais vias de transporte dos contaminantes, pontos de contato dos contaminantes e receptores.

Na figura 5.11 é apresentado um exemplo da representação do modelo conceitual, obtido após a execução da etapa de avaliação preliminar.

10 CROQUI DA ÁREA / MODELO CONCEITUAL

Croqui/Seção Esquemática

Modelo Conceitual [Utilizar as siglas P (com potencial), S (com suspeita) e C (confirmado)]

Fontes primárias	Mecanismos primários de liberação	Fontes Secundárias	Mecanismos secundários de liberação	Vias de transporte dos contaminantes	Receptores / pontos de contato
área de produção (s)	infiltração pelos fraturas no piso (s)	solo contaminado (s)	dispersão (s)	solo e água subterrânea (s)	solo (s) água subter. (s) poço (s) represa (s) horta (s) moradores (s)
infiltração de efluente (c)	infiltração em poços (c)	solo contaminado (s)	dispersão (s)	solo e água subterrânea (s)	Idem
disposição de resíduos (s)	infiltração no solo ou escoamento superficial (s)	solo contaminado e poeira (s)	dispersão (s)	solo e água subterrânea ar (s)	idem
depósito de matérias primas e produtos (p)	infiltração no solo (p)	solo contaminado (p)	dispersão (p)	solo e água subterrânea (p)	Idem (p)

Figura 5.11: Representação do modelo conceitual após a etapa de avaliação preliminar

5.1.3.4 Classificação 1

As informações obtidas durante a etapa de avaliação preliminar, possibilitam uma nova classificação da área potencialmente contaminada. O registro destas informações deve ser realizado utilizando-se a ficha cadastral de áreas contaminadas, que possui um sistema desenvolvido para a classificação das áreas (anexo 2).

Como exemplo de aplicação do sistema de classificação, as áreas onde esteja sendo feita ou foi realizada a disposição de resíduos de maneira inadequada, podem ser classificadas como áreas suspeitas de contaminação. Desta forma, devem ser observadas as respostas obtidas nos itens 2.1 ("tipo de disposição"), 2.6 ("existência de impermeabilização inferior"), 2.10 ("destino dos líquidos percolados"), 2.13 ("existência de impermeabilização superior") e 2.14 ("tipo de material utilizado para a impermeabilização superior") da ficha cadastral de áreas contaminadas, os quais dão subsídios para avaliar se a forma de construção e operação de áreas de disposição de resíduos são adequadas ou não.

No caso das áreas industriais e comerciais, bem como nos postos de serviço, podem ser consideradas como áreas suspeitas aquelas em que se considere que as atividades desenvolvidas na produção, armazenamento, tratamento e disposição final de resíduos e efluentes, sejam realizadas de forma inadequada. Desta forma, devem ser observadas as respostas obtidas nos itens 3.6 ("destino das águas residuárias"), 3.8 ("condições de impermeabilização da área"), 3.9 ("material utilizado para impermeabilização da superfície do solo") e 3.10 ("existência de vazamentos/infiltrações"), os quais dão indicações sobre as condições das instalações e operação nesses empreendimentos.

No caso de fontes de contaminação desconhecidas ou outras fontes, como acidentes e fontes relacionadas à atividade agrícola, devem ser observados os itens 4.1 ("tipo de fonte de contaminação"), 4.2 ("causa do problema"), 4.5 ("destino das substâncias") e 4.6 ("existência de impermeabilização da superfície da área").

Em geral, para todos os tipos de fontes de contaminação, os itens 5.10 ("posição do nível d'água em relação aos contaminantes"), 5.15 ("possibilidade de influência da área sobre as águas superficiais") e 5.16 ("possibilidade de enchente na área") podem ser utilizados para classificar áreas como suspeitas de contaminação, pois indicam se existe a possibilidade de ocorrência de contato entre os contaminantes e os bens a proteger, no caso águas subterrâneas e superficiais.

Os itens 6.1 ("ocorrência de acidentes e eventos importantes"), 6.3 (existência de risco em decorrência da contaminação do solo"), 6.4 ("indicações perceptíveis na superfície do solo"), 6.5 ("presença de gases/vapores nas edificações vizinhas") podem indicar a ocorrência de eventos ou a presença de substâncias em determinados locais, que levem a suspeitar da presença de contaminação na área.

Por outro lado, os itens 5.8 ("existência de solo contaminado"), 5.11 ("existência água subterrânea contaminada") e 5.14 ("existência de água superficial contaminada") subsidiam a classificação das áreas como áreas contaminadas (AC), considerando a constatação da existência de resultados analíticos e/ou presença de contaminante em fase livre, que atestem a existência de contaminação, por ocasião da realização de investigações na área, ou seja trabalhos correspondentes no mínimo aos trabalhos realizados na etapa de investigação confirmatória (classificação 2), necessários para definir uma área como contaminada.

Desta forma, para classificar uma área como sendo suspeita de contaminação, pelo menos uma das respostas às questões apresentadas deve indicar suspeita de contaminação na área.

5.1.3.5 Apresentação dos resultados da etapa de avaliação preliminar

Os resultados obtidos na etapa de avaliação preliminar devem ser apresentados em relatórios e armazenados no cadastro de áreas contaminadas (ver item 5.3), juntamente com as fichas cadastrais das áreas avaliadas.

Os relatórios devem conter uma compilação das informações obtidas e suas fontes, além de ilustrações, como mapas em escalas adequadas ao tamanho de cada área avaliada. As escalas utilizadas para confecção dos mapas podem, por exemplo, variar de 1:2.000 a 1:500. Caso não existam bases apropriadas, os croquis das áreas utilizados para definir o modelo conceitual podem ser utilizados, como o apresentado na figura 5.11.

As novas classificações recebidas pelas áreas em questão na etapa de avaliação preliminar deverão ser atualizadas nos mapas regionais elaborados nas etapas de definição da região de interesse e identificação de áreas potencialmente contaminadas. Na figura 5.12 é apresentado um mapa de uma região prioritária com a indicação da nova classificação das áreas após a realização da etapa de avaliação preliminar.

Devem ser registradas também as propostas de medidas emergenciais, corretivas e/ou preventivas que poderiam ser realizadas de imediato para evitar o agravamento ou novas contaminações.

Figura 5.12: Mapa da região prioritária com a nova classificação das áreas obtidas após a realização da etapa de avaliação preliminar.

5.1.4 Investigação confirmatória

A etapa de investigação confirmatória encerra o processo de identificação de áreas contaminadas e tem como objetivo principal confirmar ou não a existência de contaminação e verificar a necessidade da realização de uma investigação detalhada nas áreas suspeitas, identificadas na etapa de avaliação preliminar. Desta forma, os resultados obtidos na etapa de investigação confirmatória são importantes para subsidiar as ações do órgão gerenciador ou órgão de controle ambiental na definição do responsável pela contaminação e dos trabalhos necessários para a solução do problema.

A confirmação da contaminação em uma área dá-se basicamente pela tomada de amostras e análises de solo e/ou água subterrânea, em pontos estrategicamente posicionados. Para locar esses pontos e definir a profundidade de investigação toma-se como base o conhecimento adquirido sobre a área na etapa anterior (avaliação preliminar), onde foi definido o primeiro modelo conceitual da área (modelo conceitual 1).

Em seguida, deve ser feita a interpretação dos resultados das análises realizadas nas amostras coletadas, pela comparação dos valores de concentração obtidos com os valores de concentração estabelecidos em listas de padrões, definidas pelo órgão responsável pelo gerenciamento de áreas contaminadas.

Desta forma, caso uma área, após a execução da etapa de investigação confirmatória, seja classificada como área contaminada (AC), haverá a necessidade da execução das etapas seguintes do processo de recuperação de áreas contaminadas. Caso contrário, ela permanecerá classificada como área potencialmente contaminada (AP), devendo permanecer registrada aguardando novas informações, ou ainda poderá ser excluída do cadastro, quando não for detectada a contaminação nessa e quando não mais existir atividades potencialmente contaminadoras em funcionamento no local.

Após a realização da etapa de investigação confirmatória, a ficha cadastral de áreas contaminadas deverá ser atualizada, assim como os dados armazenados no cadastro de áreas contaminadas (ver item 5.3). A metodologia utilizada para realização da etapa de investigação confirmatória é constituída basicamente pelas seguintes partes: plano de amostragem, coleta de amostras, realização de análises, interpretação dos resultados e definição do responsável pela contaminação, conforme ilustrado na figura 5.13.

Figura 5.13: A etapa de investigação confirmatória

5.1.4.1 Plano de amostragem

Em função da grande variabilidade de tipos de áreas suspeitas de contaminação que necessitam ser investigadas (diferentes tipos de fontes de contaminação, contaminantes, vias de transporte e receptores ou bens a proteger), não pode ser aplicada uma forma única para definição do plano de amostragem. Entretanto, uma sequência de procedimentos comuns podem ser sugeridos para a definição deste plano.

Desta forma, na elaboração de um plano de amostragem na etapa de investigação confirmatória devem ser definidos basicamente:

- A os meios a serem amostrados;
- B o número, profundidade e a localização dos pontos de amostragem;
- C os parâmetros a serem analisados;
- D as técnicas e protocolos de amostragem, preparação de amostras e análises;
- E o número de campanhas de amostragem;
- F os valores limites das concentrações dos contaminantes a serem considerados;
- G o plano de infraestrutura e segurança dos trabalhadores;
- H a equipe de profissionais que participarão da execução desta etapa.

Destaca-se, novamente, que a base principal para o planejamento dos trabalhos é o modelo conceitual 1, desenvolvido na etapa de avaliação preliminar, que fornece uma visão dos tipos de informação necessários a serem levantados na etapa de investigação confirmatória.

A seguir serão descritas algumas linhas para o planejamento dos trabalhos.

A Definição dos meios a serem amostrados

Segundo BYRNES (1994), diversos compartimentos ambientais podem ser amostrados na investigação de uma área, podendo ser citados: os solos, os sedimentos, as rochas, aterros, águas subterrâneas, águas superficiais, águas da zona não saturada (solução do solo), gás do solo, ar ambiente (interno e externo). Além destes, podem ser amostrados resíduos, efluentes, partes das edificações (paredes, pisos, tintas), poeira, animais e vegetação.

Uma vez que o objetivo da etapa de investigação confirmatória é apenas a verificação da existência de concentrações de contaminantes maiores que os limites estabelecidos para

declarar uma área como contaminada, dificilmente existirá a necessidade de amostrar todos estes meios, concentrando-se a atenção naqueles onde os contaminantes apresentem maior possibilidade de se concentrar e para os quais, preferencialmente, já tenham sido definidos valores limite.

Desta forma, na etapa de investigação confirmatória, a escolha do meio a ser amostrado recai, normalmente, sobre os solos, sedimentos, aterros e águas subterrâneas.

Por exemplo, no caso de vazamentos em tanques subterrâneos de armazenamento de combustível em postos de serviço, os hidrocarbonetos tendem a concentrar-se próximo à superfície potenciométrica do aquífero livre, podendo, inclusive, formar fase livre de combustível sobre a franja capilar. Neste caso, para confirmar a presença de contaminação poderão ser retiradas amostras de águas subterrâneas e de solo em profundidades próximas ao nível d'água.

No caso de investigação em uma indústria metalúrgica, por exemplo, a suspeita de contaminação recai sobre os metais, que apresentam a tendência de se concentrarem na superfície do solo, devido às suas características físico-químicas e também à origem da contaminação. Nestes casos, o meio a ser amostrado deverá ser o solo superficial.

B Definição do número, profundidade e a localização dos pontos de amostragem

A localização dos pontos de amostragem é função do conhecimento existente sobre a hipótese de distribuição dos contaminantes na área. De uma forma geral, a partir de fontes de contaminação pontual a tendência de distribuição dos contaminantes, no plano horizontal, é de que se distribuam de forma heterogênea. A partir de fontes de contaminação dispersa, a tendência é que os contaminantes se distribuam, no plano horizontal, de forma homogênea na área.

Segundo USEPA (1989 citado em BYRNES, 1994), basicamente existem três tipos de esquema de distribuição dos pontos de amostragem dos solos e águas subterrâneas, no plano horizontal, em uma área:

- amostragem direcionada;
- amostragem sistemática;
- amostragem aleatória.

Para ilustrar estes esquemas de amostragem foram criados exemplos hipotéticos apresentados na figura 5.14. Nesta figura estão representadas as instalações de uma indústria desativada, classificada como uma área suspeita de contaminação, na qual pretende-se localizar os pontos de amostragem de solo para realização da etapa de investigação confirmatória.

Em uma primeira hipótese, representada na figura 5.14a, considera-se que os locais onde as evidências de suspeita de contaminação do solo, levantados na etapa de avaliação preliminar, foram bem definidos e localizados com precisão dentro da área. Na segunda hipótese, representada nas figuras 5.14b e 5.14c, considera-se que estes locais não foram identificados na área da indústria, não sendo disponível nenhuma informação prévia sobre suas localizações.

O esquema de amostragem direcionada é aplicável em áreas onde existe bom conhecimento da hipótese de distribuição dos contaminantes na área suspeita de contaminação, isto é, os pontos de amostragem são posicionados onde existam informações históricas confiáveis e/ou onde métodos indiretos de investigação foram aplicados com sucesso, indicando os pontos onde existam grande possibilidade de ocorrer contaminação (BYRNES, 1994), conforme exemplo apresentado na figura 5.14a.

Segundo a SOCIEDAD PÚBLICA GESTIÓN AMBIENTAL - IHOBE (1995), o número de pontos de amostragem de solo, no plano horizontal, em um esquema de distribuição de pontos de amostragem direcionado deve ser maior que 4 por local onde foram detectadas evidências de suspeita de contaminação.

Além da coleta nos pontos onde ocorre a maior probabilidade de existência de contaminação, devem ser coletadas também amostras onde não ocorra a influência das fontes suspeitas identificadas, ou seja, onde ocorram valores naturais, para comparação. Por exemplo, para a coleta de águas subterrâneas recomenda-se no mínimo três pontos de amostragem nos locais suspeitos de ocorrer contaminação e um para determinação da qualidade natural destas, conforme descrito em ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT (1997a).

Os esquemas de distribuição aleatório ou sistematizado são aplicáveis nas áreas onde as informações preliminares são escassas ou não confiáveis, ou onde a distribuição dos contaminantes é homogênea, por exemplo, gerada por fontes dispersas. Com este esquema de amostragem, assegura-se que todas as sub-áreas que compõe a área investigada serão amostradas, o que pode não ocorrer em um esquema direcionado (BYRNES, 1994).

a

b

c

Legenda

- Esquemas de distribuição dos pontos de amostragem

a: direcionado

b: sistematizado

c: aleatório estratificado

Figura 5.14: Esquemas de distribuição de pontos de amostragem do solo na etapa de investigação confirmatória

Um esquema aleatório é a forma mais comum de distribuição dos pontos de amostragem. Esta forma de investigação simplifica a análise estatística, entretanto, é tipicamente muito dispendiosa e muito difícil de ser justificado (USEPA, 1989a).

A forma mais aceitável de distribuição aleatória dos pontos de amostragem é a estratificada, onde procede-se uma divisão regular da área, distribuindo-se os pontos de forma aleatória em cada uma delas. Esta divisão é realizada levando-se em conta a provável distribuição de poluentes, o custo da amostragem, área com características diferentes, ou mesmo uma combinação de todos estes fatores. Com este esquema de amostragem, assegura-se que todas as sub-áreas que compõe o local investigado serão amostradas, o que pode não ocorrer em um esquema aleatório simples.

A subdivisão implantada na área pode levar em conta informações prévias (históricas ou científicas) de que as concentrações dos poluentes são completamente diferentes em determinados segmentos que compõe a área a ser amostrada. A distância em relação à fonte de emissão do poluente é um exemplo de critério a ser utilizado nesta estratificação.

A amostragem aleatória permite a coleta de amostras discretas, não levando em conta a continuidade e correlação espacial entre as propriedades do solo. Desta forma, ao optar-se por uma distribuição aleatória dos pontos de amostragem, dois pontos podem ser localizados muito próximos, gerando informação redundante e desperdiçando os recursos empregados.

Uma forma de contornar o problema da amostragem aleatória estratificada é o emprego de um esquema com distribuição sistemática dos pontos de amostragem (malha de amostragem), que além de evitar a coleta de amostras em pontos muito próximos, apresenta as mesmas vantagens da subdivisão da área. Na distribuição sistematizada os pontos de amostragem são posicionados nos vértices da malha de amostragem ou no centro dos polígonos adotados.

A experiência e as considerações teóricas mostram que na maioria dos casos uma amostragem baseada em uma distribuição sistemática dos pontos, pela aplicação de uma malha regular, é mais prático e gera um retrato detalhado da variação das propriedades do solo existentes no local. Tem como vantagem a facilidade de implantação no campo da malha de amostragem planejada e a possibilidade de adensamento do número de pontos onde for necessário, por meio de uma amostragem direcionada posterior.

Na prática ao planejar-se uma malha de amostragem regular, nem sempre é possível realizar a amostragem nos pontos pré-determinados, devido à presença de obstruções como estradas, construções, rochas, árvores, entulhos e utilidades (galerias, tubulações, etc.).

Segundo BYRNES (1994), a forma de malha de amostragem mais eficiente é a triangular, que proporciona uma probabilidade maior de se detectar um foco de contaminação. Entretanto, as malhas quadradas ou retangulares são facilmente aplicáveis na prática e a diferença de eficiência não é muito grande.

A malha de pontos de amostragem pode ser orientada na direção do fluxo de dispersão dos poluentes, os quais, via de regra, seguem a topografia do local ou a direção predominante dos ventos.

Concluindo, em um esquema sistematizado o número de pontos, formato e espaçamento da malha de amostragem dependem basicamente do tamanho da área a ser investigada, da hipótese de distribuição espacial da contaminação e grau de confiança requerido.

No planejamento da malha de amostragem deverá ser calculada a probabilidade de se identificar a contaminação pela utilização de métodos estatísticos e verificar, desta forma, se o formato da malha e o espaçamento entre os pontos de amostragem são aceitáveis. Por exemplo, as probabilidades de um foco de contaminação de forma circular ser detectado, utilizando-se diferentes espaçamentos de pontos de amostragem em uma malha regular quadrada, foram calculadas por GILBERT (1982, citado em BYRNES, 1994), cujos resultados são apresentados no quadro 5.5.

Probabilidade	Relação espaçamento da malha/diâmetro do foco de contaminação
0,8	1,13
0,9	1,01
0,95	0,94
0,99	0,86

Quadro 5.5: Probabilidade de identificar um foco de contaminação utilizando-se malha regular quadrada e a relação entre o espaçamento dos pontos de amostragem e o diâmetro do foco de contaminação (GILBERT, 1982 citado em BYRNES, 1994)

Um método estatístico mais detalhado para o cálculo das probabilidades de se detectar um foco de contaminação ("hot spot") pode ser encontrado em USEPA (1989a).

Normalmente, na etapa de investigação confirmatória não são utilizadas amostras compostas. Entretanto em alguns casos, como no exemplo apresentado a seguir, estas podem ser utilizadas. Outras metodologias podem ser utilizadas para a localização dos pontos de amostragem no plano horizontal, como por exemplo, a metodologia estabelecida pela USEPA (1996a) para a definição dos SSLs ("soil screening levels").

Naquela metodologia, para a amostragem de solos superficiais (2 cm de espessura), considera-se a exposição por contato direto com substâncias semivoláteis, inorgânicas e pesticidas ou inalação de substâncias voláteis, e um uso residencial para a área. Os pontos de amostragem são localizados dividindo-se inicialmente a área a ser investigada em áreas menores, de 0,5 acre (aproximadamente 2.000 m², tamanho de um lote residencial), que por sua vez são subdivididas em quatro partes iguais, nas quais, são retiradas no mínimo seis amostras de solo, locadas aleatoriamente, que formarão uma amostra composta. Desta forma são coletadas 4 amostras compostas para cada sub-área de 2000 m², ou seja, 24 pontos de amostragem para cada sub-área.

Caso a concentração máxima das amostras compostas sejam maiores que a concentração do nível definido como limite (SSL), nestes lotes, deverão ser realizadas investigações adicionais, excluindo-se aqueles onde estes níveis não foram ultrapassados (USEPA, 1996a).

Na etapa de investigação confirmatória, em áreas suspeitas de contaminação, a distribuição das substâncias contaminantes deve ser investigada tanto no sentido horizontal quanto no vertical. A profundidade de investigação ou de amostragem, da mesma forma como são definidos os pontos de amostragem no sentido horizontal, também variará de acordo com as características das fontes de contaminação, dos contaminantes e do meio físico. Desta forma, devem ser amostradas preferencialmente as profundidades onde os contaminantes apresentem a maior probabilidade de estarem concentrados.

Durante a realização da amostragem, podem ser utilizados métodos de "screening" e métodos geofísicos, para encontrar as anomalias indicativas das maiores concentrações dos contaminantes em profundidade. Por exemplo, utilizando-se analisadores de vapores para determinar o ponto do perfil do solo a ser amostrado, que apresenta os maiores valores de concentração de contaminantes voláteis.

Quando não existem indicações para orientar a definição da profundidade de amostragem, pode-se estabelecer níveis regulares para esta, ou amostrar de acordo com a posição de diferentes camadas hidroestratigráficas.

No quadro 5.6 são apresentados alguns exemplos para a definição da profundidade de amostragem retirados do guia de amostragem do solo (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARTIZATION - ISO, 1994), onde são sugeridos as profundidades de amostragem de solo, de acordo com o uso deste e as vias de exposição aos contaminantes.

Utilização	População exposta	Vias de exposição	Profundidade de interesse
Áreas agrícolas	População rural Gado População urbana	Consumo de alimentos, ingestão, inalação, contato dermal	Zona radicular e solo de superfície (0 - 0,3 m)
Água subterrânea	População	Depende do local, condições de uso da terra, solo, etc.	Profundidade do nível d' água do aquífero freático
Hortas residenciais e coletivas	Todos os residentes	Consumo de alimentos, ingestão inalação contato dermal	0 a 0,6 m recomendado-0,15 m
Parque infantil	crianças	ingestão de solo e inalação	0 a 0,35 m
Parques, áreas verdes, quintais	Uso esporádico de público diverso	Baseado no período médio de uso com exposição pouco significativa aos contaminantes	0 a 0,15 m recomendado-0,30 m
Áreas recreacionais e esportivas	Uso esporádico por crianças e adultos	Aumento da exposição de partículas de solo em pontos não cobertos com grama	0 a 0,15 m recomendado-0,15 m

Quadro 5.6: Sugestão de profundidades de amostragem do solo (ISO, 1994)

Na figura 5.15 e quadro 5.7 são apresentadas as estratégias propostas pela CETESB (1999) para a elaboração de plano de amostragem dos solos e águas subterrâneas em áreas suspeitas de contaminação na etapa de investigação confirmatória. Estas propostas visam uniformizar a forma de execução da etapa de investigação confirmatória no Estado de São Paulo, ou seja, uniformizar os procedimentos utilizados para declarar uma área como contaminada. Para a confecção destas propostas foram consideradas as estratégias estabelecidas em USEPA (1996b), IHOBE (1995) e a estratégia de amostragem de solo apresentada na Lei Federal de Proteção do Solo da Alemanha.

Estas estratégias consideram as formas de distribuição espacial dos contaminantes, estabelecendo diferentes formas para a locação dos pontos de amostragem.

Figura 5.15: Proposta de estratégias para a elaboração de plano de amostragem de solo e água subterrânea na etapa de investigação confirmatória (CETESB, 1999)

Estratégias de amostragem de solo e/ou água subterrânea na etapa de investigação confirmatória	
Estratégia 1	
<ol style="list-style-type: none"> Distribuição dos pontos de amostragem em planta <ul style="list-style-type: none"> Dividir a área suspeita em lotes de no máximo 500 m² Número de pontos de amostragem: 15 por lote Número de amostras: 1 amostra composta por lote Profundidade de amostragem: de acordo com o bem a proteger e as características do contaminante 	
Estratégia 2	
Situação A: A área possui boa qualidade de informações levantadas na avaliação preliminar	
<ol style="list-style-type: none"> Distribuição dos pontos de amostragem em planta <ul style="list-style-type: none"> Dividir a área suspeita em 2 sub-áreas, de acordo com a hipótese de distribuição da contaminação, em: Setor I – sub-área com pequena probabilidade de estar contaminada. Setor II – sub-área com grande probabilidade de estar contaminada <ul style="list-style-type: none"> Dividir o Setor II em lotes de no máximo 500 m² Número de pontos de amostragem: 6 por lote Número de amostras: 1 amostra composta por lote Profundidade de amostragem: de acordo com o bem a proteger e as características do contaminante 	
Situação B: Hipótese de distribuição definida pela aplicação de métodos geofísicos e/ou de screening, ou pelos resultados obtidos nas análises de amostras coletadas utilizando-se a estratégia 1	
<ol style="list-style-type: none"> Distribuição dos pontos de amostragem em planta <ul style="list-style-type: none"> Dividir a área suspeita em 2 sub-áreas, de acordo com a hipótese de distribuição da contaminação, em: Setor I – sub-área onde não foram detectadas anomalias ou concentrações elevadas. Setor II – sub-área onde foram detectadas anomalias ou concentrações elevadas <ul style="list-style-type: none"> Dividir o Setor II em lotes de no máximo 500 m² Número de pontos de amostragem: 6 por lote Número de amostras: 1 amostra composta por lote Profundidade de amostragem: de acordo com o bem a proteger e as características do contaminante 	
Estratégia 3	
Hipótese de distribuição definida pela aplicação de métodos geofísicos e/ou de screening, ou pelos resultados obtidos nas análises de amostras coletadas, utilizando-se a estratégia 1	
<ol style="list-style-type: none"> Distribuição dos pontos de amostragem em planta <ul style="list-style-type: none"> Nos lotes de até 500 m², onde foram detectadas concentrações elevadas ou onde foram detectadas anomalias Número de pontos de amostragem: 6 por provável fonte identificada Número de amostras: 6 amostras por provável fonte identificada Profundidade de amostragem: deve ser amostrada toda a zona não saturada ou até o ponto em que não seja mais verificado indícios de contaminação. A amostra será coletada no ponto do perfil onde foi verificada a maior concentração do contaminante 	
Estratégia 4	
A área possui boa qualidade de informações levantadas na avaliação preliminar	
<ol style="list-style-type: none"> Distribuição dos pontos de amostragem em planta <ul style="list-style-type: none"> Número de pontos de amostragem: 4 por fonte de contaminação identificada Número de amostras: 4 amostras simples Profundidade de amostragem: deve ser amostrada toda a zona não saturada ou até o ponto em que não seja mais verificado indícios de contaminação. A amostra será coletada no ponto do perfil onde foi verificada a maior concentração do contaminante 	

Quadro 5.7: Estratégias de amostragem de solo e águas subterrâneas na etapa de investigação confirmatória (CETESB, 1999)

C Definição dos parâmetros a serem analisados

Os parâmetros a serem analisados devem ser escolhidos a partir das informações relativas aos contaminantes que podem ocorrer ou que ocorrem na área, definidos no estudo histórico da etapa de avaliação preliminar.

Dentre os contaminantes com maior probabilidade de ocorrerem na área, devem ser selecionados preferencialmente aqueles que possuam maior toxicidade ou maior potencial para causar danos aos bens a proteger.

Preferencialmente, devem ser selecionados os parâmetros que possuam valores limites definidos, com o objetivo de facilitar a interpretação dos resultados.

D Definição das técnicas e protocolos de amostragem e preparação de amostras e análises

No plano de amostragem devem ser definidos os procedimentos de amostragem, preparação das amostras e análises a serem executadas.

Por exemplo, a seleção das técnicas de perfuração a serem utilizadas para a coleta de amostra dos solos e das águas subterrâneas depende basicamente dos seguintes aspectos:

- acesso à área;
- características dos materiais a serem amostrados;
- características geológicas da área;
- profundidade do nível d'água subterrânea;
- profundidade de investigação;
- características dos contaminantes;
- tamanho da amostra;
- necessidade de instalação de equipamentos para amostragem.

Devem ser definidos também o volume do material a ser amostrado, a forma de armazenamento (tipos de frascos), formas de preservação das amostras, procedimentos de controle de qualidade, cadeia de custódia, métodos de identificação, forma de transporte e armazenagem e procedimentos para avaliar as análises a serem efetuadas.

No estabelecimento dos procedimentos, várias normas podem ser utilizadas, as quais estabelecem os protocolos mínimos para o manejo de amostras e outros testes para a determinação de propriedades hidrodinâmicas. Como exemplo podem ser citadas as normas ISO (Comitê, ISO/TC 190 – Qualidade do Solo), ASTM e ABNT. Os métodos analíticos são apresentados em várias fontes como por exemplo "Standard Methods" e normas ISO/DIN.

E Definição do número de campanhas de amostragem

Na etapa de investigação confirmatória, normalmente uma única campanha de amostragem é realizada. Eventualmente, outras campanhas podem ser necessárias para confirmação dos resultados ou para complementar a campanha anterior.

F Definição dos valores limites para as concentrações dos contaminantes a serem considerados

A partir da identificação dos parâmetros a serem analisados, devem ser definidos os valores limites a serem considerados na avaliação da área, acima dos quais ela poderá ser considerada contaminada.

Esta escolha pode se basear na comparação com valores naturais ("background") ou adotadas listas referênciais elaboradas com base em estudos de avaliação de risco à saúde humana.

Preferencialmente, deve-se optar por listas de valores estabelecidas por lei em vigor na região de interesse. Caso não existam listas ou não sejam disponíveis valores para determinados contaminantes, pode-se optar por listas de outras regiões ou padrões internacionais, como por exemplo, a Lista Holandesa, "Generic Soil Screening Levels", e outros. A seleção de determinada lista de valores referenciais deve necessariamente considerar os cenários adotados para a sua elaboração.

G Definição do plano de infraestrutura e de segurança dos trabalhadores

Para viabilizar a execução da etapa de investigação confirmatória, os trabalhos devem ser planejados e estabelecidos cronogramas de execução, considerando-se inclusive a aquisição dos equipamentos necessários, a realização das análises, e outros, assim como realizar previsões para a obtenção dos recursos necessários ou disponíveis e sua utilização.

Outro fator importante que deve ser previsto é o cumprimento das exigências e prazos estabelecidos pelo órgão gerenciador ou órgão de controle ambiental.

Devido aos riscos a que os trabalhadores podem estar expostos na execução da amostragem de solo em áreas que podem estar contaminadas, principalmente onde não se conhece quais os contaminantes presentes, suas concentrações e efeitos, é de fundamental importância a elaboração de um plano e a adoção de medidas de segurança coletivas e individuais, como a sinalização do local, a utilização de vestimentas apropriadas, máscaras de proteção e outras providências.

H Definição da equipe de profissionais

No desenvolvimento da etapa de investigação confirmatória, devido ao seu caráter multidisciplinar, necessita-se do envolvimento de uma série de profissionais de diferentes áreas, como por exemplo: agrônomos, geólogos, químicos, estatísticos, toxicologistas e outros.

Os químicos têm papel importante na determinação dos tipos de análises a serem realizadas, no estabelecimento dos níveis de detecção necessários para atingir-se os objetivos do estudo e nos procedimentos de amostragem. Os agrônomos e geólogos podem participar da avaliação das interações dos compostos químicos com o solo e águas subterrâneas e na localização dos pontos de amostragem. Os estatísticos ou outros profissionais com especialização em geoestatística são igualmente importantes na determinação da malha de amostragem, que melhor avalie a distribuição espacial da contaminação existente e na avaliação dos resultados.

Deve ser definido também o responsável ou coordenador da investigação, que de preferência poderá ser um representante do órgão gerenciador, que definirá as informações a serem levantadas e verificará se estas foram feitas de forma adequada. Representantes do responsável pela área também devem ser envolvidos.

5.1.4.2 Coleta de amostras

A coleta de amostras é feita utilizando-se os métodos de amostragem mais adequados, selecionados em função das características específicas do meio físico e dos contaminantes em cada área.

Vários são os métodos existentes para coleta de amostras de solos e águas subterrâneas. As amostras de solos, sedimentos, rochas e outros materiais como aterros podem ser coletados utilizando-se diferentes métodos de perfuração existentes. As amostras podem ser retiradas em diferentes profundidades ou em intervalos definidos no plano de amostragem, utilizando-se diferentes tipos de amostradores. Por exemplo, para a coleta de solos superficiais os equipamentos de amostragem mais comuns são:

- Pás;
- Trados de caneco manuais ou mecânicos;
- Trado de rosca;
- Trado holandês;
- Amostradores tubulares (tubo aberto, meia-cana, tubo fechado e tubo de parede fina).

Para coleta das águas da zona não saturada e zona saturada devem ser instalados equipamentos para amostragem como poços de monitoramento, lisímetros de sucção e amostradores de drenagem livre.

5.1.4.3 Realização das análises

As amostras coletadas deverão ser analisadas em campo e/ou em laboratórios capacitados, que utilizem metodologias analíticas compatíveis com as características das amostras e possuam equipamentos adequados para atender os limites de detecção requeridos, além de realizar um controle de qualidade aceitável.

5.1.4.4 Interpretação dos resultados

O resultados obtidos na etapa de investigação confirmatória devem ser utilizados para atualizar e complementar o modelo conceitual 1, gerando uma nova versão deste, denominada modelo conceitual 2 (figura 5.13), que será a base para o planejamento e realização da etapa seguinte de investigação detalhada.

Deverão ser confeccionados mapas em detalhe mostrando a localização dos pontos de amostragem, além da representação dos resultados analíticos, que podem ser apresentados em tabelas e mapas de linhas de isoconcentração dos contaminantes, por exemplo.

Na figura 5.16 é apresentado um novo exemplo hipotético, mostrando a localização dos pontos de amostragem de solo e águas subterrâneas em uma área suspeita de contaminação (indústria metalúrgica desativada). Nesta figura observa-se que os pontos de amostragem do solo e da água subterrânea foram locados utilizando-se um esquema direcionado.

Estes pontos de amostragem foram locados em função de anomalias detectadas no solo por métodos geofísicos, na área de infiltração de efluentes, constatação de evidências como pontos, na área de produção, que apresentavam rachaduras no piso, e escoamento superficial de líquidos percolados na área de disposição de resíduos. Estes fatores levaram a suspeitar da presença de contaminação nas áreas em questão.

Caso os resultados das análises realizadas indiquem valores superiores aos estabelecidos como limites para a área, pelo menos em um local indicado como suspeito, esta poderá ser classificada como uma área contaminada.

Novamente os dados obtidos devido a execução da etapa de investigação confirmatória deverão ser utilizados para atualizar o cadastro de áreas contaminadas, tanto no registro de dados de cada área específica como no mapa regional de áreas potenciais, suspeitas e contaminadas.

5.1.4.5 Definição do responsável pela contaminação

Os dados obtidos na etapa de avaliação preliminar e investigação confirmatória, na maioria dos casos, serão suficientes para realização de pesquisa, visando identificar o responsável pela contaminação, e conseqüentemente, pela realização das próximas etapas do gerenciamento de áreas contaminadas.

As partes que normalmente podem ser indicadas como responsáveis pela contaminação são o proprietário da área, o locador ou usuário da mesma, agentes financiadores, entidades que utilizaram a área para dispor resíduos/materiais ou outros.

Caso não seja identificado o responsável pela contaminação ou este não possua condições para arcar com os custos para a execução das etapas seguintes do gerenciamento, o órgão ambiental deverá assumir as responsabilidades pela implementação das etapas seguintes do processo, ou endereçar o problema para a iniciativa privada, pela criação de incentivos para a sua recuperação e reuso.

LEGENDA

Residência

Comércio

Hortas

Poço de abastecimento

Pontos de investigação geofísica

Poço de monitoramento

Ponto de amostragem do solo

ESCALA

0 10 20 30 40 50 m

Figura 5.16: Localização dos pontos de amostragem de solo e água subterrânea em área suspeita de contaminação na etapa de investigação confirmatória.

5.1.4.6 Classificação 2

A concentração dos contaminantes identificados nos meios amostrados devem ser comparados aos valores limites estabelecidos. Caso os valores obtidos estejam acima destes, a área em questão poderá ser classificada como uma área contaminada (AC). Se estiverem abaixo, a área poderá ser classificada como potencialmente contaminada ou ser excluída do cadastro de áreas contaminadas.

Os resultados da etapa de investigação confirmatória devem ser utilizados para atualizar as informações armazenadas no cadastro de áreas contaminadas. Na ficha cadastral de áreas contaminadas (ver anexo 2), os itens 5.8 ("existência de solo contaminado"), 5.11 ("existência água subterrânea contaminada") e 5.14 ("existência de água superficial contaminada") estão associados a classificação das áreas como contaminadas. As áreas classificadas como áreas contaminadas (ACs) devem passar a ser avaliadas nas etapas seguintes do gerenciamento, sendo enquadradas no processo de recuperação das áreas contaminadas.

5.1.5 Investigação detalhada

A etapa de investigação detalhada é a primeira do processo de recuperação de áreas contaminadas. Dentro deste processo, esta etapa é de fundamental importância para subsidiar a execução da etapa seguinte de avaliação de riscos.

A metodologia utilizada para execução da etapa de investigação detalhada é semelhante à utilizada para a execução da etapa de investigação confirmatória, entretanto os objetivos são diferentes. Enquanto que na etapa de investigação confirmatória o objetivo principal é confirmar a presença de contaminação na área suspeita, na etapa de investigação detalhada o objetivo principal é quantificar a contaminação, isto é, avaliar detalhadamente as características da fonte de contaminação e dos meios afetados, determinando-se as dimensões das áreas ou volumes afetados, os tipos de contaminantes presentes e suas concentrações. Da mesma forma devem ser definidas as características da pluma de contaminação, como seus limites e sua taxa de propagação.

A metodologia utilizada para realização da etapa de investigação detalhada é constituída basicamente pelas seguintes partes: plano de investigação, coleta de dados na área contaminada e interpretação dos resultados (figura 5.17).

Figura 5.17: A etapa de investigação detalhada

5.1.5.1 Plano de investigação

A partir do modelo conceitual 2, obtido após a execução da etapa de investigação confirmatória, onde são reunidas e interpretadas as informações existentes sobre a área contaminada, são planejados os trabalhos a serem executados na etapa de investigação detalhada.

Nesta etapa deverão ser coletadas novas informações até que se atinja um nível de informações suficiente para subsidiar a realização da etapa de avaliação de risco. O plano de investigação pode ser dividido em duas partes principais:

- plano de infraestrutura;
- plano para coleta de dados na área contaminada.

O plano de infra-estrutura tem como objetivo principal viabilizar a execução da etapa de investigação detalhada e é semelhante ao descrito no plano de amostragem da etapa de investigação confirmatória. Este plano poderá conter:

- cronograma de atividades de curta e longa duração;
- previsão para cumprimento dos requerimentos legais junto ao órgão ambiental ou gerenciador;
- previsão de utilização do orçamento;
- definição do coordenador dos trabalhos e dos profissionais a serem envolvidos;
- plano para a saúde e segurança dos trabalhadores e população;
- plano para ações emergenciais.

Para a elaboração de um plano para coleta de dados devem ser definidos basicamente:

- A os meios a serem amostrados;
- B as informações e parâmetros a serem levantados;
- C o número, profundidade e a localização dos pontos de amostragem;
- D procedimentos de amostragem, ensaios, preparação de amostras e análises;
- E o número de campanhas de amostragem.

A seguir são descritos resumidamente cada um dos itens necessários para o planejamento da etapa de investigação detalhada.

A Definição dos meios a serem amostrados

Na etapa de investigação detalhada todos os meios onde os contaminantes possam se acumular ou serem transportados devem ser amostrados. Desta forma, nesta etapa pode ser necessária a realização de amostragens em vários meios, como por exemplo os solos, os sedimentos, as rochas, aterros, águas subterrâneas, águas superficiais, águas da zona não saturada (solução do solo), gás do solo, ar ambiente (interno e externo), resíduos, efluentes, partes de edificações (paredes, pisos, tintas), poeiras, animais e vegetação.

De acordo com as características da área e do contaminante presente, alguns meios podem ser considerados mais importantes. Em geral, na maioria dos casos o solo e as águas subterrâneas são considerados prioritários.

Resumidamente, os seguintes itens são necessários para o planejamento da etapa de investigação detalhada, voltados basicamente para a caracterização das zonas não saturada e saturada.

B Definição das informações e parâmetros a serem levantados;

Na etapa de investigação detalhada, conforme figura 5.17, devem ser coletados dados na área contaminada, visando determinar:

- as propriedades do meio físico que governam o transporte dos contaminantes;
- os limites das fontes de contaminação, os tipos e as concentrações dos contaminantes liberados para o meio e presentes nestas fontes;
- delimitação da contaminação e da distribuição das concentrações dos contaminantes nos meios atingidos.

Para a determinação das propriedades ou parâmetros hidrodinâmicos dos solos e águas subterrâneas, que governam o transporte dos contaminantes, deve ser realizado um estudo hidrogeológico na área contaminada. Para determinação destes valores, inicialmente devem ser definidas as unidades hidroestratigráfica presentes.

Posteriormente, de forma tridimensional, devem ser determinados os valores dos parâmetros hidrodinâmicos para cada uma das unidades identificadas. Os parâmetros a serem levantados são:

- potenciometria (sentidos de fluxo);
- porosidade total;
- porosidade efetiva;
- umidade;
- densidade;
- granulometria;
- permeabilidade;
- condutividade hidráulica;
- curva de retenção de água;

Deverão ser coletadas amostras de solos e águas subterrâneas e de outros meios considerados importantes para análises químicas, para ser definida a extensão da contaminação.

Devem ser levantados dados a respeito das propriedades dos contaminantes, como os coeficientes de partição entre os vários meios onde os contaminantes podem se concentrar, a sua solubilidade, volatilização, taxa de degradação, reatividade entre outros (BOULDING, 1995). Os valores de concentração dos contaminantes deverão ser avaliados conjuntamente com os parâmetros hidrodinâmicos para obter-se a taxa de propagação da contaminação.

Ao contrário da etapa de investigação confirmatória, na etapa de investigação detalhada devem ser selecionados para análises químicas todos os contaminantes que existam ou que possam existir na área, para embasar a realização do estudo de avaliação de risco. Os contaminantes a serem analisados devem ser selecionados a partir do estudo histórico realizado na etapa de avaliação preliminar e nos dados levantados na etapa de investigação confirmatória ou por meio de uma varredura (análise química qualitativa) nos meios amostrados, para os contaminantes mais importantes ou prováveis de serem encontrados.

Para a confecção do plano para coleta de dados na área contaminada é conveniente que se tenha conhecimento dos modelos de avaliação de risco e os modelos de transporte de contaminantes que poderão ser utilizados. Este procedimento poderá auxiliar na definição dos parâmetros que devem ser obtidos durante a realização da etapa de investigação detalhada com vistas a uma futura avaliação de risco. Na prática, as etapas de investigação detalhada e avaliação de risco podem ser feitas em conjunto, com a finalidade de economizar recursos e agilizar as etapas do gerenciamento.

C Definição do número, profundidade e a localização dos pontos de amostragem

Inicialmente devem ser realizadas sondagens na área e arredores, com a finalidade de descrever as características dos materiais presentes na zona não saturada e saturada, ou seja, definir as unidades hidroestratigráficas da área. Para isto, são realizadas amostragens de solos e instalação de piezômetros ou poços de monitoramento, para realização de ensaios granulométricos e mineralógicos, além da determinação de outros parâmetros hidrodinâmicos e químicos.

A distribuição dos pontos de amostragem, no sentido horizontal, para a caracterização hidrogeológica da área, pode obedecer a esquemas de distribuição direcionado, sistemático ou aleatório.

Para planejar a distribuição dos pontos de amostragem de solos e águas subterrâneas de forma direcionada, os métodos indiretos de investigação, como os métodos geofísicos, podem ser utilizados, inicialmente, para localizar os pontos mais prováveis de estarem contaminados e auxiliar na definição das características geológicas e hidrogeológicas da área.

Em alguns casos pode-se optar por uma distribuição sistemática, estabelecendo-se uma malha de pontos de amostragem. O espaçamento da malha de amostragem para caracterização hidrogeológica depende das características do meio.

Caso a área seja relativamente homogênea, poucas medidas podem ser requeridas para definir as unidades hidroestratigráficas e para a determinação dos parâmetros hidrodinâmicos. Onde as unidades parecem mudar suas características um número significativamente maior de informações deverá ser levantado, diminuindo-se o espaçamento da malha de amostragem.

Na realização de amostragens em profundidade, se o conhecimento sobre a estratigrafia local é pequeno, deve-se inicialmente retirar amostras contínuas. Após a avaliação das amostras coletadas, pode-se definir os intervalos de amostragem ou as profundidades específicas para as sondagens subsequentes.

Para a delimitação das fontes de contaminação e definição da distribuição dos contaminantes em subsuperfície na área contaminada devem ser realizadas amostragens, que poderão obedecer esquemas de distribuição direcionado ou sistemático. De uma forma geral, como o objetivo principal da etapa de investigação detalhada é definir os limites e intensidades da

contaminação, pode-se estabelecer uma estratégia de amostragem onde o posicionamento dos pontos é definido em função do resultado obtido no ponto anterior, partindo-se da região onde foram encontradas altas concentrações dos contaminantes (fontes) para as regiões com baixa concentração ou ausência destes.

Os métodos indiretos de investigação, especialmente os métodos geofísicos, podem ser muito importantes para auxiliar nesta tarefa, nos casos onde possam ser aplicados.

A aplicação de modelos matemáticos de fluxo e transporte dos contaminantes também podem ser utilizados para a localização de pontos de amostragem, tanto para determinação dos parâmetros hidrodinâmicos, quanto para a delimitação da fonte e distribuição dos contaminantes.

Na figura 5.18 é apresentado um exemplo de como definir os pontos de amostragem adicionais na etapa de investigação detalhada, a partir do exemplo apresentado na figura 5.14.

Na figura 5.18 nota-se que a possibilidade de adoção de um esquema direcionado (informações pré-existent sobre a área em quantidade e qualidade suficientes), na etapa de investigação confirmatória (ver figura 5.14), o número de pontos de amostragem a serem adicionados na etapa de investigação detalhada pode ser menor que o número necessário, quando adota-se inicialmente um esquema sistemático (informações sobre a área inexistentes ou pouco confiáveis).

Além disso, nos exemplos apresentados na figura 5.18b e 5.18c, pode-se observar que algumas fontes de contaminação podem não ser detectadas, quando utiliza-se esquemas sistemáticos na etapa de investigação confirmatória, necessitando-se, desta forma, da realização de novas investigações para uma caracterização completa da área contaminada na etapa de investigação detalhada.

Por exemplo, nos casos indicados nas figuras 5.18b e 5.18c, poderia ser proposta a aplicação de métodos indiretos de investigação nas áreas onde não foram encontradas altas concentrações de contaminantes na etapa de investigação confirmatória, visando detectar os focos de contaminação não identificados anteriormente. Caso sejam encontradas anomalias significativas, novos pontos de amostragem de solo devem ser posicionados.

• Esquemas de distribuição dos pontos de amostragem

a: direcionado

b: sistematizado

c: aleatório estratificado

Figura 5.18: Esquemas de distribuição de pontos de amostragem do solo na etapa de investigação detalhada

D Procedimentos de amostragem, preparação de amostras, e análises

Para determinar as características do fluxo das águas em subsuperfície, isto é, determinar a velocidade e a vazão de fluxo das águas nas zonas não saturada e saturada é necessário quantificar as várias propriedades hidrodinâmicas características dos materiais presentes, realizando-se ensaios nas amostras coletadas durante um programa de amostragem ou ensaios ou medidas feitas em diferentes tipos de equipamentos.

Amostras indeformadas devem ser retiradas para a determinação de parâmetros hidrodinâmicos em laboratório, por meio de vários tipos de ensaios, como por exemplo a determinação da condutividade hidráulica e permeabilidade em permeâmetros, ensaios para determinação da densidade, curva de retenção de água, porosidade total e efetiva e outros.

Em adição às medidas dos parâmetros em laboratório, várias técnicas "in situ" ou de campo, podem ser utilizadas para estimar alguns parâmetros físicos, como por exemplo, testes de bombeamento e "slug tests" para determinação da condutividade hidráulica e a realização de medidas de potencial hidráulico em poços de monitoramento, visando a confecção de mapas ou seções potenciométricas, necessários para a definição do sentido de fluxo das águas e contaminantes na zona saturada. Tensiômetros podem ser utilizados para determinação deste fluxo na zona não saturada. Um exemplo de utilização destes equipamentos é apresentado em GLOEDEN (1994).

Devem ser definidos também as formas de coleta, preservação e análise das amostras coletadas para caracterização química dos meios amostrados, conforme citado no item referente a investigação confirmatória.

E Definição do número de campanhas de amostragem

Na etapa de investigação detalhada várias campanhas de amostragem podem ser necessárias para acompanhamento da propagação dos contaminantes nos meios considerados. Desta forma, deve ser planejado o monitoramento da área, prevendo-se as campanhas de amostragem, cuja frequência dependerá da velocidade de propagação dos contaminantes estimada.

Para o planejamento do monitoramento e estimativa da propagação, podem ser utilizados modelos matemáticos de fluxo e transporte dos contaminantes.

5.1.5.2 Coleta de dados

Para a retirada das amostras de solos e águas subterrâneas diferentes métodos de perfuração e amostradores podem ser utilizados, cuja seleção depende dos tipos de materiais presentes em subsuperfície, do tipo de amostra requerida e da utilização posterior do furo da sondagem (instalação de equipamento para amostragem). Além disso, fatores como o acesso ao local e disponibilidade do equipamento devem ser considerados.

Na etapa de investigação detalhada, vários métodos de perfuração manuais ou mecânicos podem ser utilizados. Em geral, estes métodos podem ser classificados como rotativos ou a percussão. Em alguns casos, para a coleta de amostras indeformadas na zona não saturada pode ser necessária a execução de trincheiras.

Vários tipos de amostradores de solos podem ser utilizados como pás e trados (vários tipos), para retirada de amostras deformadas, e amostradores tubulares de parede fina para a retirada de amostras indeformadas.

Com o intuito de mapear a distribuição dos contaminantes em subsuperfície, devem ser instalados equipamentos de monitoramento, de onde são coletadas amostras para análises físico-químicas das águas.

Os equipamentos devem estar posicionados estrategicamente, visando determinar a qualidade natural das águas (equipamentos de montante) e a influência da fonte de contaminação sobre a qualidade das águas (equipamentos de jusante).

Por exemplo, para avaliar o fluxo de água e contaminantes nas águas subterrâneas, vários tipos de poços de monitoramento podem ser utilizados. Para avaliar as concentrações de contaminantes na zona não saturada podem ser utilizados lisímetros de sucção e amostradores de drenagem livre, conforme apresentado em GLOEDEN (1994).

Para a coleta de amostras de água nas zonas não saturada e saturada devem ser utilizados equipamentos de amostragem, preferencialmente, instalados em diferentes níveis do aquífero (poços de monitoramento tipo "multiníveis"), para obter-se uma quantificação tridimensional do fluxo e qualidade das águas das zona saturada, principalmente em áreas de descarga e recarga.

Para posicionar e definir os tipos de equipamentos de monitoramento ou o tipo de material a ser utilizado para sua construção, devem ser consideradas as características dos contaminantes e a forma como este se encontra em subsuperfície.

Basicamente, os contaminantes podem estar presentes em fase livre, fase dissolvida, fase adsorvida e/ou fase gasosa. Para caracterizar cada uma destas fases, diferentes configurações de equipamentos podem ser utilizados.

5.1.5.3 Interpretação dos resultados

Os resultados obtidos e os métodos utilizados para atingir-se os objetivos propostos durante a etapa de investigação detalhada, devem ser apresentados em relatório e armazenados no cadastro de áreas contaminadas (cadastro físico e atualização da ficha cadastral de áreas contaminadas, conforme descrito no item 5.3).

Para auxiliar a interpretação dos resultados obtidos durante a execução do monitoramento da área na etapa de investigação detalhada, podem ser utilizados modelos matemáticos de fluxo e transporte dos contaminantes, com o a finalidade de prever a propagação dos contaminantes e, conseqüentemente, futuros riscos ou danos aos bens a proteger.

Como resultado da etapa de investigação detalhada deverá ser obtido o modelo conceitual 3, que será uma representação mais realista da área contaminada investigada, com a representação das características das fontes de contaminação, extensão e taxa de avanço da contaminação e o posicionamento dos bens a proteger.

Estes resultados podem ser representados, por exemplo, em mapas ou blocos tridimensionais de isoconcentração.

Em resumo, o relatório final da etapa de investigação detalhada realizada em uma área contaminada deve incluir no mínimo:

- mapas geológicos regionais e locais;
- locação das fontes de contaminação
- seções e/ou perfis geológicos;
- importância dos aquíferos locais;
- utilização das águas subterrâneas;

- métodos de amostragem;
- métodos de perfuração;
- descrição do material amostrado;
- intervalos de amostragem;
- mapas e seções estratigráficas;
- seções e mapas potenciométricos;
- tabela com os resultados de dados de nível d'água e parâmetros físicos;
- métodos utilizados durante a coleta de dados;
- protocolo de manejo e armazenamento das amostras coletadas;
- locação, descrição e instalação de rede de equipamentos de monitoramento;
- delimitação do volume da fase livre;
- delimitação do volume da fase dissolvida (resultados de análises químicas de água);
- delimitação da fase retida determinada pela amostragem de solo;
- delimitação do volume contendo gases presentes no solo;
- avaliação do avanço da contaminação (monitoramento e modelagem matemática);
- laudos das análises e ensaios realizados;
- concentrações dos contaminantes nos solos abaixo de edificações em geral;
- concentrações dos contaminantes em áreas agrícolas, pecuária e hortas;
- concentrações dos contaminantes em poços para abastecimento, aquíferos importantes, águas superficiais, ar, além de outros meios.

Na figura 5.19 é apresentado um exemplo hipotético, onde são localizados os pontos de amostragem dos solos e águas subterrâneas, que foram utilizados para delimitar as três plumas de contaminação na área contaminada (indústria metalúrgica desativada). Este exemplo, dá continuidade aos exemplos hipotéticos apresentados na etapa de avaliação preliminar (figura 5.11), e investigação confirmatória (figura 5.16).

Nesta figura é apresentado um mapa potenciométrico, onde o sentido de fluxo das águas subterrâneas é perpendicular as linhas de isopotencial.

A partir da definição da distribuição e taxa de propagação dos contaminantes nas zonas não saturada e saturada e outros meios, pode-se iniciar a etapa seguinte do gerenciamento de áreas contaminadas, ou seja a etapa de avaliação de riscos.

LEGENDA

Residência

Comércio

Hortas

Poço de abastecimento

Poço de monitoramento

Ponto de amostragem do solo

Pluma de contaminação das águas subterrâneas

Pluma de contaminação do solo

Linhas de isopotencial hidráulico

Sentido de fluxo das águas subterrâneas

ESCALA

Figura 5.19: Localização dos pontos de amostragem de solo e água subterrânea em área contaminada na etapa de investigação detalhada.

5.1.6 Avaliação de Riscos

O objetivo principal da etapa de avaliação do risco é a identificação e quantificação dos riscos gerados pelas áreas contaminadas aos bens a proteger, como a saúde da população, os ecossistemas, para edificações, instalações de infraestrutura urbana, produção agrícola e outros. Esta metodologia é baseada em princípios de toxicologia, química e no conhecimento sobre o comportamento e transporte dos contaminantes.

Após a identificação e quantificação dos riscos em uma área contaminada, deve-se definir os objetivos a serem atingidos pela aplicação das medidas corretivas a serem adotadas. Tal processo de decisão é conhecido como gerenciamento dos riscos (LAGREGA et al., 1994).

A base de dados inicial para a execução da etapa de avaliação de riscos são as informações coletadas na etapa de investigação detalhada, que são representadas, esquematicamente, no modelo conceitual 3.

A seguir será descrita, resumidamente como exemplo, a metodologia para o cálculo dos riscos para a saúde humana, desenvolvida pela Agência de Proteção Ambiental Americana (USEPA 1989b).

A avaliação de riscos levando-se em consideração outros bens a proteger, como o risco a ecossistemas aquáticos superficiais ou à fauna e flora, levam em consideração, basicamente, os mesmos princípios utilizados para a determinação dos riscos à saúde humana.

De acordo com esta metodologia, os seguintes estudos devem ser realizados para quantificar os riscos para a saúde humana, gerados por uma área contaminada:

- coleta e avaliação dos dados;
- avaliação da toxicidade;
- avaliação das vias de exposição;
- caracterização dos riscos;
- gerenciamento dos riscos.

Na figura 5.20 pode ser verificada de forma esquemática a etapa de avaliação de risco.

Figura 5.20: A etapa de avaliação de riscos.

5.1.6.1 Coleta e avaliação de dados

Para o desenvolvimento da etapa de avaliação de riscos, as informações levantadas sobre a área contaminada nas etapas anteriores do gerenciamento devem ser avaliadas e, se necessário, dados adicionais devem ser coletados. Os procedimentos de avaliação dos dados fundamentam-se, por exemplo, na validação dos métodos analíticos empregados, na verificação das medidas de controle de qualidade adotadas para as análises químicas realizadas nas etapas anteriores.

Para a quantificação dos riscos, o procedimento indicado é a utilização das informações relativas a todos os contaminantes relevantes presentes na área. Entretanto, o emprego de um número elevado de informações pode consumir um volume grande de recursos. Desta forma, alguns critérios devem ser considerados na seleção dos contaminantes. Por exemplo, não considerar os contaminantes que tenham sido detectados com pequena frequência e apenas em um dos meios amostrados, desde que não sejam classificados como carcinogênicos.

5.1.6.2 Avaliação da toxicidade

O objetivo dos trabalhos de avaliação da toxicidade é identificar os efeitos adversos causados pelos contaminantes considerados e avaliar as relações entre a dose de ingresso do contaminante e a incidência de efeitos adversos à saúde humana.

Para estimar o potencial de risco de câncer, o fator de carcinogenicidade (SF - "slope factor") é o dado toxicológico geralmente empregado. Este fator estima o limite superior de probabilidade de um indivíduo desenvolver câncer, ao longo de um período de vida estimado, estando exposto a determinada concentração do contaminante avaliado.

Para as substâncias que causam efeitos adversos não cancerígenos, doses de referência (RfD) têm sido frequentemente empregadas em estudos de avaliação de risco. Estas doses são definidas como aquelas abaixo das quais não são esperados efeitos adversos a saúde, considerando-se determinado nível de exposição diária da população exposta.

Como exemplo de efeitos tóxicos não cancerígenos pode-se citar doenças nos rins e fígado, provocadas pela exposição a etilbenzeno, acetona e tolueno; doenças do sistema nervoso central, provocados pela exposição ao mercúrio, butanol e xilenos e doenças do sistema circulatório e reprodutor provocados pelo bário e outros (USEPA, 1996a).

5.1.6.3 Avaliação das vias de exposição

O objetivo deste estudo é definir a forma e quantificar a intensidade da exposição dos seres humanos aos contaminantes provenientes de uma área contaminada.

Na avaliação da exposição são utilizados os conhecimentos sobre as características da área e da população exposta, normalmente determinadas durante a execução da etapa de investigação detalhada (modelo conceitual 3).

A identificação das vias de exposição permite prever o caminho percorrido pelo contaminante desde a fonte até o organismo exposto. Desta forma, devem ser identificadas as fontes e os mecanismos de liberação dos contaminantes para o ambiente, os meios de transporte ou retenção a que os mesmos estão sujeitos, a identificação do ponto de contato do indivíduo com o contaminante e a rota de exposição (ingestão, inalação, absorção pela pele).

Por meio de formulas de transporte e utilizando-se dados específicos sobre a área levantados na investigação detalhada, é possível estimar a concentração em que determinada substância (C) no meio considerado, entrará em contato com o receptor pela via de exposição avaliada.

A quantificação da exposição, ou do ingresso dos contaminantes dá-se a partir de equações específicas para cada via de exposição, derivadas da equação geral apresentada a seguir:

$$I = C \times \frac{(CR \times EF \times ED)}{BW} \times \frac{1}{AT}, \text{ onde:}$$

- I é a quantidade da substância que ingressa no organismo (mg/kg.dia);
- C é a concentração média da substância no meio analisado durante o período de exposição (mg/L, mg/kg, $\mu\text{g}/\text{m}^3$);
- CR é a taxa de contato ou a quantidade do meio contaminado que é contatado por unidade de tempo ou evento (ex: L/dia, kg/dia);
- EF é a frequência de exposição (dias/ano);
- ED é a duração da exposição (anos);
- BW é a massa corpórea (kg);
- AT é o tempo médio de avaliação (dias).

5.1.6.4 Caracterização do risco

A caracterização do risco proporciona a quantificação do risco, isto é, calcular a probabilidade de ocorrência de efeitos adversos à saúde da população, por meio da integração dos resultados obtidos anteriormente.

Para caracterizar o risco de efeitos não cancerígenos são considerados o ingresso estimado da(s) substância(s) contaminante(s) e seu(s) valores de toxicidade (valores de referência). A razão entre esses valores é chamado de índice de risco. Valores inferiores a um, denotam um nível de risco para o qual não é esperado um efeito adverso à saúde.

$$RI = \frac{CDI}{RfD}, \text{ onde:}$$

- *RI* é o índice de risco (adimensional);
- *CDI* é a taxa de ingresso do contaminante (mg/kg.dia);
- *RfD* é a dose de referência (mg/kg.dia).

Para substâncias cancerígenas, o risco é calculado como a probabilidade de um indivíduo desenvolver câncer durante sua existência, considerando o ingresso de contaminantes e informações sobre relações de dose/resposta para a substância considerada. Desta forma, o risco é quantificado utilizando-se a seguinte equação:

$$R = CDI \times SF, \text{ onde:}$$

- *R* é o risco, ou a probabilidade de um indivíduo desenvolver câncer (adimensional);
- *CDI* é o ingresso diário médio do contaminante durante 70 anos (mg/kg.dia);
- *SF* é o fator de carcinogenicidade (mg/kg.dia)⁻¹.

Quando ocorrerem várias substâncias ou contaminantes considerados relevantes na determinação de riscos à saúde, o risco deve ser calculado individualmente para cada substância e para cada via de exposição, devendo os valores obtidos serem somados, de modo a obter o índice de risco final para a área sob avaliação. Após o cálculo do risco é fundamental a realização da análise das incertezas geradas em função da adoção de estimativas de valores para alguns parâmetros.

5.1.6.5 Gerenciamento do risco

A partir dos resultados da avaliação de riscos, que devem ser utilizados para a atualização do modelo conceitual da área, gera-se o modelo conceitual 4. A partir deste modelo, deve-se decidir sobre a necessidade de adoção de técnicas de remediação ou compatibilização com o uso atual e futuro da área. Pode-se definir também os objetivos da remediação, que devem ser estabelecidos de acordo com o uso planejado para a área, seguindo o princípio da “aptidão para um uso”.

Definido o uso mais apropriado ou planejado para o local, o órgão gerenciador em conjunto com representantes das partes envolvidas, como a população local, representantes das indústrias, entidades ambientalistas, comunidade científica e outros, devem definir os níveis de riscos considerados aceitáveis. A Agência Ambiental Americana considera o risco de 10^{-6} (um em um milhão) como risco aceitável para exposição a substâncias cancerígenas e um índice de risco, para substâncias não cancerígenas, menor que 1 (USEPA, 1989b).

Como exemplo de objetivo a ser atingido pela aplicação de técnicas de remediação em uma área contaminada, incluída no programa “Superfund”, LAGREGA et al. (1994), estabelecem a “necessidade de remoção dos contaminantes do solo, para evitar a contínua lixiviação para as águas subterrâneas (cessar a fonte de contaminação), e a adoção de medidas que contenham a pluma de contaminação já existente no aquífero, para evitar o aumento da área afetada e a contaminação de outros bens a proteger (água superficial)”.

Segundo LAGREGA et al. (1994), durante a definição dos objetivos da remediação não devem ser estabelecidas técnicas de remediação específicas, para evitar que tecnologias possivelmente mais eficientes não sejam escolhidas.

Para definição dos objetivos da remediação também podem ser estabelecidos limites de concentração a serem atingidos facilitando o desenvolvimento do projeto de remediação da área. Estes limites são, normalmente, específicos para cada local, calculados por meio do estudo de avaliação de risco, conforme preconizado nas metodologias utilizadas para cálculo dos “soil screening levels” - SSL (USEPA, 1996a) e “risk-based corrective action” - RBCA (ASTM, 1995). Estas metodologias utilizam um processo de cálculo reverso, iniciando-se pela definição numérica do risco aceitável, a partir do qual calcula-se a concentração do contaminante, ou seja, o valor padrão abaixo da qual o nível de risco será sempre aceitável.

5.1.7 Investigação para a remediação

O objetivo da etapa de investigação para a remediação é selecionar, dentre as várias opções de técnicas existentes, aquelas mais apropriadas para o caso considerado. Conforme mostra a figura 5.21, para a realização desta etapa devem ser desenvolvidos os seguintes trabalhos:

- levantamento das técnicas de remediação;
- elaboração do plano de investigação;
- execução de ensaios piloto em campo e em laboratório;
- realização de monitoramento e modelagem matemática;
- interpretação dos resultados;
- definição das técnicas de remediação.

A partir dos objetivos da remediação definidos na etapa de avaliação de riscos (gerenciamento de riscos) e das informações contidas no modelo conceitual 4, devem ser selecionadas as técnicas de remediação mais adequadas, entre as várias existentes. Para isto, deve-se conhecer amplamente estas técnicas e o histórico do seu uso, suas vantagens e limitações.

Por exemplo, em USEPA (1995), são apresentadas alternativas de tecnologias, para a remediação de áreas contaminadas por vazamento de substâncias, principalmente combustíveis, a partir de tanques subterrâneos. Naquele guia são apresentadas as necessidades para a implantação, as condições específicas mais favoráveis para a utilização, os custos de implantação e operação de 10 tecnologias ("soil vapor extraction, bioventing, biopiles, landfarming, low-temperature thermal desorption, air sparging, biosparging, natural attenuation, in-situ bioremediation, dual-phase extraction"), com maior potencial para serem aplicadas em áreas onde estes tipos de fontes e contaminantes estão presentes.

Em seguida, deve ser estabelecido um plano de investigação, necessário para a implantação e execução de ensaios piloto em campo e laboratório, realizados para testar a adequabilidade de cada uma das técnicas para conter ou tratar (reduzir ou eliminar) a contaminação, avaliar a eficiência e a confiabilidade das técnicas, além de considerar aspectos legais e ambientais, custos e tempo de implantação e operação.

A avaliação de cada técnica testada será baseada nos resultados de monitoramento realizados nos estudos piloto e na extrapolação destes para cenários futuros, determinados por meio de

modelagem matemática, que simularia o transporte e atenuação dos contaminantes nos meios considerados.

Os dados obtidos na etapa de investigação para remediação também devem ser armazenados no cadastro de áreas contaminadas e utilizados para atualizar o modelo conceitual 4, gerando-se o modelo 5.

Figura 5.21: A etapa de investigação para remediação

5.1.8 Projeto de Remediação

Tendo por base principal os trabalhos executados na etapa de investigação para remediação, o projeto de remediação deve ser confeccionado como base técnica para o órgão gerenciador ou de controle ambiental, avaliar e autorizar ou não, a implantação e operação dos sistemas de remediação propostos.

Desta forma, o projeto de remediação deverá conter todas as informações sobre a área contaminada, levantadas nas etapas anteriores do gerenciamento e ilustradas esquematicamente no modelo conceitual 5.

Devem ser apresentados os objetivos a serem atingidos pela remediação, definidos na etapa de avaliação de riscos e as justificativas para a escolha das técnicas de remediação a serem adotadas, definidas na etapa de investigação para remediação, conforme apresentado na figura 5.22.

Além disso, o projeto de remediação deverá conter planos detalhados de segurança dos trabalhadores e vizinhança e de implantação e operação do sistema de remediação.

Este plano basicamente deve conter os procedimentos, cronogramas detalhados e o planejamento do monitoramento da eficiência do sistema, onde serão definidos os pontos de coleta de dados, os parâmetros a serem analisados, a frequência de amostragem e os limites ou padrões estabelecidos para serem atingidos pela remediação, além de uma interpretação dos resultados.

A aprovação do projeto de remediação pelo órgão gerenciador deverá levar em conta a qualidade dos trabalhos técnicos realizados e os requerimentos legais existentes, assim como a opinião de outras partes interessadas, como a população local, os responsáveis pela execução da remediação e outros.

As informações contidas no projeto de remediação também devem ser armazenadas no cadastro de áreas contaminadas, conforme descrito no item 5.3.

A figura 5.23 apresenta um exemplo fictício de um projeto de remediação em uma área contaminada (indústria metalúrgica desativada).

Nesta figura podem ser observados os poços de bombeamento e as áreas de influência necessárias para remover a pluma de contaminação das águas subterrâneas, em fase dissolvida. Neste sistema, o efluente bombeado será tratado e reinjetado em poços instalados com esta finalidade.

Os resíduos serão removidos e enviados para aterro industrial apropriado, assim como os solos contaminados que, além disso, serão substituídos por solo limpo.

Na figura 5.23 estão demarcadas as áreas onde serão realizadas estas operações.

Figura 5.22: Projeto de remediação da área contaminada

LEGENDA

Residência

Comércio

Hortas

Poço de abastecimento

Poço de monitoramento

Ponto de amostragem do solo

Poço de reinjeção

ESCALA

Pluma de contaminação das águas subterrâneas

Pluma de contaminação do solo

Poços de bombeamento com suas áreas de influência

Área a ser escavada para remoção de solo contaminado

Figura 5.23: Exemplo de um projeto de remediação de uma área contaminada

5.1.9 Remediação da área contaminada

A etapa de remediação da área contaminada consiste da implantação e operação dos equipamentos projetados para a área. No item 4.4 são apresentados exemplos das técnicas de remediação normalmente utilizadas.

A eficiência da remediação deve ser avaliada utilizando-se sistemas de monitoramento para verificar, por exemplo, se os contaminantes realmente estão sendo isolados ou imobilizados por sistemas de contenção, ou se a concentração dos contaminantes está sendo reduzida pela aplicação de sistemas de tratamento no local.

Desta forma, devem ser realizadas amostragens e análises dos meios monitorados, de acordo com os procedimentos estabelecidos no projeto de remediação, conforme apresentado na figura 5.24.

Uma vez atingidos os objetivos estabelecidos para a remediação da área, a ficha cadastral de áreas contaminadas deverá ser atualizada e poderá ser utilizada para realizar a nova classificação da área, ou seja a classificação 3.

A área poderá ser classificada como potencialmente contaminada, se as concentrações dos contaminantes forem reduzidas a níveis aceitáveis ou se estes forem removidos totalmente, e na área permanecer em funcionamento uma atividade potencialmente contaminadora ou poderá ser excluída do cadastro de áreas contaminadas, se não mais existir tal atividade no local. A sua classificação permanecerá como contaminada, quando o nível atingido pela remediação não for satisfatório ou optou-se apenas pelo isolamento da área ou contenção da contaminação para reduzir ou anular os riscos aos bens a proteger.

Se os trabalhos de remediação não estiverem apresentando funcionamento ou eficiência adequada, pode ser necessário reavaliar as etapas do processo de remediação da área contaminada (figura 5.24).

O modelo conceitual 6, desenvolvido na etapa de remediação da área contaminada, ilustra a situação esperada após o encerramento desta, ou seja, mostra os objetivos da remediação, e todas as informações obtidas durante o desenvolvimento das etapas do gerenciamento de áreas contaminadas.

Figura 5.24 A etapa de remediação da área contaminada

5.2. Cadastro de Áreas Contaminadas

O cadastro de áreas contaminadas é o instrumento central do gerenciamento. Nele são registradas todas as informações adquiridas durante a execução das etapas do gerenciamento, conforme pode ser observado na figura 5.1.

Os dados armazenados no cadastro de áreas contaminadas devem ser consultados para subsidiar a adoção de medidas voltadas à remediação de áreas contaminadas, para auxiliar na seleção de medidas preventivas de controle ambiental e dar subsídios para o planejamento urbano.

A entrada de dados no cadastro é iniciada na etapa de identificação de áreas potencialmente contaminadas. Após a execução de cada uma das demais etapas do gerenciamento, atualizações devem ser feitas e inseridas no cadastro.

As informações coletadas nestas etapas podem ser armazenadas nas duas partes constituintes do cadastro de áreas contaminadas: o cadastro físico e o cadastro informatizado.

O esquema de entrada de dados no cadastro de áreas contaminadas pode ser observado na figura 5.25.

5.2.1 Cadastro físico

No cadastro físico, devem ser armazenados todos os documentos em papel utilizados para levantar as informações, tais como as fichas cadastrais e de pontuação, mapas temáticos diversos e relatórios, bem como cópias dos documentos originais onde estas foram registradas.

Também devem ser mantidos no cadastro físico os projetos de remediação, os registros dos documentos legais, por exemplo, os documentos de aprovação do projeto de remediação e os relatórios de acompanhamento da remediação.

Figura 5.25: Esquema de entrada de dados no cadastro de áreas contaminadas

5.2.2 Cadastro informatizado

O cadastro informatizado pode ser constituído por um banco de dados alfa-numéricos, que pode estar associado a um sistema geográfico de informações (SGI). Essa ligação é muito útil pela própria natureza gráfica do SGI, que permite uma visualização da região em estudo, tanto regionalmente como de forma específica para cada área cadastrada, facilitando o planejamento das ações a serem adotadas.

O programa gerenciador do banco de dados deve controlar a entrada, atualização e exclusão das informações, permitir a emissão de relatórios de pesquisas e o cruzamento de informações, além de realizar o cálculo do sistema de pontuação (ver item 5.3), baseado nos critérios descritos no item 5.3.2 ("Priorização 2").

As informações básicas que compõem o banco de dados são aquelas constantes da ficha cadastral de áreas contaminadas, apresentada no item 5.2.3 e anexo 2.

A base cartográfica que compõe o SGI deve compreender os limites da região de interesse, a mancha urbana, as vias de circulação, geologia, hidrografia, áreas de proteção e/ou restrição legal, localização de poços de abastecimento, mapas de profundidade do nível d'água subterrânea, perímetros de proteção de poços, mapas de uso do solo e as localizações das áreas potencialmente contaminadas, suspeitas de contaminação e contaminadas identificadas.

Os mapas podem ter escalas variadas, que dependem da etapa do gerenciamento de áreas contaminadas em execução. Estas áreas podem ser representadas como pontos ou polígonos, de acordo com o nível de detalhe da informação existente. Por exemplo, como resultado da etapa de identificação de áreas potencialmente contaminadas, estas são representadas como pontos em mapas em escalas regionais. Na etapa de avaliação preliminar as áreas suspeitas de contaminação podem ser representadas por polígonos correspondentes a área da propriedade, em mapas com maior detalhe. Na etapa de investigação detalhada as áreas contaminadas podem ser representadas por polígonos correspondentes a área afetada pela contaminação em mapas ainda mais detalhados.

Os dados cadastrados no SGI, juntamente com o banco de dados, permitem a realização de pesquisas gráficas, onde o usuário pode indicar um ponto ou uma área do mapa da região de interesse e ter acesso às informações disponíveis, imagens e textos digitalizados relacionados ao local.

Pelo cruzamento de mapas onde são representados os bens a proteger e mapas com as áreas potenciais ou suspeitas identificadas, podem ser definidas regiões prioritárias na execução das etapas, sendo o cadastro uma importante ferramenta na execução das etapas de priorização (ver item 5.3).

A forma de processamento de dados no cadastro informatizado é sintetizado na figura 5.26.

Figura 5.26: Processamento de dados referentes às áreas contaminadas (CETESB, 1998)

5.2.3 A ficha cadastral de áreas contaminadas

A ficha cadastral de áreas contaminadas, que pode ser observada no anexo 2, foi elaborada de modo a ser o instrumento orientador da coleta e organização de dados relativos às áreas sob avaliação, nas diferentes etapas do gerenciamento de áreas contaminadas, constituindo-se na base para estruturação e, conseqüentemente, alimentação do banco de dados.

As questões da ficha foram elaboradas para identificar a existência de contaminação comprovada na área e/ou se existem fontes suspeitas representativas de contaminação.

Outro aspecto importante vem a ser a identificação dos bens a proteger e das principais vias de propagação dos contaminantes na área e adjacências.

Desta forma, a estrutura da ficha cadastral de áreas contaminadas é baseada em itens, que foram agrupados de forma a se obter dados e informações referentes aos diferentes aspectos envolvidos na avaliação de uma área.

Estes itens são descritos a seguir:

- informações cadastrais sobre a área (identificação, localização, entre outras) (item 1);
- dados relativos à natureza e características da fonte de contaminação (disposição de resíduos – item 2, fontes industriais, fontes comerciais, postos de serviço – item 3, outras fontes, fontes não conhecidas – item 4);
- dados sobre os bens a proteger localizados na área e adjacências (item 5);
- dados indicativos da presença ou não de contaminação na área e adjacências (item 5);
- dados indicativos da forma de propagação dos contaminantes (item 5 e 6);
- dados indicativos da possibilidade dos contaminantes atingirem bens a proteger (item 5 e 6);
- informações sobre as ações adotadas em relação à avaliação, investigação e remediação da área (item 7);
- informações sobre as fontes de informação utilizadas (item 8);
- informações gerais (item 9);
- representação do modelo conceitual da área (item 10);
- representação da localização da área em mapa (item 11).

O primeiro preenchimento da ficha cadastral de áreas contaminadas, deve ser realizado na etapa de identificação de áreas potencialmente contaminadas, quando é respondido basicamente o seu item 1 ("identificação da área").

A ficha é atualizada durante a execução das etapas de avaliação preliminar, investigação confirmatória e demais etapas do processo que fazem parte do gerenciamento de áreas contaminadas. Desta forma, após cada uma destas etapas será efetuada a atualização do cadastro de áreas contaminadas.

Com base nas informações registradas na ficha cadastral, as áreas podem ser classificadas como áreas potencialmente contaminadas (APs), áreas suspeitas de contaminação (ASs), ou áreas contaminadas (ACs).

A ficha cadastral de áreas contaminadas possui um sistema para orientar a realização das classificações 1, 2 e 3, previstas na metodologia do gerenciamento de áreas contaminadas (ver itens 5.1.3.4; 5.1.4.6; 5.1.9 e figura 5.1).

O registro da classificação da área é realizado no item 1.12 da ficha cadastral. Este item deve ser preenchido no final de cada etapa do gerenciamento, após serem respondidos todos os demais itens referentes à etapa em execução.

Os itens da ficha cadastral que podem ser utilizados para realizar a classificação das áreas ou para excluí-las do cadastro, têm ao seu lado os campos AP(), AS(), AC() e AE(), os quais devem ser assinalados, de acordo com as informações levantadas e o conseqüente preenchimento do item específico.

Um único item afirmativo é suficiente para classificar a área de acordo com a seguinte ordem hierárquica: AC predomina sobre AS e esta sobre AP.

As informações obtidas no preenchimento da ficha cadastral de áreas contaminadas são utilizadas no sistema de pontuação, desenvolvido para realizar as etapas de priorização 2 e 3 (ver itens 5.3.2 e 5.3.3).

Os itens da ficha cadastral, que são utilizados no sistema de pontuação de áreas contaminadas, recebem siglas que se relacionam aos itens da ficha de pontuação correspondentes (ver anexo 2). Estas siglas e seu significado são apresentados a seguir:

- CP1 - critério principal 1;
- CP2 - critério principal 2;
- CP3 - critério principal 3;
- PAS - propagação via águas subterrâneas;
- PASP - propagação via águas superficiais;
- PS - propagação via solo;
- PA - propagação via ar.

A ficha cadastral de áreas contaminadas deverá ser preenchida por técnicos treinados, que tenham conhecimento dos procedimentos necessários para o seu preenchimento. Um guia para o preenchimento da ficha cadastral de áreas contaminadas está sendo confeccionado, como atividade do Projeto CETESB/GTZ (CETESB, 1999).

5.3 Priorização

Durante o desenvolvimento do gerenciamento de áreas contaminadas em uma região de interesse devido ao elevado número de áreas normalmente envolvidas neste processo, pode ser necessário priorizar as ações a serem executadas, visando o uso racional dos recursos disponíveis.

Desta forma, a priorização é efetuada quando os recursos técnicos e econômicos para a realização de uma etapa do gerenciamento de áreas contaminadas, não for suficiente para que este trabalho seja feito em todas as áreas inicialmente indicadas.

Desta forma, seleciona-se por meio de critério previamente definidos pelo órgão gerenciador, as áreas consideradas mais importantes ou prioritárias.

Basicamente, os critérios a serem utilizados nesta seleção estão relacionados: à importância dos bens a proteger presentes na área ou arredores; à natureza das substâncias encontradas; ao potencial contaminador da atividade desenvolvida e às características das vias de propagação dos contaminantes (potências ou existentes), além de interesses específicos do órgão gerenciador e/ou outras partes envolvidas.

Na metodologia do gerenciamento de áreas contaminadas são previstas três etapas de priorização, conforme pode ser observado na figura 5.1: priorização 1, priorização 2 e , priorização 3, que poderão ser realizadas, respectivamente, antes do início das etapas de avaliação preliminar, investigação confirmatória e investigação detalhada.

As etapas de priorização diferenciam-se pelo nível de conhecimento existente sobre as áreas.

Com o desenvolvimento das etapas do gerenciamento de áreas contaminadas, aumenta-se gradualmente o volume de dados coletados, permitindo a realização de uma priorização mais criteriosa.

A seguir são descritas cada uma das etapas de priorização, que podem ser executadas no gerenciamento de áreas contaminadas.

5.3.1 Priorização 1

Após a realização da etapa de identificação das áreas potencialmente contaminadas, a execução da etapa de priorização 1 visa, por meio de critérios previamente definidos, selecionar as áreas consideradas mais importantes, que deverão ser estudadas na etapa seguinte de avaliação preliminar.

As informações obtidas na etapa de identificação de áreas potencialmente contaminadas são, basicamente, a localização e a descrição da atividade potencialmente contaminadora desenvolvida em cada área e a localização dos bens a proteger, normalmente mapeados em escala regional.

Desta forma, a priorização das áreas potencialmente contaminadas deve ser realizada de maneira simples, estabelecendo-se critérios claros e objetivos.

Por exemplo, pode-se escolher áreas localizadas em regiões com bens a proteger importantes, como áreas de proteção de poços, aquíferos com alta vulnerabilidade natural, ou áreas densamente populosas. Caso seja estabelecido que o objetivo principal do gerenciamento de áreas contaminadas, em uma determinada região de interesse, é proteger a qualidade das águas superficiais utilizadas para abastecimento, as áreas a serem priorizadas serão aquelas localizadas dentro das bacias hidrográficas dos reservatórios utilizados para abastecimento de água.

Priorizar determinadas atividades industriais, com histórico de funcionamento associado a problemas ambientais, também é uma forma bem comum de selecionar áreas potencialmente contaminadas para a avaliação preliminar.

Os resultados desta etapa devem ser apresentados em relatório contendo os critérios utilizados, sua interpretação e mapas contendo a localização das áreas priorizadas na região de interesse. Um exemplo hipotético da realização da etapa de priorização 1 é apresentado na figura 5.12, onde foram consideradas prioritárias as áreas potencialmente contaminadas localizadas dentro de uma bacia hidrográfica, utilizada para abastecimento de água de uma cidade.

5.3.2 Priorização 2

A etapa de priorização 2 é realizada nas áreas classificadas como suspeitas de contaminação após a avaliação preliminar. Nesta etapa são selecionadas, com base em critérios previamente definidos, as áreas suspeitas consideradas prioritárias para serem estudadas na etapa de investigação confirmatória.

O nível de conhecimento atingido após a execução da etapa de avaliação preliminar, permite a aplicação de diferentes metodologias, com a finalidade de estimar os riscos associados aos bens a proteger considerados, causados pela áreas avaliadas. A USEPA utiliza uma metodologia denominada "Hazardous Ranking System", para selecionar as áreas a serem incluídas na Lista Nacional de Prioridades (NPL) do "Superfund". No Canadá utiliza-se o Sistema Nacional de Classificação de Locais Contaminados ("NCS"), que atribui graus de risco alto, médio ou baixo para cada área, visando selecionar áreas prioritárias para recebimento de recursos para investigação e remediação.

Estas duas metodologias foram aplicadas e avaliadas por ANDRADE (1996), em 15 áreas de disposição de resíduos localizadas na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP). Deve ser destacado, que as metodologias citadas não quantificam o risco aos bens a proteger, como a metodologia de avaliação de risco apresentada no item 5.1.6. Elas atribuem um valor relativo ao risco representado pelas áreas avaliadas, permitindo uma comparação entre estas.

A seguir, será apresentada, como exemplo, a metodologia de pontuação desenvolvida no Projeto CETESB/GTZ, baseada na metodologia adotada pelo Estado alemão de Nordrhein – Westfalen. Este sistema é utilizado, neste estado da Alemanha, para priorização de áreas suspeitas e contaminadas, visando a seleção de áreas prioritárias para receberem recursos financeiros federais para investigação e remediação.

HASSUDA (1997), utilizou esta metodologia em 116 áreas de disposição de resíduos na Região Metropolitana de São Paulo, atribuindo pontuações para seis bens a proteger. Por meio das pontuações efetuadas o autor estabeleceu linhas de atuação para intervenções nas áreas avaliadas, de acordo com o risco que apresentavam para cada um dos bens a proteger avaliados. Esta mesma metodologia foi escolhida para ser utilizada neste estudo, pois foi a que melhor se adaptou à ficha cadastral de áreas contaminadas.

A pontuação é efetuada por meio de uma ficha criada especificamente para esta finalidade, a ficha de pontuação de áreas contaminadas. Esta está organizada de forma a que, no seu preenchimento, atribui-se para cada área avaliada uma pontuação relativa aos riscos gerados aos bens a proteger identificados na área ou arredores. Esta pontuação leva em consideração as características da fonte de contaminação, as vias de transporte dos contaminantes e os bens a proteger. As pontuações obtidas em diferentes áreas suspeitas de contaminação podem ser comparadas entre si, visando a priorização destas por ranqueamento, ou seja, quanto maior a pontuação, maiores os riscos aos bens a proteger avaliados.

Os itens ou questões da ficha de pontuação de áreas contaminadas são respondidos a partir das informações levantadas pelo preenchimento da ficha cadastral. As duas fichas são apresentadas no anexo 2.

A ficha de pontuação de áreas contaminadas é composta basicamente por quatro partes, sendo cada uma destas denominadas critérios de priorização:

- critério principal 1 (CP1): informações gerais sobre a área;
- critério principal 2 (CP2): resíduos/substâncias;
- critério principal 3 (CP3): ocupação do solo/áreas com bens a proteger;
- critério principal 4 (CP4): propagação.

O critério principal 1 (CP1) é constituído por dois itens ou sub-critérios. Quando a fonte de contaminação principal é uma área de disposição de resíduos devem ser utilizados os sub-critérios intitulados "Disposição: Tipos de Resíduos" (C1_a) e "Volume de Disposição de Resíduos" (C1_b). Quando a fonte é uma área industrial ou comercial devem ser utilizados os sub-critérios "Tipo de atividade industrial/comercial" (C1_a) e "Dimensões da área industrial comercial" (C1_b). Desta forma, a pontuação obtida para o CP1 é utilizada para quantificar a influência relativa do tipo de resíduo ou tipo de fonte de contaminação existente e de suas dimensões, sobre o risco gerado pela área.

O critério principal 2 (CP2), é constituído por apenas 1 sub-critério, denominado "Substâncias presentes na área". A pontuação obtida para o critério principal 2 possibilita avaliar a influência relativa das substâncias presentes ou potencialmente presentes na área, sobre o risco aos bens a proteger.

A somatória das pontuações obtidas para os critérios principais 1 e 2 avalia a influência relativa das características da fonte de contaminação.

O critério principal 3 (CP3) é constituído por 2 sub-critérios denominados "Ocupação do solo/Áreas com bens a proteger - dentro da área" (C3_a) e "Ocupação do solo/Áreas com bens a proteger- fora da área (C3_b). Este critério avalia a importância do uso do solo e bens a proteger localizados dentro e nas vizinhanças da área.

O critério principal 4 (CP4) é constituído por 4 sub-critérios: propagação via solo (C4_a), propagação via água superficial (C4_b), propagação via água subterrânea (C4_c) e propagação via ar (C4_d). Desta forma, o critério principal 4 avalia a eficiência e importância das vias de transporte dos contaminantes existentes ou potenciais presentes na área.

Para facilitar o preenchimento da ficha de pontuação de áreas contaminadas, utilizam-se números e siglas, que correlacionam as questões da ficha cadastral de áreas contaminadas com as correspondentes na ficha de pontuação, conforme descrição feita no item 5.2.3. Estas siglas e números dos itens encontram-se localizados entre parênteses, ao lado de cada item em ambas as fichas (ver anexo 2). Na ficha de pontuação, cada critério principal é constituído por diferentes sub-critérios. Cada sub-critério apresenta uma configuração básica, conforme apresentado no quadro 5.8.

(FC)	R	BP1	BP2	BP3	BP4	BP5	BP6							
Resp. 1	3													
Resp. 2	2													
Resp. 3	1													
Resp. 4	0													
Resp. n														
Val. máx		Rmx1	Rmx2	Rmx3	Rmx4	Rmx5	Rmx6	M	C1	C2	C3	C4	C5	C6

Quadro 5.8: Configuração dos sub-critérios da ficha de pontuação de áreas contaminadas

Na primeira coluna de cada item são relacionadas a questão (FC) e todas as respostas possíveis a esta (Resp 1-n), transferidas da ficha cadastral de áreas contaminadas.

Na segunda coluna é indicado o grau de risco (R) atribuído a cada resposta, que indica a contribuição de cada uma das respostas para a totalização do risco. Este grau de influência pode receber os valores 1 (quando o grau é considerado baixo), 2 (médio), 3 (alto) e 0 (quando a resposta não influencia na pontuação).

Nas colunas 3 a 8 são transferidos os valores de R, em função da resposta obtida a partir da ficha cadastral de áreas contaminadas para cada bem a proteger (BP). O valor máximo de R (Rmx) obtido para cada bem a proteger é transferido para a última linha de cada coluna do quadro. Este valor mede o grau de influência de cada bem a proteger.

Na nona coluna é apresentado o valor que indica o peso ou multiplicador relativo, que o item possui na pontuação total (M).

A multiplicação do maior valor de R (Rmax - 1 a 6) pelo valor de M, fornece um valor parcial (C- 1 a 6), que indica a parcela relativa ao risco obtido para cada bem a proteger. Estes valores são transportados para as 6 colunas seguintes. Esta pontuação parcial é dada pela seguinte equação:

$$C = R \times M$$

As colunas escuras indicam que não há nenhuma influência do sub-critério avaliado sobre o bem a proteger, não devendo este ser considerado. A seguir são relacionados os bens a proteger considerados na pontuação:

BP1 - Vida e saúde da população (impacto direto),

BP2 - Abastecimento de água potável,

BP3 - Uso do solo residencial com hortas,

BP4 - Recursos hídricos (subterrâneos e superficiais),

BP5 - Uso do solo para atividade agrícola ou pecuária,

BP6 - Outros bens a proteger (patrimônio público, ecológico, etc.).

Os valores de R e M, apresentados na ficha de pontuação de áreas contaminadas, foram estabelecidos a partir da experiência alemã na avaliação de áreas contaminadas, com pequenas modificações.

A pontuação obtida para cada critério principal (CP) é resultante da soma da pontuação dos sub-critérios que o constituem, segundo as equações:

$$CP1 = C1_a + C1_b$$

$$CP2 = C2$$

$$CP3 = C3_a + C3_b$$

$$CP4 = C4_a + C4_b + C4_c + C4_d$$

A pontuação total indicativa do risco a cada bem a proteger (P) é obtida pela aplicação da seguinte equação:

$$P = (CP1 + CP2) \times CP3 \times CP4$$

Os valores máximos para a soma dos critérios principais 1 e 2, e para os critérios principais 3 e 4 devem ser menores ou iguais a 10. Desta forma, são obtidas 6 pontuações referentes a cada um dos bens a proteger, que devem ser menores ou igual a 1000.

As pontuações podem ser utilizadas de diversas formas na etapa de priorização. Pode-se, por exemplo, considerar a nota para um único bem a proteger de maior interesse ou mesmo para um conjunto destes. Na figura 5.27 o sistema de pontuação é apresentado de forma esquemática.

5.3.3 Priorização 3

A princípio, todas as áreas contaminadas identificadas na etapa de investigação confirmatória deveriam ser investigadas detalhadamente, visando levantar subsídios para realização de uma avaliação de risco e para elaboração do projeto de remediação da área contaminada. Há, entretanto, casos em que a identificação do responsável pela contaminação é difícil ou, quando identificado, o mesmo não possui condições financeiras para arcar com as despesas necessárias para a execução da etapa de investigação detalhada.

Nestas situações, havendo um risco de comprometimento dos bens a proteger determinado pela existência de uma área contaminada, o órgão de controle ambiental ou órgão gerenciador poderá executar estas etapas e arcar com os custos de execução das mesmas, custos que deverão ser repassados posteriormente ao responsável pela contaminação.

Diante deste quadro, nova etapa de priorização deverá ser implementada, quando os recursos disponíveis por este órgão não são suficientes para o trabalho em todas as áreas contaminadas identificadas. Os critérios a serem empregados nesta priorização deverão ser técnicos, havendo também a necessidade de serem considerados os interesses públicos e da sociedade. Desta forma, o sistema de pontuação, apresentado no item 5.2.2, também poderá ser utilizado nesta etapa.

Figura 5.27: O sistema de pontuação

6. ESTUDO PILOTO: GERENCIAMENTO DE ÁREAS CONTAMINADAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RESERVATÓRIO GUARAPIRANGA

Com o objetivo de verificar a aplicabilidade da metodologia do gerenciamento de áreas contaminadas proposta, selecionou-se a bacia hidrográfica do reservatório Guarapiranga, como região de interesse para realização de um estudo piloto.

As etapas de definição da região de interesse, identificação de áreas potencialmente contaminadas, avaliação preliminar, priorização 1 e priorização 2, cuja responsabilidade pela execução caberiam ao órgão gerenciador, foram executadas.

Durante a realização da etapa de avaliação preliminar foi constatado que em cinco áreas já haviam sido realizados os trabalhos correspondentes àqueles programados para a etapa de investigação confirmatória.

No item 6.1 é apresentada uma descrição da área de estudo selecionada. Nos itens 6.2 a 6.6 são apresentados e discutidos os resultados obtidos na execução das etapas iniciais do gerenciamento de áreas contaminadas na bacia hidrográfica do Guarapiranga.

6.1. Área de estudo: bacia hidrográfica do reservatório Guarapiranga

A bacia hidrográfica do reservatório Guarapiranga, ou seja, a região que inclui os cursos d'água que formam este reservatório, estende-se por uma área aproximada de 640 Km², abrangendo, de forma parcial, os municípios de São Paulo, Embu e Itapeverica da Serra, e todo o município de Embu-Guaçu. São incluídas, também, pequenas áreas dos municípios de Cotia, Juquitiba, São Lourenço da Serra, São Vicente e Itanhaém.

O reservatório Guarapiranga ocupa uma área de 64 km² e os principais rios da bacia são o Embu-Mirim e o Embu-Guaçu. A população da bacia em 1995 era de 622,5 mil habitantes (INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL; ECOCAMBIO; SOS REPRESA GUARAPIRANGA – ISA et al., 1998).

Na figura 6.1 pode ser observada a localização da bacia do Guarapiranga na Região Metropolitana de São Paulo.

Figura 6.1: Localização da bacia hidrográfica do Guarapiranga na RMSP

O reservatório Guarapiranga, localizado na zona sudoeste do município de São Paulo, foi construído entre 1906 e 1908 pela LIGHT, com a finalidade de gerar energia elétrica. Em 1927, passou a fornecer água para o abastecimento da cidade de São Paulo, com uma vazão inicial de $1 \text{ m}^3/\text{s}$, contribuição que foi aumentando ao longo dos anos (ISA et al., 1998).

Atualmente, o sistema Guarapiranga é responsável pelo abastecimento de 20% da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), fornecendo água para aproximadamente 3,4 milhões de habitantes, sendo o segundo maior produtor de água nesta região, responsável pelo fornecimento de $10,7 \text{ m}^3/\text{s}$. Face à sua importância como manancial e com o objetivo de disciplinar o uso e ocupação do solo nas áreas produtoras de água para abastecimento público da metrópole, na década de 70 foi criada a **Legislação de Proteção dos Mananciais Metropolitanos** (leis 898/75 e 1172/76), visando a manutenção e melhoria da qualidade dos recursos hídricos. Esta lei foi substituída pela nova **Lei Estadual de Mananciais**, aprovada em 14/10/97 (lei número 9866/97), após sua promulgação. Apesar desses dispositivos legais, houve um processo desordenado de ocupação da bacia, decorrente, principalmente, da crescente demanda de solo para urbanização na metrópole e da proximidade da bacia em relação ao núcleo metropolitano e ao pólo industrial da zona sul do Município de São Paulo. Só

no Município de São Paulo, cerca de 121.164 pessoas residem em favelas distribuídas em 176 núcleos (ISA et al., 1998).

Os loteamentos clandestinos ocupam na bacia cerca de 33 Km², sem a devida infra-estrutura sanitária. Este tipo de ocupação aliado à velocidade com que este processo vem se desenvolvendo acarreta crescente comprometimento da qualidade da água do reservatório Guarapiranga, gerando graves problemas, como a entrada de cargas orgânicas elevadas, provenientes, principalmente, de esgotos domésticos lançados sem tratamento nos corpos d'água que afluem para o reservatório (SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SÃO PAULO - SMA, 1997a).

Estudo realizado na bacia do Guarapiranga com o auxílio de imagens de satélite, sobre a evolução do uso do solo, constatou de 1989 a 1996, oito tipos de uso: áreas urbanas em formação ou crescimento; áreas urbanas consolidadas; campos antrópicos (agricultura e pastagens); solo exposto; cobertura florestal nativa e cobertura florestal não nativa (silvicultura). Observou-se grande crescimento das áreas urbanas consolidadas e em formação (crescimento de 50% de 1989 a 1996) e decréscimo expressivo da cobertura vegetal (57% da bacia em 1989 e 48% em 1996) (ISA et al., 1998).

Em 1992, o Governo do Estado de São Paulo, a Prefeitura do Município de São Paulo e o Banco Mundial assinaram contrato de empréstimo para um programa de recuperação ambiental da bacia hidrográfica do Guarapiranga, no valor de US\$ 262 milhões, denominado Programa de Saneamento Ambiental da Bacia do Guarapiranga, com duração prevista até 1997, sendo prorrogado posteriormente até 1998. O principal objetivo deste programa era assegurar a qualidade da água do manancial e desenvolver a capacitação técnica, financeira e institucional para a gestão da bacia, bem como melhorar a qualidade de vida dos habitantes da bacia, pela expansão da infra-estrutura de saneamento e pela implantação de parques e áreas verdes. A coordenação do Programa era feita pela unidade de gerenciamento (UGP) sediada na Secretaria de Recursos Hídricos, Saneamento e Obras do Governo do Estado de São Paulo (SMA, 1997a).

O Programa Guarapiranga foi dividido em cinco sub-programas: serviços de água e esgoto, coleta e disposição final de lixo, recuperação urbana e proteção ambiental e gestão da bacia.

Os órgãos responsáveis pela execução destes sub-programas foram: SABESP, CDHU, CETESB, SMA e a Prefeitura de São Paulo, além das Prefeituras de Itapeverica da Serra, Embu e Embu-Guaçu (ISA et al., 1998).

O sub-programa de serviços de água e esgoto incluiu a ampliação do sistema de coleta e afastamento dos esgotos, melhorias operacionais no sistema existente, desvio de cargas poluidoras afluentes para o reservatório e aprimoramento no sistema de tratamento de água. O sub-programa de coleta e disposição final de lixo teve como objetivo a adequação e controle do sistema de coleta, tratamento e disposição final de resíduos sólidos. O sub-programa de recuperação urbana contemplou a urbanização de favelas, adequação de infra-estrutura, reassentamentos e construção de conjuntos habitacionais. O sub-programa de proteção ambiental previu o repovoamento vegetal, implantação de um sistema de parques, diagnóstico limnológico e ecológico do reservatório, avaliação da poluição por fontes difusas, incentivo a atividades econômicas como a pesca e aquicultura. O sub-programa de gestão ambiental compreendeu a realização de levantamentos de dados, programas de educação ambiental e aparelhamento para gestão da bacia. Entre os estudos previstos destacam-se a adequação e controle da mineração, controle de fontes de poluição industrial e não industrial e elaboração de plano diretor.

Como parte do projeto de "recadastramento de fontes de poluição industrial e cadastramento de fontes especiais de poluição da bacia do Guarapiranga" (parte do sub-programa de gestão ambiental), foi elaborado um cadastro dos estabelecimentos industriais e não industriais, tais como hospitais, hotéis, postos de gasolina, pocilgas, empresas de transporte coletivo, clubes, entre outros, chamadas de fontes especiais de poluição.

A elaboração do referido cadastro visou subsidiar futuras ações de controle e fiscalização das mesmas, que foram utilizados neste estudo como fonte principal de dados para a identificação das áreas que apresentam potencial de contaminação.

6.2. Definição da região de interesse

De acordo com os procedimentos metodológicos apresentados no item 5.1.1, na etapa de definição da região de interesse devem ser definidos os limites da região a ser abrangida pelo gerenciamento e os objetivos principais a serem alcançados, considerando os bens a proteger identificados.

A bacia hidrográfica do reservatório Guarapiranga foi selecionada como região de interesse devido à sua importância para o abastecimento de água da região metropolitana de São Paulo (RMSP), associada à grande concentração populacional no local.

O objetivo principal a ser atingido com a execução do gerenciamento de áreas contaminadas na região selecionada refere-se à identificação e avaliação dos problemas ambientais relacionados às áreas contaminadas existentes na bacia hidrográfica, subsidiando o planejamento e adoção de medidas corretivas, preventivas e proativas, visando proteger a saúde da população residente na bacia e aquela que se utiliza das águas do reservatório.

Como medidas corretivas, propõe-se a aplicação de técnicas de remediação ou de compatibilização do uso do solo nas áreas contaminadas identificadas. O objetivo destas medidas é eliminar ou reduzir os danos ou riscos aos bens a proteger, pela adoção do princípio de "aptidão para o uso".

Como medidas preventivas, são propostas melhorias nas instalações e no manejo das substâncias nas áreas identificadas como contaminadas e suspeitas de contaminação, visando evitar o agravamento de uma contaminação ocorrida ou o surgimento de novas áreas contaminadas.

Como medidas proativas, são propostas mudanças nas formas de instalação e construção de empreendimentos, onde são ou serão desenvolvidas atividades potencialmente contaminadoras, com o objetivo de evitar o surgimento de novas áreas contaminadas.

Portanto, para o gerenciamento de áreas contaminadas na bacia hidrográfica do reservatório Guarapiranga foram considerados importantes os seguintes bens a proteger:

- a qualidade do solo;
- a qualidade das águas subterrâneas;
- a qualidade das águas superficiais;
- a saúde da população local;
- a saúde da população localizada fora da bacia.

Além destes, outros bens a proteger de importância foram identificados neste estudo, como o patrimônio público, o privado e o ecológico, que também podem ser ameaçados pelas áreas contaminadas.

6.3 Identificação das áreas potencialmente contaminadas na bacia do Guarapiranga

A etapa de identificação das áreas potencialmente contaminadas, conforme definido no item 5.1.2 da metodologia do gerenciamento de áreas contaminadas, foi iniciada com a definição das atividades potencialmente contaminadoras dos solos e águas subterrâneas, desenvolvidas na atualidade ou no passado na região de interesse. Em seguida foi feita a identificação das áreas potencialmente contaminadas, pela análise dos dados existentes.

6.3.1 Definição das atividades potencialmente contaminadoras

Para realizar esta tarefa utilizou-se a lista de atividades potencialmente contaminadoras dos solos e águas subterrâneas, apresentada no anexo 1. Para elaboração desta lista foi utilizado como apoio o programa alemão ALTLASTENEXPLORER (1997), que fornece uma relação de 230 atividades industriais consideradas potencialmente contaminadoras dos solos e águas subterrâneas na Alemanha.

Os critérios utilizados neste programa para definir determinada atividade industrial ou comercial como potencialmente contaminadora, podem ser considerados correspondentes e complementares à definição de atividades potencialmente contaminadoras estabelecidas na metodologia do gerenciamento de áreas contaminadas (item 5.1.2.1). Estes critérios são apresentados a seguir:

- ocorrência de manejo de substâncias, na atividade industrial ou comercial, que possuam potencial para causar danos aos bens a proteger via solos e águas subterrâneas;
- existência de características específicas dos processos produtivos que possam acarretar a contaminação dos solos e águas subterrâneas;
- atividade industrial ou comercial que apresente histórico indicando manuseio, armazenamento e disposição inadequada de matéria prima, produtos e resíduos;
- atividade industrial ou comercial que apresente histórico indicando a ocorrência de vazamentos e acidentes;
- atividade industrial ou comercial que apresente histórico de geração de áreas contaminadas.

Inicialmente traduziu-se para o português, a lista com a relação de atividades consideradas potencialmente contaminadoras, segundo a experiência alemã.

Em seguida, considerando-se o conhecimento dos técnicos da CETESB sobre os diferentes processos industriais nacionais, correlacionou-se as atividades potencialmente contaminadoras alemãs com as atividades industriais e comerciais brasileiras, descritas no sistema de codificação de atividades econômicas do INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE (1994).

Assim, foram selecionadas as atividades potencialmente contaminadoras do solo e das águas subterrâneas consideradas neste estudo, apresentadas no anexo 1.

Além das atividades indicadas na relação alemã, foram incluídas aquelas com potencial de contaminação, descritas em outras listas similares, como as listas americanas (USEPA, 1993a e USEPA, 1994) apresentadas resumidamente no quadro 5.1.

6.3.2 Identificação das áreas potenciais pelo levantamento de dados existentes

Em função do grande número de informações existentes no cadastro de informações do programa Guarapiranga (SMA, 1997b), sobre as atividades industriais e comerciais ativas e desativadas, optou-se por utilizar estes dados como a base principal para a identificação das áreas potencialmente contaminadas na bacia hidrográfica do reservatório Guarapiranga.

Além do cadastro do programa Guarapiranga, foram utilizadas como fonte de informação, a lista de postos de serviço e de áreas de disposição de resíduos da RMSP, ambas resultantes dos trabalhos executados no Projeto de Cooperação Técnica CETESB/GTZ, que constam do cadastro de áreas contaminadas elaborado neste projeto (CETESB, 1998).

Outra fonte de dados utilizada foi a lista apresentada em relatório do INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS - IPT (1997), onde são indicadas as áreas de mineração ativas e desativadas localizadas na bacia do Guarapiranga.

Desta forma, as áreas onde funcionaram ou funcionam as empresas ou empreendimentos registrados nestes cadastros, e que possuíam códigos de atividades do IBGE relacionados a atividades industriais e comerciais classificadas como potencialmente contaminadoras, apresentados na lista do anexo 1, foram classificadas como áreas potencialmente contaminadas.

6.3.3 Resultados da etapa de identificação das áreas potencialmente contaminadas

A análise destas quatro fontes de informação resultaram na identificação de 1267 áreas potencialmente contaminadas localizadas na bacia hidrográfica do reservatório Guarapiranga, distribuídas de acordo com as seguintes fontes de informação:

- lista do programa Guarapiranga: 1001 áreas potencialmente contaminadas;
- lista de postos de serviços da CETESB: 97 áreas potencialmente contaminadas;
- lista de áreas de disposição de resíduos da CETESB: nove áreas potencialmente contaminadas.
- lista de áreas de mineração do IPT: 160 áreas potencialmente contaminadas.

As áreas potencialmente contaminadas identificadas são apresentadas na lista de classificação e pontuação das áreas localizadas na bacia hidrográfica do Guarapiranga, apresentada no anexo 3.

Na tabela 6.1 é apresentada a distribuição destas áreas, agrupadas por tipo de atividade (gênero do código IBGE).

Neste estudo foram consideradas apenas as fontes pontuais de contaminação, industriais e comerciais.

Outras fontes pontuais como as áreas onde ocorreram acidentes no transporte de produtos químicos perigosos, ou multipontuais, como as áreas com sistemas de infiltração de efluentes domésticos (fossas sépticas em conjuntos habitacionais, loteamentos e favelas) não foram consideradas, pois estas fontes estão sendo abordadas nos sub-projetos do programa Guarapiranga.

As áreas com fontes de contaminação difusa, como a aplicação de fertilizantes e agrotóxicos em áreas agrícolas, também não foram avaliadas neste estudo.

As formas pelas quais estes números de áreas potencialmente contaminadas foram obtidos, utilizando-se cada uma das fontes de informação são descritas a seguir.

Atividades – código IBGE (2 primeiros algarismos – gênero)	AP	PCA
Extração de minerais (00)	160	0
Transformação de produtos de minerais não metálicos (11)	13	91
Indústria metalúrgica (11)	191	0
Indústria mecânica (12)	122	0
Indústria de material elétrico e de comunicações (13)	93	0
Indústria de material de transporte (14)	28	0
Indústria da madeira (15)	39	2
Indústria do mobiliário (16)	49	0
Indústria do papel e papelão (17)	9	18
Indústria da borracha (18)	22	0
Indústria do couro e peles (19)	0	2
Indústria química (20)	37	0
Indústria de produtos farmacêuticos e veterinários (21)	21	0
Indústria de perfumarias, sabões (22)	26	0
Indústria de produtos de matérias plásticas (23)	130	0
Indústria têxtil (24)	26	0
Indústria do vestuário, calçados e artefatos de tecidos (25)	0	19
Indústria de produtos alimentares (26)	3	65
Indústria de bebidas (27)	0	8
Indústria editorial e gráfica (29)	33	0
Indústrias diversas (30)	50	0
Utilidade pública/unidades auxiliares de serviços industriais (31)	18	6
Indústria da construção/depósitos (32)	7	5
Agricultura e criação animal (40)	0	13
Serviços de transporte (50)	12	0
Serviços de comunicação (51)	0	1
Serviços de alojamento e alimentação (52)	0	53
Serviços de reparação, manutenção e conservação (53)	36	2
Serviços pessoais (54)	1	25
Serviços comerciais (55)	7	12
Serviços de diversões (56)	0	7
Comércio atacadista (60)	23	14
Comércio varejista (61)	104	247
Cooperativas (70)	0	2
Fundações, entidades e associações de fins não lucrativos (80)	0	29
Administração pública direta e autárquica (90)	0	5
Outras atividades não classificadas (99)	7	294
Total	1267	920

Quadro 6.1: Distribuição das áreas potencialmente contaminadas (AP) e áreas com potencial de contaminação ausente (PCA), segundo a atividade econômica (código IBGE)

6.3.3.1 Lista do programa Guarapiranga

A base principal de dados utilizada neste estudo para a identificação de áreas potencialmente contaminadas foi o relatório final do projeto "Recadastramento de fontes industriais de poluição e cadastramento de fontes especiais de poluição localizadas na bacia do Guarapiranga", que é um dos projetos do programa de saneamento ambiental da bacia hidrográfica do Guarapiranga (sub-programa de gestão ambiental) (SMA, 1997b).

Este trabalho foi realizado com o objetivo principal de elaborar um cadastro atualizado das fontes de poluição industriais e não industriais, localizadas na bacia hidrográfica do Guarapiranga, a partir dos dados obtidos junto à CETESB, SMA-DUSM, SABESP, ELETROPAULO, FIESP, IBGE, prefeituras dos municípios de São Paulo, Juquitiba, São Lourenço da Serra, Cotia, Embu, Embu-Guaçu e Itapeverica da Serra, Secretaria da Fazenda do Estado de São Paulo e Receita Federal.

Os dados obtidos junto a estes órgãos e instituições foram armazenados em um banco de dados informatizado, com um sistema geográfico de informações associado, que permite o acesso às localizações dos empreendimentos cadastrados.

Algumas das informações cadastrais armazenadas neste banco de dados foram: razão social, endereço, tipo de atividade (código IBGE), área do empreendimento, número de funcionários, matérias primas utilizadas e sua armazenagem, produtos acabados e sua armazenagem, máquinas e equipamentos, fluxogramas dos processos produtivos, tipos e quantidades geradas de efluentes líquidos e resíduos sólidos, seu tratamento e disposição final (SMA, 1997b).

A lista de todos os registros do cadastro é composta de 3.025 empreendimentos (dados de 1997), que foram vistoriados pelos técnicos do programa Guarapiranga e classificados da maneira seguinte, de acordo com os objetivos deste programa:

- fonte de poluição industrial em atividade (FPI) = 280 empreendimentos;
- fontes especiais de poluição em atividade (FPE) = 131;
- fontes de poluição paralisadas temporariamente (PA) = 11;
- atividades desativadas não substituídas por outra fonte de poluição (DE) = 450;
- empreendimentos existentes que negaram acesso (NAT) = 42;
- atividades não encontradas nos endereços existentes no atual cadastro (NE) = 82;
- atividades não localizadas nos endereços existentes no atual cadastro (NL) = 218.
- atividades contidas no cadastro da CETESB e que não foram caracterizadas como fonte de poluição (ASI) = 980;
- atividades desativadas em cujo local foram implantadas novas fontes de poluição (SU) = 183;
- atividades cadastradas mais de uma vez (DU) = 165;
- atividades incluídas na listagem inicial porém localizadas fora da bacia (F) = 483;

O objetivo principal deste projeto foi avaliar as fontes ativas existentes (FPI e FPE), ou seja, as fontes geradoras de efluentes, em atividade, que diretamente podem poluir os cursos d'água da bacia hidrográfica e, conseqüentemente, contribuir para a queda da qualidade das águas do reservatório.

No processo de identificação de áreas potencialmente contaminadas, não foram considerados apenas os empreendimentos classificados como FPI e FPE, sendo realizada uma avaliação de todos os dados disponíveis neste cadastro. Este processo teve início com a exclusão de vários empreendimentos, por diferentes motivos.

Inicialmente, foram excluídos 483 registros incluídos na lista inicial, porém localizados fora da bacia do Guarapiranga, que possuíam código F no cadastro do programa Guarapiranga, reduzindo-se, portanto, a lista inicial de 3025 para 2542 registros.

Após análise detalhada, foram detectados 208 registros duplicados, reduzindo-se, novamente, o número de empreendimentos de 2542 para 2334 registros.

Analisando-se os registros restantes, verificou-se que, pelo endereço, 18 empreendimentos não estavam localizados dentro dos limites da bacia do Guarapiranga, reduzindo-se o registro de 2334 para 2316.

Dos 2316 registros, 148 não apresentavam o código IBGE e a descrição da atividade desenvolvida na área, impossibilitando sua avaliação, reduzindo-se, por este motivo, o número de 2316 para 2168 empreendimentos.

Para não ocorrer duplicidade de informações com as outras fontes de informação (lista de postos de serviço e de áreas de disposição de resíduos elaboradas pela CETESB e de áreas de mineração definidas pelo IPT), foram retiradas desta lista mais 71 áreas de postos de serviço, oito de disposição de resíduos e 58 de mineração. Desta forma, a lista inicial foi reduzida de 2168 para 2031 registros.

Desta lista constavam 110 registros de loteamentos predominantemente residenciais, que conforme já discutido, foram desconsiderados, pois estas fontes de contaminação estão sendo abordadas no âmbito do programa Guarapiranga. Desta forma, o número foi reduzido de 2031 para 1921.

Finalmente, as fontes correspondentes a estes 1921 registros foram submetidas a uma classificação quanto ao seu potencial em causar contaminação do solo e águas subterrâneas.

Assim, dos 1921 registros, 1001 possuem códigos IBGE correspondentes aos códigos IBGE das atividades potencialmente contaminadoras, conforme classificação apresentada na lista do anexo 1. Desta forma, as áreas onde estes empreendimentos funcionam ou funcionaram foram consideradas como áreas potencialmente contaminadas. Os 920 empreendimentos restantes foram considerados como áreas onde o potencial de contaminação é baixo ou ausente (tabela 6.1). Estas 1001 áreas potencialmente contaminadas (APs) estão incluídas na lista de classificação e pontuação das áreas localizadas na bacia hidrográfica do Guarapiranga, apresentada no anexo 3, sendo identificadas pelo número estabelecido no cadastro do Projeto CETESB/GTZ.

6.3.3.2 Lista de postos de serviço

Para localização das áreas de comércio varejista de combustíveis, foi utilizada a lista de postos de serviço da CETESB (CETESB, 1998). Esta lista apresenta a razão social, o código IBGE e o endereço dos postos de serviço localizados na Região Metropolitana de São Paulo. Na bacia hidrográfica do reservatório do Guarapiranga foram identificados 97 registros de postos de serviço, que podem ser classificados, nesta etapa, como áreas potencialmente contaminadas.

Os postos de serviço recebem o código IBGE 6109001, sendo incluídos na tabela 6.1, com gênero 61. Neste estudo, estes postos receberam um número de cadastro e foram registrados na lista de classificação e pontuação das áreas localizadas na bacia hidrográfica do Guarapiranga, apresentada no anexo 3.

6.3.3.3 Lista de áreas de disposição de resíduos

Em 1994, como atividade do projeto CETESB/GTZ, foram identificadas 116 áreas de disposição de resíduos na região metropolitana de São Paulo. Na bacia hidrográfica do reservatório do Guarapiranga foram registradas nove áreas, que podem ser inicialmente classificadas como áreas potencialmente contaminadas. Na tabela 6.1 as áreas de disposição de resíduos estão incluídas no gênero 31.

As áreas de disposição de resíduos também receberam um número de cadastro e foram registradas na lista de classificação e pontuação das áreas localizadas na bacia hidrográfica do Guarapiranga, apresentada no anexo 3.

6.3.3.4 Lista de áreas de mineração do IPT

Na lista de áreas de mineração elaborada pelo IPT (1997) foram registradas 160 áreas, que também podem ser classificadas como potencialmente contaminadas. Essas áreas estão incluídas na tabela 6.1 com gênero 00.

A lista de áreas de mineração é apresentada em IPT (1997), não sendo apresentada neste trabalho, onde são indicadas apenas as suas localizações na figura 6.2 e 6.3.

Estas minerações constituem-se basicamente da extração de bens minerais não metálicos (areia, argila, caulim e brita) utilizados na construção civil e na indústria da cerâmica. Nessas áreas normalmente é observada a degradação física dos solos, devido a remoção física dos mesmos e por processos erosivos. O potencial de contaminação dessas áreas é agravado após o encerramento das atividades de mineração, sendo as mesmas utilizadas, em alguns casos, para a disposição de resíduos sólidos inertes e, em alguns casos, resíduos sólidos de origem doméstica.

6.3.4 Priorização 1

Em função do elevado número de áreas potencialmente contaminadas, definidas na etapa anterior, foi necessária a adoção de critérios de priorização, com o intuito de selecionar quais entre as áreas identificadas seriam objeto de estudo na etapa seguinte de avaliação preliminar, devido à inexistência de recursos humanos e econômicos suficientes para a execução desta etapa em todas as áreas potencialmente contaminadas levantadas.

Conforme a descrição metodológica apresentada no item 5.3.1, a seleção das áreas potencialmente contaminadas prioritárias deve ser realizada de maneira simples, estabelecendo-se critérios claros e objetivos, considerando também a capacidade de realização do órgão gerenciador.

Desta forma, para a priorização de áreas potencialmente contaminadas foram utilizados, inicialmente, dois mapas temáticos: o mapa geológico simplificado da bacia do Guarapiranga, obtido a partir do mapa geológico confeccionado pelo IPT (1996), apresentado na figura 6.2, e o mapa da mancha urbana da bacia do Guarapiranga (IPT, 1996), apresentado na figura 6.3. Em seguida as áreas potencialmente contaminadas foram locadas nestes mapas.

Para a confecção destas figuras foi utilizado o sistema geográfico de informações do Projeto CETESB – GTZ (Programa REGIS), a partir do qual foi efetuado o cruzamento das informações geológicas e de localização da mancha urbana, com as coordenadas geográficas das 160 áreas de minerações existentes na bacia, obtidas em relatório elaborado pelo IPT (1997), e as coordenadas geográficas das áreas industriais e comerciais, obtidas no relatório final do projeto "Recadastramento de fontes industriais de poluição e cadastramento de fontes especiais de poluição localizadas na bacia do Guarapiranga"(SMA, 1997b).

Do total de 1107 áreas industriais e comerciais, postos de serviço e áreas de disposição de resíduos consideradas como áreas potencialmente contaminadas, 479 são ativas, sendo que as 400 áreas para as quais as coordenadas geográficas estavam disponíveis, foram representadas nestes mapas, enquanto que para 79 destas não foram representadas, pois as suas coordenadas não estavam disponíveis. Em relação às áreas potencialmente contaminadas desativadas (459 no total), pela mesma razão, apenas 91 possuem coordenadas e foram incluídas nestes mapas. Em relação a 169 áreas potencialmente contaminadas não existia informação a respeito de seu atual estado funcional. Desta forma, as áreas potencialmente contaminadas (industriais e comerciais) representadas nestes mapas, são em sua maioria áreas em atividade.

No mapa geológico simplificado da figura 6.2, pode-se observar que a bacia do Guarapiranga é composta predominantemente por rochas pré-cambrianas do embasamento cristalino, incluídas nos complexos Piaçagüera e Embu, além de apresentar várias suítes granitóides, sendo secundariamente coberta por rochas sedimentares terciárias da bacia de São Paulo e sedimentos quaternários. O Complexo Piaçagüera, do Arqueano / Paleoproterozóico, que possui extensão restrita na bacia do Guarapiranga, constitui-se de granitóides foliados, gnáissicos, de granulação média a grossa, com faixas afetadas por milonitização. O complexo Embu, com a maior exposição na área da bacia do Guarapiranga, é constituído por metassedimentos de baixo grau a migmatitos (migmatitos, micaxistos, quartzo micaxistos, quartzitos finos, quartzitos com intercalações de quartzo mica xistos, filitos e/ou sericita xistos finos, quartzo dioritos e rochas metabásicas) (IPT, 1996).

Figura 6.2: Mapa geológico simplificado da bacia do Guarapiranga (a partir de IPT, 1996) com a localização das áreas potencialmente contaminadas

No mapa geológico destaca-se a grande concentração de áreas potencialmente contaminadas, principalmente áreas industriais e comerciais, ao longo da região de sedimentos quaternários do rio Embu-Mirim, localizada na região noroeste da bacia, região que em grande parte corresponde a uma grande faixa de rochas miloníticas.

Entretanto, a maior concentração de áreas potencialmente contaminadas é observada na região nordeste da bacia, sobre os sedimentos quaternários, terciários e rochas pré-cambrianas (micaxistos), localizados no lado direito do reservatório.

Do ponto de vista geológico estas duas regiões podem ser consideradas prioritárias, tendo em vista a proteção dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos da bacia, principalmente se for considerado que os sedimentos quaternários, localizados próximos às margens do rio Embu-Mirim e ao reservatório Guarapiranga possuem, provavelmente, alta vulnerabilidade natural associada à grande concentração de áreas potencialmente contaminadas.

Em relação à proximidade das áreas potencialmente contaminadas com a população residente na bacia, observando a figura 6.3, nota-se que, principalmente, as áreas industriais e comerciais encontram-se localizadas dentro da mancha urbana, ao longo das rodovias e principais avenidas. Nesta figura, destaca-se que as regiões consideradas prioritárias do ponto de vista geológico, coincidem com as regiões prioritárias indicadas em função do posicionamento da mancha urbana.

Outra região em que se observa uma importante concentração de áreas potencialmente contaminadas (áreas industriais e comerciais), está localizada na região central da bacia do Guarapiranga. Esta área inicia-se no município de São Paulo, no lado esquerdo do reservatório e concentra-se principalmente na região central urbana do município de Embu-Guaçu.

Outro fator a ser considerado para a priorização de áreas potencialmente contaminadas é o potencial de contaminação das atividades desenvolvidas ou em desenvolvimento nas áreas identificadas. Desta forma, para a realização da etapa de avaliação preliminar foram priorizadas as áreas onde são ou foram desenvolvidas as seguintes atividades:

- as áreas de disposição de resíduos;
- as áreas de indústrias químicas (código IBGE, com gênero 20);
- as áreas comerciais com o armazenamento de combustíveis (postos de serviço).

Estas foram selecionadas por apresentarem elevado potencial de contaminação e um histórico significativo na geração de áreas contaminadas.

Figura 6.3: Mapa da mancha urbana da bacia do Guarapiranga (IPT, 1996) com a localização das áreas potencialmente contaminadas

Além disso, essas áreas encontram-se localizadas predominantemente nas regiões consideradas prioritárias do ponto de vista geológico e em relação ao posicionamento da mancha urbana, principalmente as áreas de armazenamento de combustíveis e indústrias químicas.

6.4 Avaliação preliminar

Conforme apresentado no item 5.1.3, a etapa de avaliação preliminar consiste da elaboração de um diagnóstico inicial das áreas potencialmente contaminadas, sendo executado um levantamento histórico das informações já existentes sobre essas áreas, complementado pela coleta de novas informações em inspeções de reconhecimento, realizadas em cada uma das áreas potencialmente contaminadas prioritárias indicadas.

Desta forma, a etapa de avaliação preliminar foi realizada nas áreas onde são ou foram desenvolvidas as atividades de disposição de resíduos, fabricação de produtos químicos (código IBGE gênero 20) e armazenamento de combustíveis em postos de serviço, conforme estabelecido na etapa de priorização 1 (item 6.3.4).

Os dados existentes sobre as áreas de disposição de resíduos e postos de serviço são escassos, sendo utilizados, principalmente, os dados levantados durante a realização de inspeção de reconhecimento. As inspeções de reconhecimento nas áreas de disposição de resíduos foram realizadas inicialmente em 1994, sendo atualizadas em 1998 e 1999. Nos postos de serviço as inspeções foram feitas em 1997 e 1998.

Em relação às indústrias químicas, como fonte de dados, foram consultados os processos de controle ambiental da CETESB, referentes a cada uma das áreas, e realizadas inspeções de reconhecimento em 1998 e 1999.

Para a coleta de dados durante a realização desta etapa foi utilizada como base a ficha cadastral de áreas contaminadas, apresentada no anexo 2.

A seguir, são apresentados de forma resumida, alguns dos resultados obtidos com a realização da etapa de avaliação preliminar.

6.4.1 Áreas de disposição de resíduos

Das nove áreas de disposição de resíduos avaliadas nesta etapa, oito são áreas que foram ou estão sendo utilizadas pelas prefeituras dos municípios para a destinação final de resíduos sólidos domiciliares. A outra área identificada é uma área de disposição clandestina de resíduos (D000004).

Para o registro das nove áreas de disposição de resíduos no cadastro de áreas contaminadas do Projeto CETESB/GTZ, foram atribuídas às mesmas os seguintes códigos de identificação: D000001, D000002, D000004, D000005, D000032, D000061, D000100, D000102 e D000103. Estes códigos foram mantidos para a identificação destas áreas neste estudo, conforme pode ser observado na lista de classificação e pontuação apresentada no anexo 3a.

Estas áreas, de uma forma geral, caracterizam-se pela disposição de resíduos realizada de maneira inadequada, conforme as informações registradas em suas fichas cadastrais. Estas fichas encontram-se disponíveis no cadastro físico do Projeto CETESB-GTZ, sendo as principais informações obtidas pelo preenchimento destas apresentadas resumidamente a seguir.

Nas nove áreas, durante pelo menos um período de utilização das mesmas, não foi realizado controle de entrada de resíduos. Desta forma, não foi possível determinar se elas receberam outros tipos de resíduos, além dos domiciliares.

O recebimento de resíduos em três destas áreas começou a ser registrado no início da década de oitenta. Em cinco outras, o recebimento de resíduos iniciou-se nos primeiros anos da década de 90. Para a área de disposição clandestina não existem registros do início das atividades.

Em todas as áreas de disposição de resíduos levantadas, os resíduos foram dispostos sobre a superfície do solo ou em cavas, sem a construção de camadas para a impermeabilização inferior, necessárias para evitar a contaminação dos solos e águas subterrâneas pela infiltração de chorume.

Em nenhuma destas áreas foram construídas drenagens para escoamento de águas pluviais, de líquidos percolados (chorume) e gases gerados, demonstrando a forma precária de construção destes depósitos.

Nenhuma destas áreas apresenta sistema de impermeabilização superior adequado, constituído por um conjunto de camadas impermeabilizantes e drenantes, que visam impedir a entrada de águas pluviais na massa de lixo, evitando-se assim, o aumento da quantidade de chorume produzido. Na maioria das áreas o lixo recebe apenas uma cobertura com solo local.

Em relação à quantidade de resíduos disposta, podem ser definidos três grupos distintos: as áreas de disposição de resíduos consideradas grandes, com uma estimativa de volume de resíduos próximo ou superior a 1.000.000 m³ (indicadas pelos códigos D000032, D000061 e D000102), as áreas médias, com um volume entre 20.000 m³ e 200.000 m³ (D000001, D000002 e D000103) e as áreas de disposição de resíduos pequenas, com volume de resíduos inferior a 20.000 m³ (D000004, D000005 e D000100).

Quanto à forma de disposição, podem ser definidos três tipos principais: disposição dos resíduos sobre a superfície do terreno, a disposição em cavas abandonadas de mineração de caulim ou a disposição em pequenas cavas construídas especialmente para este fim.

A disposição sobre a superfície do terreno é ou foi realizada lançando-se os resíduos sobre as encostas de vales, sendo então acumulados nos fundos destes vales e nas encostas. Esta situação foi verificada na maioria das áreas cadastradas: D000100, D000102, D000103, D000061, D000032 e D000004.

As áreas com cavas de mineração de caulim preenchidas com resíduos são: D000005 e D000001. Na área D000002 foram escavadas pequenas cavas, com profundidade de 1 a 2 metros, com a finalidade de enterrar os resíduos.

As principais vias de transporte dos contaminantes, identificadas nas áreas de disposição de resíduos foram: o solo, as águas subterrâneas, as águas superficiais e o ar.

Em todas as áreas avaliadas, os líquidos percolados, infiltram-se pelo solo, sem serem coletados e sem receberem qualquer tratamento, podendo atingir as águas subterrâneas.

Na maioria destas áreas, também foi observado escoamento de líquidos percolados para os corpos de águas superficiais mais próximos.

Em várias destas áreas foram observados focos de incêndio e fumaça, principalmente naquelas com grande volume de resíduos, destacando-se nestes locais a via de transporte de contaminantes pelo ar.

A dispersão de poeiras emanadas destas fontes de contaminação também foi observada praticamente em todas as áreas.

Outra via importante de transporte de contaminação que deve ser destacada são os vetores biológicos, como ratos, insetos e outros. Esta via torna-se importante pois, na maioria das áreas ativas, não é realizada cobertura operacional adequada dos resíduos.

Nas inspeções realizadas nas áreas de disposição de resíduos foi constatada a existência de residências localizadas muito próximas, ou até mesmo sobre estas áreas, como é o caso das áreas D000001, D000032, D000100 e D000103.

Nestas inspeções verificou-se que o abastecimento de água das residências localizadas próximas às áreas de disposição é realizado por meio de captação de águas subterrâneas em poços rasos, escavados.

Além da população que mora ao redor das áreas de disposição de resíduos, a qual pode estar exposta aos contaminantes, existem as pessoas que trabalham em muitas destas áreas, conhecidos como catadores, que fazem a reciclagem do lixo para venda ou uso próprio.

Destaca-se que as áreas D000061 e D000032 estão sendo remodeladas, como atividade do Programa Guarapiranga, sendo instaladas, por exemplo, mantas plásticas para impermeabilização inferior, cobertura final e sistema de drenagem de águas superficiais.

Na figura 6.4 é apresentado um exemplo de croqui e modelo conceitual obtido na área D000061, após o preenchimento da ficha cadastral de áreas contaminadas, feito em 1994. Os modelos conceituais elaborados para cada uma das áreas de disposição avaliadas, deverão ser a base de informações para a definição do plano de amostragem na etapa de investigação confirmatória.

CROQUI DA ÁREA / MODELO CONCEITUAL

Croqui/Seção Esquemática

Modelo Conceitual [Utilizar as siglas P (com potencial), S (com suspeita) e C (confirmado)]

Fontes primárias	Mecanismos primários de liberação	Fontes secundárias	Mecanismos secundários de liberação	Vias de transporte dos contaminantes	Pontos de contato/ Receptores
Resíduos domiciliares C	Infiltração de chorume C	Solo contaminado S	Dispersão S Fluxo superficial C	Solo S Ag. subt S Ag. sup C Ar C	Ag sup/ingestão Ag subt/ingestão Ar/inalação moradores, catadores, reservatório

Figura 6.4: Croqui e modelo conceitual 1 da área D000061

6.4.2 Indústrias químicas

Com a realização da etapa de identificação de áreas potencialmente contaminadas foram incluídas no cadastro 37 áreas potencialmente contaminadas, que possuem gênero do código IBGE 20, ou seja, indústrias químicas (tabela 6.1).

Entretanto, após a consulta aos processos de controle ambiental da CETESB referentes a estas áreas, foi possível realizar a exclusão prévia de algumas destas.

Observou-se que duas delas apresentavam potencial de contaminação ausente (fabricação artesanal de carvão vegetal e coleta e armazenamento de borra de café para ser utilizada como fertilizante), tendo sido excluídas do cadastro de áreas contaminadas devido à aplicação errada do gênero 20 do código IBGE.

Outras duas áreas foram excluídas do cadastro de áreas contaminadas devido à constatação de que os empreendimentos planejados não chegaram a ser instalados, pois a CETESB indeferiu os pedidos de licença de instalação. Entretanto, estes registros permaneceram no cadastro geral da CETESB e, conseqüentemente, foram incluídos no cadastro do Programa Guarapiranga, sendo classificadas erroneamente como áreas potencialmente contaminadas no início deste estudo.

Adicionalmente, três áreas foram excluídas, por encontrarem-se erroneamente localizadas dentro dos limites da bacia do Guarapiranga.

Em outras três áreas não foi possível a realização os trabalhos da etapa de avaliação preliminar e o preenchimento da ficha cadastral de áreas contaminadas, pois não foram encontradas informações suficientes para tal nos processos da CETESB, além do fato de que estas áreas não foram localizadas. Desta forma, elas permaneceram classificadas como áreas potencialmente contaminadas.

Um registro de área potencialmente contaminada foi eliminado após a verificação de que duas indústrias químicas diferentes funcionaram no mesmo local.

Em outra área, uma indústria química recebeu três denominações diferentes, sendo mantida apenas uma, eliminando-se mais dois registros de áreas potencialmente contaminadas.

Assim, concluiu-se que foram desenvolvidas atividades potencialmente contaminadoras, classificadas com gênero do código IBGE 20 (indústrias químicas), em 24 áreas.

Nestas 24 áreas foi realizada a etapa de avaliação preliminar. Para o registro no cadastro de áreas contaminadas do Projeto CETESB/GTZ, elas receberam os seguintes códigos de identificação: I000240, I000241, I000270, I000273, I000284, I000425 a I000442 e I000444. Estes códigos também foram utilizados neste estudo, conforme pode ser observado na lista de classificação e pontuação de áreas, apresentada no anexo 3a.

Das 24 áreas avaliadas, 13 áreas (54% do total) estão localizadas no município de São Paulo, cinco (21%) no município de Embu, quatro (17%) no município de Itapeverica da Serra e duas (8%) no município de Embu - Guaçu.

Foi constatada uma grande variedade de produtos fabricados nestas áreas, destacando-se a produção de tintas e vernizes (em cinco áreas ou 21% do total de áreas de produção de produtos químicos), de solventes diversos (em cinco áreas ou 21%), de corantes e pigmentos (três áreas ou 12%), de essências para indústria alimentícia e perfumaria (em duas áreas ou 8%), de misturas de várias substâncias químicas para produção de compostos diversos (em três áreas ou 12%), de ceras, óleos hidrogenados e produtos para galvanoplastia (em uma área, 4%), de óleos lubrificantes (em duas áreas, 8%), de adubos e fertilizantes (em uma área, 4%), de carbonato de zinco (em uma área, 4%), de adesivos (em uma área, 4%), de asfaltos (em uma área, 4%) e de óxido de zinco (em uma área, 4%).

Das 24 áreas potencialmente contaminadas, apenas três (12%) encontram-se ativas ou desenvolvendo a atividade de produção de produtos químicos.

Em nove áreas (37%), onde ocorreu a fabricação de produtos químicos, não foram desenvolvidas novas atividades no terreno ou prédios existentes, permanecendo as suas instalações desocupadas.

Nas 12 áreas (50%) restantes, novas atividades foram ou são desenvolvidas, sendo, em alguns casos, desenvolvidas até quatro atividades em uma mesma área, que se sucederam ao longo do tempo. Foi verificada a fabricação de produtos eletro-eletrônicos em quatro áreas, usinagem de peças metálicas em quatro áreas, fabricação de produtos plásticos em três áreas, armazenamento de substâncias químicas em uma área, tecelagem em uma área e fabricação de embalagens em uma área.

Em relação ao ano de início da atividade de fabricação de produtos químicos nestas áreas, foi constatado que três delas iniciaram suas operações na década de 60, em quatro delas a produção foi iniciada na década de 70, em seis delas na década de 80 e em duas delas na década de 90, embora na maior parte das áreas (dez áreas restantes) esta informação não pode ser levantada, em função da ausência de informações nos documentos consultados.

Foi constatado também que o tamanho dos terrenos onde estas atividade são ou foram desenvolvidas é bastante variado, podendo ser separados em três grupos: as áreas pequenas, cujos tamanhos variam de 300 a 1400 m², as áreas médias, cujas dimensões variam de 2.200 a 7.500 m² e as áreas grandes que variam de 14.000 a 70.000 m².

As fontes potenciais de contaminação observadas dentro destas áreas, localizavam-se nos locais de produção (em todas as áreas), em área de disposição de resíduos (presente em uma área industrial), nas áreas de armazenamento de produtos, matérias primas ou resíduos (presente em 16 áreas) e nas áreas de infiltração de efluentes em sumidouros (presente em dez áreas).

Notou-se, também, que as condições de impermeabilização do piso nos locais onde são manejadas substâncias que podem conter contaminantes, foram consideradas ruins em dez áreas (42% das áreas), boas em oito (33%). Em seis áreas (25%) não foi possível avaliar se as condições de impermeabilização eram boas ou ruins na época em que ainda ocorria a operação do empreendimento.

Além disso, consultando-se os processos de controle da CETESB observou-se que em algumas áreas foram constatados vazamentos de substâncias em tanques de armazenamento aéreos (em duas áreas, 8% do total), no processo produtivo (seis áreas, 25%) e no armazenamento de resíduos (quatro áreas, 17%).

Em oito áreas (33% do total) foram observados, na inspeção de reconhecimento, derramamentos de substâncias sobre o piso ou diretamente sobre o solo.

Em relação aos efluentes gerados, constatou-se que em dez áreas (41%), eles são ou foram infiltrados no solo por meio de sumidouros (na maioria dos casos sem tratamento), em quatro áreas (17%) eles são ou foram enviados para estações de tratamento de efluentes, em cinco áreas (21%) são ou foram lançados na rede de esgoto, em dois casos (8%) são ou foram

lançados nos corpos de água superficiais e em oito (33%) casos esta informação não pode ser determinada.

Os principais grupos de substâncias químicas com potencial de contaminação presentes nas matérias primas, resíduos ou produtos, manejados nas áreas avaliadas, foram os metais ou compostos metálicos (presentes em 16 áreas ou em 67% do total), os solventes orgânicos não halogenados (presentes em 15 áreas, 62% do total), combustíveis e lubrificantes (13 áreas, 54%), hidrocarbonetos aromáticos (nove áreas, 37%), solventes orgânicos halogenados (seis áreas, 25%), compostos orgânicos nitrogenados, fosfatados e sulfurados (quatro áreas, 17%), ácidos e bases (três áreas, 12%), compostos inorgânicos de elevada toxicidade (três áreas, 12%), fertilizantes (duas áreas, 8%), fenóis (duas áreas, 8%) e pesticidas (uma área, 4%).

Em relação aos bens a proteger, pode-se destacar que próximos a todas estas áreas foram observadas residências e corpos de água superficiais.

Os contextos hidrogeológicos observados nas áreas inspecionadas são os seguintes: 19 áreas (79% do total) encontram-se sobre rochas cristalinas do pré-cambriano, quatro áreas (17%) encontram-se sobre sedimentos quaternários e uma área (4%) está sobre sedimentos terciários.

Na figura 6.5 é apresentado um exemplo de croqui e modelo conceitual obtido da área 1000284, após o preenchimento da ficha cadastral de áreas contaminadas na etapa de avaliação preliminar, que deverá ser utilizado como base para o planejamento dos trabalhos a serem realizados na etapa de investigação confirmatória.

Nesta figura, observa-se as condições precárias de impermeabilização do piso do pátio externo, fato verificado durante inspeção realizada em 1999. Nela pode-se observar também a boca de enchimento de um tanque subterrâneo de combustível desativado.

Estas e outras evidências observadas na área de produção e próximo às áreas onde estavam instaladas as caldeiras e tanques aéreos de combustível, bem como a informação de uma ocorrência de derramamento de combustível no pátio da indústria, registrada nos autos de inspeção do local constantes no processo de controle da CETESB, levaram esta área a ser classificada como suspeita de contaminação (AS).

CROQUI DA ÁREA / MODELO CONCEITUAL

Croqui/Seção Esquemática

Pátio externo

Modelo Conceitual [Utilizar as siglas P (com potencial), S (com suspeita) e C (confirmado)]

Fontes primárias	Mecanismos primários de liberação	Fontes secundárias	Mecanismos secundários de liberação	Vias de transporte dos contaminantes	Pontos de contato/ Receptores
Área de produção C	Vazamentos nas máquinas C	Solo contaminado S	Dispersão S Fluxo superficial C	Solo S Ag. subt S Ag. sup C	Ag sup/ingestão Ag subt/ingestão moradores, reservatório
Pátio externo C	Vazamentos em tanques e tambores C				

Figura 6.5 : Croqui e modelo conceitual 1 da área I000284

6.4.3 Postos de serviço

Durante a execução das etapas de avaliação preliminar nas áreas onde funcionam ou funcionaram postos de serviço, constatou-se durante a inspeção de reconhecimento, que 20 das 97 áreas identificadas, receberam mais de uma denominação ou razão social, o que proporcionou a identificação de duas ou mais áreas potencialmente contaminadas ao invés de uma, durante a execução da etapa de identificação de áreas potencialmente contaminadas. Desta forma, observou-se, durante a execução da etapa de avaliação preliminar, que o número real de áreas de postos de serviço, que podem ser consideradas como áreas potencialmente contaminadas foi reduzido de 97 para 77 áreas.

Para o registro destas 77 áreas no cadastro de áreas contaminadas do Projeto CETESB/GTZ, entre as quais apenas duas encontram-se desativadas, as áreas de postos de serviço receberam os seguintes códigos para sua identificação: P000124, P000143 a P000146, P000150 a P000157, P000159 a P000190, P000196 a P000199, P000205 e P000206, P000208 a P000229, P000290, P000331 e P000332. Estes códigos também foram utilizados neste estudo, conforme pode ser observado na lista de classificação e pontuação de áreas apresentada no anexo 3a.

Nos postos de serviço localizados na bacia hidrográfica do Guarapiranga são comercializados gasolina, álcool e óleo diesel, armazenados predominantemente em tanques de combustíveis subterrâneos de aço com capacidade de armazenamento de 15.000 litros. Em apenas quatro postos (5% do total) foram instalados tanques de parede dupla. As tubulações utilizadas para o transporte de combustíveis nestes postos são de ferro galvanizado.

Durante a inspeção de reconhecimento foram registrados no total 477 tanques, nos 77 postos localizados na bacia do Guarapiranga, o que representa em média, seis tanques por empreendimento.

A área média ocupada pelos postos de serviço é de aproximadamente 2.000 m², sendo empregados nestes um total de 857 funcionários, em média, 11 funcionários por posto.

O controle de estoque de combustível nestes postos é realizado, na maioria dos casos, de maneira precária, sendo utilizada apenas uma régua para realizar medidas de volume de combustível armazenado nos tanques. Em apenas oito postos (10%) foi constatada a utilização de equipamentos especiais para realização desta tarefa, embora em muitos casos estes não

vinham sendo utilizados adequadamente. Na maioria dos 77 postos avaliados não foi verificada a utilização de sistemas de detecção de vazamentos, como sistemas de detecção de vapores de combustível, poços de monitoramento, entre outros. Apenas os quatro postos com tanques de parede dupla poderiam conter detectores de vazamentos, mas, durante a inspeção de reconhecimento esta informação não pode ser levantada.

Durante a realização das inspeções de reconhecimento nestas áreas, foi constatado que as informações sobre a estanqueidade dos tanques e tubulações não são precisas e não estão disponíveis, na maioria dos casos. Entretanto, em 17 postos (22%), obteve-se a informação de que ocorreram trocas de tanques ou tubulações em função da ocorrência de vazamentos.

Dos 77 postos de serviço avaliados na bacia do Guarapiranga, 76 ofereciam serviço de troca de óleo lubrificante. O óleo usado é armazenado temporariamente no próprio posto, tendo sido verificadas duas formas distintas. Em 40 postos (52% do total), o armazenamento era feito em tambores de aço (normalmente de 200 litros). Nos outros 36 postos (47%) o armazenamento era realizado em tanques subterrâneos (volume desconhecido). O óleo usado, na maioria dos casos é vendido para indústrias que promovem a sua reciclagem.

Em relação aos tanques subterrâneos para o armazenamento de óleo lubrificante usado, não existem informações sobre suas condições de estanqueidade.

Em alguns casos os tambores, utilizados para armazenamento de óleo lubrificante usado, não são armazenados de maneira adequada, fato observado, principalmente, nos postos de serviço localizados ao longo da rodovia Regis Bittencourt.

Outra atividade realizada nestes postos é a lavagem de veículos, verificada em 69 locais (90% do total). As águas da lavagem dos veículos, em 64 postos (93% dos postos com lavagem de veículos), são lançadas em galerias de esgoto, após a passagem por uma caixa separadora água / óleo, que também funciona para separação de material sólido. O destino final dos sólidos depositados nestas caixas não é conhecido, entretanto, em alguns casos foi verificado o seu lançamento sobre a superfície do solo, principalmente nos postos localizados ao longo da rodovia BR 116. Em 14 postos (20% dos postos com lavagem) foi observado o lançamento das águas utilizadas diretamente em corpos de água superficiais e em 13 destes (19% dos postos com lavagem) foi constatada também a infiltração no solo (sumidouros).

Entretanto, na maioria dos casos, devido a precária condição de coleta destas águas residuárias e as condições inadequadas de impermeabilização dos pisos nas áreas, boa parte das águas de lavagem de veículos infiltram-se no solo, através das fraturas do piso, e uma outra parte escorre superficialmente, atingindo galerias de águas pluviais e/ou corpos de água superficial.

As águas oriundas das pistas de abastecimento também infiltram-se no solo, através das fraturas dos pisos, ou são lançadas diretamente nas galerias de águas pluviais e/ou corpos de água superficial, por meio de canaletas de contenção mal construídas. Nos postos de serviço da bacia do Guarapiranga foi constatado que 47 destes (61%) possuem condições de impermeabilização do piso consideradas ruins, apresentando fraturas e/ou afundamentos, especialmente na pista de abastecimento, nas áreas próximas às bocas de enchimento e nas áreas de lavagem de veículos. Nos 30 postos restantes (39%), as condições de impermeabilização foram consideradas boas.

As águas oriundas da pista de abastecimento e de lavagem de veículos, podem conter contaminantes, devido ao derramamento de combustíveis e a existência de substâncias potencialmente contaminadoras utilizadas e liberadas dos veículos durante a lavagem.

Outro fator que demonstra a forma precária de manutenção e operação dos postos foi a observação da presença de óleos (lubrificantes e combustíveis) derramados sobre o piso ou diretamente sobre o solo em 26 destas áreas (34%).

Em relação aos bens a proteger localizados próximos aos postos de serviço, observou-se, na maioria dos casos, residências e corpos de água superficiais.

Na figura 6.6 é apresentado um exemplo de croqui e modelo conceitual obtido na área P000161, após o preenchimento da ficha cadastral de áreas contaminadas durante a inspeção de reconhecimento realizada em 1998. Nesta inspeção verificou-se que estavam sendo executados trabalhos na área, correspondentes aos trabalhos de investigação confirmatória e detalhada. A área foi classificada como uma área contaminada (AC), pela constatação da presença de fase livre de combustível em alguns poços de monitoramento instalados no local. Atualmente, esta área encontra-se em fase inicial da etapa de remediação, sendo realizada a remoção da fase livre de produto, por meio de bombeamento executado em poços. Na figura 6.6 pode-se observar as condições precárias de impermeabilização na área de enchimento dos tanques de combustível (foto).

CROQUI DA ÁREA / MODELO CONCEITUAL

Croqui/Seção Esquemática

Croqui sem escala - Posto de Serviço

Modelo Conceitual [Utilizar as siglas P (com potencial), S (com suspeita) e C (confirmado)]

Fontes primárias	Mecanismos primários de liberação	Fontes secundárias	Mecanismos secundários de liberação	Vias de transporte dos contaminantes	Pontos de contato/ Receptores
Tanques e linhas C	Vazamentos C	Solo contaminado C	Dispersão nas zonas não sat e sat C	Solo C Ag. subt C	Ag subt/ingestão Ar/inalação solo/cont dermal moradores, funcionários
Água de lavagem e piso S	Infiltração por fraturas no piso S	Fase livre comb.na zona sat. C			

Figura 6.6: Croqui e modelo conceitual 1 da área P000161

6.5 Classificação 1

Após a realização da etapa de avaliação preliminar as áreas estudadas foram classificadas em: áreas potencialmente contaminadas, áreas suspeitas de contaminação ou áreas contaminadas. Os resultados desta classificação são apresentados a seguir, discriminados por tipo de atividade.

6.5.1 Áreas de disposição de resíduos

As nove áreas de disposição de resíduos, classificadas inicialmente como áreas potencialmente contaminadas, após a execução da etapa de avaliação preliminar, em sua totalidade receberam uma nova classificação, sendo todas classificadas como áreas suspeitas de contaminação (ASs), devido às condições precárias de construção e manejo.

As informações coletadas sobre as áreas de disposição de resíduos, apresentadas no item 6.4.1, indicam ausência de projeto e mostraram manejo inadequado dos resíduos, que são dispostos diretamente sobre o solo, sem qualquer impermeabilização e cobertura final adequada.

Não foram encontrados estudos ou análises químicas realizadas que possam indicar que estas áreas estejam contaminadas, ou seja, não foi verificada a existência de trabalhos nestas áreas que possam ser associados à etapa de investigação confirmatória.

6.5.2 Indústrias químicas

Das 24 áreas onde foram realizados os trabalhos da etapa de avaliação preliminar, dez (41% do total) permaneceram como áreas potencialmente contaminadas (APs), por apresentarem boas condições de operação e, em alguns casos, devido à ausência de informações, principalmente sobre as áreas desativadas. No caso destas últimas, recomenda-se a realização da etapa de investigação confirmatória, quando ocorrer a mudança de uso ou transferência da propriedade.

De acordo com a discussão realizada no item 6.4.2, 13 áreas (54% do total das áreas) foram classificadas como áreas suspeitas de contaminação (ASs), devido às más condições de manejo dos vários tipos de substâncias, não somente durante o processo de fabricação de

produtos químicos, mas também em outras etapas, como o armazenamento de substâncias e dos processos industriais implantados nestas áreas.

Em uma área (4%) foi confirmada a presença de contaminação dos solos e águas subterrâneas (área I000431), pela realização de análises químicas, ou seja, trabalhos correspondentes àqueles necessários para a execução da etapa de investigação confirmatória. Desta forma, esta área foi classificada como uma área contaminada (AC), considerando-se o padrão de potabilidade como parâmetro decisório, pois as águas subterrâneas existentes ao redor desta área são utilizadas para abastecimento domiciliar.

6.5.3 Postos de serviço

Das 77 áreas inicialmente identificadas como áreas potencialmente contaminadas, 23 (30%) permaneceram com a mesma classificação, isto é, como áreas potencialmente contaminadas, por apresentarem boas condições de construção e operação.

Entretanto, 50 destas áreas (65%) receberam nova classificação, sendo consideradas áreas suspeitas de contaminação (ASs), devido às más condições de construção e manejo observadas durante a avaliação preliminar, conforme descrito no item 6.4.3. Foi observado, inclusive, a ocorrência de vazamentos, infiltração de efluentes e contaminantes no solo.

Em quatro destas áreas (5%) foi confirmada a contaminação das águas subterrâneas pela detecção de fase livre de combustível (em três áreas) e também fase dissolvida (em uma área), esta última, pela realização de análises químicas das águas subterrâneas coletadas em poços de monitoramento devidamente instalados. Desta forma, estas áreas foram classificadas como áreas contaminadas (ACs).

6.6 Priorização 2

Conforme apresentado no item 5.3.2, nesta etapa devem ser selecionadas, entre as áreas suspeitas de contaminação, aquelas que serão consideradas prioritárias para serem estudadas na etapa de investigação confirmatória, caso os recursos técnicos e econômicos não sejam suficientes para a realização destes trabalhos em todas as áreas.

É possível definir várias formas para realização desta tarefa. Por exemplo, as áreas prioritárias podem ser selecionadas utilizando-se critérios simples, como por exemplo, selecionando-se aquelas onde foram manejadas as substâncias consideradas mais perigosas e/ou as áreas localizadas sobre o contexto hidrogeológico mais vulnerável.

Outra forma seria utilizar algumas das informações coletadas durante a realização da etapa de avaliação preliminar, como a idade de início das atividades de produção ou comercialização e a posição destas dentro da região de interesse. Um exemplo desta forma de priorização é apresentado na figura 6.7. Nesta figura pode-se observar a distribuição dos postos de serviço localizados em diferentes regiões localizadas na bacia do Guarapiranga, por ano de início de atividade e classificação recebida após a realização da etapa de avaliação preliminar. Estas regiões são representadas na figura por siglas, cujos significados são:

E	:	postos de serviço localizados no município de Embu;
EBR	:	postos localizados no município de Embu, ao longo da rodovia BR 116;
EG	:	postos localizados no município de Embu - Guaçu;
I	:	postos localizados no município de Itapequerica da Serra;
IBR	:	postos, no município de Itapequerica da Serra, ao longo da rodovia BR 116;
IC	:	postos localizados na região central do município de Itapequerica da Serra;
K	:	postos, ao longo e próximos à Av. Robert Kennedy, município de São Paulo;
MB	:	postos, ao longo e próximos à Av. M'Boi Mirim, município de São Paulo;
T	:	postos, ao longo e próximos à Av. Teotônio Vilela, município de São Paulo.

Nesta figura pode-se observar a grande concentração de postos instalados ao longo das avenidas localizadas no município de São Paulo e o grande crescimento do número de postos ocorrido a partir da metade da década de 80.

As áreas que permaneceram classificadas como áreas potencialmente contaminadas, por apresentarem as melhores condições de manejo e construção, são os postos mais novos (construídos a partir da metade da década de 80), enquanto que a maioria dos postos considerados como áreas suspeitas foram os postos mais antigos (anteriores a 1985).

Além disso, os postos localizados ao longo ou próximos às avenidas Robert Kennedy, M'Boi Mirim e Teotônio Vilella estão localizados mais próximos ao reservatório. Destaca-se também, que os postos localizados ao longo da Av. Robert Kennedy encontram-se, predominantemente, sobre sedimentos quaternários.

Figura 6.7: Distribuição dos postos de serviço (APs, ASs e ACs) por regiões da bacia do Guarapiranga e ano de início de atividades

Além da utilização de critérios simples, escolhidos diretamente a partir dos resultados obtidos no preenchimento da ficha cadastral de áreas contaminadas, podem ser utilizadas metodologias para comparação dos riscos relativos (pontuações) determinados para cada área. Estas metodologias consideram as características das fontes de contaminação e dos contaminantes presentes, as vias de propagação destes e a importância dos bens a proteger. Desta forma, as informações coletadas na etapa de avaliação preliminar permitem a aplicação da metodologia de pontuação desenvolvida no Projeto CETESB/GTZ, baseada na metodologia adotada pelo estado de Nordrhein – Westfalen da Alemanha, conforme descrição detalhada apresentada no item 5.3.2.

Conforme estabelecido nesta metodologia, os itens ou questões da ficha de pontuação de áreas contaminadas, que são a base deste sistema, são respondidos a partir das informações contidas na ficha cadastral de áreas contaminadas. Desta forma, as pontuações relativas ao risco aos bens a proteger podem ser utilizadas para realização de priorização de áreas potenciais (APs), suspeitas de contaminação ou até mesmo áreas contaminadas.

As pontuações obtidas para os seis bens a proteger para as 110 áreas avaliadas na etapa de avaliação preliminar neste estudo (nove áreas de disposição de resíduos, 24 áreas de indústrias químicas e 77 áreas de postos de serviço) são apresentadas na lista de classificação e pontuação de áreas, apresentada no anexo 3a. Os seis bens a proteger considerados nesta pontuação foram:

- BP1: Vida e saúde da população (impacto direto).
- BP2: Abastecimento de água potável.
- BP3: Uso do solo residencial com hortas.
- BP4: Recursos hídricos (subterrâneos e superficiais).
- BP5: Uso do solo agrícola ou para pecuária.
- BP6: Outros bens a proteger (patrimônio público, ecológico, etc.).

Na figura 6.8, são apresentadas as pontuações obtidas nas nove áreas de disposição de resíduos, para os seis bens a proteger considerados.

Figura 6.8: Pontuações obtidas pelas áreas de disposição de resíduos

Por exemplo, pode-se selecionar as áreas com a maior pontuação para o bem a proteger considerado mais importante, como a saúde da população (BP1), as águas utilizadas para abastecimento e a proteção dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos (BP2 e BP4). A área D000032 obteve a maior pontuação para o BP1 e a área D000061 obteve as maiores notas para os bens a proteger BP2 e BP4.

Na figura 6.9, pode-se observar a distribuição das áreas de indústrias químicas, por intervalo de pontuação obtido para cada bem a proteger. Neste gráfico observa-se, por exemplo, que as pontuações obtidas para o bem a proteger BP1 (saúde da população), para a maioria das áreas, encontram-se entre os valores de 100 e 200, considerados como de baixo risco, enquanto poucas áreas apresentaram alta pontuação para este bem a proteger. Entretanto, para os bens a proteger BP2 e BP4 (água para abastecimento e recursos hídricos) a maioria das áreas encontram-se em intervalos de alta pontuação, ou seja, de alto risco.

Figura 6.9: Distribuição das indústrias químicas avaliadas por intervalos de pontuação obtidos para cada um dos bens a proteger considerados

Para os postos de serviço, praticamente, a mesma tendência é observada, conforme pode ser visualizado na figura 6.10.

Figura 6.10: Distribuição dos postos de serviço avaliados, por intervalos de pontuação obtidos para cada um dos bens a proteger considerados

A figura 6.11 mostra a distribuição de todas as áreas avaliadas, de acordo com os intervalos de pontuação obtidos. Nela pode ser observado que na maior parte das áreas os riscos esperados para o BP1 são baixos, sendo observadas poucas áreas que apresentaram altas pontuações.

Para os bens a proteger BP2 e BP4, altos valores são observados na maioria dos casos, embora algumas áreas se destaquem com altíssimos valores, tanto para o BP1, quanto para BP2 e BP4. Estas observações indicam que são esperados riscos elevados para a saúde da população, devido ao contato direto com os contaminantes presentes ou originados nestas áreas, as quais, porém, representam um número reduzido do universo avaliado dentro da bacia hidrográfica do Guarapiranga.

Contudo, em relação à qualidade das águas utilizadas para abastecimento e à qualidade dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos localizados na bacia, os riscos gerados pela maioria das áreas avaliadas são muito altos.

As pontuações obtidas para os BPs 3 e 5, para todas as áreas avaliadas são apresentadas no anexo 3a, embora, para a maioria das áreas foram obtidos valores zero, pois estes não foram observados próximos a estas áreas.

Figura 6.11: Distribuição de todas as áreas avaliadas, por intervalos de pontuação obtidos para cada um dos bens a proteger considerados

6.7 Cadastro de áreas contaminadas

Os dados obtidos durante a execução das etapas de identificação de áreas potencialmente contaminadas e avaliação preliminar foram armazenados no cadastro de áreas contaminadas. Com a realização da etapa de identificação de áreas potencialmente contaminadas foram cadastradas, inicialmente, 1267 áreas potencialmente contaminadas. Destas, 110 áreas foram objeto de estudo na etapa de avaliação preliminar e 1124 não foram ainda avaliadas nesta etapa. Após a execução da etapa de avaliação preliminar nestas 110 áreas, o número de áreas potencialmente contaminadas decresceu para 1160, pois 30 áreas registradas foram excluídas inicialmente por motivos diversos (denominações diferentes para a mesma área, áreas fora da região de interesse, atividade não instalada, etc.), 72 foram classificadas como áreas suspeitas

de contaminação e cinco foram classificadas como áreas contaminadas. Apenas 36 áreas, das 110 áreas avaliadas, permaneceram classificadas como potencialmente contaminadas, após a realização da etapa de avaliação preliminar. Desta forma, atualmente no cadastro de áreas contaminadas da bacia hidrográfica do reservatório Guarapiranga, estão registrados os seguintes números:

- áreas potencialmente contaminadas: 1160 (36 áreas já avaliadas na etapa de avaliação preliminar);
- áreas suspeitas de contaminação : 72 (nove áreas de disposição de resíduos, 13 indústrias químicas e 50 postos de serviço);
- áreas contaminadas: cinco (quatro postos de serviço e uma indústria química).

Os dados obtidos durante a execução da etapa de avaliação preliminar foram armazenados no banco de dados informatizado do Projeto CETESB/GTZ. Informações específicas sobre cada uma das áreas registradas podem ser obtidas, utilizando-se um programa desenvolvido em FOX PRO, tendo-se por referência seus números de cadastro, que são apresentados na lista de classificação e pontuação do anexo 3.

Para a elaboração de mapas, conforme os exemplos apresentados nas figuras 6.12 e 6.13, foi utilizado um sistema geográfico de informações, utilizando-se o programa REGIS. Na figura 6.12 pode ser observado um exemplo de saída do sistema geográfico de informações, sendo apresentado o mapa da bacia hidrográfica do Guarapiranga com as localizações das áreas potencialmente contaminadas (APs), das áreas suspeitas de contaminação (ASs) e das áreas contaminadas (ACs), levantadas durante a execução da etapa de avaliação preliminar, além da apresentação da hidrografia e malha de rodovias, avenidas principais e ferrovias da bacia do Guarapiranga.

Na figura 6.13 é apresentado, como exemplo, um mapa em escala de detalhe de uma região localizada próxima às margens do reservatório Guarapiranga. Neste mapa é apresentada a delimitação real das áreas potencialmente contaminadas e suspeitas de contaminação, obtidas após a execução da etapa de avaliação preliminar, além do posicionamento do reservatório e a malha de ruas e avenidas. Este tipo de mapa pode ser utilizado pelos municípios, com o objetivo de orientar o planejamento urbano de uma região, considerando os possíveis problemas relacionados à existência das áreas potenciais e suspeitas de contaminação, na definição de novos usos para essas áreas ou para a região afetada.

O cadastro de áreas contaminadas poderá ser consultado, por exemplo, antes da compra e venda de propriedades, tornando-se um instrumento valioso a ser utilizado para impedir a alteração de uso do local sem que investigações adicionais sejam realizadas, evitando os transtornos causados pela transferência de passivos ambientais para outros proprietários, fato muito comum quando não se dispõe desta fonte de informação.

Figura 6.12: Mapa de localização das APs, ASs e ACs localizadas na bacia do Guarapiranga, identificadas após a execução da etapa de avaliação preliminar

Figura 6.13: Mapa detalhado de uma região localizada ao lado do reservatório Guarapiranga com as APs e ASs identificadas após a etapa de avaliação preliminar

7 PROPOSIÇÕES PARA AÇÕES FUTURAS

7.1 Questões a serem consideradas no aperfeiçoamento da metodologia do gerenciamento de áreas contaminadas

Algumas questões fundamentais devem ser respondidas para que as etapas do gerenciamento de áreas contaminadas, ou as medidas corretivas, possam ser executadas sem problemas, como é o caso da necessidade de aperfeiçoamento da lista de atividades industriais e comerciais que podem ser consideradas como atividades potencialmente contaminadoras dos solos e águas subterrâneas, apresentada no anexo 1. Esta lista poderá ser melhorada, utilizando-se a experiência adquirida durante a avaliação dos vários tipos de atividades potencialmente contaminadoras existentes no Estado de São Paulo, ou no Brasil.

Outra questão fundamental para o desenvolvimento das etapas do gerenciamento é a definição dos valores de concentração dos contaminantes acima dos quais, após a realização da etapa de investigação confirmatória, uma área poderá ser classificada como um área contaminada. Atualmente, estão sendo desenvolvidos na CETESB trabalhos e discussões, visando a definição dos valores a serem utilizados no Estado de São Paulo, tendo como base metodologias de avaliação de risco à saúde humana, conforme destaca Dias et. al., 1998.

Outro aspecto essencial, que ainda necessita ser desenvolvido, diz respeito à determinação do nível de risco acima do qual deverão ser implantadas medidas de remediação em uma área contaminada, determinado na etapa de avaliação de risco. Também devem ser definidas às metas que os trabalhos de remediação deverão atingir, quando forem realizados.

Segundo a metodologia do gerenciamento de áreas contaminadas, o responsável pela contaminação deverá arcar com os custos da realização das etapas do processo de recuperação da área contaminada. Neste ponto, levanta-se uma nova questão a ser solucionada, pois na legislação ambiental atual (em todos os níveis), não existem procedimentos claros para a responsabilização. Em alguns casos, a situação pode ser ainda mais grave, por exemplo, quando não existem responsáveis claramente indicados, ou existem vários possíveis responsáveis, ou quando o responsável indicado não possui condições econômicas para arcar com os custos. Desta forma, deverão ser estudados mecanismos para a identificação dos responsáveis pela contaminação, assim como a criação de propostas para financiamento destes trabalhos.

Para solucionar estas questões levantadas, serão necessárias amplas discussões, que poderiam ser coordenadas pelo órgão de controle ambiental (no caso do Estado de São Paulo a CETESB), com a participação das diferentes partes envolvidas na questão das áreas contaminadas, como entidades representantes da população, das indústrias, do comércio e da comunidade científica, tendo como base as experiências de países como os Estados Unidos da América, Alemanha e Holanda, entre outros.

7.2 Propostas para continuidade do gerenciamento na bacia do Guarapiranga

Os resultados obtidos na execução das etapas do gerenciamento de áreas contaminadas na bacia hidrográfica do Guarapiranga, embora ainda não englobem a maioria das áreas potencialmente contaminadas identificadas nesta região, já apontam uma necessidade de adoção de medidas corretivas, preventivas e proativas.

Inicialmente, recomenda-se que seja ampliada a execução das etapas iniciais do gerenciamento de áreas contaminadas, principalmente a etapa de avaliação preliminar, pois restam ainda 1124 áreas potencialmente contaminadas, para as quais esta etapa não foi realizada.

Cabe destacar, que o número de áreas potencialmente contaminadas cresce continuamente, pois novas atividades potencialmente contaminadoras são instaladas, requerendo-se assim, constante atualização do cadastro.

Para dar continuidade aos trabalhos da etapa de avaliação preliminar na bacia do Guarapiranga poderiam ser avaliadas as áreas potencialmente contaminadas localizadas nas regiões consideradas mais importantes, estabelecidas na etapa de priorização 1, ou seja, na região localizada ao longo da rodovia BR 116 e na região próxima ao reservatório Guarapiranga.

Como outra forma de priorização, poderiam ser escolhidas para avaliação, as áreas onde são ou foram desenvolvidas atividades potencialmente contaminadoras que apresentam alto potencial de contaminação, como por exemplo, as indústrias mecânicas e metalúrgicas (ver tabela 6.1).

A maior parte das áreas potencialmente contaminadas, onde foi executada a etapa de avaliação preliminar, tornaram-se áreas suspeitas de contaminação, gerando-se, desta forma,

uma grande demanda para a realização da próxima etapa de investigação confirmatória. Portanto, esta nova etapa poderá ser realizada nas 72 áreas suspeitas de contaminação identificadas até o momento, conforme metodologia apresentada no item 5.1.4.

A escolha das áreas a serem investigadas, inicialmente, pode ser baseada nas pontuações determinadas na etapa de priorização 2. Por exemplo, pode-se iniciar pelas áreas onde a pontuação para o BP1 (vida e saúde da população) seja mais elevada.

Provavelmente, após a execução da etapa de avaliação preliminar nas demais áreas potencialmente contaminadas, o número de áreas suspeitas de contaminação deverá crescer, aumentando ainda mais a demanda de áreas a serem investigadas.

As áreas contaminadas identificadas poderão ser objeto de estudo das etapas do processo de recuperação de áreas contaminadas. Em alguns casos, observou-se que as etapas deste processo já estão sendo realizadas em algumas áreas contaminadas existentes na bacia do Guarapiranga.

Durante a realização da etapa de avaliação preliminar foi constatado que em cinco áreas foram realizados trabalhos correspondentes à etapa de investigação confirmatória, em função de exigências efetuadas pela CETESB aos responsáveis, o que permitiu classificá-las como áreas contaminadas. Em duas delas estão sendo realizados trabalhos de remediação (remoção de fase livre em postos de serviço), enquanto nas outras três áreas estão sendo elaborados os projetos de remediação.

Nestas áreas também estão sendo realizados trabalhos relativos à etapa de investigação detalhada, para o mapeamento das plumas de contaminação. No caso dos postos de serviço, além do mapeamento da fase livre de combustível, em dois casos está sendo realizado o mapeamento da fase dissolvida e fase vapor, enquanto nos outros dois casos, apenas a fase livre foi mapeada. Desta forma, os estudos nestas áreas deveriam ser complementados. Após a realização da etapa de investigação detalhada deveriam ser realizados os trabalhos relativos à etapa de avaliação de risco, com o intuito de definir a necessidade do estabelecimento de medidas de remediação na área, e se caso isto seja necessário, determinar as técnicas de remediação a serem utilizadas assim como os limites a serem atingidos.

No caso das indústrias químicas, com relação à única área classificada como área contaminada, até o momento, já foi apresentado à CETESB um projeto de remediação, tendo

como base um estudo onde foi constatada a existência de riscos à saúde da população. Neste projeto está sendo proposta a utilização da técnica denominada "funnel and gate", cujo estudo piloto já foi implantado com a finalidade de verificar a eficiência deste sistema nesta área. Caso este projeto seja aprovado, as medidas de remediação propostas deverão ser implantadas.

Em função dos resultados obtidos na etapa de avaliação preliminar podem ser sugeridas, também, algumas medidas preventivas, visando evitar o surgimento de novas contaminações ou agravar as existentes.

Nas áreas de disposição de resíduos, por exemplo, em função da forma precária de construção e manejo observadas, conclui-se que todas as áreas avaliadas devem ser remodeladas, independentemente de serem classificadas futuramente como áreas contaminadas ou não. Aquelas que já estão desativadas, por exemplo, deveriam receber, no mínimo, cobertura final adequada, ou serem realizadas obras para o isolamento dos resíduos, visando evitar a entrada de águas pluviais na massa de lixo, que levaria a um aumento do volume de chorume gerado. As áreas ativas devem receber melhorias no sentido de realizar a disposição de resíduos de forma adequada, utilizando-se camadas inferiores impermeabilizantes, cobertura diária com solo adequado e cobertura final, além de drenagem e tratamento de chorume e gases gerados, drenagem de águas pluviais, controle de entrada de resíduos e isolamento da área, entre outras melhorias.

Em relação aos postos de serviço, foi constatado, na maior parte dos casos, condições ruins de impermeabilização dos pisos nas áreas de abastecimento, de lavagem de veículos, na área próxima às bocas de enchimento dos tanques e nas áreas de troca e armazenamento de óleo lubrificante. Além disso, foi observado que os efluentes provenientes destas áreas são lançados na rede de esgoto, na rede de águas pluviais e, em alguns casos, diretamente nas águas superficiais, havendo casos em que se infiltram através das fraturas dos pisos.

Desta forma, propõe-se a reforma destes pisos e a implantação de rede de drenagem e coleta dos efluentes gerados, que deverão ser encaminhados para um sistema de tratamento apropriado antes de serem lançadas para a rede de esgoto. O tratamento deverá proporcionar níveis de concentração definidos por lei para lançamento em rede de esgoto, ou lançamento em corpos d'água superficiais.

Em relação aos tanques e tubulações destes postos, devem ser instalados sistemas de detecção de vazamento e sistemas adequados de controle de estoque, hoje praticamente

inexistentes nos postos localizados na bacia do Guarapiranga, visando a detecção de qualquer vazamento que possa ocorrer. Estes sistemas são descritos na norma NBR 13784 (ABNT, 1997a).

Como medidas proativas, isto é, propostas de mudanças na forma de construção destes postos para outras mais seguras, sugere-se a realização de um programa de substituição dos equipamentos hoje instalados nos postos localizados na bacia do Guarapiranga, por aqueles descritos na norma NBR 13786 (ABNT, 1997b). Segundo esta norma, os postos localizados em áreas de proteção dos mananciais devem possuir sistema de detecção de vazamentos, sistemas de canaletas para contenção de derramamentos de combustível na pista, válvula de proteção e alarme contra transbordamento durante o abastecimento dos tanques subterrâneos, alarme de transbordamento, tanque de parede dupla com monitoramento intersticial e tubulação de parede dupla.

Em relação às indústrias químicas, um fato importante observado durante a execução da etapa de avaliação preliminar, foi que apenas três destas áreas encontravam-se em atividade, enquanto nas restantes, novas atividades estavam sendo desenvolvidas no local, seja pela sua remodelação completa ou pelo aproveitamento das antigas áreas livres e prédios. Em alguns casos, verificou-se que as novas atividades desenvolvidas, também apresentavam potencial de contaminação dos solos e águas subterrâneas.

Desta forma, sugere-se, como medida preventiva, que após o encerramento de uma atividade potencialmente contaminadora, sejam realizados trabalhos de investigação, no mínimo aqueles previstos na etapa de investigação confirmatória, visando detectar a existência de passivos ambientais, para verificação da possibilidade de ocupação destes locais por uma nova atividade.

Também como medida preventiva, sugere-se que em locais onde estão sendo desenvolvidas atividades de produção de produtos químicos, sejam realizadas reformas nos pisos das áreas de produção, armazenagem de substâncias e resíduos, onde na maioria das áreas avaliadas foram verificadas condições inadequadas de impermeabilização, permitindo a infiltração de águas para o solo. Estas águas, provavelmente contaminadas, devem ser coletadas por sistemas de canaletas e transportadas para sistema de tratamento, antes de serem lançadas em algum corpo receptor, da mesma forma como proposto para o caso dos postos de serviço.

8 CONCLUSÕES

A metodologia do gerenciamento de áreas contaminadas, desenvolvida e utilizada neste estudo, foi apresentada de forma detalhada, sendo mostrados todos os procedimentos necessários para a execução de cada uma de suas etapas. Entretanto, algumas questões fundamentais ainda necessitam de uma maior discussão entre as diferentes partes envolvidas no assunto, como a universidade, comunidade científica, entidades representantes da indústria e comércio e da população. Entre estas questões incluem-se:

- a necessidade de aperfeiçoamento da lista de atividades potencialmente contaminadoras dos solos e águas subterrâneas, que é utilizada para identificar as áreas potencialmente contaminadas;
- a definição dos valores de concentração dos contaminantes, acima dos quais, uma área suspeita de contaminação poderá ser classificada como uma área contaminada;
- a definição do nível de risco, acima do qual uma área contaminada deve ser remediada;
- a regulamentação dos procedimentos de responsabilização;
- a definição de prováveis fontes de recursos para o financiamento das atividades a serem desenvolvidas em áreas sem um responsável definido.

Os procedimentos descritos na metodologia do gerenciamento de áreas contaminadas poderiam ser utilizados na elaboração de uma futura lei de áreas contaminadas, a nível federal, estadual ou municipal.

Os dados coletados nas etapas de identificação de áreas potencialmente contaminadas e avaliação preliminar, permitem a realização de priorizações, pela disponibilização de vários tipos de informações específicas de cada área, chegando-se a critérios mais consistentes, que podem ser selecionados em função dos interesses do órgão gerenciador.

Durante a execução da etapa de avaliação preliminar, constatou-se que a disposição de resíduos nas áreas localizadas na bacia do Guarapiranga é realizada de forma precária, sendo todas as áreas avaliadas, classificadas como áreas suspeitas de contaminação. Para estas áreas, independentemente da constatação de contaminação futura e adoção de medidas de remediação das áreas contaminadas nestes depósitos, são necessárias a implantação de medidas corretivas, como por exemplo a construção de camadas impermeabilizantes superiores e inferiores.

Em relação aos postos de serviço, foi constatado, também, que a maioria encontrava-se em más condições de operação e construção, sendo necessária a adoção de medidas corretivas, como a implantação de técnicas de remediação nas áreas classificadas como contaminadas, e a implantação de medidas preventivas, como a reforma dos pisos nas áreas onde são manejados resíduos ou águas contendo contaminantes. Estas águas deverão ser coletadas e transportadas para um sistema de tratamento antes de um destino final adequado. Nestas áreas são propostas também, algumas medidas proativas, visando evitar o surgimento de novas áreas contaminadas, como a mudança na forma de construção dos postos, implantando-se sistemas de detecção de vazamentos e instalações mais seguras para o armazenamento de combustível.

Nas áreas onde são ou foram fabricados produtos químicos (indústrias químicas) foi constatado que na maior parte dos casos estas atividades foram encerradas. Nas áreas desativadas, as atividades iniciais foram substituídas por outras, sem que uma avaliação dos passivos ambientais fosse realizada. Em alguns casos estas atividades foram substituídas por outras que também possuem potencial de contaminação dos solos e águas subterrâneas, provavelmente, aumentando os passivos existentes. Nestes casos, para evitar este acúmulo de problemas em uma área, propõe-se, como medida preventiva, que após o encerramento de uma atividade potencialmente contaminadora, sejam realizadas investigações, com a finalidade de confirmação da existência destes passivos e de verificar a possibilidade de implantação do novo uso proposto.

Os resultados obtidos na aplicação da metodologia do gerenciamento de áreas contaminadas, indicaram que os procedimentos estabelecidos para a execução das suas etapas iniciais são de fácil aplicação na identificação de áreas potencialmente contaminadas e áreas suspeitas de contaminação. A aplicação desta metodologia deve ser um processo contínuo, devendo as informações registradas no cadastro de áreas contaminadas, serem constantemente atualizadas. Na bacia do Guarapiranga, este processo encontra-se em fase inicial, tendo sido desenvolvidas apenas as suas etapas iniciais em um número reduzido de áreas, considerando o grande número de áreas potencialmente contaminadas identificadas.

Entretanto, neste estudo, foi determinado, que a maioria das áreas avaliadas, gera um risco elevado de comprometimento, principalmente em relação à qualidade dos recursos hídricos da bacia, embora este risco ainda não esteja quantificado, em função da atual ausência de informações detalhadas sobre a maioria das áreas identificadas.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALTLASTENEXPLORER. **Schlütersche Verlagsanstalt und Druckerei. GmbH, Hannover,** 1997. ("Software" para a avaliação de áreas contaminadas).
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **Standart guide for risk-based corretive action applied at petroleum release sites - E 1739-95.** West Conshohocken, PA, 1995.
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIAL. **Cleanup criteria for contaminated soil and ground-water - DS 64.** Anthony J. Buonicore Editor. West Conshohocken, 1996.
- ANDRADE, A. D. **Sistemas de avaliação de prioridades para recuperação de áreas contaminadas por resíduos perigosos.** São Paulo, 1996. 126p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Norma para construção de poços de monitoramento e amostragem - NBR 13895.** Rio de Janeiro, 1997a.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Deteccão de vazamento em postos de serviço - NBR 13784.** Rio de Janeiro, 1997b.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Seleção de equipamentos e sistemas para instalações subterrâneas de combustíveis em postos de serviço - NBR 13786.** Rio de Janeiro, 1997c.
- BARKER, J. Assessment of subsurface remediation In: CANADIAN COUNCIL OF MINISTERS OF THE ENVIRONMENT, WATERLOO CENTRE FOR GROUND WATER RESEARCH. **SUBSURFACE ASSESSMENT HANDBOOK FOR CONTAMINATED SITES.** Winnipeg, 1994. Section 7, p. 257-276.
- BEAULIEU, M. The use of risk assessment and risk management in the revitalization of brownfields in North America. In: **CONTAMINATED SOIL'98,** Edinburgh, 1998. **Proceedings.** London, The Reserch Center Karlsruhe (FZK), Netherlands Organization for Applied Scientific Research TNO and Scottish Enterprise, 1998, v.1, p. 51-59.

BIEBER, A; FRANZIUS, V; FREIER, K. Framework for contaminated sites management in Germany. In: CONTAMINATED SOIL'98, Edinburgh, 1998. **Proceedings**. London, The Reserch Center Karlsruhe (FZK), Netherlands Organization for Applied Scientific Research TNO and Scottish Enterprise, 1998, v.2, p. 1235-1236.

BOULDING, J.R. **Practical handbook of soil, vadose zone, and ground water contamination, assessment, prevention and remediation**. Boca Raton, Lewis Publishers, 1995.

BRANCO, S.M. A água e o homem. In: **HIDROLOGIA AMBIENTAL - Coleção da Associação de Recursos Hídricos (ABRH)**. São Paulo, Editora da Universidade de São Paulo, 1991. V. 3, p. 3-26.

BYRNES, M.E. **Field sampling methods for remedial investigations**. Boca Raton, Lewis Publishers, 1994.

CASE, D.R. Resource Conservation and Recovery Act. In: Thomas F.P. Sullivan. **ENVIRONMENTAL LAW HANDBOOK**. Fourteenth Edition, Rockville, MD, 1997. p. 328-359.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Relatório sobre avaliação da existência e concentração de gases (metano) no terreno da Associação Pró-Moradia Vila dos Remédios – CDHU**. CETESB, 1997. (Relatório técnico interno).

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Sistema Geográfico de informações e cadastro de áreas contaminadas**. São Paulo, CETESB, 1998. (Relatório Projeto CETESB/GTZ).

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Manual de áreas contaminadas**. São Paulo, CETESB, 1999. (Projeto CETESB/GTZ). /No prelo/.

CUNHA, R.C.A. **Avaliação de risco em áreas contaminadas por fontes industriais desativadas**. São Paulo, 1997. 152p. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.

DANISH ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **AD HOC International Working Group on Contaminated Land – Report of meeting in Amsterdam (28-30 may, 1997).** Kobenhavn, K, DEPA, 1997.

DE NIJS, W; VAN DYCK, E.; WILLE, E.; CEENAEME, J. Soil remediation in Flanders: new policies and strategies. In: CONTAMINATED SOIL'98, Edinburgh, 1998. **Proceedings.** London, The Reserch Center Karlsruhe (FZK), Netherlands Organization for Applied Scientific Research TNO and Scottish Enterprise, 1998, v. 2, p. 767-768.

DIAS, C.L.; LEMOS, M.M.G.; CAPELETI, A.R.; CASARINI, D.C.P. Derivação de valores de intervenção para chumbo, benzeno e tetracloroetileno, utilizando o modelo de avaliação de risco C-Soil, para controle da contaminação de solos e águas subterrâneas no Estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 10., São Paulo, 1998. **Anais.** São Paulo, ABAS, 1998. Versão em CD ROM.

FETTER, C.W. **Contaminant hidrogeology.** New York, Macmillan Publishing Company, 1993.

FREIER,K; REPPE, S. Requeriments for contaminated sites cleanup within the framework of direlict land recycling. In: CONTAMINATED SOIL'98, Edinburgh, 1998. **Proceedings.** London, The Reserch Center Karlsruhe (FZK), Netherlands Organization for Applied Scientific Research TNO and Scottish Enterprise, 1998, v. 2, p. 1241-1242.

GENSKE, D.D.; NOLL, P. Recycling land in urban environments. In: CONTAMINATED SOIL'95, Maastricht, 1995. **Proceedings.** Dordrecht, The Reserch Center Karlsruhe (FZK) & Netherlands Organization for Applied Scientific Research TNO, 1995, v. 2, p. 1427-1435.

GLOEDEN, E. **Monitoramento da qualidade da água das zonas não saturada e saturada em área de fertirrigação com vinhaça.** São Paulo, 1994. 151p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.

GUIGUER, N. **Poluição das águas subterrâneas causada por um aterro sanitário: uma abordagem matemática – experimental.** São Paulo, 1987. 179p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

HASSUDA, S. **Impactos da infiltração da vinhaça de cana no Aquífero Bauru.** São Paulo, 1989. 92p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.

HASSUDA, S. **Critérios para gestão de áreas suspeitas ou contaminadas por resíduos sólidos – estudo de caso na Região Metropolitana de São Paulo.** São Paulo, 1997. 142p. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.

HIRATA, R.C.A. **Amostradores de vapores do solo: o desenvolvimento de uma técnica para detecção de águas subterrâneas contaminadas por solventes orgânico – sintéticos.** São Paulo, 1991. 113p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.

HIRATA, R.C.A. **Fundamentos e estratégias de proteção e controle da qualidade das águas subterrâneas - estudos de casos no estado de São Paulo.** São Paulo, 1994. 195p. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Classificação das atividades econômicas,** 1994.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. **Adequação e controle da mineração na Bacia do Guarapiranga: levantamento geológico e geomorfológico.** São Paulo, IPT, 1996. (Relatório técnico, 34.540/96).

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. **Adequação e controle da mineração na Bacia do Guarapiranga: relatório final do levantamento e cadastro dos empreendimentos minerários.** São Paulo, IPT, 1997. (Relatório técnico, 34.964/97).

INSTITUTO GEOLÓGICO; COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL; DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA. **Mapeamento da Vulnerabilidade e Risco de Poluição das Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo.** São Paulo, CETESB, 1997, v. 1, 129p.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARTIZATION. **Soil quality, sampling, part 1: guidance on the design of sampling programmes. ISO/DIS 10381-1.** 1994.

INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL; ECOCAMBIO; SOS REPRESA GUARAPIRANGA. **Diagnóstico socioambiental participativo preliminar da bacia do Guarapiranga.** São Paulo, SMA/SOS Mananciais, 1998.

KOVALICK, W.W & KINGSCOTT, J. Progress in clean-up and technological developments in U.S. Superfund Program 1995). In: **CONTAMINATED SOIL'95**, Maastricht, 1995. **Proceedings**. Dordrecht, The Reserch Center Karlsruhe (FZK) & Netherlands Organization for Applied Scientific Research TNO, 1995, v. 1, P. 29-38.

LAGREGA, M.D.; BUCKINGHAM, P.L.; EVANS, J.C. **Hazardous waste management**. New York, McGraw-Hill, 1994.

LEE, R.T. Comprehensive Environmental Response, Compensation and Liability Act. In: Thomas F.P. Sullivan. **ENVIRONMENTAL LAW HANDBOOK**. Fourteenth Edition, Rockville, MD, 1997. p. 430-480.

NARDI, K.J. Underground Storage Tanks. In: Thomas F.P. Sullivan. **ENVIRONMENTAL LAW HANDBOOK**. Fourteenth Edition, Rockville, MD, 1997. p. 360-384.

NICHOLSON, R.; SMYTH, D. Desk top review. In: CANADIAN COUNCIL OF MINISTERS OF THE ENVIRONMENT, WATERLOO CENTRE FOR GROUND WATER RESEARCH. **SUBSURFACE ASSESSMENT HANDBOOK FOR CONTAMINATED SITES**. Winnipeg, 1994. Section 2, p 21-43.

OLIVEIRA, E. **Contaminação de aquíferos por hidrocarbonetos provenientes de vazamento de tanques de armazenamento subterrâneo**. São Paulo, 1992. 112p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.

PACHECO, A.; MENDES, J.M.B.; MARTINS, T.; HASSUDA, S.; KIMMELMANN, A.A. Cemeteries - a potencial risk to groundwater. **Water Science Technology**, v.24, n. 11, p. 97-104, 1991.

POLLARD, S.J.T.; HERBERT, S.M. Contaminated land regulation in the UK: the rôle of the Environment Agency and Scottish Environment Protection Agency. In: **CONTAMINATED SOIL'98**, Edinburgh, 1998. **Proceedings**. London, The Reserch Center Karlsruhe (FZK), Netherlands Organization for Applied Scientific Research TNO and Scottish Enterprise, 1998, v. 1, p. 33-42.

POPPE, L.P.M.; CUNHA, R.C.A.; GLOEDEN, E.; GOMES, D.C.; CABRAL JÚNIOR, D.
Groundwater monitoring in areas used for infiltration of effluents from chemical industries.
Water Science and Technology, v. 19, n. 8, p. 205-212, 1987.

SÁNCHEZ, L.E. **A desativação de empreendimentos industriais: um estudo sobre o passivo ambiental**. São Paulo, 1998. 178p. Tese (Livre-Docência) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

SANDEN, J.; FREIER, K. The German Federal Soil Act–encountering the challenge of soil protection and rehabilitation of contaminated sites. In: CONTAMINATED SOIL'98, Edinburgh, 1998. **Proceedings**. London, The Reserch Center Karlsruhe (FZK), Netherlands Organization for Applied Scientific Research TNO and Scottish Enterprise, 1998, v. 1, p. 43-50.

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Programa de Saneamento Ambiental da Bacia do Guarapiranga**. 1997a. (Dados básicos sobre a Bacia do Guarapiranga).

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Recadastramento de fontes de poluição industrial e cadastramento de fontes especiais de poluição da Bacia do Guarapiranga**. São Paulo, SMA, 1997b. (Relatório Final, 4v.).

SEPPÄNEN, A; PUOLANNE, J.; KUKKAMÄKI, M.; HUTTULA, P.; KALEVI, K.; PUHAKKA, J.; TUOMAINEN, J.; PYY, O. Finlands country session. In: CONTAMINATED SOIL'98, Edinburgh, 1998. **Proceedings**. London, The Reserch Center Karlsruhe (FZK), Netherlands Organization for Applied Scientific Research TNO and Scottish Enterprise, 1998, v. 2, p. 1273-1286.

SHINELDECKER, C.L. **Handbook of Environmental Contaminants: A Guide for Site Assessment**. Chelsea, Michigan, Lewis Publishers, 1994.

SLENDERS, H.; DE WIT, H.; KOK, T. Dutch handbook on soil remediation techniques: na evaluation of performances of techniques In: CONTAMINATED SOIL'98, Edinburgh, 1998. **Proceedings**. London, The Reserch Center Karlsruhe (FZK), Netherlands Organization for Applied Scientific Research TNO and Scottish Enterprise, 1998, v. 1, p. 377-381.

SOCIEDAD PÚBLICA GESTIÓN AMBIENTAL (IHOBE). **Manual práctico para la investigación del solo.** Gobierno Vasco. 1995.

STEIRER, T. Financing remediation of contaminated sites in Austria. In: CONTAMINATED SOIL'98, Edinburgh, 1998. **Proceedings.** London, The Reserch Center Karlsruhe (FZK), Netherlands Organization for Applied Scientific Research TNO and Scottish Enterprise, 1998, v. 2, p. 1215-1217.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Soil Sampling Quality Assurance User's Guide – EPA/600/8-89/046.** Las Vegas, NV, DC, Environmental Monitoring Systems Laboratory, 1989a.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Risk Assessment Guidance for Superfund Human Health Evaluation Manual (Part A) - EPA/540/1-89/002.** Washington, DC, Office of Emergency and Remedial Response, 1989b.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Wellhead Protection: a Guide for Small Communities. Seminar publication - EPA/625/R-93/002.** Washington, DC, Office of Reserch and Development, Office of Water, 1993a.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Subsurface characterization and monitoring techniques – Solids and Ground Water. EPA/625/R-93/003.** Washington, DC, Office of Research and Development, 1993b.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Handbook – Ground Water and Wellhead Protection. EPA/625/R-94/001.** Washington, DC, Office of Reserch and Development, Office of Water, 1994.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **How to Evaluate Alternative Cleanup Technologies for Underground Storage Tanks. EPA510-B-95-007.** Washington, DC, Office of Underground Storage Tanks. 1995.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Soil Screening Guidance: User's Guide. EPA/540/r-96/018.** Washington, DC, Office of Solid Waste and Emergency Response, 1996a.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Soil Screening Guidance: Technical Background Document. EPA/540/R-95/128.** Washington, DC, Office of Solid Waste and Emergency Response, 1996b.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL AGENCY. **NATO/CCMS Pilot Study – Evaluation of Demonstrated and Emerging Technologies for the Treatment and Clean Up of Contaminated Land and Groundwater. Phase II, Final Report, number 219. EPA 542-R-98-001a.** 1998. INTERNET (www.clu-in.com).

UNITED STATES ENVIRONMENTAL AGENCY. **Federal facilities restoration & reuse office federal cleanups that put citizens first.** 1999. INTERNET (<http://www.epa.gov/swerffrr/about.htm>).

VAN DYCK, E. The contaminated sites policy in Flanders (Belgium). In: **CONTAMINATED SOIL'95**, Maastricht, 1995. **Proceedings.** Dordrecht, The Research Center Karlsruhe (FZK) & Netherlands Organization for Applied Scientific Research TNO, 1995. V. 1, p. 39-48.

VAN DEN BRINK, W.J.; BOSMAN, R.; ARENDT, F. National and international programmes - introductory notes. In: **CONTAMINATED SOIL'95**, Maastricht, 1995. **Proceedings.** Dordrecht, The Research Center Karlsruhe (FZK) & Netherlands Organization for Applied Scientific Research TNO, 1995. V. 1, p. 27.

VAN HARDEVELD, W.; MOET, D. SMITS, A; VROOMEN, L.H.M.; VAN OUDHEUSDEN, K.; TIMMERMANDS, F.; DENNEMAN, C.A.J.; GRAVESTYEN, L.J.J.; KRIJNEN, K.; ROBBERSE, J.G.; VAN ROSSENBERG, M.C. Soil and sustainability: Dutch Policy. In: **CONTAMINATED SOIL'95**, Maastricht, 1995. **Proceedings.** Dordrecht, The Research Center Karlsruhe (FZK) & Netherlands Organization for Applied Scientific Research TNO, 1995. V. 2, p. 1605-1618.

WENGER, C.; DETTWILER, J.; PHILIPP, R.; VALLAT, PH; MUNZ, C.; KYAS, A; JAGGY, M. Soil pollution prevention and contaminated site management in Switzerland. In: **CONTAMINATED SOIL'98**, Edinburgh, 1998. **Proceedings.** London, The Research Center Karlsruhe (FZK), Netherlands Organization for Applied Scientific Research TNO and Scottish Enterprise, 1998, v. 2, p. 1253-1262.

ANEXO 1

Atividades potencialmente contaminadoras dos solos e águas subterrâneas com respectivos códigos IBGE

CÓDIGO IBGE	DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE
0000000 a 0055999	EXTRAÇÃO DE MINERAIS.
1040000 a 1046999	FABRICAÇÃO DE MATERIAL CERÂMICO, INCLUSIVE DE BARRO COZIDO E MATERIAIS REFRAATÓRIOS.
1050001 a 1052999	FABRICAÇÃO DE CLINQUER E DE CIMENTO.
1063000 a 1063999	FABRICAÇÃO DE ARTEFATOS DE FIBROCIMENTO.
1065000 a 1065999	FABRICAÇÃO DE ARTEFATOS DE AMIANTO OU ASBESTOS.
1070000 a 1079999	FABRICAÇÃO E ELABORAÇÃO DE VIDRO E CRISTAL.
1080008 a 1081999	BENEFICIAMENTO OU PREPARAÇÃO DE AMIANTO OU ASBESTOS - EXCLUSIVE A FABRICAÇÃO DE ARTEFATOS (GRUPO 10.65).
1101000 a 1101999	PRODUÇÃO DE SINTER, GUSA, E FERRO ESPONJA (INCLUSIVE ESCORIA E GAS DE ALTO-FORNO)
1102000 a 1102999	PRODUÇÃO DE FERRO E AÇO EM FORMAS PRIMÁRIAS E SEMI-ACABADOS.
1103000 a 1103999	PRODUÇÃO DE FERROLIGAS EM FORMAS PRIMÁRIAS E SEMI-ACABADOS.
1104000 a 1104999	PRODUÇÃO DE LAMINADOS PLANOS E NÃO-PLANOS DE AÇO COMUM, AÇOS ESPECIAIS E DE FERROLIGAS.
1105000 a 1105099	PRODUÇÃO DE CANOS E TUBOS COM COSTURA E DE CANOS E TUBOS FUNDIDOS E TREFILADOS.
1105100 a 1105109	PRODUÇÃO DE CANOS E TUBOS DE AÇO COM COSTURA (PRETOS, GALVANIZADOS OU INOXIDÁVEIS) - INCLUSIVE CONEXÕES.
1105500 a 1105599	PRODUÇÃO DE CANOS, CONEXÕES E TUBOS FUNDIDOS DE FERRO E AÇO E DE CANOS E TUBOS CENTRIFUGADOS DE FERRO FUNDIDO.
1105750 a 1105759	PRODUÇÃO DE CANOS E TUBOS TREFILADOS E TUBOS FLEXÍVEIS COM OU SEM REVESTIMENTO DE QUALQUER MATERIAL.
1106000 a 1106999	PRODUÇÃO DE FUNDIDOS DE FERRO E AÇO
1107100 a 1107199	PRODUÇÃO DE FORJADOS DE AÇO
1108000 a 1108999	PRODUÇÃO DE ARAMES DE AÇO.
1109000 a 1109999	PRODUÇÃO DE RELAMINADOS, TREFILADOS E RETREFILADOS DE AÇO, E PERFIS ESTAMPADOS - EXCLUSIVE ARAMES (GRUPO 11.08).
1110000 a 1109999	METALURGIA DOS METAIS NÃO-FERROSOS EM FORMAS PRIMÁRIAS - INCLUSIVE LIGAS E METAIS PRECIOSOS.
1111000 a 1111099	METALURGIA DOS METAIS NÃO-FERROSOS EM FORMAS PRIMÁRIAS - EXCLUSIVE LIGAS (GRUPO 11.12) E METAIS PRECIOSOS (GRUPO 11.19)
1111100 a 1111199	METALURGIA DO ALUMÍNIO.
1111200 a 1111299	METALURGIA DO CHUMBO.
1111300 a 1111399	METALURGIA DO ESTANHO.
1111400 a 1111499	METALURGIA DO ZINCO.
1111990 a 1111999	METALURGIA DOS METAIS NÃO-FERROSOS, NÃO ESPECIFICADOS OU NÃO CLASSIFICADOS.
1112000 a 1112999	PRODUÇÃO DE LIGAS DE METAIS NÃO-FERROSOS EM FORMAS PRIMÁRIAS - EXCLUSIVE DE METAIS PRECIOSOS.
1113000 a 1113999	PRODUÇÃO DE LAMINADOS DE METAIS NÃO-FERROSOS E DE SUAS LIGAS (PLACAS, DISCOS, CHAPAS LISAS OU CORRUGADAS, BOBINAS, TIRAS E FITAS, PERFIS, BARRAS REDONDAS, CHATAS OU QUADRADAS, E VERGALHÕES) - INCLUSIVE CANOS E TUBOS.
1114000 a 1114999	PRODUÇÃO DE FUNDIDOS DE METAIS NÃO-FERROSOS E SUAS LIGAS - EXCLUSIVE METAIS PRECIOSOS (GRUPO 11.19)
1115000 a 1115999	PRODUÇÃO DE FORJADOS DE METAIS NÃO-FERROSOS E SUAS LIGAS
1116000 a 1116999	PRODUÇÃO DE ARAMES E FIOS NÃO-ELÉTRICOS DE METAIS NÃO-FERROSOS E SUAS LIGAS
1117000 a 1117999	PRODUÇÃO DE RELAMINADOS E RETREFILADOS DE METAIS NÃO-FERROSOS E SUAS LIGAS - EXCLUSIVE METAIS PRECIOSOS (GRUPO 11.19)
1118000 a 1118999	PRODUÇÃO DE SOLDAS E ANODOS
1119000 a 1119999	METALURGIA DOS METAIS PRECIOSOS
1120000 a 1129999	METALURGIA DO PÓ - INCLUSIVE PEÇAS MOLDADAS
1130000 a 1130999	FABRICAÇÃO DE ESTRUTURAS METÁLICAS.
1140000 a 1149999	FABRICAÇÃO DE ARTEFATOS DE TREFILADOS DE FERRO E AÇO, E DE METAIS NÃO-FERROSOS - EXCLUSIVE MÓVEIS (GRANDE GRUPO 16.20)
1150000 a 1153999	ESTAMPARIA, FUNILARIA E EMBALAGENS METÁLICAS.
1160000 a 1169999	SERRALHARIA, FABRICAÇÃO DE TANQUES, RESERVATÓRIOS E OUTROS RECIPIENTES METÁLICOS, E DE ARTIGOS DE CALDEIREIRO, PEÇAS E ACESSÓRIOS.
1170000 a 1179999	FABRICAÇÃO DE ARTEFATOS DE CUTELARIA, FERRAMENTAS MANUAIS E FABRICAÇÃO DE ARTEFATOS DE METAL PARA ESCRITÓRIO E PARA USO PESSOAL E DOMÉSTICO.
1180000 a 1189999	TÊMPERA, CEMENTAÇÃO E TRATAMENTO TÉRMICO DE AÇO, RECOZIMENTO DE ARAMES E SERVIÇOS DE GALVANOTÉCNICA.
1190000 a 1199999	FABRICAÇÃO DE FERRAMENTAS ELETROTÉCNICAS DE GRANALHAS E PÓ METÁLICO DE OUTROS ARTEFATOS DE METAL, NÃO ESPECIFICADOS OU NÃO CLASSIFICADOS.
1210000 a 1219999	FABRICAÇÃO DE CALDEIRAS GERADORAS DE VAPOR, MÁQUINAS MOTRIZES NÃO ELÉTRICAS, OBRAS DE CALDEIRARIA PESADA E DE EQUIPAMENTOS DE TRANSMISSÃO PARA FINS INDUSTRIAIS, INCLUSIVE PEÇAS E ACESSÓRIOS.
1220000 a 1229999	FABRICAÇÃO DE MÁQUINAS, APARELHOS E EQUIPAMENTOS PARA INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS, AEROTÉCNICAS, TÉRMICAS - INCLUSIVE ALIMENTADOS POR ENERGIA SOLAR - DE VENTILAÇÃO E REFRIGERAÇÃO, EQUIPADOS OU NÃO COM MOTORES ELÉTRICOS - INCLUSIVE PEÇAS E ACESSÓRIOS.
1230000 a 1239999	FABRICAÇÃO E MONTAGEM DE MÁQUINAS-FERRAMENTAS, MÁQUINAS OPERATRIZES E APARELHOS INDUSTRIAIS COM OU SEM MOTORES ELÉTRICOS - INCLUSIVE PEÇAS E ACESSÓRIOS.
1240000 a 1249999	FABRICAÇÃO DE MÁQUINAS, APARELHOS E MATERIAIS PARA AGRICULTURA, AVICULTURA, CUNICULTURA, APICULTURA, CRIAÇÃO DE OUTROS PEQUENOS ANIMAIS E OBTENÇÃO DE PRODUTOS DE ORIGEM ANIMAL, E PARA BENEFICIAMENTO OU PREPARAÇÃO DE PRODUTOS AGRÍCOLAS - INCLUSIVE PEÇAS E ACESSÓRIOS
1250000 a 1259999	FABRICAÇÃO E MONTAGEM DE MÁQUINAS, APARELHOS E EQUIPAMENTOS DIVERSOS - INCLUSIVE PEÇAS E ACESSÓRIOS.
1260000 a 1269999	FABRICAÇÃO DE CRONÔMETROS E RELÓGIOS, ELÉTRICOS OU NÃO - INCLUSIVE PEÇAS E ACESSÓRIOS.
1270000 a 1279999	FABRICAÇÃO E MONTAGEM DE TRATORES E DE MÁQUINAS E APARELHOS DE TERRAPLENAGEM - INCLUSIVE ACESSÓRIOS.
1280000 a 1289999	SERVIÇO INDUSTRIAL DE USINAGEM (TORNO, FRESA, ETC.), SOLDAS E SEMELHANTES E A REPARAÇÃO OU MANUTENÇÃO DE CALDEIRAS GERADORAS DE VAPOR; DE MÁQUINAS MOTRIZES NÃO ELÉTRICAS; MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS PARA TRANSMISSÃO INDUSTRIAL; MÁQUINAS, APARELHOS E EQUIPAMENTOS PARA INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS, AEROTÉCNICAS, TÉRMICAS, DE VENTILAÇÃO E REFRIGERAÇÃO, MÁQUINAS - FERRAMENTAS, MÁQUINAS OPERATRIZES E DE USO INDUSTRIAL ESPECÍFICO; MÁQUINAS E APARELHOS AGRÍCOLAS, TRATORES E MÁQUINAS DE TERRAPLENAGEM.
1290000 a 1299999	ARMAS, MUNIÇÕES E EQUIPAMENTOS MILITARES.
1300000 a 1309999	MATERIAL ELÉTRICO E DE COMUNICAÇÕES
1310000 a 1319999	CONSTRUÇÃO DE MÁQUINAS, APARELHOS E EQUIPAMENTOS PARA PRODUÇÃO, TRANSMISSÃO, DISTRIBUIÇÃO, MEDIDA E CONTROLE DE ENERGIA ELÉTRICA EM ALTA E BAIXA TENSÃO: PEÇAS E ACESSÓRIOS.
1320000 a 1329999	FABRICAÇÃO DE MATERIAL ELÉTRICO - EXCLUSIVE A FABRICAÇÃO DE MATERIAL ELÉTRICO PARA VEÍCULOS (GRUPO 13.41).
1330000 a 1339999	FABRICAÇÃO DE LÂMPADAS - INCLUSIVE PEÇAS E ACESSÓRIOS.
1340000 a 1349999	FABRICAÇÃO DE MATERIAL ELÉTRICO PARA VEÍCULOS, SUAS PEÇAS E ACESSÓRIOS.
1350000 a 1359999	FABRICAÇÃO DE APARELHOS ELÉTRICOS PARA USO DOMÉSTICO, PESSOAL, INDUSTRIAL, COMERCIAL E ELETROQUÍMICO, PEÇAS E ACESSÓRIOS.
1360000 a 1369999	FABRICAÇÃO DE MATERIAL ELETRÔNICO BÁSICO.
1370000 a 1379999	FABRICAÇÃO E MONTAGEM DE MÁQUINAS, APARELHOS E EQUIPAMENTOS ELETRÔNICOS, E PRODUÇÃO DE FITAS E DISCOS MAGNÉTICOS VIRGENS.
1380000 a 1389999	FABRICAÇÃO DE APARELHOS E EQUIPAMENTOS PARA COMUNICAÇÕES - INCLUSIVE PEÇAS E ACESSÓRIOS.

Atividades potencialmente contaminadoras dos solos e águas subterrâneas com respectivos códigos IBGE (continuação)

1390000 a 1399999	REPARAÇÃO OU MANUTENÇÃO DE MÁQUINAS, APARELHOS E EQUIPAMENTOS INDUSTRIAIS, COMERCIAIS, ELÉTRICOS E ELETRÔNICOS - INCLUSIVE DE SINALIZAÇÃO E COMUNICAÇÃO.
1410000 a 1419999	CONSTRUÇÃO E REPARAÇÃO DE EMBARCAÇÕES E ESTRUTURAS FLUTUANTES, DE CALDEIRAS, MÁQUINAS, TURBINAS E MOTORES MARÍTIMOS - INCLUSIVE PEÇAS E ACESSÓRIOS.
1420000 a 1429999	CONSTRUÇÃO, MONTAGEM E REPARAÇÃO DE VEÍCULOS FERROVIÁRIOS - INCLUSIVE A FABRICAÇÃO DE MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA, PEÇAS E ACESSÓRIOS.
1430000 a 1439999	FABRICAÇÃO E MONTAGEM DE VEÍCULOS AUTOMOTORES - INCLUSIVE PEÇAS E ACESSÓRIOS.
1440000 a 1449999	FABRICAÇÃO DE CABINES E CARROCERIAS PARA VEÍCULOS AUTOMOTORES - INCLUSIVE PEÇAS E ACESSÓRIOS.
1450000 a 1459999	FABRICAÇÃO DE BICICLETAS, MOTOCICLETAS, TRICICLOS E MOTOCICLOS - INCLUSIVE PEÇAS E ACESSÓRIOS.
1470000 a 1479999	CONSTRUÇÃO, MONTAGEM E REPARAÇÃO DE AVIÕES - INCLUSIVE A FABRICAÇÃO DE PEÇAS E ACESSÓRIOS, E A REPARAÇÃO DE TURBINAS E MOTORES DE AVIAÇÃO.
1480000 a 1489999	FABRICAÇÃO DE OUTROS VEÍCULOS - INCLUSIVE PEÇAS E ACESSÓRIOS.
1490000 a 1499999	FABRICAÇÃO DE BANCOS E ESTOFADOS PARA VEÍCULOS.
1510000 a 1519999	DESDOBRAMENTO DA MADEIRA.
1520000 a 1529999	PRODUÇÃO DE CASAS DE MADEIRA PRÉ-FABRICADAS E FABRICAÇÃO DE ESTRUTURAS DE MADEIRA E ARTIGOS DE CARPINTARIA.
1530000 a 1539999	FABRICAÇÃO DE CHAPAS E PLACAS DE MADEIRA AGLOMERADA OU Prensada, e MADEIRA COMPENSADA, REVESTIDA OU NÃO COM MATERIAL PLÁSTICO.
1610000 a 1619999	FABRICAÇÃO DE MÓVEIS MADEIRA, VIME E JUNCO.
1620000 a 1629999	FABRICAÇÃO DE MÓVEIS DE METAL.
1630000 a 1639999	FABRICAÇÃO DE MÓVEIS DE MATERIAL PLÁSTICO.
1640000 a 1649999	FABRICAÇÃO DE ARTEFATOS DE COLCHOARIA.
1690000 a 1699999	FABRICAÇÃO, MONTAGEM E ACABAMENTO DE ARTEFATOS DIVERSOS DO MOBILIÁRIO.
1710000 a 1719999	FABRICAÇÃO DE CELULOSE, PASTA MECÂNICA E DE POLPA DE MADEIRA.
1720000 a 1729999	FABRICAÇÃO DE PAPEL, PAPELÃO, CARTOLINA E CARTÃO.
1800000 a 1899999	BORRACHA.
1910000 a 1912999	SECAGEM, SALGA, CURTIMENTO E OUTRAS PREPARAÇÕES DE COURO E PELES - INCLUSIVE SUBPRODUTOS.
2000000 a 2099999	QUÍMICA.
2100000 a 2199999	PRODUTOS FARMACÊUTICOS E VETERINÁRIOS.
2210000 a 2219999	FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DE PERFUMARIA.
2220000 a 2229999	FABRICAÇÃO DE SABÕES E DETERGENTES.
2300000 a 2399999	PRODUTOS DE MATERIAS PLÁSTICAS.
2410000 a 2419999	BENEFICIAMENTO DE FIBRAS TÊXTEIS, FABRICAÇÃO DE ESTOPA, DE MATERIAIS PARA ESTOFOS, E RECUPERAÇÃO DE RESÍDUOS TÊXTEIS.
2420000 a 2429999	FIACÇÃO, FIACÇÃO E TECELAGEM, E TECELAGEM.
2460000 a 2469999	ACABAMENTO DE FIOS E TECIDOS.
2570000 a 2579999	TINGIMENTO, ESTAMPARIA, E OUTROS ACABAMENTOS EM ROUPAS, PEÇAS DO VESTUÁRIO E ARTEFATOS DIVERSOS DE TECIDOS.
2691000 a 2691999	REFINAÇÃO E PREPARAÇÃO DE ÓLEOS E GORDURAS VEGETAIS E PRODUTOS DO BENEFICIAMENTO DO CACAU DESTINADOS A ALIMENTAÇÃO.
2698000 a 2698999	FABRICAÇÃO DE RAÇÕES BALANCEADAS, DE ALIMENTOS PREPARADOS PARA ANIMAIS E A FABRICAÇÃO DE FARINHAS DE CARNE, SANGUE, OSSO E PEIXE.
2900000 a 2999999	PRODUÇÃO DE MATRIZES PARA IMPRESSÃO.
3000001 a 3099999	DIVERSAS.
3110001 a 3199999	UTILIDADE PÚBLICA.
3121000 a 3121199	SERVIÇOS DE CONTROLE DE QUALIDADE, CORTE DE CHAPAS METÁLICAS, RECUPERAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE SUCATA METÁLICA - INCLUSIVE A LIMPEZA DE FORNOS SIDERÚRGICOS; LIMPEZA, SELEÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE GRÃOS, FIBRAS, ETC.; MOAGEM, EMBALAGEM, ENVASAMENTO, ACONDICIONAMENTO E EMPACOTAMENTO DE PRODUTOS ALIMENTÍCIOS, BEBIDAS E CONDIMENTOS; E TRATAMENTO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS POLUENTES DO MEIO AMBIENTE.
3121500 a 3121599	RECUPERAÇÃO DE SUCATA METÁLICA - INCLUSIVE A LIMPEZA DE FORNOS INDUSTRIAIS.
3121600 a 3121699	SERVIÇOS DE SELEÇÃO, IMUNIZAÇÃO E PREPARAÇÃO DE SEMENTES PARA PLANTIO.
3121755 a 3121755	SERVIÇO DE ENVASAMENTO DE PRODUTOS QUÍMICOS (GLP, DESINFETANTES, INSETICIDAS E SIMILARES).
3121950 a 3121959	RECUPERAÇÃO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS, ATRAVÉS DE TRATAMENTO DE POLUENTES (SODA CAUSTICA, VINHOTO, MERCÚRIO, ETC.)
3140030 a 3140039	INCINERADORES.
3210000 a 3210999	CONSTRUÇÃO CIVIL.
3215200 a 3215209	DEPÓSITO DA INDÚSTRIA QUÍMICA.
3215210 a 3215219	DEPÓSITO DE INDÚSTRIA DE PRODUTOS FARMACÊUTICOS E VETERINÁRIOS.
3216314 a 3216314	DEPÓSITO DE UNIDADES AUXILIARES DE APOIO (UTILIDADES) E DE SERVIÇOS DE NATUREZA INDUSTRIAL.
3220000 a 3220999	PAVIMENTAÇÃO, TERRAPLENAGEM E CONSTRUÇÃO DE ESTRADAS.
3230000 a 3230999	CONSTRUÇÃO DE VIADUTOS, PONTES, MIRANTES, ETC.
4011000 a 4022999	AGRICULTURA E CRIAÇÃO ANIMAL.
5011000 a 5011999	TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS DE PASSAGEIROS E CARGAS.
5012000 a 5012999	TRANSPORTES FERROVIÁRIOS.
5030000 a 5039999	TRANSPORTES RODOVIÁRIOS DE PASSAGEIROS E CARGAS.
5040000 a 5047999	TRANSPORTES URBANOS DE PASSAGEIROS E CARGAS - INCLUSIVE METROVIÁRIOS.
5048000 a 5048999	GARAGENS E PARQUEAMENTOS DE VEÍCULOS.
5050000 a 5059999	TRANSPORTES AÉREOS DE PASSAGEIROS E CARGAS.
5099000 a 5099999	TRANSPORTE DE RESÍDUOS SÓLIDOS E OUTROS SERVIÇOS DE TRANSPORTE NÃO ESPECIFICADOS OU NÃO CLASSIFICADOS.
5311000 a 5321999	REPARAÇÃO DE VEÍCULOS - EXCLUSIVE EMBARCAÇÕES, AERONAVES E VEÍCULOS FERROVIÁRIOS.
5322000 a 5399999	MANUTENÇÃO E CONSERVAÇÃO DE VEÍCULOS EM GERAL.
5410000 a 5419999	SERVIÇOS DE HIGIENE - BARBEARIAS, SAUNAS, LAVANDERIAS, ETC..
5512000 a 5512999	ARMAZENS GERAIS E TRAPICHES.
5539000 a 5539999	SERVIÇOS DE CONSERVAÇÃO, LIMPEZA E SEGURANÇA.
6010000 a 6011999	COMÉRCIO ATACADISTA DE VEÍCULOS E ACESSÓRIOS.
6015000 a 6015999	COMÉRCIO ATACADISTA DE PRODUTOS QUÍMICOS E FARMACÊUTICOS.
6016000 a 6016999	COMÉRCIO ATACADISTA DE COMBUSTÍVEIS E LUBRIFICANTES.
6033000 a 6033999	COMÉRCIO ATACADISTA DE ARTIGOS USADOS E SUCATAS.
6103000 a 6105999	COMÉRCIO VAREJISTA DE VEÍCULOS E ACESSÓRIOS.
6109000 a 6110999	COMÉRCIO VAREJISTA DE COMBUSTÍVEIS E LUBRIFICANTES E GAS LIQUEFEITO DE PETRÓLEO.
6320000 a 6320999	LOTEAMENTO.
9999001 a 9999021	OUTRAS ATIVIDADES, GALPÃO, QUEIMA AO AR LIVRE, DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS.

FICHA CADASTRAL DE ÁREAS CONTAMINADAS

FICHA CADASTRAL DE ÁREAS CONTAMINADAS

1 IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA

1.1 Nº de cadastro _____

1.2 Data da primeira inspeção _____ Data de atualização _____

1.3 Inspetores: _____

1.4 Denominação atual do local _____

1.5 Endereço _____
 Bairro _____ CEP _____ Município _____

1.6 Latitude (_____) Longitude (_____) Folha Topográfica _____
 Datum: _____ Bacia Hidrográfica: _____

1.7 Tipo de fonte de contaminação: []

(1) Disposição de Resíduos (Preencher item 2)
 (2) Área Industrial (Preencher item 3)
 (3) Área Comercial (Preencher item 3)
 (4) Posto de Serviço (Preencher item 3)
 (5) Outras Fontes (Preencher item 4)
 (6) Não conhecida (Preencher item 4)

1.8 Denominação da Fonte _____

1.9 Código da Atividade IBGE da Fonte _____
 Descrição _____

1.10 Situação da Fonte quanto ao funcionamento
 [] Ativa(o) desde _____
 [] Desativada(o) funcionamento de _____ até _____

1.11 Área total da Fonte e área afetada: _____ / _____ (h) (CP1)

1.12 Classificação da área

Classificação:	(1) Área Potencial	Motivo:	(1) Identificação da AP
	(2) Área Suspeita		(2) Avaliação Preliminar
	(3) Área Contaminada		(3) Investigação Confirmatória
	(4) Área Excluída		(4) Remediação

Classificação	Data	Motivo
_____	_____	_____
_____	_____	_____

2 DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS

2.1 Tipo de Disposição [] AP () / AS ()

(1) Aterro Sanitário (2) Aterro Industrial
 (3) Aterro de Enlulhos (4) Lixão
 (5) Bola fora

2.2 Volume estimado de resíduos: _____ metros cúbicos (CP1)

2.3 Tipos de Resíduos (CP1)

[] Resíduo Industrial	[] Resíduo de Serviço de Saúde
[] Resíduo Doméstico	[] Resíduo Inerte
[] Resíduo de mineração	[] Varrição
[] Enlulhos	[] Lodos de dragagem
[] Lodos do tratamento de águas residuárias	[] Desconhecido

2.4 Tipos de Resíduos Industriais:

Denominação	Quantidade	Unidade
_____	_____	(m3) (t) (kg)
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____

2.5 Disposição desenvolvida []

(1) acima da superfície do terreno
 (2) abaixo da superfície do terreno
 (3) acima e abaixo da superfície do terreno

Altura: acima: _____ abaixo: _____ metros estimados

2.6 Existência de impermeabilização inferior (PAS) AS ()

[] inexistente [] Membrana
 [] argila e membrana [] Dupla Membrana
 [] argila [] Desconhecida

2.7 Recobrimento operacional []

(1) Sim (2) Não (3) Desconhecido

2.9 Existência de drenagens:

(1) Sim (2) Não (3) Desconhecido

[] de água de escoamento superficial [] de nascentes
 [] de líquidos percolados [] de gases

2.10 Destino dos líquidos percolados (PAS) AS ()

[] Água superficial
 [] Infiltração no solo
 [] Infiltração em poços
 [] Estação de tratamento de esgotos do Município
 [] Estação de tratamento própria
 [] Rede de esgoto/Águas pluviais
 [] Inexistente
 [] Desconhecido

2.11 Tipo de sistema de tratamento de líquidos percolados

[] Inexistente [] Reirculação
 [] Lagoas [] Sistema Anaeróbico
 [] Processo físico-químico [] Outros
 [] Sistema Aeróbico

Tipo: _____

2.12 Existência de catadores no local []

(1) Não
 (2) menos de 5
 (3) de 5 a 50
 (4) mais de 50

2.13 Existência de impermeabilização superior [] AS ()

(1) inexistente
 (2) parcial
 (3) total com fraturas
 (4) total

2.14 Material de impermeabilização superior (PS) [] AS ()

(1) inexistente
 (2) aterro argiloso
 (3) aterro arenoso
 (4) membrana
 (5) dupla membrana
 (6) argila e membrana
 (7) pavimentação com asfalto/cimento
 (8) desconhecido

3 ÁREA INDUSTRIAL/COMERCIAL

3.1 Tipo de atividade industrial/comercial (CP1) AP ()

[] Mineração [] Produtos químicos
 [] Energia [] Produtos farmacêuticos
 [] Equipamentos eletro-eletrônicos [] Produção e transformação de metais
 [] Recuperação de resíduos [] Borracha
 [] Armazen. de prod. quim. e combust. [] Têxtil
 [] Papel [] Couro
 [] Madeira
 [] outras _____

3.2 Fonte provável de contaminação: (preencher item nº 2)

[] Disposição de resíduos na área
 [] Produção
 [] Tratamento
 [] Armazenagem
 [] Infiltração

3.3 Número de funcionários: _____

3.4 Materiais utilizados/produzidos/armazenados

Tipo de Material: (MP) Matéria-prima (PP) Produtos produzidos (PA) Produtos armazenados (OM) Outra Matéria

Armazenamento: (TE) Tanques enterrados (TA) Tanques aéreos (CA) Galpão (DC) Depósito a céu aberto (OU) Outros

Denominação	Tipo mat	Quant	Unidade	Armazen.
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____

3.5 Resíduos Gerados:

Acondicionamento: (E01) Tambor de 200 l (E02) A Granel (E03) Caçamba (E04) Tanque
 (E05) Tambores outros (E06) Fardos (E07) Sacos plásticos (E08) Outras formas (E09) Tanque
 enterrado (E98) Inexistente (E99) Desconhecido

Dest. final: (AT) Aterro terceiros (AT1) Aterro próprio (LF) Landfarming terceiros
 (LF1) Landfarming próprio (VE) Venda/Reciclagem (LA) Lagoa (PI) Poço de infil.
 (IR) Irrigação (CO) Compostagem (AG) Armazenagem galpão (DC) Depósito a céu aberto
 (N) Incinerador (OU) Queima a céu aberto (OU1) Outros (DE) Desconhecido

Denominação	Quantidade	Unidade	Acond.	Dest. Fin.
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____

3.6 Destino das águas residuais (PAS)

AS ()

- ☐ Água superficial
☐ Infiltração no solo
☐ Infiltração em poços
☐ Estação de tratamento de esgotos do Município
☐ Estação de tratamento própria
☐ Rede de esgoto/Águas pluviais
☐ Inexistente
☐ Desconhecido

3.7 Tipo de sistema de tratamento de águas residuais:

- ☐ Inexistente
☐ Lagoas
☐ Processos Físico-químico
☐ Sistema Aeróbio
☐ Caixa Separadora Água/Óleo
☐ Redistribuição
☐ Sistema Anaeróbio
☐ Caixa de Retenção de Sólidos
☐ Outros

Tipo:

3.8 Condições de impermeabilização na área:

AS ()

- ☐ Boas
☐ Ruins
☐ Desconhecida

- ☐ Área de produção
☐ Área de armazenagem de substâncias
☐ Área de armazenagem de resíduos
☐ Área de tratamento de resíduos

3.9 Impermeabilização da superfície do solo (PS)

AS ()

- ☐ Área de produção
☐ Área de armazenagem de substâncias
☐ Área de armazenagem de resíduos
☐ Área de tratamento de resíduos

- ☐ Inexistente
☐ aterro argiloso
☐ membrana
☐ dupla membrana
☐ pavimentação com asfalto/cimento
☐ paralelepípedo/bloquete
☐ aterro arenoso
☐ argila e membrana
☐ desconhecido

3.10 Existência de vazamentos/infiltrações

AS ()

- ☐ Tanques de armazenamento
☐ No processo produtivo
☐ No tratamento/armazenamento de resíduos
☐ Inexistente
☐ Outros
☐ Tubulações
☐ Na ETE
☐ Desconhecida

4 Outras Fontes / Fontes não conhecidas

4.1 Tipo ()

AP ()

- ☐ Acidentes
☐ Atividade agrícola
☐ Cemitérios
☐ Outras
☐ Não conhecida

4.2 Causa ()

AS ()

- ☐ Colisão/tombamento de veículos
☐ Corrosão de dutos
☐ Vazamentos
☐ Infiltração
☐ Outras
☐ Não conhecida

4.3 Data da Ocorrência:

4.4 Material/Resíduo

Denominação	Quantidade Estimada	Unidade

4.5 Destino das substâncias/material envolvidos (PAS)

AS ()

- ☐ Água superficial
☐ Infiltração no solo
☐ Infiltração em poços
☐ Estação de tratamento de esgotos do município
☐ Estação de tratamento própria
☐ Rede de esgoto/Águas pluviais
☐ Inexistente
☐ Desconhecido

4.6 Existência de impermeabilização da superfície da área (PS) ()

AS ()

- ☐ Inexistente
☐ aterro argiloso
☐ membrana
☐ dupla membrana
☐ pavimentação com asfalto/cimento
☐ aterro arenoso
☐ argila e membrana
☐ desconhecido

5 DESCRIÇÃO DA ÁREA E SUAS ADJACÊNCIAS (raio de 1000 metros)

5.1 Substâncias presentes na área (CP2)

AP ()

Conf.	Est.	
		Solventes orgânicos não halogenados
		Solventes orgânicos halogenados
		Hidrocarbonetos clorados voláteis
		Hidrocarbonetos clorados não voláteis (ex: PCB)
		Dioxinas e furanos
		Comp. org. nitrogenados, fosfatados e sulfurados
		Hidrocarbonetos aromáticos (não PAH)
		Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (PAH)
		Fenóis
		Produtos da refinação do petróleo
		Alcatrão e similares
		Agrotóxicos
		Ácidos, bases e anidridos
		Metais, ligas e compostos metálicos
		Comp. inorg. elev. toxicidade (Cianetos, Fluoretos, Cromatos)
		Substâncias utilizadas na indústria bélica
		Outros
		Desconhecido

5.2 Ocupação do solo/áreas com bens a proteger: (CP3)

dentro	fora	
		Zona ferroviária
		Zona viária
		Estacionamento
		Aeroporto
		Área militar
		Área comercial
		Área industrial
		Área/Bens de interesse público
		Mineração
		Utilidades (rede de esgoto, telefone, gás, etc)
		Residencial com hortas, alta dens. pop. (>20 casas)
		Residencial com hortas, baixa dens. pop. (<20 casas)
		Residencial sem hortas, alta dens. pop. (>20 casas)
		Residencial sem hortas, baixa dens. pop. (<20 casas)
		Parque, área verde
		Parque infantil/Jardim infantil
		Área de lazer e desportos/Circulação
		Cemitério
		Escola/Hospital
		Hortas
		Área de pecuária
		Área agrícola
		Mata natural
		Área de proteção ambiental
		Área de proteção de mananciais
		Bacia hidrográfica para abastecimento
		Aqüíferos importantes
		Área inundável, várzea
		Represa para abastecimento público
		Água superficial para abastecimento público
		Poço para abastecimento público/domiciliar/industrial

5.3 Uso atual da área:

- ☐ Edificação industrial desativada
☐ Edificação industrial com uso residencial
☐ Edificação industrial com uso comercial
☐ Edificação industrial com uso cultural
☐ Edificação industrial com uso industrial
☐ Edificação comercial
☐ Edificação residencial
☐ Edificação cultural
☐ Edificação industrial
☐ Sem edificações
☐ Outros

5.4 Existência anterior de outra fonte potencial de contaminação na área

- ☐ Industrial
☐ Comercial
☐ Disposição de Resíduos
☐ Posto de Serviço
☐ Outros
☐ Inexistente
☐ Desconhecido

5.5 Distância até a edificação mais próxima da área () (PA)

- ☐ < 50 m
☐ 50 - 100 m
☐ 100 m - 500 m
☐ > 500 m
☐ Inexistente

5.6 Posição da área no relevo

- ☐ Várzea
☐ encosta
☐ cava de mineração
☐ Outros
☐ fundo de vale
☐ topo

5.7 Textura predominante do solo () (PAS)

- ☐ argilosa
☐ arenosa
☐ silteosa

5.8 Existência de solo contaminado (confirmado por análise ou presença de produto/substância) (PS)

AC ()

- ☐ contaminado
☐ não contaminado
☐ análise não realizada
☐ desconhecida
☐ profundidade 0 a 1m
☐ profundidade > 1m

5.9 Variação do nível da água subterrânea na área. () Infeita () medida de _____ a _____ m

5.10 Nível sazonalmente mais elevado da água subterrânea () (PAS)

- ☐ Em contato com o resíduo/solo contaminado
☐ Abaixo do resíduo/solo contaminado
☐ Desconhecida

5.11 Existência de água subterrânea contaminada por influência da área (confirmada por análise ou presença de produto/substância) (PAS)

AC ()

- ☐ sim
☐ não
☐ desconhecida

6 EVENTOS IMPORTANTES / EXISTÊNCIA DE RISCOS

6.1 Ocorrência de acidentes e/ou eventos importantes AS ()

☐ Recalques (PS)
☐ Deslaminamento (PS)
☐ Erosão (PS)
☐ Danos à vegetação (PS) (PA)
☐ Dispersão de poeira contendo contaminantes do local (PS) (PA)
☐ Danos aos animais (PS) (PA)
☐ Danos à saúde (PS) (PA)
☐ Danos materiais (PS) (PA)
☐ Explosão (PA)
☐ Incêndio (PA)
☐ Emissão perceptível de gases/vapores (PA)
☐ Outros (PS) (PA)
☐ Desconhecida (PS) (PA)
☐ Inexistente (PS) (PA)

6.2 Erosão existente (tipo predominante) ()

(1) Inexistente
(2) laminar
(3) sulco
(4) vossoroca

6.3 Existência de risco em decorrência da contaminação do solo (PS) AS ()

☐ Não, assegurado por análises
☐ Sim, para saúde de população
☐ Sim, para animais
☐ Sim, para vegetação
☐ Desconhecida

6.4 Indicações perceptíveis na superfície do solo (PS) AS ()

☐ Presença do contaminante
☐ Odor
☐ Coloração
☐ Inexistente
☐ Desconhecida
☐ Outros _____

6.5 Presença de gases/vapores nas edificações vizinhas () (PA) AS ()

(1) Sim
(2) Não
(3) Desconhecida

[illegible]

10. CROQUI DA ÁREA / MODELO CONCEITUAL

Croqui/Seção Esquemática

Modelo Conceitual (Utilizar as siglas P (com potencial), S (com suspeita) e C (confirmado))

Fontes primárias	Mecanismos primários de liberação	Fontes Secundárias	Mecanismos secundários de liberação	Vias de transporte dos contaminantes	Receptores

11. MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA ÁREA

FICHA DE PONTUAÇÃO DE ÁREAS CONTAMINADAS

Nº de cadastro _____ Data _____
 Denominação da área _____

CRITÉRIO PRINCIPAL 1 : Informações gerais sobre a área

Disposição de Resíduos

Disposição: Tipos de Resíduos (2.3)		BP 1-6 (preencher somente para disposição)							
Resíduo Industrial	3								
Resíduo de Serviço de Saúde	3								
Resíduo Domiciliar	2								
Resíduo Inerte	1								
Resíduo de mineração	1								
Varrição	1								
Entulho	1								
Lodo de dragagem	2								
Lodo de tratamento de águas residuárias	3								
Desconhecido	3								
Valoração máxima em cada coluna			1,90						

Volume de Disposição de Resíduos (2.2)		BP 1-6 (preencher somente para disposição)							
> 1.000.000 m3	3								
100.000 - 1.000.000 m3	2								
< 100.000 m3	1								
Valoração máxima em cada coluna			0,48						

Área Industrial/Comercial

Tipo de atividade industrial/comercial (3.1)		BP 1-6 (preencher somente p/ área ind./com)							
Mineração, energia	2								
Produtos químicos, farmacêuticos	3								
Equipamentos eletro-eletrônicos	3								
Produção e transformação de metais	3								
Recuperação de resíduos	3								
Borracha, têxtil	1								
Armazenamento de produtos químicos e combustível	3								
Papel, couro, madeira	2								
outras atividades	1								
Valoração máxima em cada coluna			1,90						

Dimensões área industrial/comercial (1.11)		BP 1-6 (somente para área ind./com)							
>50.000 m2	3								
3.000-50.000 m2	2								
< 3.000 m2	1								
Valoração máxima em cada coluna			0,48						

Soma do Critério Principal 1

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

CRITÉRIO PRINCIPAL 2 : Resíduos / Substâncias

Substâncias presentes na área (5.1)	Confirmado	estimado	BP 1-6
Solventes orgânicos não halogenados	3	2	
Solventes orgânicos halogenados	3	2	
Hidrocarbonetos clorados voláteis	3	2	
Hidrocarbonetos clorados não voláteis (ex: PCB)	3	2	
Dioxinas e furanos	3	2	
Compostos orgânicos nitrogenados, fosfatados e sulfurados (não agrotóxicos)	3	2	
Hidrocarbonetos aromáticos (não PAH)	3	2	
Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (PAH)	3	2	
Fenóis	3	2	
Derivados de petróleo	2	1	
Alcatrão e similares	2	1	
Agrotóxicos	3	2	
Ácidos, bases e anidridos	3	2	
Metais, ligas e compostos metálicos	3	2	
Compostos inorgânicos de elevada toxicidade (cianetos, fluoretos, cromatos)	3	2	
Substâncias utilizadas na indústria bélica	3	2	
outros(as)	2	1	
desconhecido(a)	1	1	
Valoração máxima em cada coluna			

0,95

Soma do Critério Principal 2

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

[illegible]

[illegible]

1000

--	--	--	--	--	--

CRITERIO PRINCIPAL 4 : Propagação

4.1 Propagação via solo

Resultado de análise do solo/prof. 0 a 1m (5.8)		BP 1	BP 2	BP 3	BP 4	BP 5	BP 6							
Contaminado	3													
não contaminado	0													
análise não realizada	2													
Desconhecido	2													
Valoração máxima em cada coluna								0,5						

Resultado de análise do solo - abaixo de 1m (5.8)		BP 1	BP 2	BP 3	BP 4	BP 5	BP 6							
Contaminado	3													
não contaminado	0													
análise não realizada	2													
Desconhecido	2													
Valoração máxima em cada coluna								0,5						

Eventos importantes (6.1)		BP 1	BP 2	BP 3	BP 4	BP 5	BP 6							
recalque, desabamento, erosão	2													
danos a vegetação	2													
dispersão de poeira	1													
danos aos animais	2													
danos ao homem	3													
danos materiais	2													
outros, desconhecida	1													
Inexistente	0													
Valoração máxima em cada coluna								0,4						

Existência de risco comprovado a respeito de contaminação de solo (6.3)		BP 1	BP 2	BP 3	BP 4	BP 5	BP 6							
Não, assegurado por análises	0													
Sim, para saúde de população	3													
Sim, para animais	2													
Sim, para vegetação	2													
Desconhecida	2													
Valoração máxima em cada coluna								0,6						

Material de impermeabilização da superfície da área (2.14)(3.9)(4.6)		BP 1	BP 2	BP 3	BP 4	BP 5	BP 6							
membrana, ou dupla membrana, ou membrana e solo	0													
Pavimentação com asfalto ou cimento	1													
Aterro argiloso	2													
Aterro arenoso	3													
inexistente, desconhecida	3													
Valoração máxima em cada coluna								0,6						

Indicações perceptíveis na superf. do solo (6.4)		BP 1	BP 2	BP 3	BP 4	BP 5	BP 6	
Odor, presença de contaminante	3							
Coloração	3							
Inexistente	0							
Outros ou desconhecido	2							
Valoração máxima em cada coluna								0,4

Soma da Propagação via solo

--	--	--	--	--	--	--	--

4.2 Propagação via água superficial

Qualidade da água superficial (5.14)		BP 1	BP 2	BP 3	BP 4	BP 5	BP 6	
Não	0							
Sim, utilizada para abastecimento público	3							
Sim, utilizada para abastecimento domiciliar	3							
Sim, não utilizada	1							
Sim, utilizada para irrigação, pecuária, piscicultura	2							
Sim, utilizada para recreação, pesca	3							
Desconhecida	2							
Valoração máxima em cada coluna								0,6

Possibilidade de influência direta da área sobre as águas superficiais (5.15)		BP 1	BP 2	BP 3	BP 4	BP 5	BP 6	
Não	0							
Sim, utilizada para abastecimento público	3							
Sim, utilizada para abastecimento domiciliar	3							
Sim, não utilizada	1							
Sim, utilizada para irrigação, pecuária, piscicultura	2							
Sim, utilizada para recreação, pesca	3							
Desconhecida	2							
Valoração máxima em cada coluna								0,4

Possibilidade de enchente na área e uso da água superficial (5.16)		BP 1	BP 2	BP 3	BP 4	BP 5	BP 6	
Não	0							
Sim, utilizada para abastecimento público	3							
Sim, utilizada para abastecimento domiciliar	3							
Sim, não utilizada	1							
Sim, utilizada para irrigação, pecuária, piscicultura	2							
Sim, utilizada para recreação, pesca	3							
Desconhecida	2							
Valoração máxima em cada coluna								0,3

Soma da Propagação via água superficial

4.3 Propagação via água subterrânea

Contaminação das águas subterrâneas (5.11)		BP 1	BP 2	BP 3	BP 4	BP 5	BP 6	
Sim	3							
Não	0							
Desconhecida	2							
Valoração máxima em cada coluna								0,5

Uso da água subterrânea afetada pela contaminação (5.12)		BP 1	BP 2	BP 3	BP 4	BP 5	BP 6	
abastecimento público	3							
abastecimento domiciliar	3							
Recreação	3							
irrigação, pecuária	2							
uso industrial	1							
Desconhecida	2							
Inexistente	0							
Valoração máxima em cada coluna								0,4

Textura predominante do solo (5.7)		BP 1	BP 2	BP 3	BP 4	BP 5	BP 6	
arenosa, siltosa	3							
Argilosa	0							
Desconhecida	2							
Valoração máxima em cada coluna								0,1

Impermeabilização inferior		BP 1	BP 2	BP 3	BP 4	BP 5	BP 6	
área ind./com. e outras fontes (direto)	3							
inexistente, desconhecida (2.6)	3							
argila ou membrana (2.6)	1							
argila e membrana, dupla membrana (2.6)	0							
Valoração máxima em cada coluna								0,2

Destino final de líquidos percolados, efluentes, substâncias e materiais (2.10)(3.6)(4.5)		BP 1	BP 2	BP 3	BP 4	BP 5	BP 6	
água superficial, infiltração no solo ou poços	3							
rede de esgoto	2							
estação de tratamento	0							
Valoração máxima em cada coluna								0,2

Nível sazonalmente mais elevado d'água subterrânea (5.10)		BP 1	BP 2	BP 3	BP 4	BP 5	BP 6	
em contato com resíduo/solo contaminado	3							
abaixo dos resíduos/solo contaminado	0							
Desconhecida	2							
Valoração máxima em cada coluna								0,1

Contexto hidrogeológico (5.13)		BP 1	BP 2	BP 3	BP 4	BP 5	BP 6	
01, 02, 04, 05, 08, desconhecido	3							
03, 06, 09	2							
07	1							
Valoração máxima em cada coluna								0,4

Soma da Propagação via água subterrânea

--	--	--	--	--	--	--	--

4.4 Propagação via ar

Qualidade do ar do solo (5.17)		BP 1	BP 2	BP 3	BP 4	BP 5	BP 6	
Análise não realizada	2							
Contaminada	3							
não contaminada	0							
Desconhecida	2							
Valoração máxima em cada coluna								0,3

Eventos importantes (6.1)		BP 1	BP 2	BP 3	BP 4	BP 5	BP 6	
explosão, incêndios, danos à saúde	3							
emanação perceptível de gases/vapores, dispersão de poeira contaminada	2							
danos materiais, outros, desconhecido	2							
danos à vegetação	2							
Inexistente	0							
Valoração máxima em cada coluna								0,4

Presença de vapores/gases nas edificações vizinhas (6.5)		BP 1	BP 2	BP 3	BP 4	BP 5	BP 6						
Não	0												
Sim	3												
Desconhecido	1												
Valoração máxima em cada coluna								0,5					

Distância até a edificação mais próxima (5.5)		BP 1	BP 2	BP 3	BP 4	BP 5	BP 6						
< 50 m	3												
50 - 100 m	2												
> 100m	1												
edificações inexistentes	0												
Valoração máxima em cada coluna								0,4					

Soma da Propagação via ar

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Soma total do critério principal 4: Propagação

Soma da Propagação via solo

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Soma da Propagação via água superficial

+

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Soma da Propagação via água subterrânea

+

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Soma da Propagação via ar

+

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Soma da Propagação

=

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

: 1,89 1,56 1,23 1,56 1,82 1,86

Soma total do critério principal 4: * Propagação

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

* Arredondar para a primeira casa decimal

Risco provável aos bens a proteger

Soma do critério principal 1

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Soma do critério principal 2

+

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Soma 1+2

=

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Soma do critério principal 3

X

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Soma do critério principal 4

X

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Risco provável aos bens a proteger

=

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

**Lista de classificação e pontuação das áreas localizadas na bacia hidrográfica do
Guarapiranga**

ANEXO 3

O anexo 3 é constituído por duas listas apresentadas nos anexos 3a e 3b, onde são registradas as classificações e pontuações das áreas avaliadas na bacia do Guarapiranga.

No anexo 3a, são apresentadas as áreas onde foram realizadas as etapas de identificação de áreas potencialmente contaminadas e avaliação preliminar, que são identificadas pelos números de cadastro do Projeto CETESB/GTZ. Caso haja interesse de obter maiores informações, este poderá ser consultado, utilizando-se este número como entrada. Quando este número é precedido pela letra D, significa que trata-se de uma área de disposição de resíduos, quando é precedido pela letra I, uma indústria e quando é precedido pela letra P, um posto de serviço. Nesta lista é mostrada a classificação obtida, após a realização da etapa de identificação de áreas potencialmente contaminadas (coluna Classif.); as classificações recebidas após a etapa de avaliação preliminar (clas1); o número do código de atividade do IBGE (ibge); um campo para indicar se a área é ativa ou desativada (Ativa); as coordenadas geográficas das áreas (Longitude/Latitude) e as pontuações obtidas para 6 bens a proteger (BP1 a BP6). Os significados das siglas utilizadas nesta lista, são:

- API – área potencialmente contaminada, identificada na etapa de identificação de áreas potencialmente contaminadas;
- APII – área potencialmente contaminada, classificada após a etapa de avaliação preliminar;
- ASI – área suspeita de contaminação, após a etapa de avaliação preliminar;
- ACI – área contaminada, após a etapa de avaliação preliminar, onde foi observada a realização de análises;
- EAPS – esta sigla indica que em uma mesma área, considerada potencialmente contaminada, foram desenvolvidas duas atividades potencialmente contaminadoras, sendo que esta sigla indica a atividade considerada de menor importância;
- EASS – esta sigla indica que em uma mesma área, considerada suspeita de contaminação, foram desenvolvidas duas atividades potencialmente contaminadoras, sendo que esta sigla indica a atividade considerada de menor importância.

No anexo 3b são apresentadas as áreas onde foi realizada apenas a etapa de identificação de áreas potencialmente contaminadas.

Lista de classificação e pontuação das áreas localizadas na bacia hidrográfica do Guarapiranga

Áreas onde foi executada as etapas de identificação de áreas potencialmente contaminadas e avaliação preliminar

ANEXO 3a

No. Cadastro	Município	Classif.	Clas1	libre	Ativa	Longitude	Latitude	Bp1	Bp2	Bp3	Bp4	Bp5	Bp6
D000001	EMBU-GUACU	API	ASI	3140012	N	313.739	7,361.520	310.90	340.00	129.90	340.00		377.10
D000002	EMBU-GUACU	API	ASI	3140012	S	314.100	7,362.150	310.80	424.50	169.80	424.50		339.60
D000004	EMBU-GUACU	API	ASI	3140011	S	312.075	7,354.740	90.40	311.40		311.40	111.80	99.30
D000005	EMBU-GUACU	API	ASI	3140011	N	312.170	7,357.270	70.00	311.40		311.40		106.80
D000032	COTIA	API	ASI	3140021	S	304.150	7,381.375	363.00	356.80	140.80	356.80		435.30
D000061	EMBU	API	ASI	3140012	S	312.000	7,381.550	156.90	453.10	173.10	453.10		186.80
D000100	ITAPECERICA DA SERRA	API	ASI	3140012	N	306.060	7,371.380	301.50	298.30	107.60	298.30	197.80	345.40
D000102	ITAPECERICA DA SERRA	API	ASI	3140012	S	305.280	7,370.780	118.90	368.60	127.40	368.60		136.20
D000103	ITAPECERICA DA SERRA	API	ASI	3140012	N	310.400	7,374.050	197.10	331.80		331.80		268.60
I000240	SAO PAULO	API	APII	2073005	N	326.220	7,379.650	157.60	515.10		515.10		172.90
I000241	SAO PAULO		APII	1281003	S	326.190	7,379.580	135.30	468.20		468.20		172.90
I000270	SAO PAULO	API	APII	2099993	N	325.980	7,379.400	116.10	445.60		445.60		140.70
I000270	SAO PAULO		EAPS	1311301	S	325.980	7,379.400	116.10	445.60		445.60		140.70
I000273	ITAPECERICA DA SERRA	API	APII	2015994	N	304.650	7,372.620	138.00	491.60	148.80	491.60		272.70
I000284	EMBU	API	ASI	2099004	N	313.470	7,384.830	142.50	530.10	170.10	530.10		189.10
I000425	EMBU	API	ASI	2070000	S	313.380	7,384.750	152.30	542.50		542.50		168.50
I000426	EMBU-GUACU	API	ASI	2081008	N	315.025	7,364.325	181.30	633.70		633.70		219.90
I000427	SAO PAULO	API	ASI	2099004	N	326.270	7,379.600	172.60	469.30		469.30		199.20
I000428	SAO PAULO	API	ASI	2071754	N	327.090	7,376.300	141.60	468.20		468.20		179.50
I000428	SAO PAULO		EASS	2300009	S	327.090	7,376.300	141.60	468.20		468.20		179.50
I000429	ITAPECERICA DA SERRA	API	ASI	2000008	N	307.000	7,354.050	649.70	690.60	583.80	690.60		783.40
I000430	EMBU-GUACU	API	APII	2099993	N	313.650	7,365.900	120.70	493.10	128.90	493.10		266.50
I000431	SAO PAULO	API	ACI	2070006	S	323.600	7,370.830	269.50	767.50	240.90	767.50		273.80
I000432	EMBU	API	ASI	2016990	S	312.900	7,383.640	107.40	505.40		505.40		132.70
I000433	EMBU		ASI	1410008	N	313.000	7,384.500	122.20	530.10		530.10		161.80
I000434	EMBU		ASI	1232002	S	312.050	7,383.520	142.50	505.40		505.40		168.50
I000435	SAO PAULO	API	APII	2099000	N	321.200	7,364.420	432.30	542.50	175.10	542.50		520.60
I000436	ITAPECERICA DA SERRA	API	ASI	2000009	N	311.050	7,378.800	179.20	578.60	205.80	578.60		195.70
I000437	SAO PAULO	API	APII	1141990	S	325.630	7,380.090	124.20	503.40		503.40		161.80
I000438	SAO PAULO	API	ASI	2099004	N	326.270	7,379.160	141.60	503.40		503.40		179.50
I000439	SAO PAULO		ASI	2051990	N	326.200	7,379.280	144.60	445.60		445.60		169.50
I000440	SAO PAULO	API	APII	2051990	N	325.850	7,379.575	135.30	468.20		468.20		172.90
I000441	SAO PAULO	API	APII	2090007	N	318.630	7,376.360	138.10	453.10		453.10		162.20
I000442	SAO PAULO	API	APII	1311204	S	326.300	7,379.425	144.60	503.40		503.40		182.80
I000444	ITAPECERICA DA SERRA	API	ASI	2073005	N	310.320	7,378.230	101.90	479.90		479.90		126.00
P000124	SAO PAULO	API	ASI	6109001	S	326.070	7,371.520	112.50	429.40	100.60	429.40		134.50
P000143	SAO PAULO	API	ASI	6109001	S	326.900	7,375.820	91.20	326.10		326.10		192.80
P000144	SAO PAULO	API	APII	6109001	S	325.430	7,375.060	99.60	418.90	100.60	418.90		202.70
P000145	SAO PAULO	API	APII	6109001	S	322.600	7,379.470	96.90	388.30		388.30		118.70
P000146	SAO PAULO	API	ASI	6109001	S	318.150	7,375.825	132.40	460.90		460.90		166.30
P000149	SAO PAULO	API	ASI	6109001	S	326.780	7,374.930	113.80	444.80		444.80		149.10
P000150	SAO PAULO	API	ASI	6109001	S	325.575	7,376.640	131.10	498.50	143.70	498.50		185.60
P000151	SAO PAULO	API	ASI	6109001	S	326.140	7,375.590	109.50	434.30		434.30		219.30
P000152	SAO PAULO	API	ACI	6109001	S	326.650	7,376.020	152.20	608.90		608.90		214.60
P000153	SAO PAULO	API	ACI	6109001	S	325.525	7,376.920	152.20	608.90		608.90		357.70
P000154	SAO PAULO	API	ASI	6109001	S	325.220	7,374.970	121.10	388.30		388.30		143.10
P000155	SAO PAULO	API	ASI	6109001	S	326.550	7,378.660	115.40	388.30		388.30		137.50
P000156	SAO PAULO	API	ASI	6109001	S	326.580	7,378.100	113.80	388.30		388.30		226.50
P000157	SAO PAULO	API	ASI	6109001	S	325.080	7,370.625	115.40	486.70		486.70		137.50
P000159	SAO PAULO	API	APII	6109001	S	325.230	7,379.360	96.90	398.80		398.80		118.70

No. Cadastro	Município	Classif.	Clas1	libge	Ativa	Longitude	Latitude	Bp1	Bp2	Bp3	Bp4	Bp5	Bp6
P000160	SAO PAULO	API	ASI	6109001	S	325,380	7,380,200	102.50	476.20		476.20		149.10
P000161	SAO PAULO	API	ACI	6109001	S	326,980	7,374,600	164.50	466.10		466.10		194.70
P000162	SAO PAULO	API	APII	6109001	S	325,225	7,379,100	111.10	450.40		450.40		144.80
P000163	SAO PAULO	API	ASI	6109001	S	319,625	7,379,720	109.50	408.40		408.40		149.10
P000164	SAO PAULO	API	ASI	6109001	S	326,760	7,371,825	109.50	418.90		418.90		143.10
P000165	SAO PAULO	API	ASI	6109001	S	326,890	7,376,460	113.80	388.30		388.30		135.90
P000166	SAO PAULO	API	ASI	6109001	S	325,070	7,374,680	109.50	465.70	109.50	465.70		156.30
P000167	SAO PAULO	API	ASI	6109001	S	326,890	7,371,990	121.10	418.90		418.90		154.70
P000168	SAO PAULO	API	ASI	6109001	S	326,750	7,376,790	113.80	388.30		388.30		135.90
P000169	SAO PAULO	API	APII	6109001	S	326,620	7,373,660	102.60	372.80		372.80		125.70
P000170	SAO PAULO	API	ASI	6109001	S	327,930	7,374,480	109.50	418.90		418.90		143.10
P000171	SAO PAULO	API	ASI	6109001	S	323,300	7,364,150	109.50	450.40	109.50	450.40		143.10
P000172	SAO PAULO	API	APII	6109001	S	327,890	7,375,560	103.90	388.30		388.30		125.90
P000173	SAO PAULO	API	APII	6109001	S	324,940	7,370,100	102.60	411.30		411.30		125.70
P000174	SAO PAULO	API	ASI	6109001	S	326,620	7,377,400	96.90	388.30		388.30		118.70
P000175	SAO PAULO	API	ASI	6109001	S	319,870	7,379,875	129.40	429.40		429.40		180.80
P000176	SAO PAULO	API	ASI	6109001	S	326,800	7,375,950	109.50	403.60		403.60		219.30
P000177	SAO PAULO	API	APII	6109001	S	325,225	7,377,675	98.20	491.60		491.60		162.00
P000178	SAO PAULO	API	APII	6109001	S	325,600	7,372,080	91.20	372.90		372.90		112.70
P000179	SAO PAULO	API	ASI	6109001	S	318,025	7,374,400	98.20	517.40		517.40		162.00
P000180	SAO PAULO	API	APII	6109001	S	325,150	7,370,870	96.90	351.90		351.90		118.70
P000181	SAO PAULO	API	ASI	6109001	S	326,180	7,373,420	113.80	351.90		351.90		135.90
P000182	SAO PAULO	API	APII	6109001	S	326,480	7,375,090	92.60	356.80		356.80		190.60
P000183	SAO PAULO	API	ASI	6109001	S	325,030	7,370,730	116.00	515.70		515.70		139.40
P000184	SAO PAULO	API	ASI	6109001	S	326,480	7,379,210	135.70	411.30		411.30		159.30
P000185	SAO PAULO	API	APII	6109001	S	326,470	7,377,330	96.90	388.30		388.30		118.70
P000186	SAO PAULO	API	ASI	6109001	S	326,540	7,377,940	103.90	382.60		382.60		209.90
P000187	SAO PAULO	API	ASI	6109001	S	325,680	7,379,750	128.10	388.30		388.30		150.40
P000188	EMBU	API	APII	6109001	S	311,080	7,382,300	75.30	284.90		284.90		161.40
P000189	EMBU	API	ASI	6109001	S	312,180	7,383,790	156.80	531.90		531.90		301.20
P000190	EMBU	API	ASI	6109001	S	311,030	7,381,750	120.60	432.70		432.70		162.50
P000196	EMBU	API	ASI	6109001	S	311,700	7,383,650	123.80	522.30		522.30		179.50
P000197	EMBU	API	ASI	6109001	S	311,560	7,383,710	112.50	543.20		543.20		167.90
P000198	EMBU	API	APII	6109001	S	311,200	7,383,000	102.50	408.40		408.40		135.90
P000199	EMBU	API	ASI	6109001	S	312,370	7,384,275	114.60	427.60		427.60		138.00
P000205	SAO PAULO	API	ASI	6109001	S	326,850	7,376,675	113.80	388.30		388.30		135.90
P000206	SAO PAULO	API	APII	6109001	S	327,300	7,373,960	96.90	398.80		398.80		118.70
P000208	SAO PAULO	API	APII	6109001	S	320,325	7,380,380	103.90	388.30		388.30		125.90
P000209	SAO PAULO	API	ASI	6109001	S	318,625	7,378,175	121.10	388.30		388.30		143.10
P000210	EMBU-GUACU	API	ASI	6109001	S	315,050	7,363,925	109.50	418.90		418.90		143.10
P000211	EMBU-GUACU	API	ASI	6109001	S	319,500	7,358,500	109.50	450.40		450.40		143.10
P000212	EMBU-GUACU	API	ASI	6109001	S	314,900	7,364,025	109.50	418.90		418.90		143.10
P000213	EMBU-GUACU	API	ASI	6109001	S	314,170	7,366,470	98.20	517.40	109.50	517.40		162.00
P000214	EMBU-GUACU	API	ASI	6109001	S	315,130	7,363,520	109.50	418.90		418.90		143.10
P000215	ITAPECERICA DA SERRA	API	APII	6109001	S	311,450	7,376,630	109.50	418.90		418.90		143.10
P000216	ITAPECERICA DA SERRA	API	APII	6109001	S	311,630	7,375,710	109.50	418.90		418.90		143.10
P000217	ITAPECERICA DA SERRA	API	APII	6109001	S	311,375	7,375,720	109.50	418.90		418.90		143.10
P000218	ITAPECERICA DA SERRA	API	ASI	6109001	S	312,370	7,371,290	109.50	418.90		418.90		143.10
P000219	ITAPECERICA DA SERRA	API	ASI	6109001	S	308,270	7,376,000	123.80	553.70	174.90	553.70		320.60
P000220	ITAPECERICA DA SERRA	API	ASI	6109001	S	306,200	7,372,225	108.60	488.30	143.70	488.30		270.80

No. Cadastro	Município	Classif.	ClasI	Iibge	Ativa	Longitude	Latitude	Bp1	Bp2	Bp3	Bp4	Bp5	Bp6
P000221	ITAPECERICA DA SERRA	API	APII	6109001	S	311,425	7,375,925	96.90	398.80		398.80		118.70
P000222	ITAPECERICA DA SERRA	API	ASI	6109001	S	311,210	7,375,630	109.50	418.90		418.90		143.10
P000223	ITAPECERICA DA SERRA	API	ASI	6109001	S	305,700	7,370,650	343.80	482.30	143.70	482.30		505.40
P000224	ITAPECERICA DA SERRA	API	APII	6109001	S	311,570	7,376,490	109.50	418.90		418.90		143.10
P000225	ITAPECERICA DA SERRA	API	ASI	6109001	S	316,200	7,379,300	108.60	443.80		443.80		143.90
P000226	ITAPECERICA DA SERRA	API	APII	6109001	S	313,320	7,376,900	92.60	418.90		418.90		131.60
P000227	ITAPECERICA DA SERRA	API	APII	6109001	S	311,300	7,377,600	109.50	418.90		418.90		143.10
P000228	ITAPECERICA DA SERRA	API	ASI	6109001	S	310,200	7,378,950	96.60	422.40		422.40		219.50
P000229	ITAPECERICA DA SERRA	API	ACI	6109001	S	310,300	7,379,350	182.40	575.50		575.50		372.90
P000290	SAO PAULO	API	ASI	6109001	S	327,630	7,373,480	96.90	398.80		398.80		118.70
P000331	ITAPECERICA DA SERRA	API	ASI	6109001	N	317,360	7,372,675	98.20	460.90		460.90		149.10
P000332	EMBU	API	ASI	6109001	S	311,130	7,382,620	123.70	531.90		531.90		296.40

Lista de classificação e pontuação das áreas localizadas na bacia hidrográfica do Guarapiranga

Áreas onde foi executada apenas a etapa de identificação de áreas potencialmente contaminadas

ANEXO 3b

No.Cadastro	Município	Classif.	Ibge	Ativa	Longitude	Latitude
1000274	EMBU	API	1161105	S	313.650	7.384.710
ID 1	EMBU	API	2900009	N		
ID 2	EMBU-GUACU	API	2200007	S		
ID 3	ITAPECERICA DA SERRA	API	3140001	S		
ID 4	EMBU	API	1600001			
ID 5	ITAPECERICA DA SERRA	API	3140001	S		
ID 6	ITAPECERICA DA SERRA	API	3140001			
ID 7	ITAPECERICA DA SERRA	API	3140001			
ID 8	SAO PAULO	API	2399000	N		
ID 9	EMBU-GUACU	API	5410001	N		
ID 10	EMBU-GUACU	API	1352000	N		
ID 11	EMBU-GUACU	API	2350000	N		
ID 12	EMBU-GUACU	API	1131000	N		
ID 13	EMBU	API	1610007	S	312.075	7.383.260
ID 14	EMBU	API	1370000	N		
ID 15	ITAPECERICA DA SERRA	API	1199000	N		
ID 16	EMBU	API	3000001	N		
ID 17	SAO PAULO	API	1380001	S		
ID 18	SAO PAULO	API	2350000	N		
ID 19	SAO PAULO	API	2399000	N		
ID 20	SAO PAULO	API	1352000	N	326.143	7.379.704
ID 21	SAO PAULO	API	1352000	N	326.143	7.379.704
ID 22	SAO PAULO	API	2390000			
ID 23	SAO PAULO	API	2390000	N		
ID 24	SAO PAULO	API	2351005	S	326.112	7.379.699
ID 25	SAO PAULO	API	1220000	N		
ID 26	SAO PAULO	API	1199005	N		
ID 27	SAO PAULO	API	1854003	N	326.140	7.379.690
ID 28	SAO PAULO	API	2399000	N		
ID 29	SAO PAULO	API	2399000	N		
ID 30	SAO PAULO	API	2330000	N		
ID 31	SAO PAULO	API	1199000	N	325.984	7.379.598
ID 32	SAO PAULO	API	2399000	N		
ID 33	SAO PAULO	API	2462109	N		
ID 34	SAO PAULO	API	1231000	N		
ID 35	EMBU	API	2200007	N		
ID 36	EMBU	API	2399000	N		
ID 37	SAO PAULO	API	2330008			
ID 38	SAO PAULO	API	1141996	S	326.159	7.379.773
ID 39	SAO PAULO	API	3000001	N		
ID 40	SAO PAULO	API	1320000	N	326.388	7.379.022
ID 41	SAO PAULO	API	1520000	N		
ID 42	SAO PAULO	API	1389009	N		
ID 43	SAO PAULO	API	2980002	N		
ID 44	SAO PAULO	API	2399000	N		
ID 45	SAO PAULO	API	2399000	N		
ID 46	SAO PAULO	API	2331004	N		
ID 47	SAO PAULO	API	2200007	N		
ID 48	SAO PAULO	API	1199005	N		

No.Cadastro	Município	Classif.	Ibge	Ativa	Longitude	Latitude
ID 49	SAO PAULO	API	2330000	N		
ID 50	SAO PAULO	API	1199005	N		
ID 51	SAO PAULO	API	2980002	N		
ID 52	SAO PAULO	API	2920000	N		
ID 53	SAO PAULO	API	1231995	N	326.315	7.379.302
ID 54	SAO PAULO	API	1118000	N		
ID 55	SAO PAULO	API	6033001	S		
ID 56	SAO PAULO	API	5099001	S		
ID 57	SAO PAULO	API	1352000	N	326.414	7.378.886
ID 58	SAO PAULO	API	2320002	N		
ID 59	SAO PAULO	API	1160001	N		
ID 60	SAO PAULO	API	3080005	N		
ID 61	SAO PAULO	API	1160001	N		
ID 62	SAO PAULO	API	1160000			
ID 63	SAO PAULO	API	2499002	N		
ID 64	SAO PAULO	API	1352997	N		
ID 65	SAO PAULO	API	3099008	N		
ID 66	SAO PAULO	API	1200003	N		
ID 67	SAO PAULO	API	1232000	N	326.514	7.378.955
ID 68	SAO PAULO	API	1380000	N	326.514	7.378.945
ID 69	SAO PAULO	API	2315009	N		
ID 70	SAO PAULO	API	1356002	N		
ID 71	SAO PAULO	API	1162993			
ID 72	SAO PAULO	API	1161008	N		
ID 73	SAO PAULO	API	2110000			
ID 74	ITAPECERICA DA SERRA	API	1299000			
ID 75	ITAPECERICA DA SERRA	API	5311001	S		
ID 76	ITAPECERICA DA SERRA	API	1199000			
ID 77	ITAPECERICA DA SERRA	API	5321001	S		
ID 78	SAO PAULO	API	3050009			
ID 79	SAO PAULO	API	2499000	N		
ID 80	SAO PAULO	API	2410001			
ID 81	SAO PAULO	API	1371207	N	326.361	7.379.361
ID 82	SAO PAULO	API	1200003	N		
ID 83	SAO PAULO	API	1433156	N		
ID 84	SAO PAULO	API	1199000	N	326.382	7.379.366
ID 85	SAO PAULO	API	2441209	N		
ID 86	SAO PAULO	API	2323990	N		
ID 87	SAO PAULO	API	2491990	N		
ID 88	SAO PAULO	API	2420007	N		
ID 89	SAO PAULO	API	2399000	N		
ID 90	SAO PAULO	API	1370000	N	326.361	7.379.361
ID 91	SAO PAULO	API	1220000	N	326.361	7.379.361
ID 92	SAO PAULO	API	3033007	S		
ID 93	SAO PAULO	API	1370000	N		
ID 94	SAO PAULO	API	2920000			
ID 95	SAO PAULO	API	2900009	S	326.389	7.379.344
ID 96	SAO PAULO	API	1299000	N	326.345	7.379.337
ID 97	SAO PAULO	API	1610007	S	326.324	7.379.356

No.Cadastro	Município	Classif.	Ibge	Ativa	Longitude	Latitude
ID 98	SAO PAULO	API	1280000	N		
ID 99	SAO PAULO	API	2210000	N	326,167	7,379,350
ID100	SAO PAULO	API	1199000	N	326,167	7,379,350
ID101	SAO PAULO	API	1199005	N	326,203	7,379,331
ID102	SAO PAULO	API	2223007	N	326,199	7,379,319
ID103	SAO PAULO	API	2399000	N		
ID104	SAO PAULO	API	2391996	N		
ID105	SAO PAULO	API	1240005	N		
ID106	SAO PAULO	API	1115000	N	326,203	7,379,331
ID107	SAO PAULO	API	1199000	N	326,240	7,379,350
ID108	SAO PAULO	API	1281003	N		
ID109	SAO PAULO	API	5322001	N		
ID110	SAO PAULO	API	1232000	N	326,203	7,379,331
ID111	SAO PAULO	API	1199900	S	326,094	7,379,327
ID112	SAO PAULO	API	2350000	N		
ID113	SAO PAULO	API	2110000	N		
ID114	SAO PAULO	API	1232002	N	326,050	7,379,386
ID115	SAO PAULO	API	2390000	N		
ID116	SAO PAULO	API	6015001	N		
ID117	SAO PAULO	API	2350000	N		
ID118	SAO PAULO	API	1320000	N	325,918	7,379,475
ID119	SAO PAULO	API	1352008	N		
ID120	SAO PAULO	API	1352000	N	325,914	7,379,478
ID121	SAO PAULO	API	2929007	N		
ID122	SAO PAULO	API	2350000	N		
ID123	SAO PAULO	API	2461005	N		
ID124	SAO PAULO	API	1352407	N		
ID125	SAO PAULO	API	1170000	N	325,866	7,379,522
ID126	SAO PAULO	API	1199009	N	325,866	7,379,522
ID127	SAO PAULO	API	2110000	N	325,877	7,379,539
ID128	SAO PAULO	API	3023001	N		
ID129	SAO PAULO	API	1231000	N	325,837	7,379,548
ID130	SAO PAULO	API	2920000	N		
ID131	SAO PAULO	API	2399000	N		
ID132	SAO PAULO	API	1199000	N	325,822	7,379,562
ID133	SAO PAULO	API	1220000	N	325,831	7,379,580
ID134	SAO PAULO	API	1371401	N		
ID135	SAO PAULO	API	2920000	N		
ID136	SAO PAULO	API	2399000	N		
ID137	ITAPECERICA DA SERRA	API	1352000	N		
ID138	ITAPECERICA DA SERRA	API	1220000	N		
ID139	ITAPECERICA DA SERRA	API	1300008	N		
ID140	EMBU	API	1162993	N		
ID141	EMBU	API	1251996	S	311,999	7,383,141
ID142	SAO PAULO	API	2300001	N		
ID143	SAO PAULO	API	2421755	N		
ID144	EMBU	API	1610007			
ID145	EMBU	API	1130000			
ID146	EMBU-GUACU	API	1610007			

No.Cadastro	Município	Classif.	Ibge	Ativa	Longitude	Latitude
ID147	EMBU-GUACU	API	1520000	N		
ID148	EMBU	API	1115000	N		
ID149	EMBU	API	1115000	N		
ID150	SAO PAULO	API	1260006	N		
ID151	SAO PAULO	API	2324008	S		
ID152	SAO PAULO	API	2099000	N	325,950	7,380,120
ID153	SAO PAULO	API	5319001	S		
ID154	EMBU	API	2391007	N		
ID155	EMBU-GUACU	API	1180002			
ID156	SAO PAULO	API	1380001	N		
ID157	EMBU	API	5321001	N		
ID158	EMBU	API	1899000	N		
ID159	SAO PAULO	API	1194003	S	326,037	7,377,660
ID160	EMBU	API	1199005			
ID161	SAO PAULO	API	2110000	N		
ID162	SAO PAULO	API	2100002	N		
ID163	ITAPECERICA DA SERRA	API	6105001	S		
ID164	ITAPECERICA DA SERRA	API	1112996			
ID165	EMBU-GUACU	API	1220000	N		
ID166	SAO PAULO	API	2399000	N		
ID167	SAO PAULO	API	1140000	N		
ID168	SAO PAULO	API	5321001	S		
ID169	SAO PAULO	API	1100009	N		
ID170	SAO PAULO	API	1199994	N		
ID171	SAO PAULO	API	2922991	N		
ID172	SAO PAULO	API	1100009	N		
ID173	SAO PAULO	API	5599000	N		
ID174	SAO PAULO	API	1370000	N	325,344	7,380,107
ID175	SAO PAULO	API	1140000	N	325,235	7,379,921
ID176	SAO PAULO	API	1610007	N		
ID177	SAO PAULO	API	1370000	N		
ID178	SAO PAULO	API	6015001	S		
ID179	SAO PAULO	API	1520000	N		
ID180	SAO PAULO	API	2982757	N		
ID181	SAO PAULO	API	1411000	N		
ID182	SAO PAULO	API	1040006	N		
ID183	SAO PAULO	API	5099001	N		
ID184	SAO PAULO	API	6015001	S		
ID185	SAO PAULO	API	2300001	N		
ID186	EMBU	API	5031001	S		
ID187	EMBU	API	2350000			
ID188	EMBU	API	1162004	N		
ID189	EMBU	API	1352997	N		
ID190	EMBU	API	2390000			
ID191	EMBU	API	1200003			
ID192	EMBU	API	2071100			
ID193	EMBU	API	2390000	N		
ID194	EMBU	API	1200003			
ID195	EMBU	API	5399001	N		

No.Cadastro	Município	Classif.	Ibge	Ativa	Longitude	Latitude
ID196	EMBU	API	3099008	N		
ID197	EMBU	API	2390000			
ID198	EMBU	API	1500007	N		
ID199	ITAPECERICA DA SERRA	API	5319001	S		
ID200	SAO PAULO	API	6109001			
ID201	SAO PAULO	API	6033001			
ID202	SAO PAULO	API	1380001			
ID203	SAO PAULO	API	1430009	N	326,375	7,379,364
ID204	SAO PAULO	API	5321001	S		
ID205	SAO PAULO	API	5321001	S	325,700	7,372,331
ID206	SAO PAULO	API	6015001			
ID207	SAO PAULO	API	1221300	N		
ID208	EMBU-GUACU	API	1231000	N		
ID209	ITAPECERICA DA SERRA	API	6103001	S		
ID210	ITAPECERICA DA SERRA	API	5321001	S		
ID211	ITAPECERICA DA SERRA	API	5599000			
ID212	ITAPECERICA DA SERRA	API	6105001	S		
ID213	ITAPECERICA DA SERRA	API	3040002	N		
ID214	EMBU	API	1241206	N		
ID215	EMBU	API	6033001			
ID216	EMBU	API	6015001	N		
ID217	EMBU	API	1419994	N		
ID218	ITAPECERICA DA SERRA	API	2350000	N		
ID219	ITAPECERICA DA SERRA	API	1231000	N		
ID220	SAO PAULO	API	2320000	N		
ID221	SAO PAULO	API	2310000	N		
ID222	SAO PAULO	API	3070000	N		
ID223	SAO PAULO	API	2081997	N		
ID224	SAO PAULO	API	3099008	S		
ID225	SAO PAULO	API	5539001	S		
ID226	ITAPECERICA DA SERRA	API	5322000	N		
ID227	EMBU-GUACU	API	1520000			
ID228	EMBU	API	1040006	N		
ID229	SAO PAULO	API	1160000			
ID230	ITAPECERICA DA SERRA	API	3012999			
ID231	EMBU-GUACU	API	1231707	N		
ID232	ITAPECERICA DA SERRA	API	1320000	N		
ID233	ITAPECERICA DA SERRA	API	1170000	N		
ID234	ITAPECERICA DA SERRA	API	5322001			
ID235	ITAPECERICA DA SERRA	API	1231000			
ID236	ITAPECERICA DA SERRA	API	1610007	N		
ID237	ITAPECERICA DA SERRA	API	1160001			
ID238	ITAPECERICA DA SERRA	API	3210001	S		
ID239	EMBU	API	1600001	S		
ID240	EMBU-GUACU	API	1500007			
ID241	ITAPECERICA DA SERRA	API	2331004	S	313,764	7,377,596
ID242	EMBU	API	5321001	S		
ID243	EMBU	API	1200003			
ID244	EMBU	API	2390000			

No.Cadastro	Município	Classif.	Ibge	Ativa	Longitude	Latitude
ID245	EMBU	API	1823990	S		
ID246	EMBU	API	1200003	N		
ID247	ITAPECERICA DA SERRA	API	6015001			
ID248	EMBU	API	1600001			
ID249	EMBU	API	1720007	N		
ID250	ITAPECERICA DA SERRA	API	1610007	N		
ID251	EMBU	API	6016001	S		
ID252	EMBU	API	3000001	N		
ID253	EMBU	API	1200003	N		
ID254	EMBU	API	2210002	S		
ID255	EMBU	API	2211009	S		
ID256	ITAPECERICA DA SERRA	API	1370000	N		
ID257	EMBU	API	1600001			
ID258	EMBU	API	3070000	N		
ID259	EMBU	API	2390000	N		
ID260	SAO PAULO	API	1115000	N		
ID261	EMBU	API	1411000			
ID262	SAO PAULO	API	1130000	N		
ID263	SAO PAULO	API	1220000	N		
ID264	SAO PAULO	API	2080000	N		
ID265	SAO PAULO	API	1080008	S	323,400	7,364,850
ID266	SAO PAULO	API	1231000	N		
ID267	SAO PAULO	API	1160000	N		
ID268	SAO PAULO	API	1199005			
ID269	SAO PAULO	API	1823000	S		
ID270	SAO PAULO	API	3099008	N		
ID271	ITAPECERICA DA SERRA	API	2391007			
ID272	EMBU-GUACU	API	1800000			
ID273	EMBU-GUACU	API	1581503	N		
ID274	EMBU-GUACU	API	1106406	S	312,599	7,357,071
ID275	EMBU-GUACU	API	2698005	N		
ID276	EMBU-GUACU	API	2110000			
ID277	EMBU-GUACU	API	1080008	S	317,797	7,370,524
ID278	ITAPECERICA DA SERRA	API	1251000	N		
ID279	EMBU-GUACU	API	2016990			
ID280	EMBU-GUACU	API	1433156			
ID281	SAO PAULO	API	1106000	N		
ID282	SAO PAULO	API	1199005	N		
ID283	SAO PAULO	API	2100002			
ID284	ITAPECERICA DA SERRA	API	1199000	N		
ID285	EMBU-GUACU	API	2320000	S		
ID286	EMBU-GUACU	API	2320000	N		
ID287	EMBU-GUACU	API	2698005	N		
ID288	EMBU-GUACU	API	1600001			
ID289	EMBU-GUACU	API	1800000	N		
ID290	EMBU-GUACU	API	1115000	N		
ID291	EMBU	API	1070002			
ID292	EMBU	API	2390000			
ID293	EMBU	API	1199000			

No.Cadastro	Município	Classif.	Ibge	Ativa	Longitude	Latitude
ID294	EMBU	API	2399000	N		
ID295	EMBU-GUACU	API	1500007	N		
ID296	SAO PAULO	API	1433000	N		
ID297	SAO PAULO	API	2900009	N		
ID298	SAO PAULO	API	1199005	N		
ID299	SAO PAULO	API	6109001	N		
ID300	SAO PAULO	API	2920000	N		
ID301	SAO PAULO	API	1040006	N		
ID302	SAO PAULO	API	1180002	N		
ID303	SAO PAULO	API	5539001	N		
ID304	SAO PAULO	API	1114000	S		
ID305	SAO PAULO	API	1581503			
ID306	ITAPECERICA DA SERRA	API	2300001	N		
ID307	EMBU	API	1162004			
ID308	EMBU	API	2210002	N		
ID309	SAO PAULO	API	1521500			
ID310	ITAPECERICA DA SERRA	API	1600001			
ID311	SAO PAULO	API	2300001	N		
ID312	SAO PAULO	API	3099008	N		
ID313	ITAPECERICA DA SERRA	API	6015001	S		
ID314	ITAPECERICA DA SERRA	API	5319001			
ID315	ITAPECERICA DA SERRA	API	2315009	N		
ID316	ITAPECERICA DA SERRA	API	1370000			
ID317	ITAPECERICA DA SERRA	API	1520000	S	306.853	7.376.682
ID318	ITAPECERICA DA SERRA	API	2223996			
ID319	ITAPECERICA DA SERRA	API	1854992			
ID320	ITAPECERICA DA SERRA	API	6103001	N		
ID321	EMBU-GUACU	API	1199000			
ID322	EMBU	API	3000001	N		
ID323	SAO PAULO	API	1107003	N		
ID324	SAO PAULO	API	1520000	N		
ID325	SAO PAULO	API	1130000			
ID326	ITAPECERICA DA SERRA	API	3140001	S		
ID327	EMBU	API	3130001			
ID328	EMBU-GUACU	API	1281003	N		
ID329	EMBU	API	1600001	N		
ID330	EMBU	API	2211009	S		
ID331	EMBU	API	2211009	S		
ID332	EMBU	API	5032000			
ID333	EMBU	API	5319001	S		
ID334	SAO PAULO	API	2011000	N		
ID335	SAO LOURENCO DA	API	3032000			
ID336	ITAPECERICA DA SERRA	API	1435000	N		
ID337	ITAPECERICA DA SERRA	API	1510002			
ID338	ITAPECERICA DA SERRA	API	1352008			
ID339	EMBU	API	5319001	S		
ID340	EMBU	API	1251201			
ID341	EMBU	API	1220000			
ID342	EMBU	API	2420007			

No.Cadastro	Município	Classif.	Ibge	Ativa	Longitude	Latitude
ID343	EMBU	API	1611305			
ID344	EMBU	API	3099008			
ID345	EMBU	API	6109001	N		
ID346	EMBU	API	1161008			
ID347	ITAPECERICA DA SERRA	API	6103001	S		
ID348	ITAPECERICA DA SERRA	API	5321001	S		
ID349	ITAPECERICA DA SERRA	API	5322001	N		
ID350	ITAPECERICA DA SERRA	API	1200003			
ID351	ITAPECERICA DA SERRA	API	5321001	S		
ID352	ITAPECERICA DA SERRA	API	1370000	N		
ID353	ITAPECERICA DA SERRA	API	1232000	S		
ID354	ITAPECERICA DA SERRA	API	1114000			
ID355	ITAPECERICA DA SERRA	API	1510000			
ID356	ITAPECERICA DA SERRA	API	1522000			
ID357	ITAPECERICA DA SERRA	API	1513990	S		
ID358	ITAPECERICA DA SERRA	API	2399000			
ID359	ITAPECERICA DA SERRA	API	2210000	N		
ID360	ITAPECERICA DA SERRA	API	1352000	N		
ID361	ITAPECERICA DA SERRA	API	2210002			
ID362	ITAPECERICA DA SERRA	API	2300001	S		
ID363	ITAPECERICA DA SERRA	API	5321001	S		
ID364	ITAPECERICA DA SERRA	API	1433008			
ID365	ITAPECERICA DA SERRA	API	1130000	N		
ID366	ITAPECERICA DA SERRA	API	2360000			
ID367	ITAPECERICA DA SERRA	API	1130000	N		
ID368	ITAPECERICA DA SERRA	API	3121950	N		
ID369	ITAPECERICA DA SERRA	API	5321001	S		
ID370	ITAPECERICA DA SERRA	API	3093107			
ID371	ITAPECERICA DA SERRA	API	5399001			
ID372	ITAPECERICA DA SERRA	API	1231995			
ID373	ITAPECERICA DA SERRA	API	1350005	N		
ID374	EMBU	API	1299000			
ID375	ITAPECERICA DA SERRA	API	1160000			
ID376	ITAPECERICA DA SERRA	API	1710006			
ID377	ITAPECERICA DA SERRA	API	1231995			
ID378	ITAPECERICA DA SERRA	API	1140000			
ID379	ITAPECERICA DA SERRA	API	3099008			
ID380	ITAPECERICA DA SERRA	API	1610007	N		
ID381	ITAPECERICA DA SERRA	API	2350000	N		
ID382	ITAPECERICA DA SERRA	API	3220001	N		
ID383	ITAPECERICA DA SERRA	API	2350000			
ID384	ITAPECERICA DA SERRA	API	2350009			
ID385	EMBU	API	1114107	S	311.656	7.383.245
ID386	EMBU	API	2210002	N		
ID387	ITAPECERICA DA SERRA	API	1113002	N		
ID388	EMBU	API	1151991	N	313.000	7.384.420
ID389	EMBU	API	1231553	N		
ID390	ITAPECERICA DA SERRA	API	2329999	N		
ID391	EMBU	API	1199005	N		

No.Cadastro	Município	Classif.	Ibge	Ativa	Longitude	Latitude
ID392	EMBU	API	6033001	S		
ID393	EMBU	API	1823990	S		
ID394	ITAPECERICA DA SERRA	API	1510000	N		
ID395	EMBU	API	1611003	N		
ID396	ITAPECERICA DA SERRA	API	1610007	S	310,668	7,379,331
ID397	ITAPECERICA DA SERRA	API	1361007	N		
ID398	ITAPECERICA DA SERRA	API	1140000			
ID399	SAO PAULO	API	1282999	N		
ID400	EMBU	API	2300001	S		
ID401	EMBU	API	1231000	N		
ID402	SAO PAULO	API	2112990	S		
ID403	ITAPECERICA DA SERRA	API	5321001	S		
ID404	SAO PAULO	API	1199005			
ID405	EMBU	API	2200007			
ID406	EMBU-GUACU	API	1200003	N		
ID407	EMBU-GUACU	API	2300001	N		
ID408	SAO PAULO	API	3099008	N		
ID409	EMBU-GUACU	API	6015001			
ID410	ITAPECERICA DA SERRA	API	1360000			
ID411	EMBU	API	2331004	N		
ID412	EMBU	API	1300008			
ID413	EMBU	API	1231995	N		
ID414	SAO PAULO	API	2300001	N		
ID415	EMBU	API	2350000	N		
ID416	EMBU	API	1600001	N		
ID417	SAO PAULO	API	6033001			
ID418	SAO PAULO	API	1231000	N		
ID419	SAO PAULO	API	5599001	S		
ID420	SAO PAULO	API	2350000	N		
ID421	SAO PAULO	API	1160000	N		
ID422	SAO PAULO	API	1161997	N		
ID423	SAO PAULO	API	6015001	N		
ID424	ITAPECERICA DA SERRA	API	6015001	S		
ID425	SAO PAULO	API	1160000	N	326,230	7,379,860
ID426	SAO PAULO	API	1199000	N		
ID427	SAO PAULO	API	1371002			
ID428	ITAPECERICA DA SERRA	API	5321001	N		
ID429	SAO PAULO	API	1352000	N	325,202	7,379,838
ID430	SAO PAULO	API	2320000	N		
ID431	SAO PAULO	API	1370000			
ID432	EMBU	API	1610007	N		
ID433	SAO PAULO	API	3210001	S		
ID434	SAO PAULO	API	5031001	S		
ID435	SAO PAULO	API	1140000			
ID436	EMBU-GUACU	API	2110000	N		
ID437	EMBU	API	1600001	N		
ID438	SAO PAULO	API	2310000	N		
ID439	SAO PAULO	API	2324997	N		
ID440	SAO PAULO	API	2922991	N		

No.Cadastro	Município	Classif.	Ibge	Ativa	Longitude	Latitude
ID441	ITAPECERICA DA SERRA	API	1600001	S		
ID442	SAO PAULO	API	2929996	N		
ID443	EMBU-GUACU	API	1199000	N		
ID444	EMBU-GUACU	API	1600001	N		
ID445	EMBU-GUACU	API	1199005	S		
ID446	SAO PAULO	API	2440000	N		
ID447	EMBU	API	1200003	N		
ID448	SAO PAULO	API	1115000	N		
ID449	SAO PAULO	API	3012000			
ID450	EMBU	API	2400006	N		
ID451	EMBU	API	3032000	N		
ID452	SAO PAULO	API	9999021			
ID453	SAO PAULO	API	1115000	N		
ID454	SAO PAULO	API	9999001	N		
ID455	EMBU-GUACU	API	1280007	N		
ID456	EMBU-GUACU	API	2110000	N		
ID457	EMBU-GUACU	API	1280007			
ID458	SAO PAULO	API	1370000	N		
ID459	ITAPECERICA DA SERRA	API	1550004			
ID460	SAO PAULO	API	5099001	N		
ID461	SAO PAULO	API	1231502	N		
ID462	SAO PAULO	API	1280007			
ID463	ITAPECERICA DA SERRA	API	2300009			
ID464	EMBU	API	2350000	S	312,234	7,383,567
ID465	EMBU	API	1400002	N		
ID466	SAO PAULO	API	1200003	N		
ID467	SAO PAULO	API	2420000			
ID468	EMBU	API	1352000	N		
ID469	EMBU	API	1199000	N		
ID470	EMBU	API	1100009	N		
ID471	SAO PAULO	API	1115000	N		
ID472	EMBU-GUACU	API	6033001	S	317,781	7,359,500
ID473	EMBU-GUACU	API	1100009	N		
ID474	SAO PAULO	API	2399000	N		
ID475	SAO PAULO	API	3023001	N		
ID476	SAO PAULO	API	1130000	N		
ID477	ITAPECERICA DA SERRA	API	2331004	N		
ID478	EMBU-GUACU	API	2399000			
ID479	EMBU	API	1720007	N		
ID480	EMBU	API	1100009	N		
ID481	EMBU	API	1600001	N		
ID482	EMBU-GUACU	API	1371002	N		
ID483	EMBU	API	1162004			
ID484	EMBU	API	1150000	N		
ID485	EMBU	API	3210001	S		
ID486	EMBU	API	1610007	N		
ID487	SAO PAULO	API	1199005	N		
ID488	SAO PAULO	API	1211999	N		
ID489	EMBU-GUACU	API	1300008			

No.Cadastro	Município	Classif.	Ibge	Ativa	Longitude	Latitude
ID490	SAO PAULO	API	1200003	N		
ID491	ITAPECERICA DA SERRA	API	1510002			
ID492	SAO PAULO	API	2315998			
ID493	EMBU	API	2071100	S		
ID494	SAO PAULO	API	5322001	N		
ID495	SAO PAULO	API	1130005			
ID496	SAO PAULO	API	3021998	S		
ID497	SAO PAULO	API	1310000	N		
ID498	SAO PAULO	API	1115000	N		
ID499	SAO PAULO	API	1370000	N		
ID500	SAO PAULO	API	2110000	N		
ID501	SAO PAULO	API	2923009	N		
ID502	EMBU	API	3230001	S		
ID503	EMBU	API	2400006			
ID504	SAO PAULO	API	1450000	N		
ID505	SAO PAULO	API	1105000			
ID506	EMBU-GUACU	API	2391007	N		
ID507	SAO PAULO	API	1199000			
ID508	SAO PAULO	API	1353000	S	326,260	7,379,663
ID509	SAO PAULO	API	1855999	N	326,169	7,379,606
ID510	SAO PAULO	API	2399000	S	326,042	7,379,528
ID511	SAO PAULO	API	1130000			
ID512	EMBU	API	1370000	N		
ID513	SAO PAULO	API	5099001	N		
ID514	ITAPECERICA DA SERRA	API	5321001	S		
ID515	ITAPECERICA DA SERRA	API	1510000	N		
ID516	ITAPECERICA DA SERRA	API	3070000	N		
ID517	SAO PAULO	API	1550000			
ID518	SAO PAULO	API	1160000			
ID519	SAO PAULO	API	3081508	N		
ID520	SAO PAULO	API	1199005	N		
ID521	SAO PAULO	API	1370000	N		
ID522	SAO PAULO	API	1115000			
ID523	EMBU-GUACU	API	1520000	N		
ID524	SAO PAULO	API	1353000	N		
ID525	SAO PAULO	API	1321994			
ID526	EMBU-GUACU	API	2200007	N		
ID527	SAO PAULO	API	3032990	N		
ID528	SAO PAULO	API	1200003	S	325,902	7,379,012
ID529	ITAPECERICA DA SERRA	API	1070002			
ID530	EMBU	API	1600001			
ID531	SAO PAULO	API	2210000	N		
ID532	ITAPECERICA DA SERRA	API	6033001	S		
ID533	EMBU	API	2071100			
ID534	ITAPECERICA DA SERRA	API	1433000	N		
ID535	SAO PAULO	API	1435000			
ID536	SAO PAULO	API	1290002	S		
ID537	SAO PAULO	API	2350000			
ID538	SAO PAULO	API	5322001	N		

No.Cadastro	Município	Classif.	Ibge	Ativa	Longitude	Latitude
ID539	EMBU	API	1600001	N		
ID540	SAO PAULO	API	2350009			
ID541	SAO PAULO	API	1212001	N		
ID542	SAO PAULO	API	1820001			
ID543	SAO PAULO	API	1899000	N		
ID544	SAO PAULO	API	2920000	N		
ID545	SAO PAULO	API	1280000	N		
ID546	SAO PAULO	API	1200003			
ID547	SAO PAULO	API	1299000	N		
ID548	SAO PAULO	API	2399000	N		
ID549	SAO PAULO	API	3000001	N		
ID550	SAO PAULO	API	1310000	N		
ID551	SAO PAULO	API	2350000	N		
ID552	SAO PAULO	API	1160001	N		
ID553	SAO PAULO	API	1199005	N	326,239	7,379,228
ID554	SAO PAULO	API	2315009			
ID555	SAO PAULO	API	2900009	N		
ID556	SAO PAULO	API	1220000	N		
ID557	ITAPECERICA DA SERRA	API	1140000	N		
ID558	EMBU-GUACU	API	1370000			
ID559	EMBU-GUACU	API	1324004	S	314,442	7,363,122
ID560	EMBU	API	5321001	S		
ID561	SAO PAULO	API	1352000			
ID562	ITAPECERICA DA SERRA	API	1220000	N		
ID563	ITAPECERICA DA SERRA	API	1600001	N		
ID564	SAO PAULO	API	1199000	N		
ID565	SAO PAULO	API	1231000	N	325,655	7,380,053
ID566	EMBU	API	9999001	S		
ID567	EMBU	API	1370000	N		
ID568	EMBU	API	3033007	N		
ID569	EMBU	API	6108001	S		
ID570	EMBU	API	2460000	N		
ID571	EMBU	API	1511998	N		
ID572	SAO PAULO	API	1840000	N		
ID573	SAO PAULO	API	1140000	S	327,484	7,376,056
ID574	SAO PAULO	API	1199000			
ID575	SAO PAULO	API	1260006	N		
ID576	SAO PAULO	API	1282999	N		
ID577	SAO PAULO	API	1280000			
ID578	SAO PAULO	API	1160001			
ID579	SAO PAULO	API	1111000	N		
ID580	SAO PAULO	API	1321994	N	326,210	7,379,460
ID581	SAO PAULO	API	2210002	N	326,075	7,379,425
ID582	SAO PAULO	API	1200003	S		
ID583	SAO PAULO	API	3099997	N		
ID584	SAO PAULO	API	1430009	N		
ID585	EMBU-GUACU	API	1280007			
ID586	EMBU-GUACU	API	1104004			
ID587	ITAPECERICA DA SERRA	API	1433156	N		

No.Cadastro	Município	Classif.	Ibge	Ativa	Longitude	Latitude
ID588	SAO PAULO	API	2391996	N		
ID589	EMBU	API	1611100	N		
ID590	SAO PAULO	API	1380001	N		
ID591	SAO PAULO	API	1140000			
ID592	SAO PAULO	API	2351994	N		
ID593	ITAPECERICA DA SERRA	API	1352000	N		
ID594	ITAPECERICA DA SERRA	API	1150000	N		
ID595	ITAPECERICA DA SERRA	API	1310000	N		
ID596	SAO PAULO	API	1550000	N		
ID597	ITAPECERICA DA SERRA	API	2015005			
ID598	EMBU-GUACU	API	1199000	N		
ID599	EMBU-GUACU	API	1199005	N		
ID600	EMBU-GUACU	API	1160000	N		
ID601	SAO PAULO	API	1252003	N		
ID602	EMBU	API	1600001	N		
ID603	SAO PAULO	API	2399000	N		
ID604	SAO PAULO	API	1430009	N		
ID605	ITAPECERICA DA SERRA	API	1280007			
ID606	EMBU	API	1600001	N		
ID607	SAO PAULO	API	1070002	N		
ID608	EMBU	API	2300001	N		
ID609	SAO PAULO	API	2399000			
ID610	EMBU	API	3033007	N		
ID611	EMBU	API	1100009	S		
ID612	SAO PAULO	API	5099001			
ID613	SAO PAULO	API	2315998			
ID614	SAO PAULO	API	2370000	N		
ID615	SAO PAULO	API	6033001	S		
ID616	SAO PAULO	API	1199000	N		
ID617	SAO PAULO	API	1199005			
ID618	EMBU-GUACU	API	1550000	N		
ID619	SAO PAULO	API	2100002	N		
ID620	EMBU	API	1320000	N		
ID621	SAO PAULO	API	1180000			
ID622	ITAPECERICA DA SERRA	API	6033001	S		
ID623	ITAPECERICA DA SERRA	API	1899000	N		
ID624	SAO PAULO	API	1040006	N		
ID625	SAO PAULO	API	3220001	N		
ID626	SAO PAULO	API	1152998	N		
ID627	SAO PAULO	API	2310000	N		
ID628	SAO PAULO	API	2110000	N		
ID629	SAO PAULO	API	2110000	N		
ID630	SAO PAULO	API	6016001			
ID631	SAO PAULO	API	1310000	N		
ID632	ITAPECERICA DA SERRA	API	1433350			
ID633	ITAPECERICA DA SERRA	API	3099008			
ID634	ITAPECERICA DA SERRA	API	6011001	S		
ID635	EMBU	API	1610007	N		
ID636	EMBU	API	2399000	N		

No.Cadastro	Município	Classif.	Ibge	Ativa	Longitude	Latitude
ID637	SAO PAULO	API	1340000			
ID638	SAO PAULO	API	1151991			
ID639	EMBU-GUACU	API	1199000			
ID640	EMBU-GUACU	API	1130000	N		
ID641	EMBU-GUACU	API	1450000	N		
ID642	EMBU-GUACU	API	2070000		313,950	7,362,100
ID643	SAO PAULO	API	1115103			
ID644	SAO PAULO	API	1199000	N		
ID645	EMBU	API	1600001	N		
ID646	SAO PAULO	API	1100009	N		
ID647	ITAPECERICA DA SERRA	API	3140001	S		
ID648	ITAPECERICA DA SERRA	API	2200007			
ID649	ITAPECERICA DA SERRA	API	1550004			
ID650	ITAPECERICA DA SERRA	API	1220000			
ID651	SAO PAULO	API	2210000	N		
ID652	ITAPECERICA DA SERRA	API	5321001	S	310,862	7,378,866
ID653	ITAPECERICA DA SERRA	API	1340000	N		
ID654	ITAPECERICA DA SERRA	API	6105001	S		
ID655	ITAPECERICA DA SERRA	API	1823000	S		
ID656	ITAPECERICA DA SERRA	API	2454998	N		
ID657	ITAPECERICA DA SERRA	API	6015001	S		
ID658	ITAPECERICA DA SERRA	API	3010007			
ID659	ITAPECERICA DA SERRA	API	2211998	N		
ID660	ITAPECERICA DA SERRA	API	1823990	S		
ID661	ITAPECERICA DA SERRA	API	1433000	N		
ID662	SAO PAULO	API	1160001			
ID663	ITAPECERICA DA SERRA	API	1500007	N		
ID664	SAO PAULO	API	1200003	N		
ID665	SAO PAULO	API	1720007	N		
ID666	SAO PAULO	API	2330000	N		
ID667	EMBU-GUACU	API	1199000	S	315,133	7,361,598
ID668	SAO PAULO	API	2340000			
ID669	SAO PAULO	API	1371991	N		
ID670	SAO PAULO	API	1100009	N		
ID671	SAO PAULO	API	3000001			
ID672	SAO PAULO	API	1371991			
ID673	SAO PAULO	API	1510000	N		
ID674	SAO PAULO	API	1160000	N		
ID675	SAO PAULO	API	1550000			
ID676	SAO PAULO	API	2420000	N		
ID677	SAO PAULO	API	1115000	N		
ID678	SAO PAULO	API	1310000	N		
ID679	SAO PAULO	API	1231000	N		
ID680	EMBU-GUACU	API	3140001	S		
ID681	ITAPECERICA DA SERRA	API	1600001			
ID682	SAO PAULO	API	1371991			
ID683	EMBU-GUACU	API	1104993	S	315,197	7,361,470
ID684	SAO PAULO	API	1160000	S	318,320	7,376,563
ID685	EMBU-GUACU	API	1200003	S	314,875	7,362,724

No.Cadastro	Município	Classif.	Ibge	Ativa	Longitude	Latitude
ID686	EMBU-GUACU	API	1161105	S	315,159	7,361,503
ID687	EMBU-GUACU	API	1100009	S	314,415	7,360,776
ID688	SAO PAULO	API	1200003	S	326,197	7,379,754
ID689	SAO PAULO	API	1430009	S	326,162	7,379,733
ID690	SAO PAULO	API	1104993	S	326,174	7,379,706
ID691	SAO PAULO	API	1386999	S	326,152	7,379,694
ID692	SAO PAULO	API	1200003	S	326,097	7,379,692
ID693	SAO PAULO	API	2391996	S	326,017	7,379,617
ID694	SAO PAULO	API	1200003	S	325,928	7,379,585
ID695	SAO PAULO	API	1142992	S	325,919	7,379,575
ID696	SAO PAULO	API	1142992	S	326,232	7,379,645
ID697	SAO PAULO	API	1104993	S	326,360	7,379,151
ID698	SAO PAULO	API	3012999	S	326,320	7,379,356
ID699	SAO PAULO	API	1200003	S	326,319	7,379,374
ID700	SAO PAULO	API	2220008	S	326,326	7,379,332
ID701	SAO PAULO	API	1720007	S	326,307	7,379,289
ID702	SAO PAULO	API	1610007	S	326,309	7,379,274
ID703	SAO PAULO	API	1181998	S	326,311	7,379,268
ID704	SAO PAULO	API	1181998	S	326,311	7,379,269
ID705	SAO PAULO	API	5099001	S	326,347	7,379,107
ID706	SAO PAULO	API	1280007	S	325,754	7,380,369
ID707	SAO PAULO	API	1433997	S	326,424	7,379,467
ID708	SAO PAULO	API	2351994	S	326,470	7,379,271
ID709	SAO PAULO	API	5321001	S	326,519	7,379,123
ID710	SAO PAULO	API	1104993	S	326,498	7,379,092
ID711	SAO PAULO	API	1104993	S	326,505	7,378,892
ID712	ITAPECERICA DA SERRA	API	3093107	S	310,500	7,377,999
ID713	ITAPECERICA DA SERRA	API	2300001	S	310,429	7,379,001
ID714	ITAPECERICA DA SERRA	API	5041000	S	312,405	7,375,831
ID715	SAO PAULO	API	1610007	S	325,682	7,379,634
ID716	SAO PAULO	API	1854003	S	326,435	7,379,352
ID717	SAO PAULO	API	1104993	S	326,402	7,379,347
ID718	SAO PAULO	API	3012999	S	326,388	7,379,372
ID719	SAO PAULO	API	2399000	S	326,347	7,379,363
ID720	SAO PAULO	API	1104993	S	326,267	7,379,317
ID721	SAO PAULO	API	2351994	S	326,256	7,379,344
ID722	SAO PAULO	API	2300000	S	326,170	7,379,336
ID723	SAO PAULO	API	1899000	S	326,160	7,379,340
ID724	SAO PAULO	API	1433000	S	326,123	7,379,320
ID725	SAO PAULO	API	1200003	S	326,110	7,379,357
ID726	SAO PAULO	API	1281992	S	326,021	7,379,403
ID727	SAO PAULO	API	1610007	S	325,997	7,379,428
ID728	SAO PAULO	API	2922991	S	325,968	7,379,416
ID729	SAO PAULO	API	1433555	S	325,884	7,379,491
ID730	EMBU	API	1319000	S	325,751	7,379,608
ID731	SAO PAULO	API	1310003	S	325,875	7,379,535
ID732	SAO PAULO	API	1232509	S	325,769	7,379,630
ID733	SAO PAULO	API	1361996	S	325,736	7,379,626
ID734	SAO PAULO	API	3099997	S	325,726	7,379,632

No.Cadastro	Município	Classif.	Ibge	Ativa	Longitude	Latitude
ID735	ITAPECERICA DA SERRA	API	5599001	S	310,777	7,376,440
ID736	ITAPECERICA DA SERRA	API	1370006	S	310,612	7,376,363
ID737	EMBU	API	1104993	S	313,652	7,385,202
ID738	EMBU	API	1104993	S	313,742	7,385,140
ID739	EMBU-GUACU	API	2111993	S	317,194	7,358,043
ID740	EMBU	API	2460000	S	312,550	7,384,961
ID741	EMBU	API	1104993	S	312,478	7,385,043
ID742	SAO PAULO	API	3095002	S	326,737	7,378,504
ID743	SAO PAULO	API	1104002	S	326,673	7,378,325
ID744	SAO PAULO	API	3023001	S	325,327	7,379,454
ID745	EMBU	API	1232000	S	312,879	7,383,866
ID746	EMBU	API	2399000	S	312,972	7,383,544
ID747	EMBU	API	2310007	S	313,037	7,383,652
ID748	EMBU	API	1320000	S	312,993	7,383,853
ID749	SAO PAULO	API	1104993	S	325,648	7,379,803
ID750	ITAPECERICA DA SERRA	API	1100009	S	316,394	7,379,097
ID751	EMBU	API	2329000	S	311,515	7,382,914
ID752	EMBU	API	1104993	S	311,505	7,382,902
ID753	EMBU	API	2112000	S	311,696	7,382,838
ID754	EMBU-GUACU	API	1200003	S	314,211	7,362,600
ID755	EMBU-GUACU	API	1800000	S	313,588	7,362,202
ID756	EMBU-GUACU	API	2499002	S	313,471	7,362,121
ID757	EMBU-GUACU	API	2361000	S	314,323	7,362,675
ID758	SAO PAULO	API	2300001	S	327,573	7,376,298
ID759	SAO PAULO	API	2300001	S	327,537	7,376,290
ID760	SAO PAULO	API	2920000	S	327,550	7,376,237
ID761	SAO PAULO	API	1310003	S	327,491	7,376,172
ID762	SAO PAULO	API	1160000	S	325,382	7,380,585
ID763	SAO PAULO	API	1104993	S	325,237	7,378,505
ID764	SAO PAULO	API	1411603	S	325,143	7,378,285
ID765	SAO PAULO	API	1200003	S	325,163	7,378,805
ID766	SAO PAULO	API	2982757	S	326,182	7,376,160
ID767	SAO PAULO	API	2351005	S	327,632	7,373,629
ID768	EMBU	API	3220001	S	312,801	7,383,603
ID769	SAO PAULO	API	1070002	S	324,680	7,369,818
ID770	SAO PAULO	API	1142992	S	326,850	7,376,619
ID771	SAO PAULO	API	1104993	S	326,851	7,374,659
ID772	SAO PAULO	API	1151991	S	326,847	7,374,091
ID773	SAO PAULO	API	5322001	S	325,038	7,370,431
ID774	SAO PAULO	API	1341405	S	324,855	7,370,063
ID775	SAO PAULO	API	1107000	S	324,739	7,369,895
ID776	ITAPECERICA DA SERRA	API	1104993	S	316,212	7,377,561
ID777	ITAPECERICA DA SERRA	API	2351005	S	311,291	7,377,418
ID778	ITAPECERICA DA SERRA	API	2315998	S	315,998	7,373,182
ID779	EMBU	API	1321005	S	311,100	7,380,644
ID780	EMBU	API	2112990	S	311,456	7,380,356
ID781	EMBU	API	2913003	S	311,903	7,382,250
ID782	SAO PAULO	API	2300001	S	320,636	7,379,052
ID783	SAO PAULO	API	1441302	S	319,845	7,378,120

No.Cadastro	Município	Classif.	Ibge	Ativa	Longitude	Latitude
ID784	EMBU-GUACU	API	1199000	S	313,920	7,366,280
ID785	EMBU	API	1520008	S	308,898	7,381,350
ID786	EMBU-GUACU	API	2311402	S	314,325	7,367,200
ID787	ITAPECERICA DA SERRA	API	1210009	S	309,650	7,377,458
ID788	EMBU-GUACU	API	1070002	S	317,387	7,370,058
ID789	SAO PAULO	API	2929996	S	322,349	7,379,517
ID790	EMBU	API	1720007	S	311,247	7,383,072
ID791	ITAPECERICA DA SERRA	API	9999001	S	313,900	7,378,425
ID792	EMBU	API	2300001	S	312,379	7,384,229
ID793	EMBU	API	1070002	S	312,148	7,383,986
ID794	EMBU	API	1231308	S	310,709	7,380,380
ID795	EMBU	API	2698000	S	311,228	7,382,412
ID796	ITAPECERICA DA SERRA	API	1352000	S	310,863	7,379,183
ID797	EMBU	API	1352000	S	310,196	7,382,621
ID798	ITAPECERICA DA SERRA	API	1200003	S	314,351	7,378,639
ID799	ITAPECERICA DA SERRA	API	1231600	S	314,300	7,378,601
ID800	ITAPECERICA DA SERRA	API	1231553	S	315,340	7,379,102
ID801	SAO PAULO	API	9999001	S	323,570	7,363,042
ID802	EMBU-GUACU	API	2312000	S	314,318	7,366,259
ID803	EMBU-GUACU	API	2399000	S	315,758	7,369,032
ID804	EMBU-GUACU	API	1221000	S	316,354	7,369,840
ID805	EMBU-GUACU	API	1170007	S	315,200	7,367,139
ID806	EMBU-GUACU	API	1115006	S	314,576	7,366,112
ID807	EMBU-GUACU	API	1103000	S	314,255	7,362,400
ID808	EMBU-GUACU	API	1291009	S	317,123	7,369,882
ID809	EMBU-GUACU	API	1251000	S	314,698	7,364,003
ID810	EMBU	API	1731203	S	311,812	7,382,465
ID811	SAO PAULO	API	1200003	S	323,167	7,380,454
ID812	SAO PAULO	API	1104993	S	322,379	7,379,547
ID813	SAO PAULO	API	9999001	S	321,202	7,368,690
ID814	ITAPECERICA DA SERRA	API	2350009	S	306,040	7,374,231
ID815	ITAPECERICA DA SERRA	API	1511009	S	304,717	7,369,181
ID816	SAO PAULO	API	1231000	S	317,719	7,373,849
ID817	SAO PAULO	API	5322001	S	317,668	7,373,842
ID818	EMBU-GUACU	API	2211998	S	316,206	7,370,118
ID819	EMBU-GUACU	API	1142992	S	314,603	7,363,995
ID820	ITAPECERICA DA SERRA	API	5321001	S	307,009	7,375,823
ID821	EMBU-GUACU	API	1106000	S	317,240	7,362,404
ID822	EMBU-GUACU	API	2231000	S	313,412	7,363,971
ID823	EMBU	API	2920000	S	310,698	7,380,321
ID824	SAO PAULO	API	1200003	S	326,061	7,379,239
ID825	EMBU	API	2420007	S	313,538	7,384,844
ID826	EMBU	API	2300001	S	312,218	7,383,679
ID827	ITAPECERICA DA SERRA	API	1231154	S	310,055	7,378,485
ID828	ITAPECERICA DA SERRA	API	3033007	S	310,001	7,378,508
ID829	ITAPECERICA DA SERRA	API	2110000	S	310,112	7,378,002
ID830	ITAPECERICA DA SERRA	API	1320000	S	309,595	7,377,816
ID831	ITAPECERICA DA SERRA	API	1200003	S	308,912	7,376,940
ID832	ITAPECERICA DA SERRA	API	1100009	S	308,869	7,376,963

No.Cadastro	Município	Classif.	Ibge	Ativa	Longitude	Latitude
ID833	ITAPECERICA DA SERRA	API	1199000	S	308,495	7,376,199
ID834	ITAPECERICA DA SERRA	API	1899996	S	307,770	7,375,436
ID835	ITAPECERICA DA SERRA	API	1430009	S	307,744	7,375,460
ID836	ITAPECERICA DA SERRA	API	2320000	S	307,528	7,375,323
ID837	ITAPECERICA DA SERRA	API	2980002	S	306,929	7,374,305
ID838	ITAPECERICA DA SERRA	API	2210002	S	306,221	7,372,482
ID839	ITAPECERICA DA SERRA	API	1299000	S	306,319	7,372,539
ID840	ITAPECERICA DA SERRA	API	1115103	S	306,296	7,372,175
ID841	ITAPECERICA DA SERRA	API	1520000	S	305,214	7,369,668
ID842	ITAPECERICA DA SERRA	API	1040006	S	306,661	7,373,341
ID843	ITAPECERICA DA SERRA	API	2300001	S	310,353	7,379,347
ID844	ITAPECERICA DA SERRA	API	2315009	S	308,274	7,376,053
ID845	EMBU-GUACU	API	1114000	S	316,754	7,359,384
ID846	EMBU-GUACU	API	1610007	S	314,316	7,366,397
ID847	EMBU-GUACU	API	1104993	S	314,717	7,366,839
ID848	SAO PAULO	API	2399000	S	323,882	7,367,572
ID849	SAO PAULO	API	2211998	S	323,834	7,367,467
ID850	SAO PAULO	API	1611003	S	320,379	7,380,327
ID851	ITAPECERICA DA SERRA	API	1310008	S	310,211	7,378,862
ID852	EMBU	API	1210009	S	312,964	7,383,574
ID853	SAO PAULO	API	2111004	S	327,126	7,376,624
ID854	SAO PAULO	API	1200003	S	327,437	7,376,280
ID855	SAO PAULO	API	2210002	S	326,008	7,379,296
ID856	SAO PAULO	API	2499002	S	325,564	7,378,854
ID857	SAO PAULO	API	5532001	S	326,176	7,379,842
ID858	SAO PAULO	API	2320002	S	326,080	7,379,808
ID859	EMBU-GUACU	API	2300001	S	312,241	7,364,074
ID860	EMBU-GUACU	API	1104993	S	312,966	7,363,922
ID861	SAO PAULO	API	1200003	S	324,949	7,379,908
ID862	EMBU-GUACU	API	1104993	S	315,263	7,362,589
ID863	EMBU-GUACU	API	1200003	S	314,971	7,363,132
ID864	EMBU-GUACU	API	1150000	S	314,965	7,363,038
ID865	EMBU-GUACU	API	1160000	S	314,571	7,362,847
ID866	SAO PAULO	API	1104993	S	320,940	7,380,038
ID867	ITAPECERICA DA SERRA	API	2080000	S	311,573	7,376,601
ID868	SAO PAULO	API	2980002	S	326,452	7,378,751
ID869	EMBU-GUACU	API	2111993	S	315,320	7,363,585
ID870	EMBU-GUACU	API	1214004	S	315,318	7,363,635
ID871	SAO PAULO	API	2980002	S	325,999	7,376,143
ID872	SAO PAULO	API	1610007	S	319,885	7,378,967
ID873	SAO PAULO	API	2923009	S	326,465	7,379,137
ID874	EMBU	API	1220004	S	313,341	7,384,661
ID875	EMBU	API	1520000	S	313,327	7,384,659
ID876	EMBU	API	1520000	S	313,228	7,384,677
ID877	SAO PAULO	API	1200003	S	326,886	7,376,491
ID878	SAO PAULO	API	2499002	S	326,684	7,378,867
ID879	EMBU	API	1854992	S	311,461	7,383,194
ID880	EMBU	API	1720007	S	311,074	7,383,163
ID881	EMBU	API	1610007	S	311,955	7,383,728

No.Cadastro	Município	Classif.	Ibge	Ativa	Longitude	Latitude
ID882	EMBU-GUACU	API	2920220	S	314,563	7,365,552
ID883	EMBU	API	1231995	S	312,799	7,383,800
ID884	SAO PAULO	API	2980002	S	326,962	7,376,396
ID885	SAO PAULO	API	1191993	S	322,566	7,379,002
ID886	SAO PAULO	API	1106000	S	317,610	7,370,204
ID887	ITAPECERICA DA SERRA	API	1611003	S	304,531	7,368,981
ID888	SAO PAULO	API	2399000	S	324,890	7,380,384
ID889	SAO PAULO	API	1106104	S	324,912	7,380,356
ID890	SAO PAULO	API	1840000	S	324,980	7,380,250
ID891	SAO PAULO	API	2300001	S	324,988	7,380,225
ID892	SAO PAULO	API	1100009	S	326,285	7,375,878
ID893	SAO PAULO	API	1100009	S	326,313	7,379,690
ID894	SAO PAULO	API	3023001	S	326,274	7,379,673
ID895	SAO PAULO	API	1232002	S	326,259	7,379,626
ID896	SAO PAULO	API	1104993	S	326,177	7,379,576
ID897	SAO PAULO	API	1115103	S	326,305	7,379,658
ID898	ITAPECERICA DA SERRA	API	9999001	S	306,999	7,374,401
ID899	EMBU-GUACU	API	1114506	S	314,768	7,362,784
ID900	ITAPECERICA DA SERRA	API	2311003	S	310,920	7,378,792
ID901	SAO PAULO	API	1381008	S	326,043	7,379,328
ID902	SAO PAULO	API	1321994	S	326,205	7,371,600
ID903	EMBU-GUACU	API	3023001	S	314,681	7,365,622
ID904	SAO PAULO	API	2390000	S	325,897	7,379,007
ID905	SAO PAULO	API	2300001	S	326,337	7,375,208
ID906	SAO PAULO	API	1311301	S	325,563	7,379,961
ID907	EMBU-GUACU	API	5322001	S	317,805	7,358,028
ID908	SAO PAULO	API	1160000	S	327,220	7,375,440
ID909	EMBU	API	2361999	S	310,959	7,381,969
ID910	EMBU	API	1105752	S	310,848	7,381,618
ID911	EMBU-GUACU	API	1241002	S	314,200	7,362,730
ID912	EMBU-GUACU	API	2420000	S	314,210	7,362,860
ID913	ITAPECERICA DA SERRA	API	1361996	S	310,868	7,378,041
ID914	ITAPECERICA DA SERRA	API	1214004	S	310,842	7,378,095
ID915	SAO PAULO	API	1199000	S	326,077	7,379,683
ID916	SAO PAULO	API	1386990	S	326,177	7,379,488
ID917	SAO PAULO	API	2300001	S	326,194	7,379,294
ID918	SAO PAULO	API	2420007	S	326,223	7,379,285
ID919	SAO PAULO	API	1251309	S	326,201	7,379,249
ID920	SAO PAULO	API	1151002	S	326,205	7,379,236
ID921	SAO PAULO	API	1831100	S	326,239	7,379,208
ID922	ITAPECERICA DA SERRA	API	3014002	S	316,413	7,378,883
ID923	SAO PAULO	API	1104993	S	326,590	7,379,533
ID924	EMBU	API	1611100	S	308,888	7,383,913
ID925	EMBU	API	1320000	S	312,870	7,384,170
ID926	SAO PAULO	API	3012000	S	327,490	7,375,941
ID927	SAO PAULO	API	1220000	S	327,534	7,376,128
ID928	SAO PAULO	API	1610007	S	326,107	7,379,422
ID929	ITAPECERICA DA SERRA	API	5040001	S	313,401	7,377,296
ID930	EMBU	API	1692100	S	310,109	7,381,924

No.Cadastro	Município	Classif.	Ibge	Ativa	Longitude	Latitude
ID931	ITAPECERICA DA SERRA	API	1370000	S	310,210	7,378,653
ID932	ITAPECERICA DA SERRA	API	1370000	S	310,195	7,378,648
ID933	SAO PAULO	API	2399000	S	324,993	7,379,729
ID934	EMBU	API	1380000	S	310,780	7,380,984
ID935	EMBU-GUACU	API	1200003	S	315,501	7,368,000
ID936	SAO PAULO	API	1522990	S	328,050	7,373,572
ID937	SAO PAULO	API	2980002	S	326,383	7,379,235
ID938	SAO PAULO	API	1231450	S	326,280	7,379,180
ID939	SAO PAULO	API	3000001	S	326,057	7,379,159
ID940	EMBU-GUACU	API	1321005	S	314,236	7,363,041
ID941	EMBU	API	1321994	S	311,596	7,382,499
ID942	EMBU	API	1699008	S	310,997	7,383,690
ID943	ITAPECERICA DA SERRA	API	1520000	S	306,080	7,374,219
ID944	ITAPECERICA DA SERRA	API	1433000	S	317,602	7,370,869
ID945	SAO PAULO	API	3000001	N	325,006	7,379,692
ID946	SAO PAULO	API	5321001	S	325,261	7,379,662
ID947	SAO PAULO	API	1281003	S	325,319	7,379,667
ID948	SAO PAULO	API	2111004	S	327,029	7,375,610
ID949	EMBU	API	1610007	S	310,814	7,382,877
ID950	ITAPECERICA DA SERRA	API	1104993	S	314,767	7,379,000
ID951	EMBU	API	1610007	S	311,848	7,380,422
ID952	EMBU	API	2300001	S	311,764	7,382,942
ID953	EMBU-GUACU	API	1520000	S	315,187	7,363,318
ID954	EMBU-GUACU	API	2980002	S	314,829	7,365,404
ID955	EMBU-GUACU	API	1104993	S	315,774	7,363,163
ID956	EMBU-GUACU	API	1510000	S	315,847	7,363,067
ID957	EMBU-GUACU	API	1214004	S	315,618	7,363,137
ID958	SAO PAULO	API	1281992	S	315,351	7,363,228
ID959	EMBU-GUACU	API	1106000	S	315,875	7,363,231
ID960	SAO PAULO	API	1199000	S	325,178	7,374,443
ID961	EMBU	API	2391996	S	310,800	7,380,909
ID962	EMBU	API	2920000	S	311,032	7,380,840
ID963	ITAPECERICA DA SERRA	API	2499002	S	310,303	7,379,292
ID964	ITAPECERICA DA SERRA	API	3099008	S	310,927	7,378,944
ID965	EMBU-GUACU	API	1104993	S	315,136	7,363,215
ID966	SAO PAULO	API	1200003	S	327,104	7,376,556
ID967	EMBU	API	1380000	S	313,109	7,384,783