

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS E CIÊNCIAS EXATAS
Campus de Rio Claro**

**AVALIAÇÃO DA GESTÃO DE ÁREAS CONTAMINADAS DE UMA UNIDADE
INDUSTRIAL, LOCALIZADA NO MUNICÍPIO DE CUBATÃO, SÃO PAULO**

CARLOS DA SILVA ROSA

Orientador: Prof. Dr. Chang Hung Kiang

**Dissertação de Mestrado elaborada junto ao Programa de
Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente – Área de
Concentração Geociências e Meio Ambiente, para obtenção
do Título de Mestre em Geociências e Meio Ambiente.**

**Rio Claro
2007**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS E CIÊNCIAS EXATAS
Campus de Rio Claro**

**AVALIAÇÃO DA GESTÃO DE ÁREAS CONTAMINADAS DE UMA UNIDADE
INDUSTRIAL, LOCALIZADA NO MUNICÍPIO DE CUBATÃO, SÃO PAULO**

CARLOS DA SILVA ROSA

Orientador: Prof. Dr. Chang Hung Kiang

**Dissertação de Mestrado elaborada junto ao Programa de
Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente – Área de
Concentração Geociências e Meio Ambiente, para obtenção
do Título de Mestre em Geociências e Meio Ambiente.**

**Rio Claro
2007**

Comissão Examinadora

Prof. Dr. Chang Hung Kiang - Orientador

Dr. Fernando de Melo Krahenbuhl

Dr. Rodrigo César de Araújo Cunha

Carlos da Silva Rosa - Aluno

Rio Claro, 06 de Dezembro de 2007

Para aqueles que me ensinaram a importância do trabalho e da educação, meu pai Antonio (*in memoriam*) e minha mãe Ilda, à minha esposa Myriam e aos meus filhos Luiz Eduardo e Marianna.

“Seja a mudança que você deseja ver no mundo”

Mahatma Gandhi

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Chang Hung Kiang, pela valiosa e importante orientação na execução deste trabalho, pela sua amizade, paciência, compreensão e incentivo.

Aos Engenheiros Roberto Monteiro de Barros Rezende e Luiz Calixto de Oliveira Filho, pela autorização e incentivo à realização do curso de mestrado.

À Petrobras, pela sua política de capacitação de recursos humanos e pelo financiamento dos recursos para a participação no curso de mestrado e realização do trabalho.

Ao amigo Marcio Costa Alberto, que me incentivou a participar do programa e ajudou em todos os momentos na realização deste trabalho, contribuindo de forma expressiva nas discussões e co-orientação nos rumos da pesquisa.

Aos colegas do LEBAC, Marco, Didier, Andresa, Flávio, Prof. Mario, Fernando, Miguel, Joseli, Elias, Davi, Juliana, Sueli, Cristiane, Márcia, Dagmar e aos demais que por ventura tenha esquecido, pela boa recepção e colaboração, em todos os momentos.

À Prof^a D^{ra} Maria Rita Caetano-Chang pela revisão e colaboração com o texto.

Aos Professores do Curso, em especial ao Professor Alexandre Perinotto, pela sua receptividade com os alunos, pela sua preocupação com a melhoria da qualidade do curso, conduzindo os trabalhos ao devido foco, e pela sua disciplina que nos fez pensar e definir os objetivos da pesquisa.

À minha esposa Myriam e filhos Luiz Eduardo e Marianna, que muitas vezes foram privados de passeios e outras atividades, para possibilitar o desenvolvimento desse trabalho.

A Deus, por ter me dado saúde e perseverança para concluir mais este curso, dentro de minha trajetória pelo alcance da capacitação e manutenção da minha empregabilidade.

Aos meus irmãos Antonio e Márcia e demais amigos, pela compreensão de minha ausência em várias oportunidades.

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	iii
ÍNDICE	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	v
ÍNDICE DE TABELAS	vi
RESUMO	vii
ABSTRACT	viii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS.....	5
2.1. OBJETIVO GERAL	5
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
3. MÉTODO.....	6
4. A GESTÃO AMBIENTAL E OS PROBLEMAS DE CONTAMINAÇÃO DE SOLO E ÁGUA SUBTERRÂNEA	7
4.1. EVOLUÇÃO DA GESTÃO AMBIENTAL NO SEGMENTO INDUSTRIAL BRASILEIRO	20
4.2. GERENCIAMENTO DE ÁREAS CONTAMINADAS.....	25
5. O GERENCIAMENTO AMBIENTAL E DE ÁREAS CONTAMINADAS NA ÁREA DE ESTUDO.	37
5.1. GERENCIAMENTO NO PÓLO INDUSTRIAL DE CUBATÃO.....	37
5.2. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	39
5.3. DESCRIÇÃO DO SISTEMA DE GERENCIAMENTO DA ÁREA DE ESTUDO	40
5.3.1. ETAPA DE PLANEJAMENTO (P).....	46
5.3.2. ETAPA DE EXECUÇÃO (D)	48
5.3.3. ETAPA DE VERIFICAÇÃO (C).....	50
5.3.4. ETAPA DE AÇÕES CORRETIVAS (A).....	51
5.4. RESULTADOS OBTIDOS COM O GERENCIAMENTO DE ÁREAS CONTAMINADAS NA ÁREA DE ESTUDO	53
5.4.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	54
5.4.1.1. GEOLOGIA E HIDROGEOLOGIA.....	54
5.4.1.2. VERIFICAÇÃO DA QUALIDADE DO SOLO E DA ÁGUA	61
5.4.1.3. DEFINIÇÃO DOS BENS A PROTEGER.....	62
5.4.1.4. DEFINIÇÃO DE ÁREAS SUSPEITAS OU IMPACTADAS.....	64
5.4.2. DIAGNÓSTICOS, AVALIAÇÕES DE RISCO E REMEDIAÇÕES	65
6. DISCUSSÕES E CONCLUSÕES	74
6.1. O PROBLEMA DE CONTAMINAÇÃO DE SOLO E ÁGUA SUBTERRÂNEA E O SEU GERENCIAMENTO NO BRASIL	74
6.2. O GERENCIAMENTO DE ÁREAS IMPACTADAS NA ÁREA DE ESTUDO.....	78
6.3. O APRENDIZADO NO PROCESSO DE GERENCIAMENTO NA ÁREA DE ESTUDO	81
7. RECOMENDAÇÕES	83
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	85

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Fluxograma do gerenciamento de áreas contaminadas (CETESB, 1999).....	28
Figura 2. Número de áreas contaminadas cadastradas pela CETESB.....	31
Figura 3. Distribuição de Áreas Contaminadas por Atividade.	32
Figura 4. Fluxograma do gerenciamento de áreas contaminadas (CETESB, 2007).....	33
Figura 5. Localização da Área de Estudo.	39
Figura 6. Instalações da Refinaria Presidente Bernardes, em 1956.	40
Figura 7. Investimentos da RPBC no período de 1999 a 2007.	42
Figura 8. Investimentos cumulativos da RPBC no período de 1999 a 2007.	42
Figura 9. Organograma simplificado da Gerência de SMS da área de estudo.	43
Figura 10. Modelo de Gestão de Áreas Impactadas da área de Estudo.	46
Figura 11. Recursos aplicados em áreas impactadas na área de estudo.	47
Figura 12. Investimentos aplicados em diagnóstico e remediação na área de estudo.	48
Figura 13. <i>Check-list</i> para verificação de laudos de análises químicas.	52
Figura 14. Aspectos geomorfológicos da área de estudo.....	54
Figura 15. Geologia da região de estudo.....	56
Figura 16. Descrição das litofácies identificadas na área (FUNDUNESP, 2000).....	57
Figura 17. Modelo hidrogeológico conceitual da área de estudo (FUNDUNESP, 2000).	58
Figura 18. Mapa potenciométrico da área de estudo.	60
Figura 19. Distribuição da condutividade hidráulica (K) da zona saturada.....	60
Figura 20. Técnicas de investigação utilizadas pela FUNDUNESP (2000).....	61
Figura 21. Localização dos bens a proteger na área de estudo.....	63

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Distribuição das Áreas Contaminadas no Estado de São Paulo.....	32
Tabela 2. Investimentos da RPBC no período de 1999 a 2007.....	41
Tabela 3. Dados de monitoramento do nível d'água e cota dos poços.....	59
Tabela 4. Evolução do Gerenciamento de Áreas Impactadas na área de estudo.	66
Tabela 5. Classificação das APE's, segundo CETESB (2007).....	73

RESUMO

Os passivos ambientais oriundos de práticas passadas como disposição inadequada de resíduos, vazamentos de produtos químicos, etc., acarretam prejuízos às indústrias brasileiras, como problemas à imagem da empresa, de cunho jurídico ou decorrente de encerramento de atividades e da impossibilidade de licenciamento, além dos custos associados à reparação dos danos sócio-ambientais, com vários casos recentes noticiados nos diversos veículos de comunicação do país. Os Órgãos Ambientais e as empresas vêm desenvolvendo esforços no sentido de gerenciar os riscos associados às áreas contaminadas, tendo a CETESB (SP) desenvolvido um manual de gerenciamento específico. Esta dissertação trata da questão metodológica do gerenciamento de áreas contaminadas aplicada pelo empreendedor, em uma unidade industrial de refino de petróleo, localizada em Cubatão (SP), avaliando sua efetividade no gerenciamento de seus passivos ambientais. Os resultados demonstraram que a metodologia implantada foi efetiva no atendimento aos requisitos do Órgão Ambiental e das demais partes interessadas, evidenciando a compatibilidade desta com os objetivos do negócio. Porém, para a identificação e solução dos passivos em nível nacional, ainda se necessita de: legislação específica, adoção de incentivos a auto-denúncia, financiamentos com baixos juros e especialização de recursos humanos.

ABSTRACT

The environmental liability due to past practices such as inadequate waste disposal and chemical spills produced a great deal of damages to Brazilian industries, which includes image depreciation, legal problems, activities closure, license cancellation, in addition to financial losses to compensate social-environmental damages. Environmental regulatory agencies and companies are developing efforts to assess and manage health risks associated with contaminated sites. Recently, the state environmental agency of São Paulo (CETESB) produced technical documentation for contaminated site management. This dissertation discusses a methodology for contaminated site management developed by a petroleum refinery unit, located in Cubatão (SP), to evaluate the effectiveness of the management of its environmental liability. The results showed that the implemented methodology was effective to comply with environmental agency requirements as well as other interested stakeholders, emphasizing its compatibility with business objectives. However, in a national level is clearly needed an improvement in the legal regulation framework, adoption of incentives for proactive response, fiscal incentives and improvement in the qualification of technical staff.

1. INTRODUÇÃO

O evento da revolução industrial, que se iniciou no século XVIII, foi um marco tanto para o desenvolvimento econômico e social, quanto para a aceleração da poluição ambiental. Desde então, incidentes e acidentes envolvendo a contaminação do solo e da água subterrânea por substâncias químicas de características perigosas, foram registrados em diversos países do mundo, porém, apenas nos anos 1970, aqueles de maior repercussão foram percebidos como eventos de consequências danosas ao meio ambiente e à saúde humana.

O desconhecimento dos possíveis impactos das atividades potencialmente poluidoras e dos processos envolvidos na contaminação do solo e das águas subterrâneas foi uma das causas para a criação de vários passivos ambientais, os quais geraram riscos aos ecossistemas e à saúde humana.

Muitas áreas também foram contaminadas pela disposição de resíduos no solo ou pela utilização de tecnologia inadequada de armazenamento e transporte de produtos químicos, por se entender, à época, que se tratavam das melhores técnicas disponíveis.

O tratamento dos passivos ambientais é obrigação das empresas com terceiros, ou seja, é da responsabilidade social da empresa cuidar dos aspectos ambientais, no que se refere aos danos causados ao meio ambiente (Revista Ambiente Brasil, 2007).

Como exemplo de eventos de contaminação ocorridos no passado, pode-se citar a descoberta de mais de 200 tipos de resíduos industriais perigosos no Love Canal em Niagara Falls (Nova Iorque/EUA) e de resíduos dispostos irregularmente por indústria de tintas em Lekkerkerk (Holanda), ambos na década de 1970, em locais onde posteriormente foram utilizados como áreas residenciais. Estes eventos causaram danos graves à saúde da população, despertando a opinião pública quanto aos perigos oriundos da exposição das pessoas a substâncias perigosas, causando efeitos adversos à saúde.

No Brasil, entre os diversos casos conhecidos da comunidade científica e noticiados na mídia em geral, alguns foram amplamente divulgados à opinião pública, tais como: (1) o Condomínio Barão de Mauá, na cidade de Mauá/SP (2001), onde um conjunto residencial foi construído sobre um antigo local de disposição irregular de resíduos tóxicos industriais da empresa COFAP; (2) no bairro Recanto dos Pássaros, município de Paulínia/SP (2001), onde o solo e a água subterrânea encontram-se contaminados por organoclorados (*drin*), dentre outros produtos químicos produzidos pela divisão de pesticidas da empresa Shell; (3) em Bauru, na fábrica de acumuladores da Ajax Ltda. (2002), que contaminou o solo e as águas superficiais e subterrâneas por chumbo, nos limites internos e externos da empresa.

A contaminação do solo e da água subterrânea por substâncias tóxicas pode ocorrer por diversas fontes, tais como:

- disposição inadequada de resíduos urbanos e industriais perigosos;
- acidentes com derramamento de produtos químicos, combustíveis e solventes;
- infiltração ou derramamento de substâncias, tais como pesticidas, óleos, etc.
- efluentes industriais e urbanos.

O comportamento do contaminante (substância química) no solo e na água subterrânea depende de diversos fatores:

- o tipo de contaminante (hidrocarbonetos, pesticidas, solventes, bifelinas policloradas – PCBs, etc.);
- a constituição do meio físico (solo ou sedimento; granulometria, porosidade, percentagem de carbono orgânico, etc.);
- o tipo de aquífero (livre, confinado ou semi-confinado);
- as características da água subterrânea como velocidade do fluxo, pH e temperatura, entre outros.

Países como os Estados Unidos da América (EUA), Canadá e mais recentemente o Brasil, responderam aos problemas causados por sítios contaminados com a busca do controle do risco causado pela poluição, gerando legislação pertinente e métodos de gerenciamento de áreas contaminadas.

Assim como os Órgãos Ambientais, as empresas têm se preocupado com os passivos ambientais existentes, pois comprometem a sua imagem, criam problemas de ordem legal em função do impacto ambiental, impedem a utilização das áreas com impacto, além de onerá-las, devido aos altos custos associados à investigação e à remediação dos passivos.

Nesta dissertação, pretende-se responder às questões apontadas a seguir, para a área de estudo situada no município de Cubatão, que compreende uma unidade industrial de refino de derivados de petróleo.

- O sistema de gerenciamento de áreas contaminadas implantado pelo empreendedor, na área de estudo, é eficaz para identificar, avaliar e controlar os riscos associados aos bens a proteger?
- O sistema de gerenciamento de áreas contaminadas implantado pelo empreendedor, na área de estudo, é compatível com as orientações contidas no Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas da CETESB (1999)?
- As orientações contidas no Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas da CETESB (1999) são compatíveis com os objetivos

empresariais e possibilitam a resolução dos passivos ambientais com a sustentabilidade do negócio?

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

A partir desta pesquisa pretende-se contribuir para o aperfeiçoamento das práticas de gestão de áreas contaminadas, por parte da empresa, visando a melhoria da qualidade nos processos decisórios, bem como nos de investigação e remediação, para garantir a conformidade sócio-ambiental do negócio e a redução dos custos associados.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Verificar a capacidade do modelo de gerenciamento de áreas contaminadas da empresa, na área de estudo, para identificação e controle de áreas contaminadas e preservação dos bens a proteger.
- Determinar a compatibilidade do modelo de gerenciamento da empresa com o método de gerenciamento sugerido pelo Órgão Ambiental do Estado de São Paulo.
- Determinar a compatibilidade das orientações contidas no Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas da CETESB (1999), com os objetivos empresariais e a sustentabilidade do negócio.
- Propor ações de melhoria da gestão das áreas contaminadas da empresa, para o controle de risco na área de estudo.

3. MÉTODO

Para atingir os objetivos propostos nesta dissertação, o método empregado consistiu de:

- levantamento bibliográfico sobre o tema;
- análise do Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas, publicado pela CETESB em 1999;
- análise do modelo de gestão de áreas contaminadas adotado pela empresa (estudo de caso) para suas áreas contaminadas;
- análise dos impactos identificados no meio físico, na área de estudo, por meio de levantamento de informações dos diagnósticos realizados.

4. A GESTÃO AMBIENTAL E OS PROBLEMAS DE CONTAMINAÇÃO DE SOLO E ÁGUA SUBTERRÂNEA

A Conferência sobre Biosfera ocorrida em Paris, em 1968, mesmo sendo uma reunião de especialistas em ciências, marcou o despertar de uma consciência ambiental mundial, assim como a primeira Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente, realizada em Estocolmo em junho de 1972, que colocou a temática ambiental nas agendas oficiais internacionais. Foi a primeira vez que representantes de diversos governos se uniram para discutir a necessidade de tomar medidas efetivas de controle dos fatores que causam degradação ambiental (BARBOSA, 2000).

A partir da Conferência de Estocolmo, popularizou-se a frase da primeira ministra da Índia, Indira Gandhi: “A pobreza é a maior das poluições”. Foi nesse contexto que os países do hemisfério sul afirmaram que a solução da poluição não era simplesmente frear o desenvolvimento para preservar o meio ambiente e os recursos não-renováveis (BARBOSA, 2000).

Em 1980, o Congresso Americano aprovou o *Comprehensive Environmental Response, Compensation and Liability Act* - CERCLA, conhecido como *Superfund*, cuja responsabilidade de implementação ficou a cargo da *United States Environmental Protection Agency* – EPA. Este órgão foi investido de autoridade federal para taxar indústrias, bem como responder diretamente pelas liberações ou

ameaças de liberações de substâncias perigosas que pudessem pôr em risco a saúde pública ou o meio ambiente.

O CERCLA ou *Superfund* (fundo de crédito/programa de limpeza para áreas contaminadas) criou, em 1980, a *Agency for Toxic Substances and Disease Registry* - ATSDR, que é uma agência de comando do Serviço de Saúde Pública, e tem, dentre suas atribuições, a de implementar legislações relacionadas à saúde, objetivando proteger a população e o meio ambiente de substâncias perigosas, e a de conduzir a avaliação da saúde pública em cada um dos locais da lista nacional de prioridades da EPA (MAGALHÃES, 2000).

A Comissão Mundial de Meio Ambiente e Desenvolvimento (Comissão Brundland), em seu histórico relatório de 1987 intitulado “Nosso Futuro Comum”, realçou a importância da proteção do ambiente na realização do desenvolvimento sustentável, ou seja, utilizar de forma racional os recursos naturais hoje disponíveis, para evitar prejuízo às futuras gerações (BARBOSA, 2000).

No Canadá, desde 1989, o *Canadian Council of Ministers of the Environment* - CCME iniciou o Programa Nacional de Recuperação de Áreas Contaminadas, que impulsionou a gestão de sítios contaminados com materiais perigosos originados de atividades industriais ou comerciais (MAGALHÃES, 2000).

Grupos internacionais com objetivos comuns se desenvolveram nas últimas décadas do século XX, como: (1) Conselho do *North Atlantic Treaty Organization* – NATO, que estabeleceu o *Committee for Challenges to Modern Society* – CCMS, em 1969, que tem como abordagem a transferência de tecnologia e soluções científicas entre nações com problemas ambientais similares, mais especificamente quanto a tecnologias de remediação; (2) *Ad Hoc International Working Group for Contaminated Land*, que se iniciou em 1993, envolvendo 20 países e organizações internacionais como a *Food and Agriculture Organization* - FAO e a *Organization for Economic Co-operation and Development* - OECD, cobrindo aspectos políticos de áreas contaminadas (MAGALHÃES, 2000).

As recomendações da Conferência sobre Biosfera (1968) serviram de base para a Conferência sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro em junho de 1992 (Rio 92), por ocasião do 20º aniversário da Conferência de Estocolmo (BARBOSA, 2000).

Os documentos resultantes da Rio 92 foram a Carta da Terra (rebatizada de Declaração do Rio) e a Agenda 21.

A Declaração do Rio visou “estabelecer acordos internacionais que respeitem os interesses de todos e protejam a integridade do sistema global ambiental e desenvolvimento”.

Já a Agenda 21 dedicou-se aos problemas da atualidade e almejou preparar o mundo para os desafios do século XXI, refletindo o consenso global e o compromisso político em seu mais alto nível, objetivando o desenvolvimento e a preservação ambiental. No entanto, para implantação bem sucedida da Agenda 21, é necessário o engajamento e a responsabilidade dos governos e das empresas de classe mundial.

A Agenda 21 constitui um plano de ação, que tem por objetivo colocar em prática programas para frear o processo de degradação ambiental e transformar em realidade os princípios da Declaração do Rio.

Esses programas estão subdivididos em capítulos que tratam dos seguintes problemas: atmosfera, recursos da terra, agricultura sustentável, desertificação, floresta, biotecnologia, mudança climática, oceanos, meio ambiente marinho, água potável, resíduos sólidos, resíduos tóxicos e rejeitos perigosos, entre outros.

Apesar de não ser um evento específico para tratar do tema de gestão dos problemas de contaminação de solo e água subterrânea, a Agenda 21 trouxe à tona a necessidade de gerenciamento de temas como recursos da terra, agricultura sustentável e desertificação, aliados a problemas de tratamento, transporte e destinação final de resíduos sólidos, tóxicos e rejeitos perigosos.

Também como resultado do movimento pela sustentabilidade do planeta e da necessidade de se gerar orientações relativas ao problema de contaminação de solo e água subterrânea, em 1993 a CETESB iniciou cooperação técnica com o Governo da Alemanha, através do Projeto CETESB/GTZ, com o objetivo de definir metodologias para identificação, avaliação e investigação de áreas contaminadas, e de verificar as medidas de remediação mais adequadas a serem adotadas para cada caso, além do desenvolvimento de um Cadastro de Áreas Contaminadas integrando um Banco de Dados informatizado para o Estado de São Paulo.

O solo foi considerado por muito tempo um receptor ilimitado de substâncias nocivas descartáveis, como o lixo doméstico e os resíduos industriais, com base no pressuposto poder tampão e potencial de autodepuração, que poderia levar ao saneamento dos impactos criados. Porém, essa capacidade, como ficou comprovada posteriormente, foi superestimada, sendo que somente a partir da década de 1970 foi direcionada maior atenção a sua proteção (CETESB, 1999).

Neste tema, o conceito de "Áreas Contaminadas", como sendo um local cujo solo sofreu dano ambiental significativo que o impede de assumir suas funções naturais ou legalmente garantidas, é relativamente recente na política ambiental dos países desenvolvidos, o mesmo ocorrendo no Brasil (CETESB, 1999).

O problema de contaminação do solo e das águas subterrâneas tem sido objeto de grande preocupação nas três últimas décadas em países industrializados, principalmente nos Estados Unidos e na Europa. Esse problema ambiental torna-se mais grave para centros urbanos industriais como a Região Metropolitana de São Paulo - RMSP.

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 (SÁNCHEZ, 1998).

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

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 danos ou riscos à saúde das pessoas e ecossistemas, por processos que se manifestam, em sua maioria em longo prazo, provocando o aumento da incidência de doenças em pessoas expostas às substâncias químicas através: (1) do consumo de água subterrânea captada em poços de abastecimento doméstico ou públicos; (2) do contato dérmico e da ingestão de solos contaminados, por crianças ou trabalhadores; (3) da inalação de vapores, e (4) do consumo de alimentos contaminados (hortas irrigadas com águas contaminadas ou cultivadas em solo contaminado e conseqüentes animais contaminados).

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 vários países onde são desenvolvidas políticas no sentido de solucionar os problemas causados pela existência das áreas contaminadas, existem diferentes definições para esse termo.

Exemplificando, as definições presentes nas legislações do Reino Unido, Região de Flandres (Bélgica) e Alemanha são apresentadas a seguir.

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 se apresenta para a autoridade local em tal condição, apresentando substâncias na 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 provavelmente sendo causada” (POLLARD & HERBERT, 1998 *apud* CETESB, 1999).

Na região de Flandres, na Bélgica, “uma área contaminada é definida como um local onde, como resultado das atividades humanas, resíduos estão presentes ou a poluição dos solos e águas subterrâneas ocorre ou pode ocorrer” (VAN DYCK, 1995 *apud* CETESB, 1999).

Na legislação federal da Alemanha, que vigora desde 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 *apud* CETESB, 1999).

Nota-se que, nessas 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 contaminada ou não. Nessa definição não são fixados os compartimentos do meio ambiente que possam ser atingidos, enquanto na definição da região de Flandres o solo e a água subterrânea são destacados.

Segundo CETESB (1999), 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 realização de aterros, na água subterrânea ou, de uma forma geral, nas zonas não saturada e saturada do solo, além de poderem concentrar-se nas paredes, nos pisos e nas estruturas de construções.

Os poluentes ou contaminantes podem ser transportados a partir desses meios, propagando-se por diferentes vias como, por exemplo, o ar, o próprio solo, as águas subterrânea e superficial, alterando suas características naturais ou sua qualidade, 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 o planejamento regional e urbano;
- a segurança e a ordem pública.

Apesar de ainda não haver legislação específica para o problema das áreas contaminadas, Sánchez (1998) e Gloeden (1999) citam diversas legislações que abordam indiretamente o tema e norteiam a atuação dos Órgãos Ambientais, conforme segue:

- Lei Estadual 898/75, substituída pela Lei 9.866/97 – Proteção dos Mananciais Metropolitanos;
- Lei Estadual 997/76 – Dispõe sobre o controle da poluição ambiental;

- Decreto Estadual 8.468/76 – Regulamenta a Lei 997/76 e atribui a responsabilidade de órgão executor à CETESB;
- Lei Federal 6.776/79 – Define as competências dos estados e municípios sobre a questão de parcelamento do solo;
- Lei Federal 6.938/81 - Política Nacional do Meio Ambiente;
- Lei Estadual 6.134/88 e seu Decreto 32.955/91 – Dispõe sobre a Preservação dos Depósitos Naturais Subterrâneos;
- Lei Federal 9.433/97 – Política Nacional de Recursos Hídricos;
- Lei Estadual 9.509/97 – Política Estadual de Meio Ambiente;
- Lei Estadual 9.999/98 que altera a Lei 9.472/96 – Disciplina o uso de áreas pelas indústrias;
- Lei Federal 9.605/98 – Crimes Ambientais.

Além das legislações supracitadas, o Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA está discutindo o estabelecimento de critérios e valores orientadores referentes à presença de substâncias químicas, para a proteção da qualidade do solo e sobre diretrizes e procedimentos para o gerenciamento de áreas contaminadas.

O Decreto Estadual 47.400/02 que regulamenta a Lei 9509/97, referente ao licenciamento ambiental, institui o procedimento obrigatório de notificação de suspensão ou encerramento de atividade, que deverá ser acompanhada de um Plano de Desativação que contemple a situação ambiental existente e, se for o caso, informe a implementação das medidas de restauração e de recuperação da qualidade ambiental das áreas que serão desativadas ou desocupadas.

No Estado de São Paulo, a CETESB divulgou, em 22/06/2007, a Decisão de Diretoria Nº. 103/2007/C/E, com objetivo de aprovar o novo Procedimento para Gerenciamento de Áreas Contaminadas, sendo criado o GRUPO GESTOR DE ÁREAS CRÍTICAS - GAC, com a composição descrita abaixo, atribuindo a Coordenação do GAC ao Departamento de Apoio Técnico da Presidência.

I – Presidência:

a) Departamento de Apoio Técnico;

- b) Departamento Jurídico; e
- c) Departamento de Comunicação Social;

II - Diretoria de Controle de Poluição Ambiental; e

III - Diretoria de Engenharia, Tecnologia e Qualidade Ambiental.

Foram estabelecidas atividades com prazos definidos de realização, a partir da data de aprovação do Procedimento de Gerenciamento de Áreas contaminadas, conforme segue:

- Elaborar, em 90 dias, as planilhas para avaliação de risco para áreas contaminadas sob investigação;
- Revisar, em 180 dias, a lista de valores orientadores de intervenção, com base nas planilhas para avaliação de risco para áreas contaminadas sob investigação;
- Revisar, em 180 dias, as tabelas de Níveis Aceitáveis Baseados em Risco (NABR), do documento “Ações Corretivas baseadas em Risco (ACBR) aplicadas a Áreas Contaminadas com Hidrocarbonetos Derivados de Petróleo e Outros Combustíveis Líquidos”;
- Publicar, em 90 dias, o Roteiro para Realização de Investigação Detalhada e elaboração de Plano de Intervenção em postos e sistemas retalhistas de combustíveis;
- Implementar, em 90 dias, o programa de capacitação nas Agências Ambientais;
- Concluir, em 90 dias, as Instruções Técnicas para Gerenciamento de Áreas Contaminadas para as áreas contaminadas relacionadas às atividades da Resolução CONAMA 273 e outra para as demais atividades potencialmente contaminadoras.

O novo Procedimento para Gerenciamento de Áreas Contaminadas unifica as ações da CETESB em áreas contaminadas, pois inclui os procedimentos adotados na condução dos casos relacionados a vazamentos de combustíveis em postos e

sistemas retalhistas de combustíveis, aprovados inicialmente por meio da RD 007/00/C/E, de 18/01/2000.

Com esse procedimento, a CETESB considera que o gerenciamento de áreas contaminadas reduzirá as etapas sujeitas à aprovação prévia por parte desse Órgão, com o objetivo de tornar ágil a implantação das medidas de intervenção, sem deixar de exercer o devido controle.

Segundo Sánchez (1998), na literatura especializada internacional e nacional são empregados vários termos que podem ser considerados sinônimos do termo "área contaminada", como "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".

Esse autor considera que o termo "degradação do solo" significa a ocorrência de alterações negativas das suas propriedades físicas, tais como sua estrutura ou grau de capacidade, a perda de matéria devido à erosão e a alteração de características químicas devido a processos como salinização, lixiviação, deposição ácida e introdução de poluentes.

Dessa 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 por compostos químicos industriais, áreas de armazenamento, acidentes, etc.

Assim, conclui-se 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.

Segundo Sánchez (1998), a degradação por processos químicos pode ser separada em seis categorias de fontes de contaminação do solo e/ou água subterrânea:

- fontes projetadas para descarga de substâncias no subsolo, incluindo tanques sépticos e fossas negras (normalmente pela descarga de 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 à construção inadequada do poço ou pela falha de projeto de construção do mesmo); aplicação de efluentes municipais ou industriais no solo, lodos de tratamento de água utilizados como fertilizantes, resíduos oleosos oriundos de processo de refinarias, sistema de tratamento de resíduos oleosos por processo de *landfarming*;
- fontes projetadas para armazenamento, tratamento e/ou disposição de substâncias no solo, nas quais 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;
- fontes projetadas para retenção de substâncias durante o seu transporte, como oleodutos, tubulações para o transporte de esgoto e efluentes industriais; transporte de substâncias químicas por meio de caminhões e trens;
- fontes utilizadas para descarga de 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;

- fontes que funcionam como um caminho preferencial para que os contaminantes entrem em um aquífero (vetores preferenciais), como, por exemplo, poços de produção de petróleo e poços de monitoramento com falhas de construção e projeto, bem como poços para captação de água para consumo, também com problemas construtivos e sanitários;
- 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 em áreas costeiras e/ou estuarinas. A esta sexta categoria pode ser adicionada a contaminação do solo e da água subterrânea ocasionada por gases de processos produtivos ou outras fontes de poluição atmosférica (por exemplo, veículos automotivos), quando estes, contendo substâncias perigosas de alta toxicidade, podem ser lançados à atmosfera e se infiltram no solo carregado pelas águas de chuva.

Na Alemanha, os custos ecológicos relacionados a problemas do solo foram calculados em cerca de US\$ 50 bilhões, sendo quase o dobro dos custos ecológicos relacionados à poluição das águas e do ar (US\$ 33 bilhões – *Der Spiegel* 16/93, p.292 *apud* CETESB, 1999). Pelos cálculos da Comunidade Européia, foram identificadas cerca de 300.000 áreas contaminadas nos 12 países membros, estimando-se um total de 1.500.000 áreas potencialmente contaminadas (EEA, 1999 *apud* CETESB, 1999).

A complexidade do problema exige, sem dúvida, uma atenção especial por parte das esferas política e administrativa. Uma pesquisa do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento - PNUD revelou que, apesar de 78% dos países consultados considerarem a contaminação do solo um problema sério, somente 28%

dos países possui regulamentos e procedimentos que tratam do assunto (BUTLER, 1996 *apud* CETESB, 1999).

A conceituação do assunto "áreas contaminadas" representa o primeiro passo em direção à criação de estruturas políticas, legais e institucionais, e serve para conscientização de toda a sociedade para que novas áreas contaminadas não sejam geradas.

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 a 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 se encontravam contaminadas, em decorrência das atividades desenvolvidas anteriormente; estas áreas industriais desativadas ou abandonadas contaminadas foram denominadas *brownfields*.

Como consequência desse fato, o número de áreas contaminadas registradas cresceu exponencialmente e um novo enfoque surgiu, buscando-se prevenir a ocupação de *brownfields*, sem que ações destinadas à remediação dessas áreas fossem realizadas.

Em função dos altos custos envolvidos na investigação e remediação dessas áreas, os investidores foram atraídos para áreas ainda não ocupadas, localizadas fora dos centros urbanos, conhecidas como *greenfields*, causando o abandono dos *brownfields* e gerando um dos maiores e mais atuais problemas ambientais e sociais existentes nesses países.

Nos Estados Unidos, estima-se que existam de 130.000 a 450.000 áreas enquadradas como *brownfields*, com um custo potencial para sua recuperação de US\$ 650 bilhões (CETESB, 1999).

Apenas na cidade de Chicago, 18% das áreas industriais estão sem uso, o que corresponde a mais de 610 hectares ou cerca de 2.000 locais (BEAULIEU, 1998 *apud* CETESB, 1999).

As dificuldades em recuperar antigas áreas industriais também são observadas em outros países como, por exemplo, Reino Unido e Alemanha, onde existem propostas para utilização dessas áreas para uso residencial.

Segundo Silva (2002), na RMSP, principal região industrial do Brasil, antigas áreas industriais desativadas vêm sendo utilizadas para novos usos, como residencial, comercial ou industrial leve, indicando que existe grande possibilidade de sucederem os mesmos problemas observados nos países anteriormente citados.

Dessa forma, as indústrias desativadas, conforme destaca Cunha (1997), “provavelmente se incluem entre as fontes de contaminação do solo e das águas subterrâneas mais importantes na Região Metropolitana de São Paulo”.

O encaminhamento de soluções para essas áreas contaminadas, por parte dos órgãos que possuem a atribuição de administrar os problemas ambientais, deve contemplar um conjunto de medidas que assegurem tanto o conhecimento de suas características e dos impactos por elas causados, quanto a criação e aplicação de instrumentos necessários à tomada de decisão e às formas e níveis de intervenção mais adequados, sempre com o objetivo de minimizar os riscos à população e ao ambiente, decorrentes da existência das mesmas.

4.1. EVOLUÇÃO DA GESTÃO AMBIENTAL NO SEGMENTO INDUSTRIAL BRASILEIRO

O Brasil, a partir da segunda metade do século XX, sofreu grandes transformações em função do crescimento demográfico quando sua população aumentou 2,7 vezes entre 1950 e 1970, sendo que 74,3% passaram a viver em zonas urbanas e da modernização de suas bases de desenvolvimento (BARBOSA, 2000).

De um estágio econômico predominantemente exportador de produtos agrícolas, o país passou a um estágio de industrialização considerável, registrando crescimento de 9,3% a.a. da atividade industrial, no período de 1970 a 1990, com predominância de produtos manufaturados em sua pauta de exportações (VIANNA & VERONESE, 1992 *apud* BARBOSA, 2000).

Esse acelerado ritmo de industrialização e concentração de contingentes populacionais em áreas urbanas, principalmente a partir de 1960, passou a provocar profundos impactos no meio ambiente, tanto físico como econômicos e sociais, promovendo a atividade industrial como fator determinante nas transformações ocorridas.

O agravamento da questão ambiental começou a ser sentido em áreas com processo de industrialização mais intenso, como Cubatão, Volta Redonda, ABC Paulista e nas grandes metrópoles brasileiras, em decorrência do fenômeno de concentração de atividades urbanas e industriais.

A gestão dos problemas ambientais no Brasil evoluiu principalmente impulsionada pelo avanço da legislação ambiental, tendo focado inicialmente os problemas da poluição do ar e das águas superficiais, e posteriormente dos resíduos sólidos industriais.

Como principal consequência da participação brasileira na Conferência de Estocolmo (1972), que ressaltou a estreita vinculação entre desenvolvimento e seus efeitos sobre o meio ambiente, o governo brasileiro sentiu a necessidade e viu a oportunidade de institucionalizar autoridade em nível federal, orientada para a preservação ambiental do país, criando a Secretaria Especial de Meio Ambiente (SEMA), em 30 de outubro de 1973.

Tal iniciativa da área federal foi precedida pela criação da CETESB (Lei nº 118, de 29 de junho de 1973), sendo, logo em seguida na Bahia, instituído o Conselho Estadual de Proteção Ambiental (CEPRAM), em 4 de outubro de 1973.

A partir de 1975, órgãos ambientais foram criados nos diversos estados brasileiros, e começaram a surgir legislações e regulamentações específicas de controle ambiental nas instâncias federal, estadual e municipal.

Os estudos sobre impacto ambiental (EIA) passaram a ser uma exigência legal para construção de unidades industriais e de outros empreendimentos, somente a partir da Resolução CONAMA nº 001, de 28 de fevereiro de 1986.

Em 1991, representantes de empresas de classe mundial, no âmbito da Câmara de Comércio Internacional, elaboraram a Carta Empresarial para o Desenvolvimento Sustentável com 16 princípios relativos à gestão do meio ambiente. Essa carta foi oficialmente divulgada por ocasião da Segunda Conferência Mundial da Indústria sobre Gestão do Meio Ambiente em 1991 (WICEM II), declarando que a preservação do meio ambiente é considerada uma das prioridades de qualquer organização. O objetivo desse documento foi o de ajudar organizações em todo o mundo a melhorar os resultados das suas ações sobre o meio ambiente.

Esse documento também considerou que as organizações versáteis, dinâmicas, ágeis e lucrativas deveriam ser a força impulsora do desenvolvimento econômico sustentável, assim como a fonte da capacidade de gestão e dos recursos técnicos e financeiros indispensáveis à resolução dos desafios ambientais. As economias de mercado, caracterizadas pelas iniciativas empresariais, passaram a ser essenciais à obtenção desses resultados.

A referida carta considera ainda, que as organizações precisam ter consciência de que deve existir um objetivo comum, e não conflito entre desenvolvimento econômico e proteção ambiental, tanto para o momento presente como para as gerações futuras (BARBOSA, 2000).

Tratando-se de meio ambiente, as pressões sobre as indústrias de classe mundial são maiores e envolvem diversos setores sociais.

Quando as condições ambientais se tornam inadequadas devido à poluição causada pelas atividades produtivas, as pressões aumentam. O meio ambiente é

modificado, alterando a relação dele com o homem. Assim, a sociedade civil, por meio de suas organizações, exerce pressão sobre a indústria para que ela diminua os efeitos prejudiciais ao meio ambiente de sua atividade (BARBOSA, 2000).

Mudanças importantes vêm ocorrendo nos últimos anos, principalmente relacionadas ao comportamento da sociedade e dos mercados, que exigem produtos ecologicamente corretos. Neste sentido, a lógica de maximização do lucro empresarial vem sendo questionada, condicionando as empresas à adoção e ao aprimoramento da gestão ambiental, à declaração de conformidade com a responsabilidade sócio-ambiental, e conseqüentes mudanças no seu perfil de produção.

A organização ambiental das empresas no Brasil varia em função do tamanho e do tipo de indústria. Normalmente, indústrias multinacionais, seguidas de empresas nacionais de maior porte, possuem departamentos ambientais nas fábricas e também em nível corporativo, com funções específicas (VIANNA & VERONESE, 1992 *apud* BARBOSA, 2000). Contemplada na estrutura organizacional e interferindo no planejamento estratégico, passou a ser uma atividade importante nas empresas e/ou unidades destas, seja no desenvolvimento de atividades de rotina, seja na discussão dos cenários alternativos e a conseqüente análise de sua evolução, o que acabou gerando políticas, metas e planos de ação.

Essa atividade dentro da organização passou a ser de interesse dos presidentes e diretores, externamente aos investidores, e a exigir uma nova função administrativa na estrutura organizacional, que pudesse abrigar um corpo técnico específico e um sistema gerencial especializado, com a finalidade de propiciar à empresa uma integração articulada e bem conduzida de todos os seus setores e a realização de um trabalho de comunicação sócio-ambiental moderno e consciente.

A inclusão da proteção do ambiente entre os objetivos empresariais amplia substancialmente todo o conceito da administração estratégica. Assim, foram introduzidos nas empresas conceitos de produção mais limpa, com controle e redução de perdas nos processos produtivos, reciclagem de materiais, minimização

na geração de resíduos, medidas para redução no consumo de energia e água, substituição de tecnologias, entre outras inovações ambientais.

Um exemplo da importância que a responsabilidade social e ambiental vem ganhando em nível mundial foi a criação do Índice de Sustentabilidade da Dow Jones (*Dow Jones Sustainability Index – DJSI*), associado à Bolsa de Nova Iorque. O DJSI indica as empresas que têm responsabilidade social, ética e ambiental, enfatizando a necessidade de se trabalhar esses aspectos de forma integrada em cada negócio (Jornal do Commercio Recife - 14.01.2001).

Este primeiro índice de sustentabilidade foi lançado pelo mercado financeiro de Nova York em 1999. Na época, ele foi recebido com muito ceticismo pelo mercado, porém, atualmente, não há mais dúvidas de que foi fundamental não somente para estimular as empresas a adotarem práticas de responsabilidade, como também para dar visibilidade àquelas que se preocupam em incluí-las em suas estratégias de negócio (Gazeta Mercantil - 07/07/2006).

Em todo mundo, empresas de diversos setores vêm se empenhando para fazer parte desta carteira de índices de sustentabilidade. O principal objetivo dessas companhias é tornarem-se mais atrativas para os fundos que investem em empresas tidas como socialmente responsáveis, estimando-se que nos Estados Unidos esses fundos movimentem acima de US\$ 1 trilhão ao ano.

"Para atrair a atenção desses investidores, não basta serem responsáveis, é preciso mostrar que se é", diz William Eid Júnior, coordenador do Centro de Estudos em Finanças da Fundação Getúlio Vargas – FGV, de São Paulo. Na teoria, a participação em um índice de sustentabilidade é um atestado de que a companhia possui boas práticas de governança corporativa, de gestão ambiental e de relacionamento com consumidores, funcionários e fornecedores, entre outros. Na prática, a participação nesses índices vem representando ganhos financeiros (Revista Exame 30.11.2006).

No Brasil, integram o DJSI as empresas Aracruz Celulose, Banco Bradesco, Banco Itaú, Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG); no setor de petróleo e gás estão incluídas Petrobras, BG Group, BP PLC, Chevron Corporation, EnCana,

Nexen Inc, Repsol YPF, Royal Dutch Shell, Shell Canada Ltd., Statoil, Suncor Energy Inc., Talisman Energy Inc., Total S.A. (PETROBRAS, 06/09/2006).

Apesar da evolução dos conhecimentos tecnológicos para a produção mais limpa, da adequação das práticas de tratamento e disposição de efluentes e resíduos, da ampliação do conceito da gestão ambiental, muitos ainda são os problemas envolvendo passivos ambientais em áreas indústrias e urbanas.

Segundo CETESB (1999), o conceito da proteção dos solos foi o último a ser abordado nas políticas ambientais dos países industrializados, bem após os problemas ambientais decorrentes da poluição das águas superficiais e da atmosfera terem sido tematizados e tratados.

Novos empreendimentos, ampliações de instalações e unidades industriais têm sido planejados e construídos em áreas potencialmente contaminadas ou comprovadamente contaminadas, muitas vezes por falta de conhecimento do problema de contaminação, em virtude de mudanças no uso e ocupação do solo.

Silva (2002) descreve os problemas ocasionados com a evolução do uso e ocupação do solo na RMSP, onde várias unidades industriais foram desativadas sem avaliação de seus prováveis passivos, sendo ocupadas posteriormente por residências e comércios.

Então, torna-se visível a necessidade de legislação específica para o tema no Brasil, orientando todos os segmentos da sociedade para o gerenciamento de áreas contaminadas, visando a identificação, avaliação e controle dos riscos às pessoas e ao meio ambiente.

4.2. GERENCIAMENTO DE ÁREAS CONTAMINADAS

Segundo Silva (2005), os programas de gerenciamento de áreas contaminadas evoluíram, na maioria dos casos, como resultado da necessidade de atender a requisitos legais de proteção à saúde humana e ao meio ambiente, em

alguns casos pela necessidade de reutilização de áreas industriais para atividades mais sensíveis (moradia ou lazer, por exemplo) e, em outros casos, para atender a uma combinação de ambas as situações.

Em muitos países, a ocorrência de um ou mais acidentes estimulou a atenção do público, que passou a se preocupar com questões relacionadas a áreas contaminadas e a cobrar ações governamentais, as quais produziram a formulação de políticas, regulamentações e programas.

As políticas e abordagens de diversos países para lidar com áreas contaminadas diferem largamente devido a circunstâncias e fatores locais. 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 *apud* CETESB, 1999).

Sánchez (1998) identificou cinco tipos de abordagem governamental para lidar com os problemas gerados por áreas contaminadas.

- 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 esses problemas, não efetuando reclamações, ou alegando a existência de outros mais importantes como, por exemplo, de cunho social existentes em países em desenvolvimento, a questão das áreas contaminadas na maior parte das vezes é ignorada.
- 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 desses 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/comerciais, cujo potencial de contaminação de solos é elevado.

A CETESB é o primeiro órgão de controle ambiental na América Latina a possuir um sistema organizado de gerenciamento de áreas contaminadas e se estruturar para enfrentar os problemas por elas causados. Em 1999, publicou o Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas e, em 2001, publicou o Estabelecimento de Valores Orientadores para Solos e Água Subterrânea no Estado de São Paulo, que foi atualizado em 2005 (CETESB, 1999; 2001 e 2005).

Segundo CETESB (1999), o gerenciamento de áreas contaminadas (ACs) visa minimizar os riscos a que estão sujeitos a população e o meio ambiente, em virtude da existência das mesmas, 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.

Dessa forma, conforme ilustrado na Figura 1, foram definidos dois processos que constituem a base do gerenciamento de ACs denominados: processo de identificação e processo de recuperação.

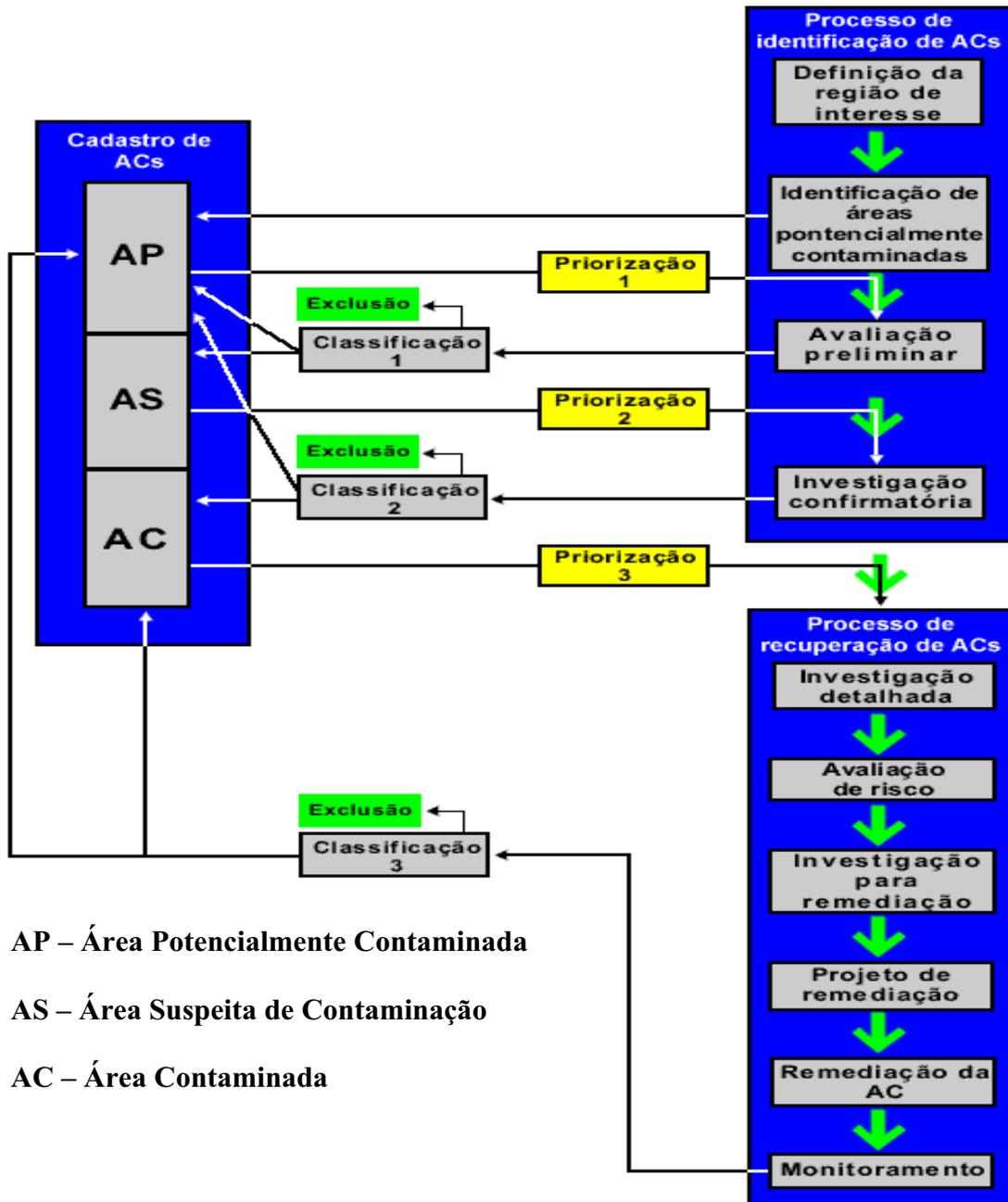


Figura 1. Fluxograma do gerenciamento de áreas contaminadas (CETESB, 1999).

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

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

O processo de **recuperação de áreas contaminadas** tem como objetivo principal a adoção de medidas corretivas nessas áreas que possibilitem recuperá-las de acordo com as metas estabelecidas para um determinado uso, a serem atingidas após a intervenção, adotando-se dessa forma o princípio da “aptidão para o uso”. Esse processo é constituído por seis etapas:

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

Durante a execução das etapas de identificação do gerenciamento de ACs, em função do nível de informação referente a cada uma das áreas em estudo, estas podem ser classificadas como áreas potencialmente contaminadas (APs), áreas suspeitas de contaminação (ASs) e áreas contaminadas (ACs) (Figura 1).

As APs são aquelas onde estão sendo ou foram desenvolvidas atividades potencialmente contaminadoras, isto é, 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 ASs 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. Essas constatações induzem a suspeitar da presença de

contaminação no solo e nas águas subterrâneas e/ou em outros compartimentos do meio ambiente.

Uma AC pode ser definida resumidamente como a área ou terreno onde há comprovada contaminação, confirmada por análises, que pode ocasionar danos e/ou riscos aos bens a proteger, localizados na própria área ou em seus arredores.

As informações obtidas nessas etapas devem ser armazenadas no Cadastro de Áreas Contaminadas, o qual se constitui no elemento central do gerenciamento de ACs. Essas informações podem ser utilizadas no controle e planejamento ambiental da região de interesse ou fornecidas para outras instituições públicas ou privadas, para diversos usos preconizados pelo planejamento urbano.

Para aplicação dos procedimentos necessários à realização de priorizações de áreas, na metodologia desenvolvida para o gerenciamento de ACs, são previstas três etapas de priorização. Os critérios utilizados para realizar essas priorizações consideram basicamente as características da fonte de contaminação (tipo de contaminante e tamanho da fonte de contaminação), as vias de transporte dos contaminantes e a importância dos bens a proteger.

O gerenciamento de ACs pode ser conduzido por um órgão federal, estadual, municipal ou até mesmo privado, que possua atribuição de controle dos problemas ambientais na região de interesse. Esse órgão deve se responsabilizar pela execução das etapas do processo de identificação de áreas contaminadas e pela fiscalização da execução das etapas do processo de recuperação, que caberá, normalmente, ao responsável pela contaminação, de acordo com o princípio do “poluidor pagador”.

Em maio de 2002, a CETESB divulgou pela primeira vez a lista de áreas contaminadas, registrando a existência de 255 destas no Estado de São Paulo. O registro das ACs vem sendo constantemente atualizado e, após 6 atualizações (outubro de 2003, novembro de 2004, maio de 2005, novembro de 2005, maio de 2006, novembro de 2006), o número de áreas contaminadas totalizou, em novembro

de 2006, 1.822 áreas contaminadas. A Figura 2 apresenta a evolução do número de áreas contaminadas cadastradas, no Estado de São Paulo.

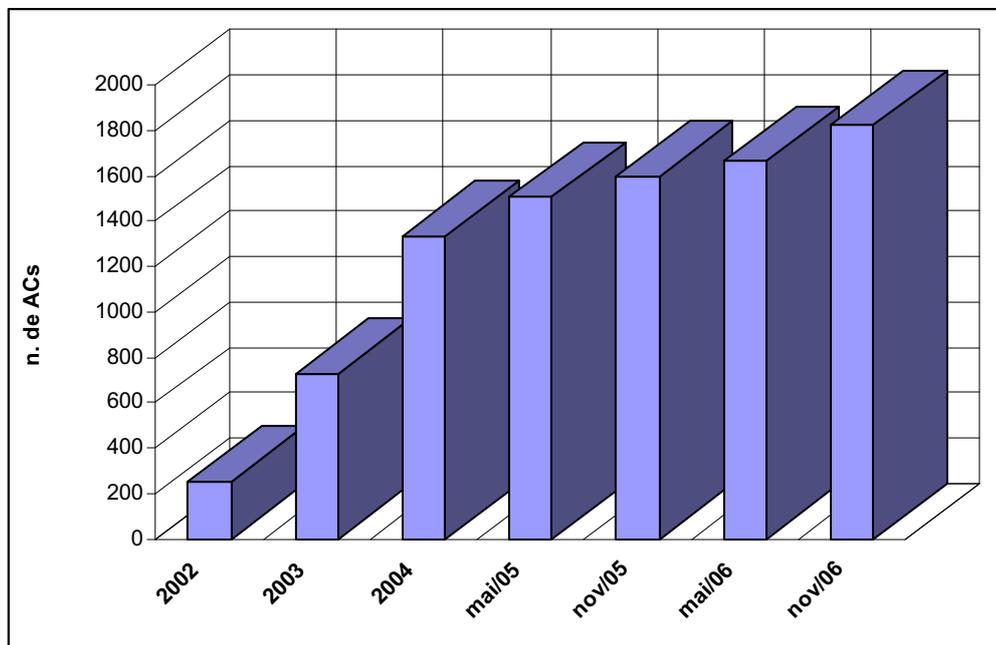


Figura 2. Número de áreas contaminadas cadastradas pela CETESB.

Fonte: CETESB (2007)

Na Tabela 1 é apresentada a distribuição das áreas contaminadas no Estado de São Paulo.

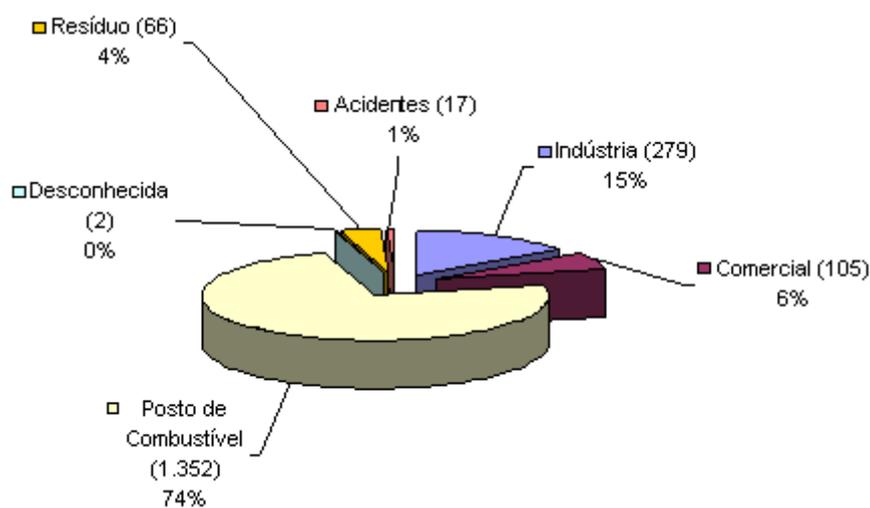
Pode-se observar, pela evolução dos dados mostrados na Figura 3, que 74% (1.352 áreas) das áreas cadastradas no Estado de São Paulo são de postos de combustível. Este aumento foi impulsionado pelo licenciamento e diagnóstico do passivo ambiental, facultado na Resolução CONAMA nº 273/2000, mas principalmente pelo procedimento adotado pela CETESB, a partir de julho de 2002, para convocação dos postos de combustíveis em operação.

É possível também observar que o número de áreas industriais representa 15% deste universo (Figura 3), porém neste item verifica-se que os dados reais estão muito prejudicados, devido ainda não haver legislação com mecanismos de incentivo à auto-denúncia.

Tabela 1. Distribuição das Áreas Contaminadas no Estado de São Paulo.

Região/Atividade	Comercial	Industrial	Resíduos	Postos de combustível	Acidentes desconhecidos	Total
São Paulo	28	56	22	486	2	594
RMSP - outros	14	76	11	273	4	378
Interior	49	93	22	432	12	608
Litoral	13	31	11	78	2	135
Vale do Paraíba	1	23	0	83	0	107
Total	105	279	66	1.352	20	1.822

Fonte: CETESB (2007)

**Figura 3.** Distribuição de Áreas Contaminadas por Atividade.

Fonte: CETESB (2007)

Com a divulgação pela CETESB, em 22/06/2007, do novo Procedimento para Gerenciamento de Áreas Contaminadas, através da Decisão de Diretoria N°. 103/2007/C/E, houve mudança nas etapas de gerenciamento, conforme demonstrado na Figura 4 - Fluxograma de Gerenciamento de Áreas Contaminadas.

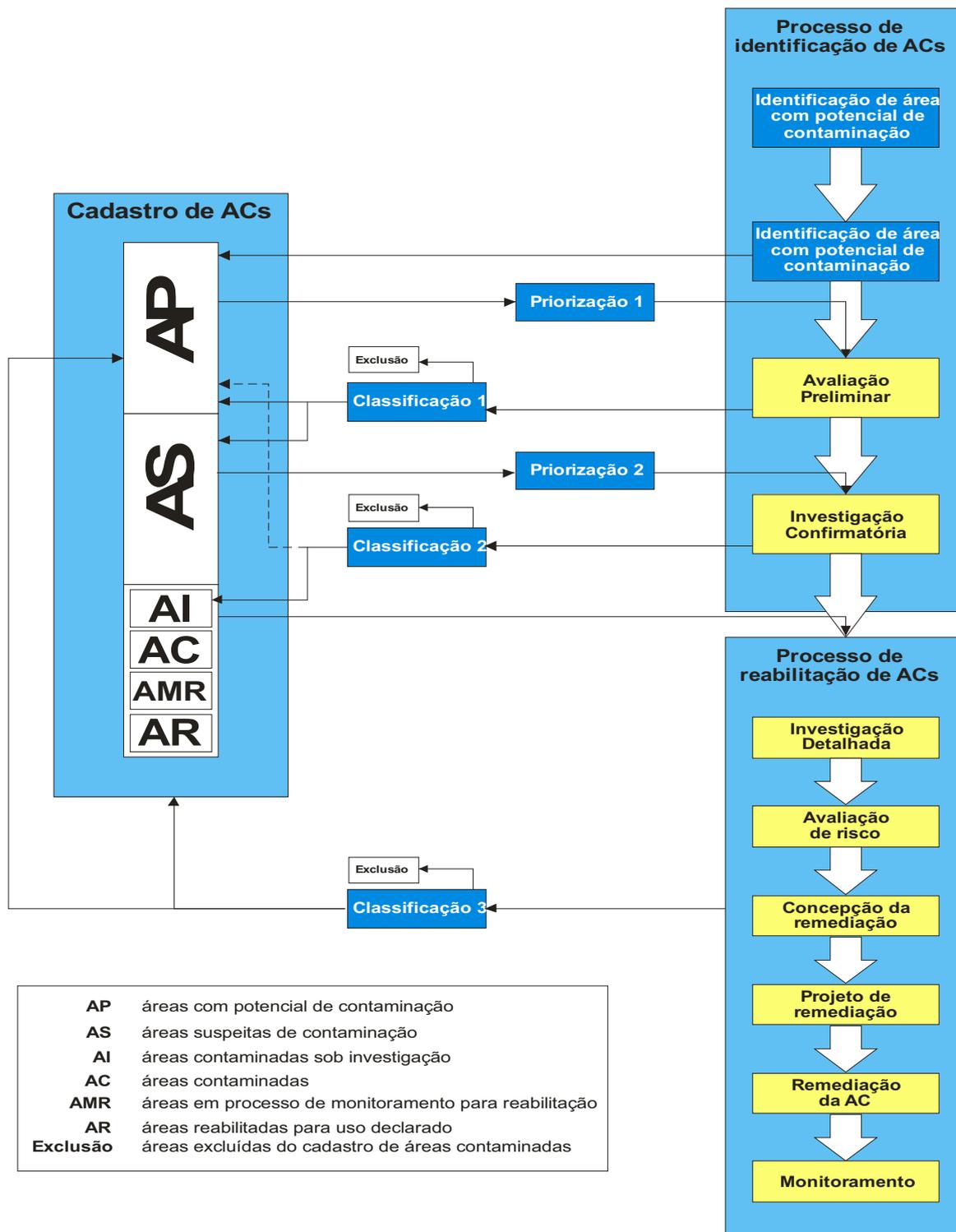


Figura 4. Fluxograma do gerenciamento de áreas contaminadas (CETESB, 2007)

Segundo CETESB (2007), a metodologia de gerenciamento de áreas contaminadas é composta por dois processos: o de identificação e o de reabilitação de áreas contaminadas.

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

- definição da região de interesse;
- identificação de áreas com potencial de contaminação;
- avaliação preliminar; e,
- investigação confirmatória.

O processo de reabilitação de áreas contaminadas tem como objetivo principal possibilitar a adoção de medidas corretivas visando atingir as metas estabelecidas para um uso preestabelecido, adotando-se, desta forma, o princípio da “aptidão para o uso”. É constituído por seis etapas:

- investigação detalhada;
- avaliação de risco;
- concepção da remediação;
- projeto de remediação;
- remediação; e,
- monitoramento.

Na realização das etapas dos processos de identificação e de reabilitação de áreas contaminadas, em função do nível das informações ou dos riscos existentes em cada uma das áreas em estudo, estas podem ser classificadas como área com potencial de contaminação (AP), área suspeita de contaminação (AS), área contaminada sob investigação (AI), área contaminada (AC), área em processo de monitoramento para reabilitação (AMR) e área reabilitada para o uso declarado (AR), conforme definições descritas a seguir.

- **Área com potencial de contaminação (AP):** área, terreno, local, instalação, edificação ou benfeitoria onde são ou foram desenvolvidas

atividades que, por suas características, apresentam maior possibilidade de acumular quantidades ou concentrações de matéria em condições que a tornem contaminada.

- **Área suspeita de contaminação (AS):** área, terreno, local, instalação, edificação ou benfeitoria com indícios de ser uma área contaminada (AC).
- **Área contaminada sob investigação (AI):** área, terreno, local, instalação, edificação ou benfeitoria onde há comprovadamente contaminação, constatada em investigação confirmatória, na qual estão sendo realizados procedimentos para determinar a extensão da contaminação e identificar a existência de possíveis receptores, bem como para verificar se há risco à saúde humana. A área também será classificada como área contaminada sob investigação (AI), caso seja constatada a presença de produtos contaminantes (por exemplo, combustível em fase livre), ou quando houver constatação da presença de substâncias, condições ou situações que, de acordo com parâmetros específicos, possam representar perigo.
- **Área contaminada (AC):** área, terreno, local, instalação, edificação ou benfeitoria, anteriormente classificada como área contaminada sob investigação (AI) na qual, após a realização de avaliação de risco, foram observadas quantidades ou concentrações de matéria em condições que causem ou possam causar danos à saúde humana. Por critério da CETESB, uma área poderá ser considerada contaminada (AC) sem a obrigatoriedade de realização de avaliação de risco à saúde humana quando existir um bem de relevante interesse ambiental a ser protegido.
- **Área em processo de monitoramento para reabilitação (AMR):** área, terreno, local, instalação, edificação ou benfeitoria, anteriormente classificada como contaminada (AC) ou contaminada sob investigação (AI), na qual foram implantadas medidas de intervenção e atingidas as metas de remediação definidas para a área, ou na qual os resultados da avaliação de risco indicaram que não existe a necessidade da implantação de nenhum tipo de intervenção para que a área seja

considerada apta para o uso declarado, estando em curso o monitoramento para encerramento.

- **Área reabilitada para o uso declarado (AR):** área, terreno, local, instalação, edificação ou benfeitoria, anteriormente classificada como área em processo de monitoramento para reabilitação (AMR) que, após a realização do monitoramento para encerramento, for considerada apta para o uso declarado.

5. O GERENCIAMENTO AMBIENTAL E DE ÁREAS CONTAMINADAS NA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo está localizada na Baixada Santista, e faz parte do Pólo Industrial de Cubatão (SP).

5.1. GERENCIAMENTO NO PÓLO INDUSTRIAL DE CUBATÃO

O gerenciamento ambiental na região de Cubatão evoluiu muito, a partir da década de 1980, no esforço conjunto do Governo do Estado de São Paulo e das indústrias do pólo petroquímico para recuperação da cidade, devido aos efeitos da poluição, oriundos principalmente das emissões atmosféricas e dos despejos de efluentes líquidos industriais nos corpos d'água superficial.

O Programa de Controle das Fontes Primárias de Poluição em Cubatão foi lançado em 1983, quando se detectou a existência de 320 fontes de poluição do ar, das águas e do solo, em um universo de 23 indústrias instaladas no município situado na base da Serra do Mar, na Baixada Santista. Essas fontes foram caracterizadas de acordo com o tipo de indústria e divididas em grupos:

- **Siderurgia** – unidades de aciaria, sinterização, alto-forno, fundição, laminação, coqueria e as fontes estacionárias de queima de combustível;

- **Fertilizantes** – operações de manuseio de rochas fosfáticas, ácidos, queima de combustível e geração de vários resíduos sólidos, granulados e gasosos;
- **Minerais não-metálicos** – unidades de cimento, gesso e concreto;
- **Refino de petróleo** – unidades de craqueamento catalítico; e
- **Química e petroquímica** – unidades de produção de formol, resinas poliéster, cloro, soda e ácido clorídrico, entre outros.

Segundo a Secretaria Estadual do Meio Ambiente do Estado de São Paulo (2004), nas últimas duas décadas, o controle exercido pelo governo estadual, por meio da CETESB, obteve a redução de 97% das fontes de poluição primárias, sendo que:

- das 230 fontes de poluição do ar detectadas inicialmente, 207 encontram-se controladas;
- 44 fontes de poluição do solo, das 46 identificadas no início do programa, estão sob controle ambiental;
- todas as 44 fontes de poluição de água, apontadas em 1983, também estão controladas;
- do universo inicial abrangido pelo programa, 20 fontes de poluição diversas foram desativadas e, atualmente, apenas 3 fontes de poluição do ar e 2 de solo continuam pendentes.

Passados 21 anos de início do programa, a CETESB, em 19/08/2004, anunciou o início da segunda fase deste, com o objetivo de reverter a situação das cinco fontes ainda pendentes da primeira fase e estabelecer o processo de melhoria contínua no pólo petroquímico de Cubatão que, até o início da década de 1980, era conhecido como o “Vale da Morte” por causa da deterioração ambiental e dos péssimos indicadores de qualidade de vida.

Além da adoção de um sistema de monitoramento *on-line*, no caso das emissões atmosféricas e do refinamento do controle dos lançamentos de efluentes, com o monitoramento da qualidade das águas à montante e à jusante de cada uma das fontes, o programa prevê ainda o tratamento das águas pluviais contaminadas e

a identificação das plumas de contaminação do solo, a remediação de áreas impactadas e a implementação do licenciamento ambiental renovável (Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, 2004)

5.2. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo está localizada na região da Baixada Santista, na porção norte do município de Cubatão (Figura 5). O local dista 57 km da capital de São Paulo, sendo acessível pelo Sistema Anchieta-Imigrantes (SP 150 e SP 160) e Rodovia SP-55 Domênico Rangoni.



Figura 5. Localização da Área de Estudo.

É uma unidade industrial de fabricação de derivados de petróleo, que foi instalada no sopé da Serra do Mar, iniciando sua operação na década de 1950,

dando início ao desenvolvimento do pólo petroquímico de Cubatão, no esforço do pós-guerra para atender a 80% do incipiente mercado interno. Quando foi inaugurada, em 1955, abastecia 50% do país, sendo que atualmente é responsável por 11% da produção de derivados no Brasil.

A unidade é cortada pelo rio Cubatão e pela antiga estrada de Santos, a primeira rodovia pavimentada com concreto do Brasil, atualmente denominada Caminho do Mar. Possui uma área de 7km² e tem como produtos a gasolina de aviação, diesel metropolitano, gasolina Podium, componentes da gasolina da Fórmula 1, coque para exportação e uma capacidade instalada de 170 mil barris/dia para refino.

5.3. DESCRIÇÃO DO SISTEMA DE GERENCIAMENTO DA ÁREA DE ESTUDO

A Refinaria Presidente Bernardes de Cubatão – RPBC (Figura 6) acompanhou a evolução da gestão ambiental em Cubatão, sendo impulsionadora do seu programa de recuperação, por meio de investimentos contínuos de melhoria em suas unidades de produção, de forma a reduzir significativamente suas emissões de poluentes.



Figura 6. Instalações da Refinaria Presidente Bernardes, em 1956.

Foto: Boris Kauffmann (Guia Santista – *Tourist Guide to Santos*, 1956, Santos/SP – Jornal A Tribuna 9/04/1998)

Nos últimos 9 (nove) anos, a Refinaria Presidente Bernardes - RPBC investiu R\$ 432.342.000,00 (quatrocentos e trinta e dois milhões, trezentos e quarenta e dois mil reais) em Segurança, Meio Ambiente e Saúde Ocupacional – SMS, conforme valores descritos na Tabela 2, que mostra os investimentos totais realizados pela RPBC entre 1999 e 2007, separando aqueles destinados à SMS, Meio Ambiente e a porcentagem do investimento em SMS em relação aos investimentos totais realizados. A Figura 7 mostra o investimento total e, deste, o que foi aplicado em SMS e Meio Ambiente; a Figura 8 mostra os valores cumulativos. Estes valores foram obtidos junto ao Setor de Planejamento e Controladoria da RPBC.

O Sistema de Gestão Ambiental da RPBC é parte do sistema de gestão integrada da Petrobras, certificado pelas normas ABNT NBR 9001/2000, 14001/2004, OHSAS 18001/1999 e SA 8000/2001, que inclui estrutura organizacional, atividades de planejamento, práticas, procedimentos, processos e recursos para desenvolver, atingir, analisar e manter o seu desempenho global.

Tabela 2. Investimentos da RPBC no período de 1999 a 2007.

ANO	TOTAL	SMS	MA	% EM SMS	% EM MA	CUMULATIVO TOTAL	CUMULATIVO SMS	CUMULATIVO MA
1999	18.847.000	5.630.000	3.216.000	29,87	17,06	18.847.000	5.630.000	3.216.000
2000	24.010.000	11.558.000	5.921.000	48,14	24,66	42.857.000	17.188.000	9.137.000
2001	65.013.000	37.625.000	18.656.000	57,87	28,70	107.870.000	54.813.000	27.793.000
2002	59.652.000	33.692.000	27.307.000	56,48	45,78	167.522.000	88.505.000	55.100.000
2003	60.961.000	36.000.000	26.197.000	59,05	42,97	228.483.000	124.505.000	81.297.000
2004	123.276.000	44.437.000	22.285.000	36,05	18,08	351.759.000	168.942.000	103.582.000
2005	163.444.000	117.098.000	32.334.000	71,64	19,78	515.203.000	286.040.000	135.916.000
2006	65.658.000	51.972.000	28.085.000	79,16	42,77	580.861.000	338.012.000	164.001.000
2007*	109.272.000	94.330.000	50.068.000	86,33	45,82	690.133.000	432.342.000	214.069.000
SOMA	R\$ 690.133.000,00	R\$ 432.342.000,00	214.069.000	62,65	31,02			

* valores aprovados

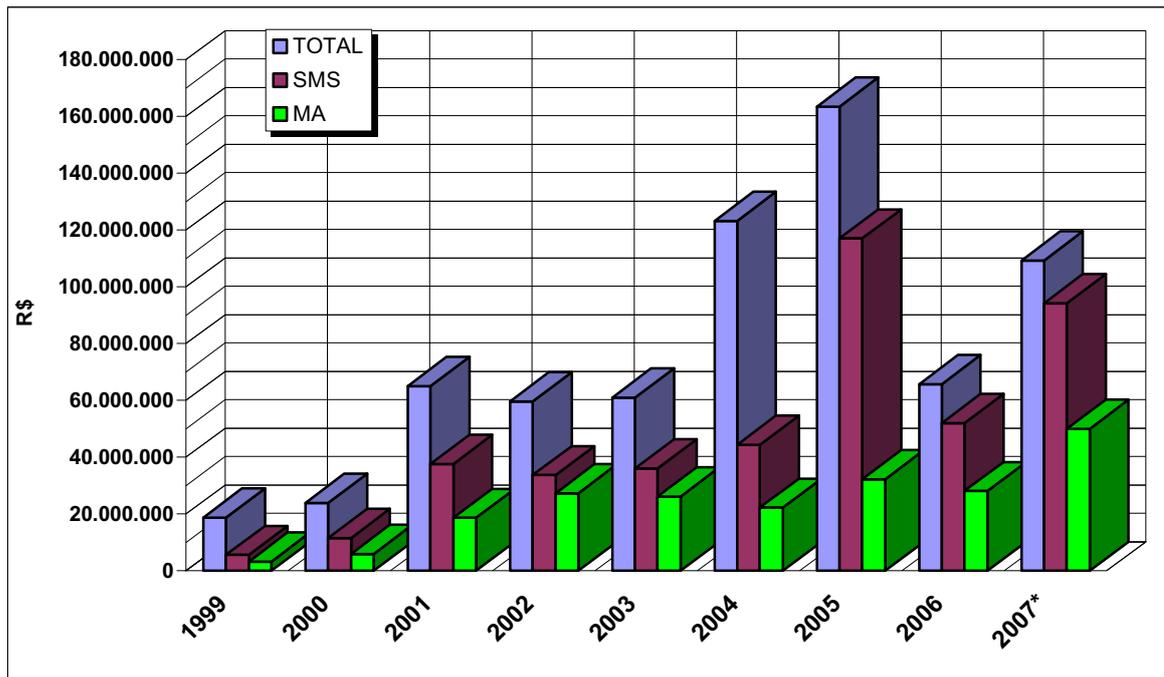


Figura 7. Investimentos da RPBC no período de 1999 a 2007.

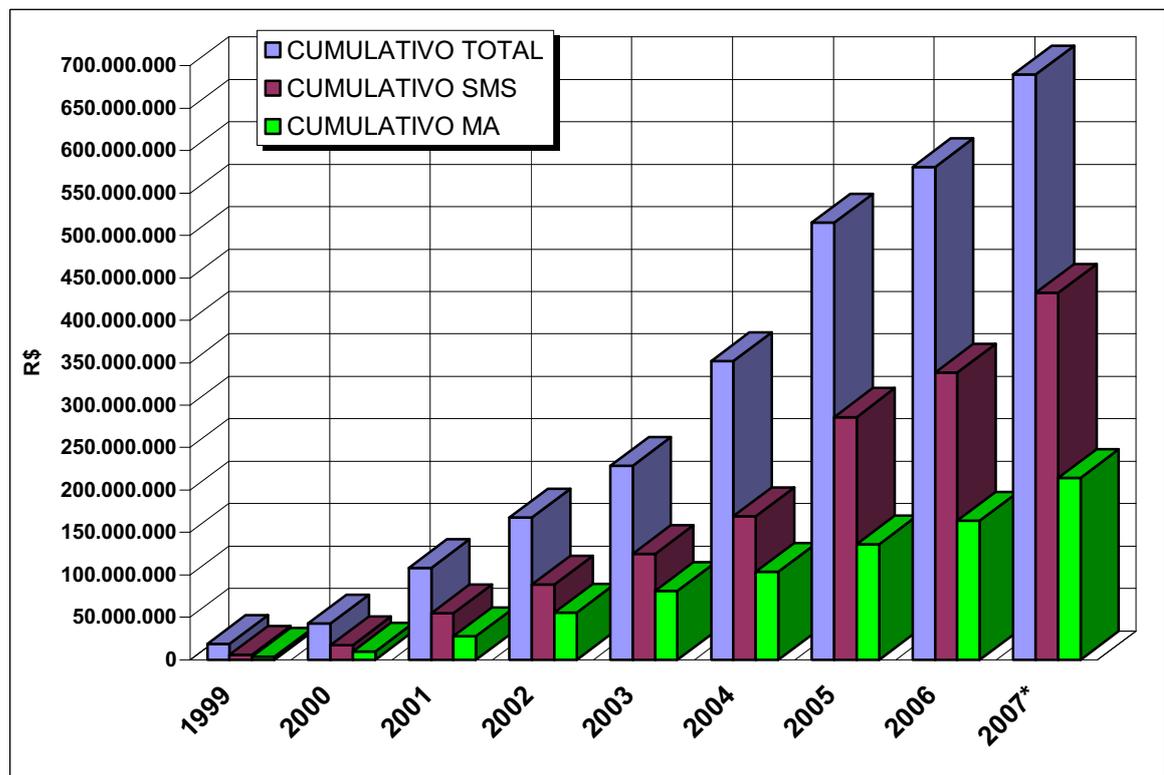


Figura 8. Investimentos cumulativos da RPBC no período de 1999 a 2007.

A preocupação com o gerenciamento ambiental da Petrobras está expressa em seu Plano Estratégico, onde um dos valores expressos é a **“Excelência e liderança em questões de saúde, segurança e preservação do meio ambiente”**.

Na Área de Negócios do Abastecimento, que é a área que define as diretrizes de Gestão às Refinarias, está expresso em sua Política de Gestão – **“A atuação do Abastecimento, como agente central na cadeia produtiva da Petrobras, está ancorada na integração de seus processos e competências, expandindo e diversificando seu mercado, produtos e carteira de negócios, de maneira social e ambientalmente responsável, satisfazendo os clientes segundo critérios de qualidade, segurança e eficiência máximas”** – e na sua diretriz nº 5 Segurança, Meio Ambiente e Saúde – **“Atuar promovendo a qualidade de vida e o respeito aos aspectos de segurança, meio ambiente e saúde no trabalho”**.

A estrutura necessária para garantir o alcance dos objetivos de segurança, meio ambiente e saúde ocupacional – SMS da empresa está descrita na sua estrutura organizacional, estando a função SMS ligada diretamente à Gerência Geral da unidade, conforme Figura 9.

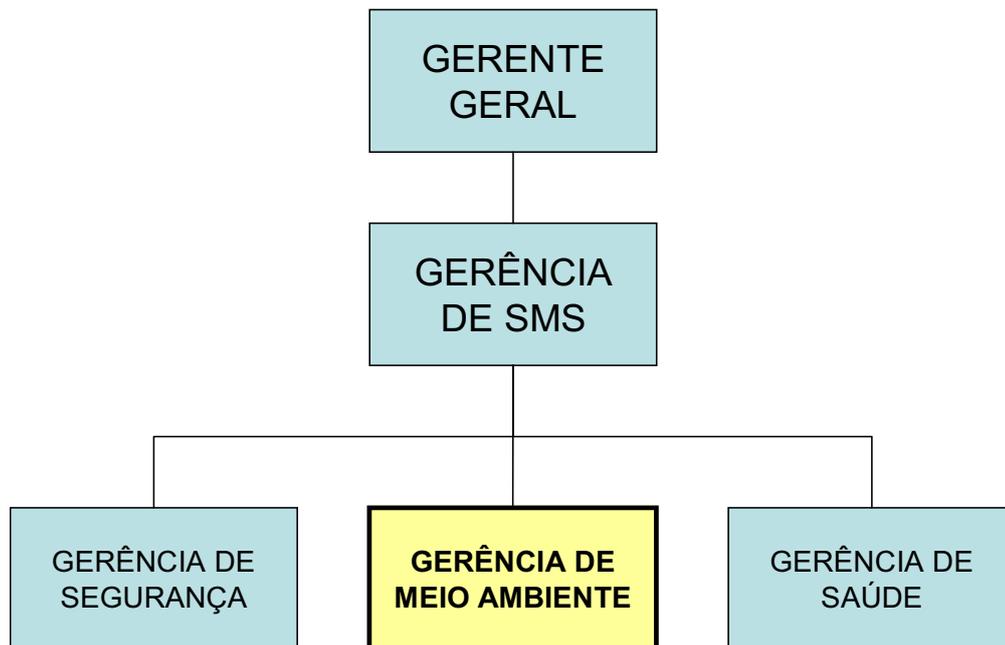


Figura 9. Organograma simplificado da Gerência de SMS da área de estudo.

As diretrizes do Abastecimento para o gerenciamento de áreas impactadas está descrita no **Padrão ABAST - PG-2T-00037-0 – GESTÃO DE ÁREAS IMPACTADAS**, cujo objetivo é: “**Estabelecer os critérios gerais para a gestão de áreas impactadas decorrentes das atividades do ABASTECIMENTO, visando eliminar passivos, prevenir a ocorrência de novas áreas impactadas e minimizar impactos sócio-ambientais e ao Negócio, atendendo à legislação vigente, bem como aos requisitos das Políticas de SMS da Petrobras e de Gestão do ABASTECIMENTO**”.

Segundo o padrão acima, área impactada é definida como “Área contaminada e/ou degradada que, com base em histórico, informações, diagnóstico ou análises, tenha sofrido alterações no solo, água subterrânea ou superficial, que possam provocar efeitos negativos ao meio ambiente e/ou à saúde humana. Pode ser subdividida em:

Área contaminada: Área, terreno, local, instalação, edificação ou benfeitoria onde há comprovadamente poluição causada por quaisquer substâncias ou resíduos que nela tenham sido depositados, acumulados, armazenados, enterrados, infiltrados ou acidentalmente lançados em condições que apresentem riscos, causem ou possam causar danos à saúde humana, ao meio ambiente ou a outro bem a proteger.

Área degradada: Área onde há a ocorrência de alterações negativas de suas propriedades físicas, químicas e/ou biológicas causadas por salinização, lixiviação, supressão da cobertura vegetal, processos erosivos e/ou remoção de solo.”

Para esta dissertação será tratado apenas o tema referente a áreas contaminadas, utilizando como termo padrão.

A função de gestão dos passivos ambientais de contaminação de solo e água subterrânea na área de estudo está descrita nas atribuições da Gerência de Meio Ambiente – “**Prevenir e gerenciar impactos potenciais à biodiversidade e gerenciar áreas impactadas**” – que no seu desdobramento criou a atividade de

gestão de áreas impactadas dentro de sua estrutura. As atribuições de gestão de áreas impactadas são:

- identificar, avaliar e remediar os passivos de contaminação de solo e água subterrânea;
- contratar e fiscalizar os serviços de diagnóstico e remediação de áreas contaminadas;
- planejar e viabilizar, interna e externamente, o desenvolvimento dos serviços de diagnóstico e remediação de áreas contaminadas;
- gerenciar compromissos, internos (metas, orientações, etc) e externos (Órgão Ambiental, Ministério Público e outros), relacionados às áreas contaminadas;
- acompanhar e identificar tendências em áreas contaminadas (legislações, pesquisas, aplicativos, orientações, tecnologias, etc.);
- representar a empresa em eventos relacionados ao tema.

O desenvolvimento da gestão de áreas impactadas segue os conceitos de qualidade total, utilizando-se o método **PDCA** de gerenciamento (Figura 10), onde :

- **Plan** - Planejar: significa o planejamento de todas as ações necessárias para atingir as metas definidas;
- **Do** - Executar: significa a execução das ações planejadas;
- **Check** - Verificar: significa checar os resultados obtidos com a execução;
- **Act** - Ação: significa adoção de medidas de correção, de acordo com a etapa de verificação dos resultados.

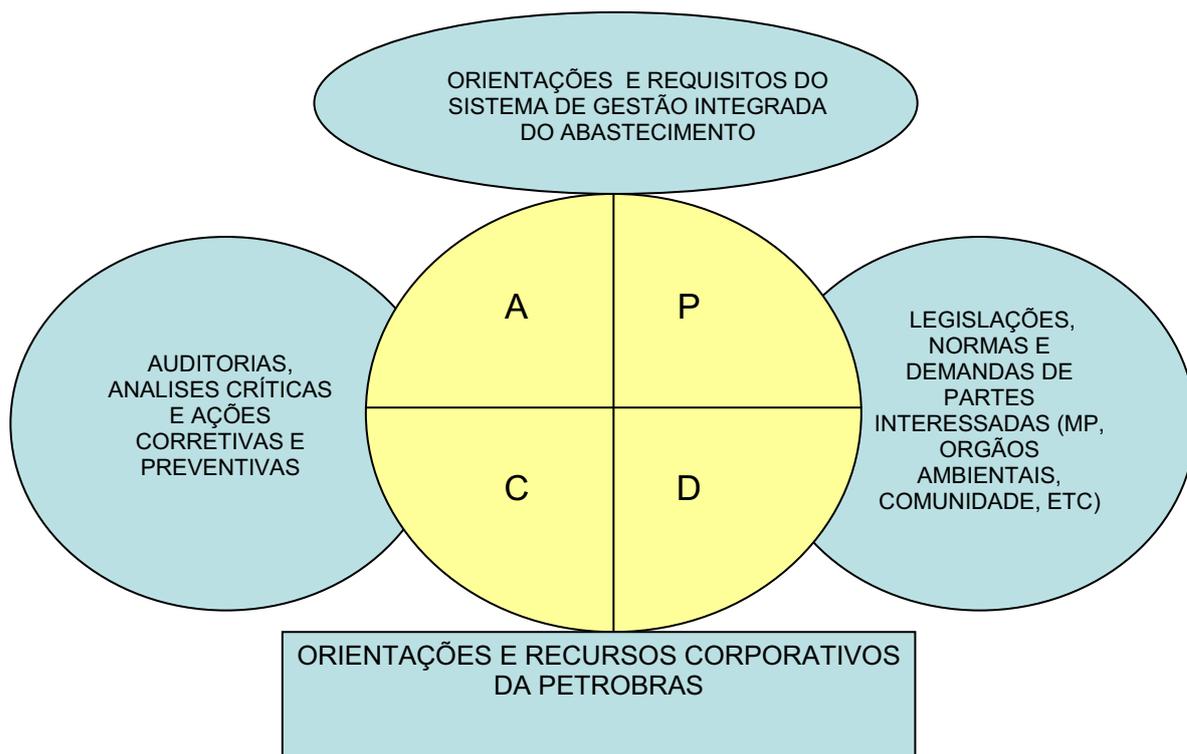


Figura 10. Modelo de Gestão de Áreas Impactadas da área de Estudo.

O ciclo PDCA foi desenvolvido por Walter A. Shewart, na década de 1920, mas começou a ser conhecido como ciclo de Deming em 1950 (DEMING, 1990), por ter sido amplamente difundido por este.

Constitui técnica simples que visa o controle do processo, podendo ser usado de forma contínua para o gerenciamento das atividades de uma organização, obtendo-se resultados eficazes e confiáveis em suas atividades. É um eficiente modo de apresentar uma melhoria no processo, padronizando as informações do controle da qualidade, evitando erros lógicos nas análises, e tornando as informações mais fáceis de entender.

5.3.1. ETAPA DE PLANEJAMENTO (P)

Nesta etapa, são definidos todos os recursos financeiros, materiais e humanos necessários ao desenvolvimento das atividades de diagnóstico e de remediação de áreas contaminadas. A priorização dos recursos é baseada em informações, tais como: ocorrências anormais com contaminação de solo e água

subterrânea; histórico de passivos ambientais; resultados de diagnósticos e avaliações de riscos à saúde humana; nos riscos aos bens a proteger, nos compromissos com as partes interessadas (Órgãos Ambientais, Ministério Público, Comunidade, etc.); nos compromissos internos (diagnósticos e remediações em áreas de licenciamento de novos empreendimentos, etc).

A Figura 11 apresenta os recursos financeiros aplicados no gerenciamento de áreas impactadas, na área de estudo, entre 1999 e 2007.

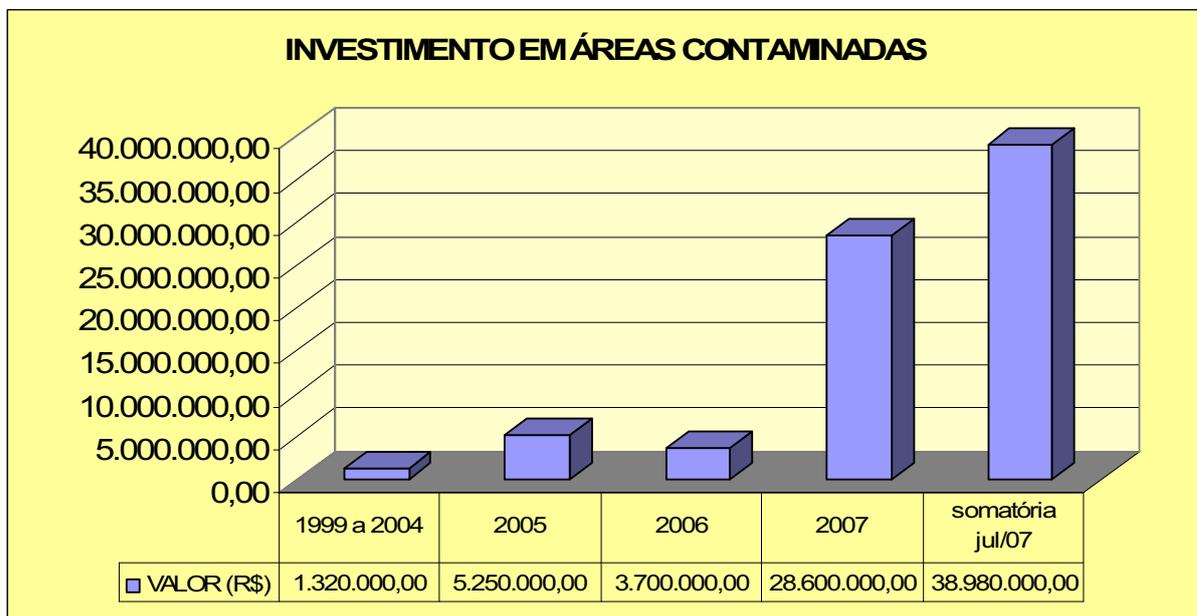


Figura 11. Recursos aplicados em áreas impactadas na área de estudo.

5.3.2. ETAPA DE EXECUÇÃO (D)

Baseado na etapa de planejamento, quando são definidos os recursos e prioridades, são realizadas contratações de serviços de diagnóstico, avaliação de risco à saúde humana e remediações, sendo que nas especificações técnicas são inseridas as orientações contidas no Padrão de Gestão de Áreas Impactadas da Petrobras e no Manual de Gerenciamento da CETESB (1999).

A Figura 12 apresenta os recursos financeiros investidos na realização de diagnósticos e remediações, de 1999 a julho de 2007.

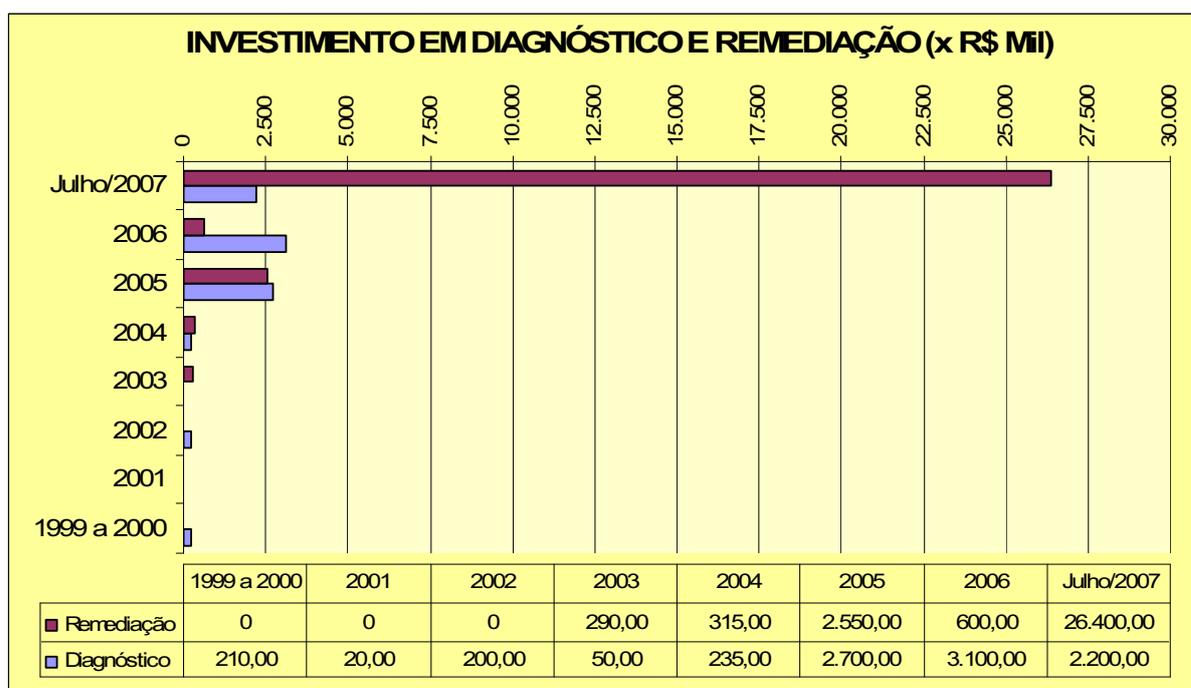


Figura 12. Investimentos aplicados em diagnóstico e remediação na área de estudo.

A execução dos serviços de diagnóstico e remediação de áreas impactadas na área de estudo seguem os padrões de SMS, definidos para as unidades operacionais da Petrobras/Abastecimento, conforme apresentados a seguir.

- Todas as empresas, para trabalhar em área industrial, devem apresentar seus planos de SMS (Plano de Prevenção Riscos Ambientais – PPRA, Plano de Controle Médico e Saúde Ocupacional –

PCMSO, Plano de Proteção ao Meio Ambiente – PMA, Plano de Proteção Respiratória – PPR e Plano de Prevenção à Exposição Ocupacional ao Benzeno - PPEOB), para verificação e aprovação pela Petrobras.

- As pessoas, para trabalhar em área industrial, devem fazer o Curso de Integração e Capacitação em SMS, em que são informadas de todos os riscos e prevenções oriundas da área industrial, bem como todos os procedimentos de emergência e medidas de segurança industrial necessárias à execução dos serviços para proteção das pessoas, meio ambiente e das instalações.
- Para solicitar permissão de execução de serviços, os responsáveis pela execução devem ser treinados no procedimento de solicitação de permissão para trabalho.
- Todos os serviços devem ser precedidos de Análise de Risco – AR, que é um procedimento formal de análise dos riscos envolvidos nas atividades a serem desenvolvidas, em que o executante, o responsável pelo local do equipamento ou pelo local de realização do trabalho e os especialistas em SMS avaliam os riscos, fazem recomendações e apresentam condicionantes de execução para prevenção e controle dos riscos identificados.
- Todos os serviços devem ser precedidos de Permissão para Trabalho - PT, que é um procedimento formal, em que o responsável pela área onde serão realizados os serviços, mediante a AR, emite a PT com recomendações diversas.
- Os trabalhos que envolvem sondagem de solo e instalação de poços de monitoramento são precedidos de planejamento de sondagem, que é avaliado pela Petrobras mediante a verificação de plantas, desenhos e croquis, e a verificação de campo, sendo emitido o Certificado de Verificação de Interferências em Subsuperfície – CVIS, para os pontos isentos de risco de atingir cabos (energia, telefonia, instrumentação, etc.) e tubulações diversas (transferência de produtos, águas, drenagens, etc.).

- Todas as etapas do diagnóstico ambiental são realizadas com monitoramento de VOC e monitoramento ambiental para BTEX (benzeno, tolueno, etilbenzeno e xilenos). Para a medição é utilizado o equipamento cromatógrafo *Photovac Voyager* série EVFN 205, calibrado e configurado de acordo com os padrões da *Perkin Elmer*, fabricante do equipamento. As coletas de amostras são realizadas com o ponto de captação a 1,5 metros do piso. O limite de detecção do aparelho é de 0,1 ppm, sendo que, quando são identificadas concentrações destes compostos, todos os envolvidos na tarefa são submetidos a monitoramento biológico.
- Todas as informações geradas nos diagnósticos e monitoramento das águas superficiais e subterrâneas são armazenadas em sistema de informações geográficas - SIG_MA.

5.3.3. ETAPA DE VERIFICAÇÃO (C)

A etapa de verificação é realizada em duas fases.

A **verificação gerencial** é realizada por meio de análises críticas mensais dos resultados de diagnóstico e remediação de áreas impactadas, e de auditorias internas e externas nos ciclos definidos pela Petrobras.

Na **verificação operacional**, são conduzidos procedimentos que visam garantir a qualidade dos serviços de diagnóstico e remediação executados, conforme segue:

- execução dos serviços por empresas especializadas para a realização de diagnósticos, avaliações de risco e remediações;
- adoção de relatório diário de obras, relatando os serviços executados, os procedimentos adotados, as condições estabelecidas, bem como os resultados auferidos;
- orientação técnica, verificação dos serviços de campo e dos relatórios técnicos emitidos por especialistas em hidrogeologia, por meio de contrato firmado com a Universidade Estadual Paulista – UNESP, e apoio da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ e de

profissionais das áreas de SMS Corporativo da Petrobras, da Área de Abastecimento – AB e do Centro de Pesquisas e Desenvolvimento Leopoldo Américo Miguez de Mello - CENPES, da Petrobras;

- verificação da cadeia de custódia na saída de amostras de solo e água subterrânea para análise química;
- verificação dos laudos de análise química, por meio de *check-list* criado para este fim (Figura 13), baseado na ABNT NBR ISO 17025.

Ainda na fase operacional da Etapa de Verificação, são conduzidos monitoramentos preventivos das águas superficial e subterrânea, com coleta e análise química dos parâmetros de interesse, além de verificação do nível de água e de espessura de fase livre não aquosa menos densa do que a água (LNAPL) em poços de monitoramento.

5.3.4. ETAPA DE AÇÕES CORRETIVAS (A)

Baseado na etapa de verificação, a partir dos resultados das análises críticas gerenciais e verificação operacional, são definidas ações de correção e de retroalimentação da fase de planejamento.

Nesta etapa, podem ser definidas ações emergenciais para controle dos riscos identificados, ações preventivas, recursos adicionais, bem como ações de melhoria dos procedimentos operacionais.

VERIFICAÇÃO DE LAUDOS ANALÍTICOS - PETROBRAS UN/RPBC				
Relatório de Ensaio nº:				
Cadeia de Custódia nº:				
Projeto:				
Item	Descrição	S	N	Obs.:
1. Formulário de Coleta e Envio de Amostras (Cadeia de Custódia)				
1.1.	Número do Formulário	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
1.2.	Identificação das Amostras	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
1.3.	Data de Coleta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
1.4.	Horário de Coleta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
1.5.	Parâmetros Selecionados	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
1.6.	Método Analítico	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
1.7.	Temperatura de Coleta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
1.8.	Número de Frascos por Amostra	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
1.9.	Identificação do Projeto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
1.10.	Equipe de Coleta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
1.11.	Responsável pelo Projeto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
1.12.	Temperatura de Entrada no Laboratório	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
1.13.	Assinatura de Responsável pela Entrada	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2. Laudos Analíticos (por amostra)				
2.1.	Identificação de Campo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2.2.	Data e Horário de Coleta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2.3.	Temperatura de Entrada no Laboratório	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2.4.	Identificação do Laboratório	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2.5.	Data e Horário de Extração de Analito	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2.6.	Data e Horário de Execução da Análise	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2.7.	Responsável pelo Projeto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2.8.	Responsável Técnico pelas Análises	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2.9.	Assinatura do Responsável Técnico (todas as laudas)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2.10.	Métodos Utilizados para Extração dos Analitos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2.11.	Métodos Analíticos Utilizados (por parâmetro)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2.12.	Limite de Detecção do Método Analítico	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2.13.	Limite de Quantificação	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2.14.	Cromatogramas (devidamente assinados)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2.15.	Certificação ISO/IEC ABNT 17025 (para cada parâmetro)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2.16.	Branco de Campo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2.17.	Branco de Laboratório	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2.18.	Recuperação do Surrogate	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2.19.	Tratamento Estatístico das Análises	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Verificado e atestado por (com carimbo):				
Data:				

Figura 13. Check-list para verificação de laudos de análises químicas.

5.4.RESULTADOS OBTIDOS COM O GERENCIAMENTO DE ÁREAS CONTAMINADAS NA ÁREA DE ESTUDO

O despertar para a preocupação com os problemas de contaminação de solo e águas subterrâneas na área de estudo veio em 1998, devido a uma exigência técnica da CETESB, dentro de um processo de negociação de um Termo de Ajustamento de Conduta (TAC), como processo de regularização de licença ambiental de unidades de processo.

A exigência técnica foi diagnosticar as áreas de aterros de resíduos industriais e *landfarming* na área de estudo. Mesmo não tendo sido mantida essa exigência técnica no texto final do TAC, entre 1999 e 2000, os referidos diagnósticos foram realizados, e entendendo a importância do tema, o diagnóstico foi ampliado para toda unidade industrial (área de estudo), pela Universidade Estadual Paulista – UNESP, por meio da Fundação para o Desenvolvimento da UNESP – FUNDUNESP, a qual desenvolveu o estudo denominado “Diagnóstico Ambiental do Lençol Freático da Refinaria Presidente Bernardes – Cubatão (RPBC)”.

No gerenciamento de áreas contaminadas, um dos resultados mais importantes a serem obtidos é o conhecimento do meio físico, ou seja, a geologia predominante, a hidrogeologia, as características hidrogeoquímicas, bem como as suas inter-relações. Os resultados do estudo acima citado foram primordiais na etapa de priorização inicial de recursos de diagnóstico com foco em contaminação do solo e água subterrânea, pois definiu, inicialmente, as regiões com maior vulnerabilidade ambiental, quando associadas às atividades potencialmente poluidoras e aos bens a proteger.

Desta forma, conhecer o meio físico da área de estudo foi importante para a definição das estratégias e planos, com o objetivo de identificação de contaminação do solo e da água subterrânea, bem como para o processo de remediação dos passivos identificados.

5.4.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

5.4.1.1. GEOLOGIA E HIDROGEOLOGIA

Geomorfologicamente, a área situa-se nos domínios da Serra do Mar e da Planície Costeira, onde predominam, para o primeiro, encostas íngremes com altitude média de 800 metros e morrotes de pequenas dimensões, distribuídos em meio à planície sedimentar (Figura 14). Esta planície sedimentar, por sua vez, tem extensão bastante pronunciada e apresenta relevo plano com rios retilíneos a meandranes cortando os sedimentos. Os principais cursos d'água que passam pela área são o rio Cubatão e o rio Perequê, além de seus afluentes.

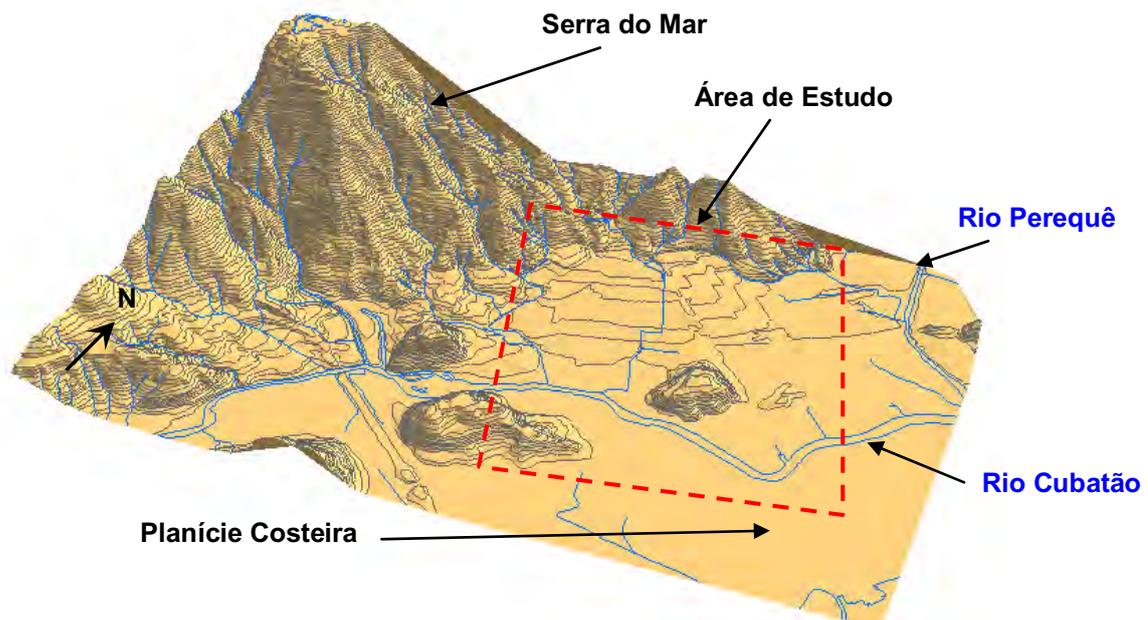


Figura 14. Aspectos geomorfológicos da área de estudo.

As unidades geológicas existentes na área, segundo Hasui *et al.* (1994) e Suguio & Martin (1994), são representadas por rochas do Embasamento Cristalino e por Sedimentos Terciário-Quaternários, conforme distribuição apresentada na Figura 15.

No estudo realizado pela FUNDUNESP (2000), foram identificados cinco litofácies: Debris Flow, Arenito Fluvial, Lamito Fluvial, Embasamento Alterado e Embasamento Não Alterado, sendo que os quatro primeiros apresentam porosidade intergranular suscetível à migração e à retenção de contaminantes, descritas e ilustradas nas Figuras 16 e 17.

Em termos hidrogeológicos, a área de estudo se assenta sobre um aquífero livre e heterogêneo, representado pelas unidades de depósitos de fluxo de detritos (*debris flow*) e arenitos fluviais, por vezes intercalando fácies de lamitos fluviais lenticulares.

A superfície do nível d'água (NA) está situada entre as cotas 39,9 m e 1,6 m, com o fluxo das águas subterrâneas orientadas a partir das cotas mais altas (porção Norte) para as cotas baixas (região Sul), acompanhando aproximadamente a topografia local (FUNDUNESP, 2000), conforme mostrado pelo modelo hidrogeológico conceitual (Figura 17).

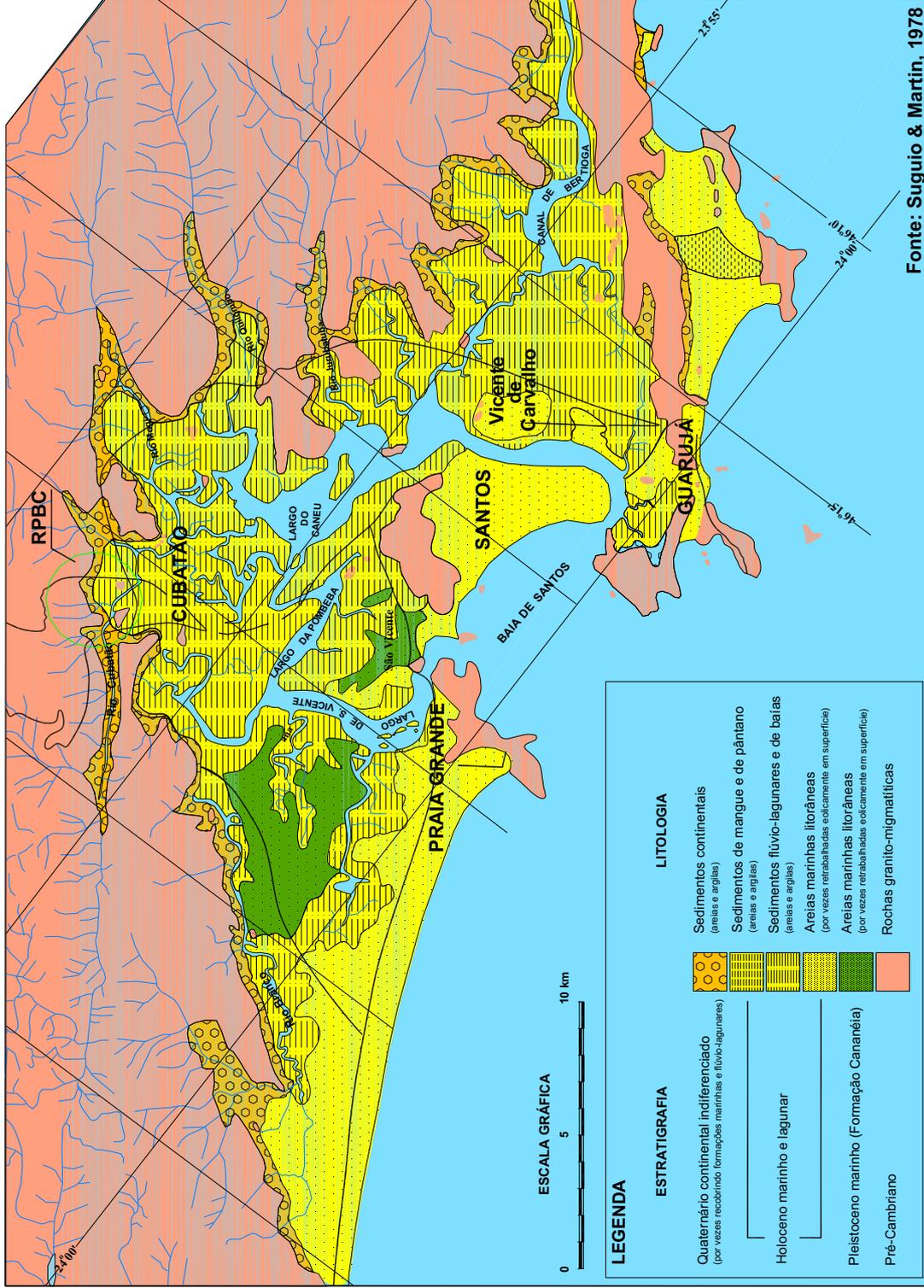


Figura 15. Geologia da região de estudo.

Litofácies	Descrição	Fotos
<p align="center">Debris-flow (Leques Aluviais)</p>	<p>Constituída diamicritos, com granulometria variando de seixos a matacões e matriz predominantemente areno-siltosa e níveis conglomerados polimíticos (fragmentos de gnaisses, xistos, filitos) e, sendo comum a presença de fragmentos vegetais. Níveis conglomeráticos com matriz arenosa correspondem a porções distais do leque aluvial, onde depositam-se os sedimentos carregados pela água superficial. Esses depósitos apresentam espessuras decimétrica a métrica, com ampla extensão lateral.</p>	 <p align="center">Litofácies de leque aluvial distal</p>
<p align="center">Arenito Fluvial</p>	<p>Arenitos predominantemente finos a médios, com intervalos grossos e conglomeráticos, e seleção regular. É comum o perfil de granodecrescência ascendente (<i>fining upward</i>), típico de barra de pontal. Níveis delgados e predominantemente finos constituem depósitos de <i>crevasse splay</i>. Apresentam espessuras centimétrica a decimétrica, com extensão lateral limitada. A composição do arcabouço desses arenitos é essencialmente quartzosa e a matriz caulinitica. Esta composição reflete a alta taxa de lixiviação, resultante da alta pluviosidade da área.</p>	 <p align="center">Arenito fluvial interdigitado aos debris-flows</p>  <p align="center">Granodecrescência observada na litofácies arenito fluvial</p>
<p align="center">Lamito Fluvial</p>	<p>Formado por sedimentos da fração silte-argila, constituídos por argilo-minerais (caulinitas), quartzo e feldspato, produtos de alteração do embasamento metamórfico da região, com abundância de fragmentos vegetais.</p>	 <p align="center">Litofácies lamito fluvial</p>
<p align="center">Embasamento Alterado</p>	<p>Constituída por material granular oriundo de alteração <i>in situ</i> das rochas do embasamento metamórfico. São difíceis de serem distinguidas, em furos de sondagem, da fácies de <i>Debris Flow</i>. O critério adotado para sua diferenciação é a presença de estruturas tectônicas remanescentes, tais como a foliação e xistosidade. O produto de alteração, em alguns afloramentos, apresenta textura grossa, composta por cristais grossos de quartzo e feldspato alterado, imersos em matriz siltico-arenosa e siltico-argilosa. Em termos de escoamento de água, respondem como um meio poroso granular.</p>	
<p align="center">Embasamento São</p>	<p>Constituída por rochas metamórficas do embasamento cristalino da área de estudo que, em grande parte constitui-se em meio impermeável, exceto se ocorrerem fraturas e falhas sem preenchimento que permitam a movimentação e o armazenamento de água subterrânea nas mesmas.</p>	

Figura 16. Descrição das litofácies identificadas na área (FUNDUNESP, 2000).

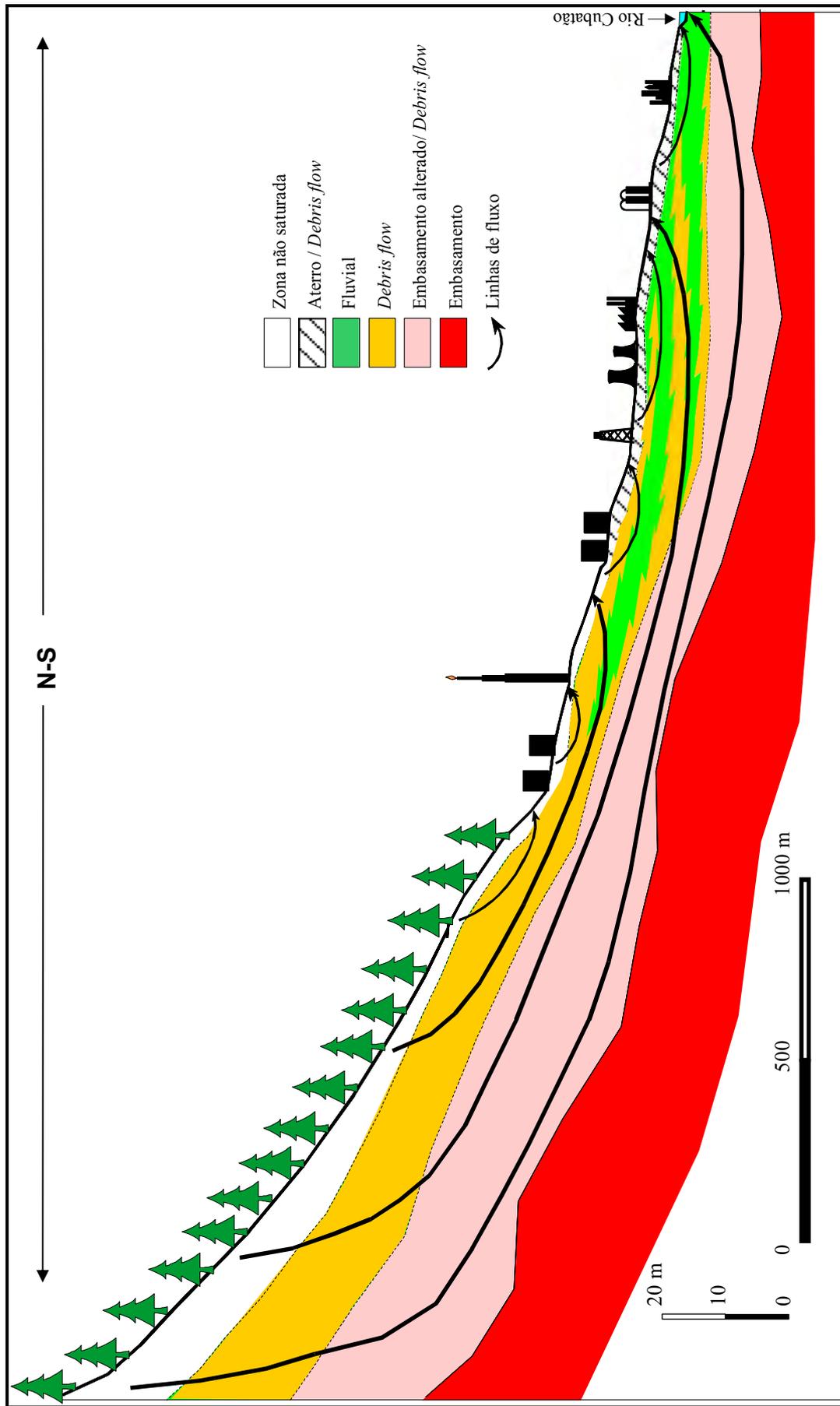


Figura 17. Modelo hidrogeológico conceitual da área de estudo (FUNDUNESP, 2000).

A área de estudo apresenta fluxo predominante de norte para sul, porém com algumas outras componentes com tendência de fluxo de noroeste para sudeste e leste para oeste. As principais áreas de recarga localizam-se na zona de transição entre a Serra do Mar e a planície de sedimentação, e as feições regionais de descarga são representadas pelos rios Cubatão e Perequê, com descargas locais nos afluentes destes rios.

As condições de fluxo descritas acima são apresentadas no mapa potenciométrico da área (Figura 18), elaborado a partir dos dados de medição dos níveis d'água nos poços de monitoramento, em campanha realizada no dia 05/05/2000 (Tabela 3).

De acordo com os dados obtidos por FUNDUNESP (2000), a distribuição da condutividade hidráulica da zona saturada não mostra padrão espacial segundo alguma feição, tendo leve tendência de maiores valores para as áreas próximas aos córregos e antigas planícies de inundação destes, atualmente recobertas por aterros. Os valores também não apresentam predominância, ocorrendo condutividades da ordem de 10^{-2} cm/s até 10^{-6} cm/s (Figura 19).

Tabela 3. Dados de monitoramento do nível d'água e cota dos poços.

POÇO	UTM E (m)	UTM N (m)	COTA (m)	N.A (m)	COTA N.A. (m)
P1	354235,1	7359121,4	10,3	3,4	6,9
P2	353987,8	7358531,6	6,2	3,4	2,8
P3	354315,3	7358277,2	6,4	4,4	1,9
P4	354172,3	7357735,3	5,6	0,8	4,7
P5	353813,9	7358375,6	8,1	4,9	3,2
P6	353531,4	7358940,9	10,3	2,8	7,5
P7	354822,0	7359417,0	5,4	1,2	4,2
P8	355262,8	7359773,3	8,4	4,5	3,8
P9	354313,4	7359381,7	11,8	2,0	9,8
P10	354094,9	7359440,7	11,8	1,8	10,0
P11	353832,0	7359019,7	7,3	3,2	4,2
P12	354052,6	7359139,6	10,2	2,3	7,9
P13	353863,8	7358841,0	5,9	3,4	2,5
P14	353800,7	7359359,7	11,9	1,2	10,7
P15	353244,6	7359426,0	19,9	4,1	15,7
P16	354421,1	7359178	9,4	2,5	6,9
P17	354892,5	7360072,7	8,5	2,1	6,5
P18	355054,1	7360125,0	9,8	3,4	6,4
P19	353784,2	7358754,4	6,0	1,7	4,4
P20	353906,1	7359159,7	11,1	3,5	7,6
P21	354752,5	7359964,6	8,9	0,4	8,5
P22	354833,9	7360167,3	8,1	2,7	5,4

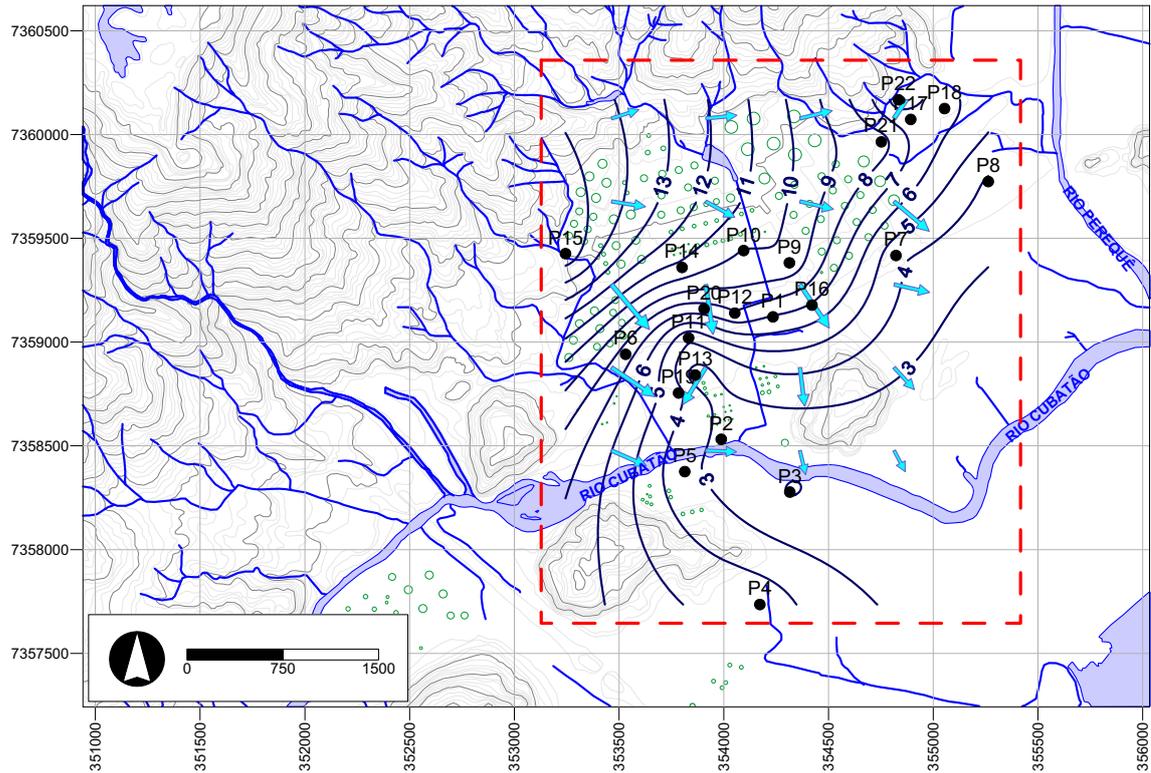


Figura 18. Mapa potenciométrico da área de estudo.

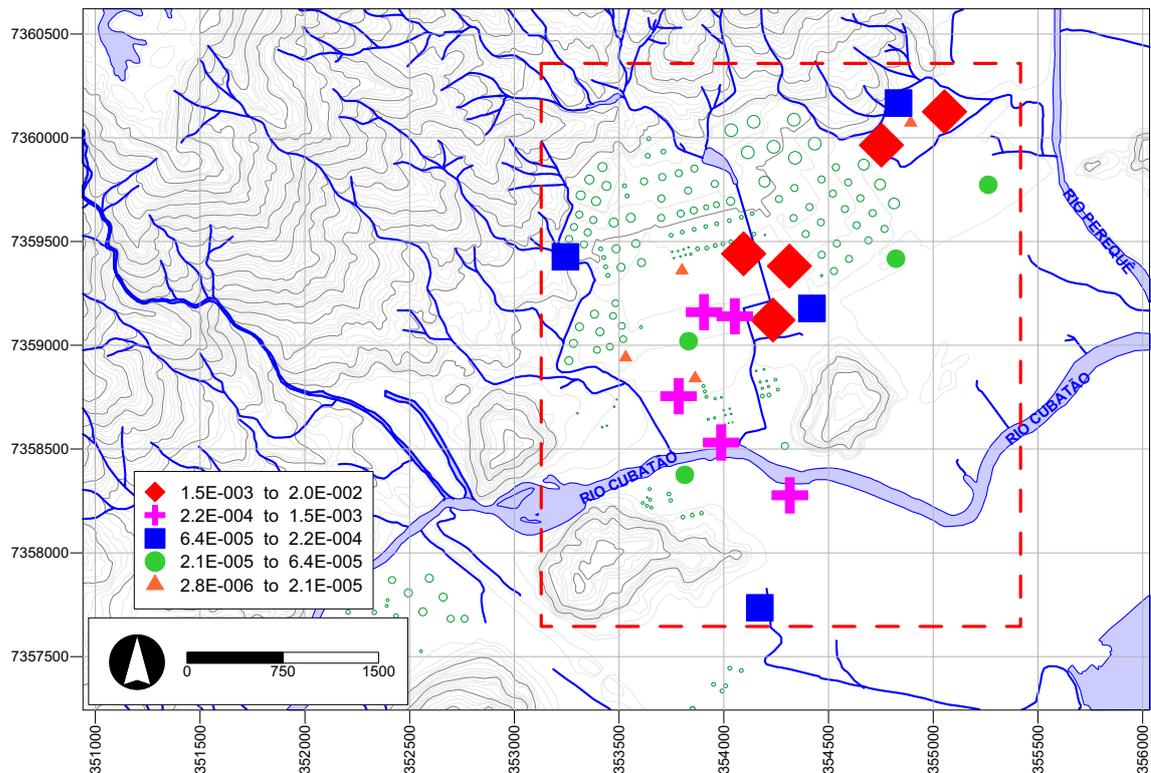


Figura 19. Distribuição da condutividade hidráulica (K) da zona saturada.

5.4.1.2. VERIFICAÇÃO DA QUALIDADE DO SOLO E DA ÁGUA

Para verificação da qualidade do solo e da água subterrânea na área de estudo, foram utilizadas as seguintes técnicas e quantidades de serviços (Figura 20):

- 160 Sondagens Elétricas Verticais - SEVs;
- 22 Poços de Monitoramento (PMs);
- 80 Ensaio de Permeabilidade;
- 33 Análises Físico-Químicas do Solo;
- 22 Análises Químicas de BTEX (Benzeno, Tolueno, Etilbenzeno e Xilenos) em água subterrânea;
- 22 Análises Químicas de TPH (Total Petroleum Hydrocarbons) em solo.



Figura 20. Técnicas de investigação utilizadas pela FUNDUNESP (2000).

As SEVs tiveram como objetivo definir a profundidade do lençol freático e do topo do Embasamento Cristalino, identificar litologias, elaborar o mapa potenciométrico da área e delimitar potenciais focos de contaminação.

Visando uma investigação direta e confirmatória dos resultados das SEVs, foram instalados 22 PMs, os quais permitiram a coleta de amostras de solo e de água subterrânea. Além das coletas, a construção dos PMs possibilitou a caracterização do arcabouço litológico e hidrogeológico da área, e a viabilização da avaliação direta da qualidade do solo e da água subterrânea.

Foram realizadas análises químicas de TPH no solo e de BTEX na água subterrânea, sendo estes resultados comparados com os valores estabelecidos na Portaria 36, pois, à época, não haviam outros valores nacionais estabelecidos.

De forma geral, verificou-se que algumas amostras de água subterrânea apresentaram concentrações acima dos limites estabelecidos, para os compostos orgânicos BTEX e para os elementos inorgânicos Cádmio (Cd), Manganês (Mn) e Fosfato (PO₄).

5.4.1.3. DEFINIÇÃO DOS BENS A PROTEGER

O estudo realizado pela FUNDUNESP (2000) possibilitou a identificação dos bens a proteger abaixo em relação à área de estudo (Figura 21):

- o rio Cubatão, por ser o principal ponto de descarga das águas superficiais e subterrâneas;
- o rio Perequê, pois recebe todo fluxo superficial e subterrâneo da parte nordeste e leste da área de estudo;
- o Parque Estadual da Serra do Mar, uma vez que parte da área de estudo está localizado no interior deste parque;
- as comunidades localizadas à sudeste e noroeste da área de estudo;
- os trabalhadores da unidade industrial.



Figura 21. Localização dos bens a proteger na área de estudo.

5.4.1.4. DEFINIÇÃO DE ÁREAS SUSPEITAS OU IMPACTADAS

A partir do estudo realizado pela FUNDUNESP (2000), foram então delimitadas 10 Áreas Potenciais de Enfoque - APEs, que são áreas que apresentaram anomalias geofísicas e/ou valores anômalos no solo ou água subterrânea, baseado nos parâmetros analisados e valores de referência utilizados. Segue abaixo as atividades desenvolvidas nas APEs identificadas:

- APE 1: Antigo aterro de entulho de obra civil;
- APE 2: Unidade de Produção de Derivados de Petróleo;
- APE 3: Tratamento e disposição de resíduos sólidos;
- APE 4: Unidade de Produção de Derivados de Petróleo e Administrativa;
- APE 5: Unidade de Produção de Derivados de Petróleo e Administrativa;
- APE 6: Unidade de Produção de Derivados de Petróleo desmobilizada;
- APE 7: Tratamento de efluentes industriais;
- APE 8: Tratamento biológico de efluentes industriais;
- APE 9: Célula de disposição de resíduos encerrada;
- APE 10: Unidade de Produção de Derivados de Petróleo.

Como recomendação, a FUNDUNESP (2000) orientou o detalhamento das APEs identificadas no estudo.

Algumas ocorrências posteriores geraram a identificação de outras áreas suspeitas:

- APE-11: jateamento/pintura – devido ao surgimento de um filme de óleo no rio Cubatão, em 2002, próximo da APE-5;
- APE-12: duto de produção - devido ao vazamento de um duto de transporte de produto, em 2003;

- APE 13: faixa de energia e APE 14: tanques de armazenamento - ambas devido a uma denúncia formulada ao Ministério Público por um membro do CONSEMA, sobre a suposta disposição inadequada de resíduos ocorrida no passado, na faixa de energia que cruza a área de estudo e em áreas de tanques de armazenamento.

5.4.2. DIAGNÓSTICOS, AVALIAÇÕES DE RISCO E REMEDIAÇÕES

A partir de 2001, foram iniciados os diagnósticos confirmatórios, detalhados e avaliações de risco nas APEs identificadas pela FUNDUNESP (1 a 10) e nas demais identificadas posteriormente. Os diagnósticos confirmatórios identificaram algumas áreas com necessidade de detalhamento e outras com necessidade de intervenção emergencial (fase livre de hidrocarbonetos), levando à adoção de medidas de remediação, a partir de 2003. A Tabela 4 abaixo demonstra a evolução do gerenciamento de áreas impactadas na área de estudo, bem como a classificação das APEs, segundo o Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas da CETESB (1999).

Tabela 4. Evolução do Gerenciamento de Áreas Impactadas na área de estudo.

ÁREA	CLASSIFICAÇÃO MANUAL CETESB - 1999		ANOS									
			1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	
APE - 1	PROCESSO DE IDENTIFICAÇÃO DE ACs	Avaliação Preliminar	X	X								
		Investigação Confirmarmatória				X						
	PROCESSO DE RECUPERAÇÃO DE Acs	Investigação Detalhada				X						
		Avaliação de Risco				X	X				X	
		Investigação para Remediação					X				X	
		Remediação										X
		Monitoramento							X	X		

■ Área Potencial
■ Área Suspeita
■ Área Contaminada
 X Atividade realizada
 XX Atividade planejada

ÁREA	CLASSIFICAÇÃO MANUAL CETESB - 1999		ANOS									
			1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	
APE - 2	PROCESSO DE IDENTIFICAÇÃO DE ACs	Avaliação Preliminar	X	X								
		Investigação Confirmarmatória				X						
	PROCESSO DE RECUPERAÇÃO DE Acs	Investigação Detalhada				X						X
		Avaliação de Risco				X						XX
		Investigação para Remediação										
		Remediação										
		Monitoramento						X	X	X		

■ Área Potencial
■ Área Suspeita
■ Área Contaminada
 X Atividade realizada
 XX Atividade planejada

Tabela 4. (cont.)

ÁREA	CLASSIFICAÇÃO MANUAL CETESB - 1999		ANOS									
			1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	
APE - 3	PROCESSO DE IDENTIFICAÇÃO DE ACs	Avaliação Preliminar	X	X								
		Investigação Confirmarmatória			X							
	PROCESSO DE RECUPERAÇÃO DE Acs	Investigação Detalhada				X	X					
		Avaliação de Risco				X	X					
		Investigação para Remediação										X
		Remediação										XX
		Monitoramento					X	X	X	X		
<p> Área Potencial Área Suspeita Área Contaminada X Atividade realizada XX Atividade planejada </p>												

ÁREA	CLASSIFICAÇÃO MANUAL CETESB - 1999		ANOS									
			1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	
APE - 4	PROCESSO DE IDENTIFICAÇÃO DE ACs	Avaliação Preliminar	X	X								
		Investigação Confirmarmatória			X							
	PROCESSO DE RECUPERAÇÃO DE Acs	Investigação Detalhada				X			X			
		Avaliação de Risco				X						
		Investigação para Remediação										
		Remediação					X	X		X	X	
		Monitoramento					X	X	X	X	X	
<p> Área Potencial Área Suspeita Área Contaminada X Atividade realizada XX Atividade planejada </p>												

Tabela 4. (cont.)

ÁREA	CLASSIFICAÇÃO MANUAL CETESB - 1999		ANOS									
			1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	
APE - 5	PROCESSO DE IDENTIFICAÇÃO DE ACs	Avaliação Preliminar	X	X								
		Investigação Confirmarmatória			X							
	PROCESSO DE RECUPERAÇÃO DE Acs	Investigação Detalhada				X				X	X	
		Avaliação de Risco				X						
		Investigação para Remediação										
		Remediação					X	X		X	X	
		Monitoramento					X	X	X	X	X	

■ Área Potencial
■ Área Suspeita
■ Área Contaminada
 X Atividade realizada
 XX Atividade planejada

ÁREA	CLASSIFICAÇÃO MANUAL CETESB - 1999		ANOS									
			1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	
APE - 6	PROCESSO DE IDENTIFICAÇÃO DE ACs	Avaliação Preliminar	X	X								
		Investigação Confirmarmatória				X						
	PROCESSO DE RECUPERAÇÃO DE Acs	Investigação Detalhada				X			X			
		Avaliação de Risco				X			X	X	XX	
		Investigação para Remediação							X			
		Remediação					X	X	X	X		
		Monitoramento					X	X	X	X	X	

■ Área Potencial
■ Área Suspeita
■ Área Contaminada
 X Atividade realizada
 XX Atividade planejada

Tabela 4. (cont.)

ÁREA	CLASSIFICAÇÃO MANUAL CETESB - 1999		ANOS									
			1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	
APE - 7	PROCESSO DE IDENTIFICAÇÃO DE ACs	Avaliação Preliminar	X	X								
		Investigação Confirmarmatória				X						
	PROCESSO DE RECUPERAÇÃO DE Acs	Investigação Detalhada				X						X
		Avaliação de Risco				X						XX
		Investigação para Remediação										XX
		Remediação										XX
		Monitoramento							X	X	X	X

■ Área Potencial
■ Área Suspeita
■ Área Contaminada
 X Atividade realizada
 XX Atividade planejada

ÁREA	CLASSIFICAÇÃO MANUAL CETESB - 1999		ANOS									
			1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	
APE - 8	PROCESSO DE IDENTIFICAÇÃO DE ACs	Avaliação Preliminar	X	X								
		Investigação Confirmarmatória				X						
	PROCESSO DE RECUPERAÇÃO DE Acs	Investigação Detalhada				X						X
		Avaliação de Risco				X						XX
		Investigação para Remediação										
		Remediação										
		Monitoramento							X	X	X	X

■ Área Potencial
■ Área Suspeita
■ Área Contaminada
 X Atividade realizada
 XX Atividade planejada

Tabela 4. (cont.)

ÁREA	CLASSIFICAÇÃO MANUAL CETESB - 1999		ANOS								
			1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
APE - 9	PROCESSO DE IDENTIFICAÇÃO DE ACs	Avaliação Preliminar	X	X							
		Investigação Confirmarmatória			X						
	PROCESSO DE RECUPERAÇÃO DE Acs	Investigação Detalhada				X	X				
		Avaliação de Risco				X	X				X
		Investigação para Remediação									
		Remediação									
		Monitoramento						X	X	X	X

Área Potencial
 Área Suspeita
 Área Contaminada
 X Atividade realizada
 XX Atividade planejada

ÁREA	CLASSIFICAÇÃO MANUAL CETESB - 1999		ANOS								
			1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
APE - 10	PROCESSO DE IDENTIFICAÇÃO DE ACs	Avaliação Preliminar	X	X							
		Investigação Confirmarmatória				X					
	PROCESSO DE RECUPERAÇÃO DE Acs	Investigação Detalhada				X					X
		Avaliação de Risco				X					XX
		Investigação para Remediação									
		Remediação									
		Monitoramento						X	X	X	X

Área Potencial
 Área Suspeita
 Área Contaminada
 X Atividade realizada
 XX Atividade planejada

Tabela 4. (cont.)

ÁREA	CLASSIFICAÇÃO MANUAL CETESB - 1999		ANOS								
			1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
APE - 11	PROCESSO DE IDENTIFICAÇÃO DE ACs	Avaliação Preliminar	X	X							
		Investigação Confirmarmatória				X					
	PROCESSO DE RECUPERAÇÃO DE Acs	Investigação Detalhada				X	X			X	
		Avaliação de Risco				X					
		Investigação para Remediação					X				X
		Remediação						X	X	X	X
		Monitoramento					X	X	X	X	X

Área Potencial
 Área Suspeita
 Área Contaminada
 X Atividade realizada
 XX Atividade planejada

ÁREA	CLASSIFICAÇÃO MANUAL CETESB - 1999		ANOS								
			1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
APE - 12	PROCESSO DE IDENTIFICAÇÃO DE ACs	Avaliação Preliminar					X				
		Investigação Confirmarmatória					X				
	PROCESSO DE RECUPERAÇÃO DE Acs	Investigação Detalhada					X	X	X	X	
		Avaliação de Risco								X	
		Investigação para Remediação									
		Remediação									XX
		Monitoramento					X	X	X	X	

Área Potencial
 Área Suspeita
 Área Contaminada
 X Atividade realizada
 XX Atividade planejada

Tabela 4. (cont.)

ÁREA	CLASSIFICAÇÃO MANUAL CETESB - 1999		ANOS								
			1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
APE - 13	PROCESSO DE IDENTIFICAÇÃO DE ACs	Avaliação Preliminar	X	X							
		Investigação Confirmarmatória								X	X
	PROCESSO DE RECUPERAÇÃO DE Acs	Investigação Detalhada									
		Avaliação de Risco									
		Investigação para Remediação									
		Remediação									
		Monitoramento									
<p> Área Potencial Área Suspeita Área Contaminada X Atividade realizada XX Atividade planejada </p>											

ÁREA	CLASSIFICAÇÃO MANUAL CETESB - 1999		ANOS								
			1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
APE - 14	PROCESSO DE IDENTIFICAÇÃO DE ACs	Avaliação Preliminar	X	X							
		Investigação Confirmarmatória								X	X
	PROCESSO DE RECUPERAÇÃO DE Acs	Investigação Detalhada									
		Avaliação de Risco									
		Investigação para Remediação									
		Remediação									
		Monitoramento									
<p> Área Potencial Área Suspeita Área Contaminada X Atividade realizada XX Atividade planejada </p>											

Nas APEs 4 e 5, além das demandas naturais do processo de gerenciamento de áreas contaminadas, também foram conduzidos diagnósticos e remediação para subsidiar o processo de licenciamento para implantação de novos empreendimentos.

A Tabela 5 a seguir, apresenta a classificação das APEs, segundo o novo Procedimento de Gerenciamento de Áreas Contaminadas da CETESB (2007).

Tabela 5. Classificação das APE's, segundo CETESB (2007)

NOVO PROCEDIMENTO DE GERENCIAMENTO DA CETESB - JUN/2007							
	AP	AS	AI	AC	AMR	AR	ME
APE-1							
APE-2							
APE-3							
APE-4							
APE-5							
APE-6							
APE-7							
APE-8							
APE-9							
APE-10							
APE-11							
APE-12							
APE-13							
APE-14							

6. DISCUSSÕES E CONCLUSÕES

6.1. O PROBLEMA DE CONTAMINAÇÃO DE SOLO E ÁGUA SUBTERRÂNEA E O SEU GERENCIAMENTO NO BRASIL

A contaminação de solo e água subterrânea no Brasil constitui um grande problema a ser enfrentado pelos governos municipal, estadual, federal e pela iniciativa privada, por não se tratar somente de um problema ambiental, mas fundamentalmente de um problema de saúde pública.

A ausência de políticas e legislações específicas para este tema tem resultado numa baixa percepção dos riscos associados às áreas contaminadas, bem como a poucas iniciativas para a solução deste problema.

As causas deste problema devem ser avaliadas de forma adequada, para que se possam buscar os mecanismos necessários para a sua solução. Uma das causas principais para a criação dos passivos ambientais hoje existentes, foi a ausência de tecnologias adequadas para o tratamento de resíduos e a crença que a disposição de resíduos em solo era uma solução adequada.

Da mesma forma como os passivos foram criados, ou seja, com a crença de ser a melhor solução encontrada, as soluções para identificação e tratamento dos passivos de contaminação de solo e água subterrânea devem ser discutidas com a

sociedade e tratadas de forma a incentivar a adoção de medidas proativas, com incentivo dos governos estadual e federal.

A forma como vem sendo tratado este problema, especificamente no Estado de São Paulo, tem sido brilhante na iniciativa do Governo Estadual, com a elaboração de um manual de gerenciamento e de valores orientadores para solo e água subterrânea. Porém, devido à gravidade e a urgência no tratamento do problema, a estratégia de operacionalização não foi implementada completamente, uma vez que até o momento o projeto de lei estadual não foi aprovado, porém as orientações do método, descrito nesse manual, vêm sendo exigidas pela CETESB, através do Decreto 8468/76, que concede o poder de polícia a esse Órgão.

Como pode ser observada na Figura 3 de distribuição das áreas contaminadas, a maior porcentagem de áreas identificadas está no segmento Posto de Abastecimento, com 74%, devido à Resolução CONAMA nº 273/2000, que faculta o licenciamento e a realização de investigação de passivos e principalmente a CETESB que criou procedimento de convocação dos postos de abastecimento para o licenciamento ambiental. Este número poderia ser muito maior, em outros segmentos, se houvessem mecanismos de incentivos à proatividade, com acesso a recursos financeiros a baixas taxas de juros, além de eliminação de penalidades para aqueles empreendedores que informam a existência de passivos e que buscam solução para o problema.

Outro ponto importante de ser entendido é que toda metodologia necessita de divulgação e treinamento para a sua implantação. O manual de gerenciamento da CETESB traz, em seu bojo, conteúdo técnico de excelência em investigação, remediação e avaliação dos riscos a saúde humana, contemplando inclusive temas complexos como modelagem matemática de transporte de contaminantes.

A elaboração deste manual buscou as melhores iniciativas praticadas no mundo, com o auxílio de técnicos do órgão ambiental da Alemanha, sendo os técnicos da CETESB amplamente treinados para o entendimento das soluções propostas no manual. Exigir que técnicos de departamentos ambientais da iniciativa privada, sem a formação adequada, entendam e cumpram integralmente as

orientações ali contidas, a curto prazo, fez com que a condução do problema fosse dificultada.

De forma geral, os empreendedores vêm capacitando seus técnicos para o entendimento do problema, visando à gestão adequada de seus passivos, inclusive com desenvolvimento de seminários com participação dos Órgãos Ambientais, palestras com consultores estrangeiros, cursos internos e fora do país e incentivo a pesquisas (dissertações e teses).

O segmento industrial tem também participado de forma ativa nas discussões relativas a este tema, na elaboração das normas ABNT, Resoluções CONAMA e legislação estadual.

Da mesma forma que para os técnicos das empresas responsáveis pelo gerenciamento dos passivos, evidencia-se que as empresas prestadoras de serviços especializadas na realização de diagnóstico, avaliação de risco à saúde humana e remediação, também têm dificuldades no entendimento e operacionalização das orientações contidas no Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas da CETESB (1999).

Diversos diagnósticos e avaliações de risco à saúde humana são alvos de críticas e solicitações de complementações pela CETESB, pois são apresentados em desacordo com as técnicas e recomendações propostas neste manual.

Algumas causas contribuem para este problema:

- **Crescimento acelerado do setor** – Segundo a Associação Brasileira de Empresas de Tratamento de Resíduos – ABETRE (Revista Fator Brasil, 2007), em parceria com a PricewaterhouseCoopers (PwC), após levantamento feito entre as 100 maiores unidades privadas de disposição de resíduos no País, as empresas brasileiras gastam aproximadamente R\$ 375 milhões por ano com a correção de seus passivos ambientais, de contaminação de solos e águas subterrâneas, apenas com serviços especializados, sem incluir custos internos,

multas, indenizações e despesas judiciais. Com esse aquecimento rápido do mercado, uma das principais conseqüências é a carência de profissionais especializados e, desta forma, as empresas são induzidas a utilizar mão de obra de profissionais recém-formados ou com formação inadequada ao problema.

- **Formação de equipe de campo** – pelo aquecimento do mercado e para manter baixos custos, as Empresas Consultoria utilizam técnicos de nível médio nos trabalhos de campo, muitas vezes sem o completo conhecimento das metodologias, mantendo o profissional especializado, de nível superior, em atividades de coordenação ou gerência de vários projetos.
- **Disponibilidade de equipamentos** – com o aquecimento do mercado, alguns equipamentos têm faltado, tais como equipamentos de geofísica, sondagem mecanizada, entre outros; com isso, a qualidade de algumas atividades fica comprometida.
- **Qualidade nas análises químicas** – muitos fornecedores não estão equipados para a realização de análises ambientais com baixas concentrações e também estão em desacordo com as normas da ABNT NBR 17025, ora exigidas pela CETESB.

Para o gerenciamento de áreas contaminadas no Brasil, conclui-se que:

- ainda depende de políticas públicas de tratamento deste assunto, contendo mecanismos de incentivo à proatividade, bem como à obtenção de recursos financeiros para tratamento dos passivos;
- a existência de metodologia específica é fundamental para a orientação ao tratamento do problema, tornando-se indispensável que esta seja discutida em nível federal;

- o mercado ainda não está preparado para atender a todas as demandas de diagnósticos, avaliações de risco e remediações, principalmente por falta de mão de obra especializada e disponibilidade de equipamentos;
- existe a necessidade de criação de cursos especializados ou adequações em cursos existentes, pelas entidades de ensino e pesquisa, visando capacitarem profissionais para este tema.

6.2. O GERENCIAMENTO DE ÁREAS IMPACTADAS NA ÁREA DE ESTUDO

Uma das principais fases do gerenciamento de áreas contaminadas é a etapa de execução do diagnóstico/investigação. Neste contexto, o trabalho realizado pela FUNDUNESP (2000) foi fundamental para o desenvolvimento da seqüência dos trabalhos, pois avaliou a área de estudo de uma forma global, descrevendo a geologia, hidrogeologia e hidroquímica predominantes, definindo os bens a proteger e os locais onde seriam necessários esforços adicionais de detalhamento, para o melhor conhecimento das contaminações presentes.

A delimitação das áreas potenciais de enfoque (APE's) orientou os esforços posteriores da empresa e permitiu o planejamento das ações de diagnóstico/investigação das áreas.

A etapa de execução do diagnóstico/investigação é também a mais difícil e a mais crítica, pois qualquer falha na execução pode induzir erros nas demais etapas do trabalho, comprometendo a qualidade das informações, elevando os custos e prejudicando o cumprimento de compromissos com o Órgão Ambiental.

A evolução do conhecimento no processo de diagnóstico/investigação tem demonstrado que, para sua adequada elaboração, é importante uma especificação adequada dos serviços no processo de contratação, o levantamento e a avaliação de informações prévias da área, a condução dos serviços de campo por profissional especializado e experiente, para a garantia da aplicação correta das técnicas, a observação dos dados obtidos e a correção dos rumos do diagnóstico.

A Tabela 4 demonstra que todas as APE's, que foram diagnosticadas em 2002, passaram por diagnósticos complementares nos anos seguintes. Isso demonstra que ocorreram falhas na realização do diagnóstico, que foram apontadas pelo Órgão Ambiental, em pareceres técnicos emitidos após 02 anos de sua execução. As principais falhas observadas foram:

- **análises químicas:** métodos inadequados e elevados limites de detecção em relação aos Valores Orientadores da CETESB (2001);
- **amostragem de solo:** método inadequado;
- **abrangência do diagnóstico:** quantidades de serviços insuficientes ao tamanho da área em estudo.

Parte dos problemas citados foi corrigida ao longo do tempo, com o aprimoramento do processo de contratação, especificando adequadamente os serviços. Porém, somente isso não foi suficiente para garantir a qualidade dos diagnósticos, pois apesar dos serviços terem sido bem especificados, o mercado ainda vinha se capacitando para atendimento a estas demandas, tendo o empreendedor que recorrer à contratação, em 2004, de assessoria técnica, visando avaliar a execução de campo e o resultado final dos serviços.

Os riscos associados às áreas impactadas vêm sendo gerenciados de forma adequada, com a adoção de medidas de controle emergencial (remoção de fontes primárias e secundárias), remediações, monitoramento preventivo e medidas de caráter institucional, tais como o uso de equipamentos de proteção individual e coletivo, controle de acesso, imposição de restrições, entre outros.

Os resultados obtidos com o desenvolvimento da metodologia de gerenciamento do empreendedor atende aos principais objetivos de abordagem deste problema:

- conhecimento do problema;
- definição dos bens a proteger;
- identificação dos riscos a saúde humana;

- correção dos impactos identificados.

A metodologia de gerenciamento de áreas contaminadas na área de estudo foi criada buscando o atendimento a um requisito de uma das partes interessadas do negócio, o Órgão Ambiental, mas visto pelo empreendedor como uma oportunidade de antecipação a uma futura demanda legal de identificação e gerenciamento de passivos ambientais, haja vista que este problema poderia comprometer a sustentabilidade do negócio.

Além da abordagem sócio-ambiental, a metodologia de gerenciamento do empreendedor atende à necessidade de sustentabilidade do negócio, pois através da identificação e do tratamento dos passivos, o empreendedor tem a oportunidade de planejamento do seu desenvolvimento para atendimento a requisitos de mercado, com uso futuro de suas áreas.

As orientações descritas na organização para o gerenciamento de áreas impactadas são claras e permeiam toda a organização, havendo planejamento dos recursos necessários a todas as fases de gerenciamento do problema.

A Figura 11 demonstra que a aplicação de recurso financeiro em diagnóstico e remediação na área de estudo vem sendo significativa e aumenta à medida em que se avança no processo de conhecimento dos impactos e se inicia a fase de remediação. Apesar da fase de remediação ter iniciado em 2003, verifica-se que até julho de 2007, houve um desembolso muito maior que nos anos anteriores. Pode-se concluir com isso que:

- o avanço do processo de diagnóstico/investigação atingiu um patamar de conhecimento de problema permitindo o investimento maior no processo de remediação;
- as técnicas de remediação mais agressivas utilizadas em 2007, que envolvem fases de escavação, transporte e tratamento off-site, têm um custo muito mais alto, quando comparadas às técnicas mais tradicionais, in-situ, como o bombeamento e tratamento, extração de vapores, entre outras;

- a necessidade de uso futuro de uma área contaminada impulsiona o processo de remediação, porém, se não planejada adequadamente, pode causar um desembolso maior e mais rápido de recursos.

A evolução do gerenciamento das áreas impactadas na área de estudo demonstra que o empreendedor adota uma postura corretiva a preventiva, segundo a classificação proposta por Sánchez (1998). Observam-se, contudo, iniciativas para uma postura proativa, tais como a criação de critérios técnicos para prevenção de contaminação de solo e água subterrânea em novos empreendimentos e empreendimentos existentes.

Apesar de não adotar integralmente a metodologia do Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas da CETESB (1999), a metodologia implantada atende aos requisitos deste manual, bem como às demandas de partes interessadas, tais como: exigências técnicas dos Órgãos Ambientais, Ministério Público, Comunidade, órgãos internos da Petrobras, entre outros, evidenciando a compatibilidade das metodologias e o atendimento aos objetivos do negócio.

6.3. O APRENDIZADO NO PROCESSO DE GERENCIAMENTO NA ÁREA DE ESTUDO

A experiência obtida no gerenciamento de áreas contaminadas na área de estudo demonstrou que:

- um dos fatores fundamentais para o sucesso do gerenciamento de áreas contaminadas é o entendimento do corpo gerencial da empresa, quanto à importância do conhecimento dos passivos e do gerenciamento dos riscos associados;
- o planejamento, a antecipação e a proatividade no tratamento do problema traz vantagens, principalmente quanto ao tempo na execução de diagnósticos/investigação, na priorização do desembolso de recursos e na redução das pressões advindas de processos administrativos;
- o conhecimento das expectativas e requisitos do Órgão Fiscalizador e das demais partes interessadas, da necessidade de uso e ocupação

futura do solo, e dos bens a proteger, são fatores importantes na definição de planos de trabalho e priorização de recursos;

- um estudo global, com foco no conhecimento geológico-hidrogeológico da área, é fundamental para orientação e planejamento das próximas fases do gerenciamento do problema;
- a fase de diagnóstico/investigação (preliminar, confirmatório e detalhado), realizada de forma adequada, é fundamental para a assertividade nas decisões das etapas futuras, bem como para evitar o retrabalho, com comprometimento de prazos e gastos adicionais;
- uma especificação de serviços adequada, seleção de empresas, execução de campo por profissionais capacitados e experientes, fiscalização dos serviços, avaliação dos resultados finais e apoio de consultoria especializada, são práticas importantes para o sucesso no gerenciamento de áreas contaminadas;
- é fator importante para o gerenciamento de áreas contaminadas, manter equipe própria e capacitada, para a fiscalização da execução dos serviços de diagnóstico/investigação e remediação;
- a discussão de planos de intervenção, com base nos riscos associados à presença de contaminação, é de extrema importância para o gerenciamento racional de recursos;
- a utilização de técnica de remediação por escavação, tratamento e disposição final, é vantajosa quando se quer obter um resultado rápido na remediação, porém quando comparadas às técnicas de remediação *in situ*, se torna extremamente onerosa, devido envolver múltiplos processos (engenharia, transporte, tratamento do solo contaminado e disposição final), além de elevar o grau de risco de exposição humana;
- um dos grandes desafios no processo de remediação é a identificação e a eliminação da fonte de contaminação, pois, por se tratar de impactos do passado, raramente se obtém informações precisas da natureza e causas do impacto, obrigando a processos preliminares de remediação, muitas vezes sem eficácia, elevando o custo na solução do passivo;

- o gerenciamento de áreas contaminadas também requer ações para minimizar a probabilidade de impactos atuais e futuros e desta forma, a avaliação de padrões de operação, projetos e tecnologias são importantes na definição de estratégias de prevenção e de elaboração de planos de adequação e priorização de recursos;
- a elaboração e implantação de projeto de monitoramento preventivo da água subterrânea, em unidades industriais, é uma prática importante no gerenciamento de áreas contaminadas.

A experiência com o gerenciamento de áreas contaminadas na área de estudo, demonstrou que as soluções adotadas, bem como o foco metodológico, servem como subsídios ao gerenciamento de outras áreas industriais contaminadas do setor de refino de petróleo ou demais setores.

7. RECOMENDAÇÕES

Com base na avaliação da gestão de áreas contaminadas na área de estudo, são enumeradas abaixo as principais recomendações para aperfeiçoamento das práticas de gestão por parte da empresa:

- Por se tratar de uma unidade industrial da década de 50, existe dificuldade na identificação das fontes de contaminação e, desta forma, há necessidade de ações de integração entre as áreas de SMS, produção e engenharia, no sentido de verificar e definir a melhor técnica ou tecnologia para levantamento desses dados.
- Os dados demonstram que a área de estudo está passando da fase de diagnóstico/investigação para uma fase mais intensa de definição de planos de intervenção para remediação das áreas contaminadas. Desta forma, torna-se necessário o melhor entendimento da geologia e da hidrogeologia da área, com esse foco.
- O planejamento do uso futuro de áreas contaminadas é fundamental para a definição das ações de remediação e priorização de recursos, de forma que, para melhor uso dos recursos, é necessário considerar

a remediação da área dentro do cronograma do empreendimento, na sua fase inicial, visando avaliar os impactos (financeiros, licenciamento e prazos) ao futuro empreendimento.

- Embora o Órgão Ambiental defina prazos de remediação de difícil exeqüibilidade, que induzem à adoção de solução preliminar de remediação, muitas vezes mais agressiva, para o melhor e mais eficiente gerenciamento da remediação, é necessária uma avaliação global dos dados obtidos em toda a área de estudo, visando à adoção de uma solução integrada do problema, considerando todos os estágios de contaminação (verificação/eliminação de fontes, remoção de fase livre e tratamento da fase dissolvida).

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. *Sistemas de gestão da qualidade – requisitos: NBR ISO 9001*. Rio de Janeiro, 2000.

_____. *Requisitos gerais para competência de laboratórios de ensaio e calibração: NBR ISO/IEC 17025, jan/2001*.

_____. *Sistemas da gestão ambiental - Requisitos com orientações para uso: NBR ISO 14001*, Rio de Janeiro, válida a partir de 31/01/2005, dez. 2004.

BARBOSA, A. *Estratégia de Gestão Ambiental*. Taubaté/SP, 56p. Monografia, Curso de Pós Graduação em MBA, Universidade de Taubaté, 2000.

BEAULIEU, M. *The use of risk assessment and risk management in the revitalization of brownfields in North America: a controlled opening*. In: *CONTAMINATED SOIL'98, Edinburgh, 1998. Proceedings*. London, The Research Center Karlsruhe (FZK), Netherlands Organization for Applied Scientific Research TNO and Scottish Enterprise, v.1: p. 51-59,1998.

BIEBER, A.; FRANZIUS, V.; FREIER, K. *Framework for contaminated sites management in Germany*. In: *CONTAMINATED SOIL'98, Edinburgh, 1998. Proceedings*. London, The Research Center Karlsruhe (FZK), Netherlands Organization for Applied Scientific Research TNO and Scottish Enterprise, v. 2: p. 1235-1236, 1998.

BUTLER, B.E. *Consultation with national experts: managing contaminated land*. *UNEP Industry and Development*, April June, 55-56, 1996.

British Standards Institute - BSI. *OHSAS 18001: Occupational Health and Safety Assessment*. OHSAS Series, 1999.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO - CETESB. *Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas*.

Relatórios Final e Preliminar. São Paulo, 1999. Disponível em <<http://www.cetesb.sp.gov.br>>, consulta realizada em 24/04/2007.

_____. Estabelecimento de Valores Orientadores para Solos e Água Subterrânea no Estado de São Paulo. Relatório Final. São Paulo, 246 p., 2001. Disponível em <<http://www.cetesb.sp.gov.br>>, consulta realizada em 24/04/2007.

_____. Valores Orientadores para Solos e Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo. DECISÃO DE DIRETORIA nº 195-2005-E, de 23 de novembro de 2005. Disponível em <<http://www.cetesb.sp.gov.br>>, consulta realizada em 24/04/2007.

_____. Relação de áreas contaminadas. 2007. Disponível em <http://www.cetesb.sp.gov.br/Solo/areas_contaminadas/relacao_areas.asp>, consulta realizada em 24/04/2007.

_____. Procedimento para gerenciamento de áreas contaminadas. Decisão de Diretoria nº 103/2007/C/E, 2007. Disponível em <<http://www.cetesb.sp.gov.br>>, consulta realizada em 10/10/2007.

CUNHA, R.C.A. Avaliação de risco em áreas contaminadas por fontes industriais desativadas. São Paulo, Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 152p., 1997.

DEMING, W. Edwards. Qualidade: a revolução da administração. Rio de Janeiro. Marques-Saraiva, 367p., 1990.

DER SPIEGEL: revista alemã semanal, n. 16: p. 292, 1993.

European Environment Agency – EEA. Environment in den European Union at the turn of the century. Appendix to the summary. Facts and findings per environmental issue, 42 p., Copenhagen, Denmark, 1999.

Fundação para o Desenvolvimento da UNESP – FUNDUNESP. Diagnóstico do Lençol Freático da Refinaria Presidente Bernardes – RPBC – Cubatão – SP. Relatório Interno, 2000.

GAZETA MERCANTIL. Sustentabilidade ganha importância na Bolsa; índice sobe no semestre Gazeta Mercantil - 07/07/2006. Disponível em <<http://www.fazenda.gov.br>>, consulta realizada em 24/04/2007.

GLOEDEN, E. Gerenciamento de áreas contaminadas na Bacia Hidrográfica do reservatório Gurapiranga. Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Minerais e Hidrogeologia, Universidade de São Paulo (USP), 191p., 1999.

HASUI *et al.* O Pré-Cambriano de São Paulo. In: Solos do Litoral Paulista, Associação Brasileira de Mecânica dos Solos, São Paulo, 1994.

Jornal A Tribuna. Suplemento especial comemorativo do 49º aniversário da Cidade de Cubatão/SP. Santos/SP, 1998. Disponível em <<http://www.novomilenio.inf.br/cubatao/ch009.htm>>, consulta realizada em 24/04/2007.

Jornal do Commercio. Agenda social marca atuação empresarial. Recife, 2001. Disponível em <<http://jc.uol.com.br/>>, consulta realizada em 24/04/2007.

KOVALICK, W.W. & KINGSCOTT, J. *Progress in cleanup and technological developments in U.S. Superfund Program (1995)*. In: *Contaminated Soil'95, Maastricht, 1995. Proceedings. Dordrecht, The Research Center Karlsruhe (FZK) & Netherlands Organization for Applied Scientific Research TNO*, v. 1: p.29-38, 1995.

MAGALHÃES, J. S. B. Avaliação da gestão de sítios contaminados por resíduos perigosos nos EUA, Canadá, Países Europeus e Brasil, e exemplo de um manual simplificado de avaliação de saúde ambiental destes sítios para o Brasil. Dissertação de Mestrado, Fundação Oswaldo Cruz /ENSP, Rio de Janeiro, 95 p., 2000.

Petróleo Brasileiro S/A – PETROBRAS. GESTÃO DE ÁREAS IMPACTADAS. Padrão Interno ABAST - PG-2T-00037-0. 2006.

_____. Petrobras no Índice Mundial de Sustentabilidade da Dow Jones. Informativo interno, 2006.

POLLARD, S.J.T.; HERBERT, S.M. *Contaminated land regulation in the UK: the role of the Environment Agency and Scottish Environment Protection Agency*. In: *CONTAMINATED SOIL'98, Edinburgh, 1998. Proceedings. London, The Research Center Karlsruhe (FZK), Netherlands Organization for Applied Scientific Research TNO and Scottish Enterprise*, v. 1, p. 33-42, 1998.

Revista Exame. Quanto vale a gestão responsável. Disponível em <<http://portalexame.abril.com.br/ae/economia/>>, consulta realizada em 24/04/2007.

Revista Ambiente Brasil. Passivo Ambiental. Disponível em <<http://www.ambientebrasil.com.br/>>, consulta realizada em 24/04/2007.

Revista Fator Brasil. Correção de Passivos Ambientais. Disponível em <<http://www.revistafatorbrasil.com.br/>>, consulta realizada em 17/09/2007.

SÁNCHEZ, L.E. A desativação de empreendimentos industriais: um estudo sobre o passivo ambiental. São Paulo, Tese (Livre-Docência) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 178p., 1998.

Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. Programa de controle ambiental, em Cubatão, entra na segunda fase. 2004 Disponível em <http://www.ambiente.sp.gov.br/destaque/2004/agosto/19_cubatao.htm>, consulta realizada em 24/04/2007.

SHARMA, H. D., REDDY, K. R. *Geoenviromental Engineering: Site Remediation, Waste Containment, and Emerging Waste Technologies*. 1st ed. Hoboken, New Jersey, 2004.

SILVA, A. C. M. A. da; A importância dos fatores ambientais na reutilização de imóveis industriais em São Paulo. São Paulo. 132p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2002.

SILVA, M. A. B. da; Sistema de Classificação *Fuzzy* para Áreas Contaminadas. Rio de Janeiro, Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, COPE/UFRJ, 221p., 2005.

Social Accountability International – SAI. Responsabilidade Social 8000. Norma Internacional SA8000, New York, 2001.

SUGUIO, K. & MARTIN, L. Formações Quaternárias Marinhas do Litoral Paulista e Sul Fluminense. Publicação Especial no. 1, In: *International Symposium on Coastal Evolution in the Quaternary*, 55p, 1978.

SUGUIO, K. & MARTIN, L. Geologia do Quaternário. In: Falconi, F. F.; Nigro Júnior, A. (Org.). Solos do Litoral de São Paulo. Santos/SP: Mesa Redonda ABMS-ASSECOB, p. 69-97, 1994.

VAN DEN BRINK, W.J.; BOSMAN, R.; ARENDT, F. *National and international programs – introductory notes. Contaminated Soil '95, Maastricht, 1995. Proceedings. Dordrecht, The Research Center Karlsruhe (FZK) & Netherlands Organization for Applied Scientific Research TNO*, v. 1: p.27, 1995.

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*, v. 1: p. 39-48, 1995.

VIANNA, M. D. B. & VERONESE, G. Políticas ambientais empresariais. *Revista de Administração Pública*. Rio de Janeiro, pp. 123-144, jan./mar. 1992.