

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**QUANTIFICAÇÃO PARA A VALORAÇÃO ANTECIPADA DA
CARACTERIZAÇÃO E RECUPERAÇÃO DO DANO
AMBIENTAL ORIGINADO POR COMBUSTÍVEIS FÓSSEIS**

MÁRIO DE BRITO MARCELINO

Tese apresentada ao Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do grau Doutor em Ciências.

Área de concentração: Recursos Minerais e Hidrogeologia.

Orientador: **Dr. Joel Barbujianni Sigolo.**

São Paulo

2021

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

QUANTIFICAÇÃO PARA A VALORAÇÃO ANTECIPADA DA
CARACTERIZAÇÃO E RECUPERAÇÃO DO DANO
AMBIENTAL ORIGINADO POR COMBUSTÍVEIS FÓSSEIS

MÁRIO DE BRITO MARCELINO

Orientador: Prof. Dr. Joel Barbujiani Sígolo

Tese de Doutorado

Nº 632

COMISSÃO JULGADORA

Dr. Joel Barbujiani Sígolo

Dra. Claudete Bezerra dos Santos Canada

Dra. Tatiana Luiz dos Santos Tavares

Dr. José Luiz Albuquerque Filho

Dr. Reginaldo Antonio Bertolo

SÃO PAULO

2021

A meu pai e irmãos que já não estão mais entre nós, mas que contribuíram para formar o que eu sou e continuarão eternamente presentes em minha memória e coração.....

AGRADECIMENTOS

Registro meus agradecimentos a todos aqueles que colaboraram, direta ou indiretamente, para realização deste trabalho, e, principalmente àqueles que acreditaram que iria terminá-lo!

Saliento meus especiais agradecimentos:

- ✓ Ao Professor Dr. Joel Barbujani Sigolo, pela orientação e o incentivo para o desenvolvimento desta pesquisa e para seu término.
- ✓ Às empresas de consultoria e distribuidoras de combustíveis que contribuíram, de forma anônima, com os dados avaliados.
- ✓ Aos amigos César Garcia e Fabio L.V. de Oliveira pela cooperação e discussões sobre o tema.
- ✓ Aos amigos da FREVO EcoInovação e Sustentabilidade, que, através da compreensão e cooperação ao longo do dia a dia, proporcionaram as condições necessárias para o desenvolvimento e conclusão deste projeto de pesquisa.
- ✓ Ao Instituto de Geociências da USP e o Centro de Pesquisa de Água Subterrâneas – CEPAS, pelo apoio técnico.
- ✓ A minha mulher e companheira, Fabiana Gouveia Franco, que me proporcionou a coragem necessária para o desenvolvimento e conclusão deste trabalho. Sua inestimável ajuda é presente ao longo do texto, pois, durante incansáveis noites, efetuava leitura e correção, mesmo “sem entender” do que estava escrito.
- ✓ Ao meu eterno mestre, Prof. Dr. Aldo Rebouças, que, apesar de não mais estar conosco nesta vida, além de me apresentar a hidrogeologia, me fez gostar de efetuar pesquisa e contribuir para o desenvolvimento da área técnica e científica.

EPÍGRAFE

A quantidade e a qualidade da dor que sentimos são determinadas pelas nossas experiências prévias e de quão bem nos lembramos dela; pela capacidade de entender suas causas e compreender suas consequências.

(Wall Melzack)

Marcelino, M.B. (2021) Quantificação para a valoração antecipada da caracterização e recuperação do dano ambiental originado por combustíveis fósseis. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências – USP.

RESUMO

A tese apresenta um modelo de quantificação e valoração antecipada da investigação e remediação do dano ambiental reversível originado por combustíveis fósseis, tendo por base os dados obtidos até a Investigação Confirmatória, aqui denominada EBIC (Estimativa Baseada na Investigação Confirmatória). O modelo apresentado é resultante da quantificação e análise de 878 etapas de Gerenciamento de Áreas Contaminadas (GAC) no Estado de São Paulo, desenvolvidas por 21 empresas em 44 áreas diferentes. Os dados indicam 92,31 % de chances de haver a necessidade da recuperação do dano reversível quando detectados contaminantes em concentrações acima do permitido legalmente, com o GAC ocorrendo ao longo de 6,5 anos. Foi verificada uma baixa variação dos parâmetros hidrogeológicos das áreas contaminadas, independente do contexto geológico regional e a predominância da tecnologia de remediação da Extração Multifásica (MPE), seguida pelo Pump & Treat (P&T) e da Extração de Vapores (SVE) com ventilação induzida - Air Sparging (ASp). O modelo EBIC estima as atividades e prazos médios necessários para a investigação e remediação do dano reversível, subsidiando a cotação das mesmas no mercado, de forma a possibilitar sua valoração antecipada. Considerando que a contaminação impacta o uso do imóvel e dos Serviços Ambientais, estes devem valorados, para uma possível reparação.

PALAVRAS-CHAVE: Áreas contaminadas. Hidrogeologia ambiental. Dano ambiental. Quantificação de investigação. Quantificação da remediação. Valoração de dano ambiental.

Marcelino, M.B. (2021) – Quantificação para a valoração antecipada da caracterização e recuperação do dano ambiental originado por combustíveis fósseis. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências – USP.

ABSTRACT

The thesis presents a model of quantification and early assessment of the investigation and remediation of reversible environmental damage originated by fossil fuels, based on the data obtained at the Confirmatory Research, called EBIC (Estimation Based on Confirmatory Research). The model presented is the result of the quantification and analysis of 878 stages of Contaminated Areas Management (GAC) in the State of São Paulo, developed by 21 companies in 44 different areas. The data indicates 92,31% chance of recovering reversible damage when contaminants are detected at concentrations above legally permitted, with GAC occurring over 6,5 years. A low variation in the hydrogeological parameters of contaminated areas was verified, regardless of the regional geological context and the predominance of Multiphase Extraction (MPE) remediation technology, followed by Pump & Treat (P&T) and Vapor Extraction (ES) with induced ventilation - Air Sparging (ASp). The EBIC model estimates the activities and average deadlines necessary for the investigation and remediation of reversible damage, supporting the quotation of them in the market, in order to enable their early value. Considering that contamination impacts the use of the property and environmental services, these should be valued for possible repair.

KEYWORDS: Contaminated areas. Environmental hydrogeology. Environmental damage. Quantification of research. Quantification of remediation. Environmental damage assessment.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVO	5
3. METODOLOGIA	6
4. A VALORAÇÃO DO DANO AMBIENTAL SOB A ÓTICA DO GERENCIAMENTO DE ÁREAS CONTAMINADAS	10
4.1 CONTEXTO LEGAL DO GERENCIAMENTO DE ÁREAS CONTAMINADAS E DO DANO AMBIENTAL	10
4.1.1 Legislação ambiental	10
4.1.2 Aspectos da legislação do dano ambiental	14
4.1.3 Reparação do dano ambiental associado as áreas contaminadas no Estado de São Paulo	16
4.2 VALOR ECONÔMICO DO BEM IMPACTADO	18
4.2.1 Valoração econômica do imóvel impactado	19
4.2.2 Valoração econômica dos serviços ambientais ou ecossistêmicos	21
4.2.2.1 <i>Serviços ambientais do solo</i>	28
4.2.2.2 <i>Serviços ambientais hídricos</i>	29
4.2.2.3 <i>Serviços culturais ou socioculturais</i>	30
4.3 INVESTIGAÇÃO DO DANO AMBIENTAL – ÁREA CONTAMINADA	31
4.4 O IMPACTO AMBIENTAL - A OCORRÊNCIA DA CONTAMINAÇÃO POR COMBUSTÍVEIS FÓSSEIS	37
4.5 REPARAÇÃO DO DANO	40
4.5.1 Reparação do dano ambiental reversível – Remediação ambiental	42
4.5.1.1 <i>Remoção e tratamento do solo</i>	46
4.5.1.2 <i>Recuperação de fase livre</i>	46
4.5.1.3 <i>Bombeamento e Tratamento (P&T)</i>	47
4.5.1.4 <i>Remediação Multifásica (MPE)</i>	47
4.5.1.5 <i>Soil Vapor Extraction (SVE) e Air Sparging (ASp)</i>	48
4.5.1.6 <i>Oxidação Química - ISCO</i>	48
4.5.1.8 <i>Atenuação Natural Monitorada (ANM)</i>	49

4.5.1.9 Custos médios associados ao gerenciamento de área contaminada.....	49
4.5.2 Compensação do dano ambiental irreversível	52
5. ANÁLISE DE DADOS DO GERENCIAMENTO DE ÁREAS CONTAMINADAS NA VALORAÇÃO DO DANO AMBIENTAL	58
5.1 MODELO CONCEITUAL DO PROBLEMA.....	58
5.2 REPRESENTATIVIDADE DOS DADOS ANALISADOS.....	59
5.3 CARACTERÍSTICAS DAS AÇÕES DE GERENCIAMENTO DE ÁREA CONTAMINADA - GAC.....	68
5.4 QUANTITATIVOS DAS AÇÕES DE INVESTIGAÇÃO DO DANO REVERSÍVEL	72
5.4.1 Contexto hidrogeológico	73
5.4.2 Investigação da ocorrência do contaminante	80
5.4.2.1 Investigação da fase vapor.....	80
5.4.2.2 Investigação da fase retida.....	82
5.4.2.3 Investigação da fase livre e dissolvida.....	84
5.4.2.4 Ensaios de caracterização física do meio.....	87
5.4.2.5 Coleta e análises de amostras.....	88
5.4.3 Das características da ocorrência do contaminante.....	91
5.4.3.1 Características da ocorrência da fase retida.....	94
5.4.3.2 Características da ocorrência da fase vapor.....	94
5.4.3.3 Características da ocorrência da fase livre.....	96
5.4.3.4 Características da ocorrência da fase dissolvida.....	97
5.5 Análise dos prazos envolvidos na reparação do dano reversível.....	98
5.5.1 Prazos para a reparação da fonte da contaminação e da fase retida.....	102
5.5.2 Prazos para a reparação da fase livre	103
5.5.3 Prazos para a reparação da fase livre e vapor	105
5.5.4 Prazos para a reparação da fase dissolvida e vapor	106
5.5.5 Prazos para a reparação da fase dissolvida	107
5.5.6 Conclusões preliminares sobre os sistemas de remediação do dano reversível implantado.....	109
6. PROPOSTA PARA A QUANTIFICAÇÃO PARA A VALORAÇÃO DO DANO AMBIENTAL REVERSÍVEL.....	112

6.1 PROPOSTA DA QUANTIFICAÇÃO PARA A VALORAÇÃO DAS ATIVIDADES DE INVESTIGAÇÃO DA ÁREA CONTAMINADA	112
6.1.1 Calibração e validação da quantificação das atividades de investigação.....	117
6.2 PROPOSTA DE QUANTIFICAÇÃO PARA A VALORAÇÃO DAS ATIVIDADES DE RECUPERAÇÃO DO DANO REVERSÍVEL	119
6.2.1 Situação de não necessidade de remediação do dano reversível	121
6.2.2 Situação de necessidade remediação do dano reversível	121
6.2.2.1 <i>Remediação da fonte e fase retida, sem ocorrência de demais fases de contaminantes</i>	123
6.2.2.2 <i>Remediação da fase livre</i>	124
6.2.2.2.1 <i>Fase livre de diesel (combustível pesado) em pequena extensão (<45,0 m²)</i>	124
6.2.2.2.2 <i>Fase livre de combustíveis em grande extensão (>45,0 m²)</i>	125
6.2.2.3 <i>Remediação da dissolvida com risco da fase vapor.</i>	127
6.2.2.3 <i>Remediação da fase dissolvida sem risco na fase vapor.</i>	128
6.2.3 Calibração e validação da quantificação das atividades de remediação.....	129
7. CONTRIBUIÇÃO PARA A REPARAÇÃO DO DANO AMBIENTAL IRREVERSÍVEL	131
7.1 O IMPACTO DO DANO AMBIENTAL NO IMÓVEL.....	131
7.2 O IMPACTO DO DANO AMBIENTAL NOS SERVIÇOS AMBIENTAIS CULTURAIS	136
7.3 O IMPACTO DO DANO AMBIENTAL NOS SERVIÇOS AMBIENTAIS DO SOLO.....	137
7.4 O IMPACTO DO DANO AMBIENTAL NOS SERVIÇOS AMBIENTAIS HÍDRICOS	137
8. CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÃO	139
8.1 LIMITAÇÕES DA METODOLOGIA PROPOSTA	142
9. BIBLIOGRAFIA.....	144
10. ANEXOS.....	156

LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1 – Principais metodologias de valoração de serviços ambientais existentes na literatura organizadas avaliadas pelo autor dessa tese.....	23
Tabela 4.2a – Prazos das etapas de gerenciamento de área contaminada (adaptado pelo autor de IPT, 2018).....	36
Tabela 4.2b – Prazos das etapas de gerenciamento de área contaminada (MARCELINO, 2016).....	37
Tabela 4.3 – Análise das principais tecnologias de remediação aplicadas no Estado de São Paulo até dezembro de 2018 (elaborado pelo autor).....	44
Tabela 4.4 – Valores médios de mercado para as etapas de Gerenciamento de Áreas Contaminadas (IPT, 2018).....	50
Tabela 5.1 – Prazos envolvidos no Gerenciamento de Área Contaminada (em meses) a partir do relatório da etapa anterior.....	69
Tabela 5.2 – Principais características hidrogeológicas médias das áreas investigadas.	75
Tabela 5.3 – Principais composições litológicas verificadas nas áreas.	76
Tabela 5.4 – Quantitativos de investigação, ensaios, sondagens e instalação de poços, consolidados por área investigada avaliadas nesta tese.....	81
Tabela 5.5 – Quantitativos médios da ocorrência da fase vapor nas áreas analisadas.	92
Tabela 5.6 – Prazos envolvidos no Gerenciamento de Área Contaminada (em meses) a partir do relatório da etapa anterior.....	99
Tabela 5.7 – Análise simples dos principais dispositivos dos sistemas de remediação da zona saturada.....	111

LISTA DE QUADROS

Quadro 4.1 – Áreas contaminadas cadastradas no Estado de São Paulo (CETESB, 2019).....	32
Quadro 6.1 – Dados básicos considerados para a quantificação na planilha EBIC (saída da planilha EBIC)	117
Quadro 6.2 – Resultados da quantificação da planilha EBIC para a investigação do dano ambiental.....	118
Quadro 6.3 – Valoração da quantificação da planilha EBIC para a investigação do dano ambiental.....	118
Quadro 6.4 – Investimento estimado para a remediação do dano reversível, conforme planilha EBIC.....	130

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Incidência de riscos ao longo do desenvolvimento de um empreendimento imobiliário (MARKER, 2013).....	4
Figura 3.1 - Fluxograma de desenvolvimento da pesquisa desenvolvida.....	9
Figura 4.1 - Tríplice responsabilização ambiental atribuída pela legislação brasileira, organizada pelo autor.	13
Figura 4.2 – Fluxograma de atividades no gerenciamento de áreas contaminadas (CETESB, 2016)	33
Figura 4.3 – Principais elementos da ocorrência de área contaminada por combustíveis no subsolo (ilustração do autor)	40
Figura 4.4 – Comportamento genérico das concentrações de contaminantes na água subterrânea antes, durante e após a execução de medidas de remediação (BERTOLO <i>et al.</i> , 2019)	41
Figura 4.5 – Técnicas de remediação aplicadas no Estado de São Paulo até Dezembro 2018 (CETESB, 2019).	43
Figura 5.1 – Proposta da Estrutura Analítica de Valoração (EAV) do dano ambiental associado a áreas contaminadas proposta pelo autor dessa tese.	60
Figura 5.2 – Fluxograma das etapas de investigação do dano ambiental e reparação dos danos reversíveis proposta pelo autor dessa tese.	60
Figura 5.3 – Mapa de localização das áreas contaminadas avaliadas.	62
Figura 5.4 – Ilustração do autor da variação da área de ocorrência do contaminante em função do procedimento de delimitação e desenho da mesma.	93
Figura 5.5 – Variação da largura da fase dissolvida em função da geometria da fonte e o vetor do fluxo principal da água subterrânea.....	95
Figura 6.1 – Proposta de fluxograma de quantificação de atividades de investigação da contaminação.	114

Figura 6.2 – Proposta de fluxograma de quantificação de atividades de recuperação do dano reversível	120
Figura 6.3 – Sequência de fluxo de decisão para a situação de não existência de risco (destacado em vermelho).	122
Figura 6.4 – Sequência de fluxo de decisão para a situação de apenas a ocorrência de fonte ativa e fase retida de contaminante no solo (destacado em vermelho).	124
Figura 6.5 – Sequência de fluxo de remediação com ocorrência defase livre de diesel (combustível pouco volátil) em pequena extensão (<45,0m ²) (destacado em vermelho).	126
Figura 6.6 – Sequência de fluxo de remediação com ocorrência de fase livre em grande extensão (>45,0 m ²) (destacado em vermelho).	127
Figura 6.7 – Sequência de fluxo de remediação com ocorrência da fase dissolvida com risco da fase vapor (destacado em vermelho).	128
Figura 6.8 – Sequência de fluxo de remediação com a ocorrência da fase dissolvida sem risco da fase vapor (destacado em vermelho).	129
Figura 7.1 – Ilustração das áreas impactadas pelo contaminantes (SA = Serviço Ambiental).	131

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 5.1 – Representatividade do percentual das empresas de consultoria que elaboraram os relatórios de gerenciamento ambiental (NI = Não identificado).....	63
Gráfico 5.2 – Representatividade do percentual das Bandeiras revendedoras de combustíveis.	63
Gráfico 5.3 – Histograma da variação da data (ano) de instalação dos postos de serviços avaliados.	66
Gráfico 5.4 – Histograma do tempo (anos) para o início da primeira atividade de Gerenciamento de Área Contaminada (GAC) após a instalação do posto.	66
Gráfico 5.5 – Representatividade do número de documentos (relatórios) associados as etapas de Gerenciamento de Área Contaminada (GAC).....	67
Gráfico 5.6 – Histograma de análise do tempo para início da realização da Investigação Detalhada (ID) após a Investigação Confirmatória (IC).....	70
Gráfico 5.7 – Histograma de análise do tempo total para o término do Gerenciamento de Áreas Contaminadas (GAC) a partir Investigação Confirmatória (IC).....	71
Gráfico 5.8 – Histograma da variação da espessura da zona não saturada ou profundidade do nível de água.	76
Gráfico 5.9 – Histograma da variação do gradiente hidráulico da superfície freática da água subterrânea nas áreas avaliadas.	76
Gráfico 5.10 – Histograma da variação da porosidade efetiva nas áreas avaliadas.	77
Gráfico 5.11 – Histograma da variação da condutividade hidráulica obtidas em ensaios <i>in situ</i>	78
Gráfico 5.12 – Histograma da variação da condutividade hidráulica obtidas em ensaios <i>in situ</i>	78
Gráfico 5.13 – Correlação entre a condutividade hidráulica e o gradiente hidráulico das áreas avaliadas.	78

Gráfico 5.14 – Histograma da variação da velocidade aparente (Vap) da água subterrânea.....	79
Gráfico 5.15 – Histograma do número de sondagem executada por área avaliada nessa tese.....	84
Gráfico 5.16 – Histograma do número de poços rasos (PMR) instalados por área avaliada nessa tese.....	85
Gráfico 5.17 – Histograma de profundidade dos poços de monitoramento rasos (PMR).....	85
Gráfico 5.18 – Correlação da profundidade dos poços rasos (PMR) e multiníveis (PMN) com a profundidade do nível de água nas áreas avaliada nessa tese.....	86
Gráfico 5.19 – Histograma de quantidade de poços de monitoramento multiníveis (PMN) instalados por área avaliada nessa tese.....	86
Gráfico 5.20 – Histograma de quantidade de ensaios de condutividade hidráulica realizados por área investigada.....	87
Gráfico 5.21 – Histograma do número de coleta de amostra de solo por área investigada.....	88
Gráfico 5.22 – Correlação do número de amostras de solo com o número de poços instalados na área.....	89
Gráfico 5.23 – Histograma do número de coleta de amostra de água por área investigada.....	89
Gráfico 5.24 – Histograma do número de análises químicas do parâmetro Benzeno, Tolueno, Etilbenzeno e Xilenos (BTEX).....	90
Gráfico 5.25 – Histograma do número de análises químicas do parâmetro Hidrocarboneto Poliaromático (PAH).....	90
Gráfico 5.26 – Correlação entre as larguras da ocorrência das fases vapor e dissolvida.....	95
Gráfico 5.27 – Histograma do comprimento médio da fase livre de combustíveis no subsolo, por área analisada nessa tese.....	96
Gráfico 5.28 – Histograma da largura média da fase livre de combustíveis no subsolo, por área analisada nessa tese.....	96

Gráfico 5.29 – Histograma da espessura média aparente de fase livre de combustíveis no subsolo, por área analisada nessa tese.	96
Gráfico 5.30 – Histograma do comprimento médio da fase dissolvida de combustíveis no subsolo, por área analisada nessa tese.	97
Gráfico 5.31 – Histograma da largura média da fase dissolvida de combustíveis no subsolo, por área analisada nessa tese.	98
Gráfico 5.32 – Histograma da espessura média da fase dissolvida de combustíveis no subsolo, por área analisada nessa tese.	98
Gráfico 5.33 – Histograma dos prazos de remediação (REM) sem considerar a remoção da fonte.	100
Gráfico 5.34 – Ocorrência das tecnologias de remediação aplicadas.	101
Gráfico 5.35 – Histograma dos prazos de remediação (REM) da fase livre pelas diversas técnicas observadas.	104
Gráfico 5.36 – Histograma da tempo de aplicação da técnica da extração multifásica (MPE), por área investigada.	106
Gráfico 5.37 – Histograma do tempo de aplicação da técnica da extração multifásica (MPE), por área investigada.	107
Gráfico 5.38 – Histograma do prazo de aplicação da Oxidação Química (ISCO), por área investigada.	109
Gráfico 5.39 – Histograma do prazo de monitoramento para o encerramento ou Atenuação Natural Monitorada (ANM), por área investigada.	109
Gráfico 7.1 – Evolução do valor do imóvel frente à caracterização da contaminação do solo e/ou da água subterrânea.	134

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

ACI - Área Contaminada sob Investigação

ACRu - Área Contaminada em processo de reutilização

ANA - Agência Nacional de Águas

ANM – Sistema de remediação pela Atenuação Natural Monitorada

AvP - Avaliação Preliminar

AR - Área Reabilitada para o Uso Declarado

ASp - Sistema de remediação *Air Sparging*

ARtx - Análise de risco toxicológico

BTEX - Benzeno, Tolueno, Etilbenzeno e Xileno

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

CF - Constituição da República Federativa do Brasil de 1988

CMA - Máxima concentração aceitável

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

EBIC – Estimativa baseada na Investigação Confirmatória

IC - Investigação confirmatória

ID - Investigação detalhada

INCC - Índice Nacional de Custo na Construção

ISCO - Oxidação química *in situ*

IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo

ME - Monitoramento para Encerramento

MP-SP – Ministério Público do Estado de São Paulo

MPE - Sistema de remediação de Extração Multifásica

MCDM - Método comparativo dos dados do mercado

- MCA 1** - Modelo Conceitual inicial da área
- NBR** - Norma Brasileira
- P&T** - Sistema de remediação do Bombeamento e Tratamento (*Pump&Treat*)
- PGJSP** - Procuradoria-Geral de Justiça do Estado de São Paulo
- PI** - Plano de Intervenção
- PNMA** - Política Nacional do Meio Ambiente
- RPPN** - Reserva Particular do Patrimônio Natural
- REM** - Remediação ambiental de solo e água subterrânea contaminada
- SACS** - Sistema de armazenagem de combustível subterrâneo
- SGS** - Investigação de compostos orgânicos voláteis no solo (*Soil Gas Survey*)
- SISNAMA** - Sistema Nacional do Meio Ambiente
- SQI** - Substâncias químicas de interesse
- SVE** - Extração de vapor do solo
- TAC** - Termo de Ajuste de Conduta
- USEPA** - *United States Environmental Protection Agency*
- USP** - Universidade de São Paulo
- VCP** - Valor da Compensação Ambiental
- VE** – Valor de Existência do bem ambiental.
- VERA** – Valor Econômico do Recurso Ambiental
- VI** – Valor de intervenção de áreas contaminadas
- VO** - Valor de Opção do bem ambiental
- VUD** - Valor de Uso Direto do bem ambiental
- VUI** - Valor de Uso Indireto do bem ambiental

1. INTRODUÇÃO

Praticamente todas as atividades humanas apresentam impacto negativo nos ecossistemas, gerando substâncias, resíduos e efluentes com potencial de se tornarem fontes de contaminação nos diferentes compartimentos do meio ambiente (ar, água e solo e a rocha). Vazamentos em dutos e tanques de combustíveis, falhas em processos industriais, problemas no tratamento de efluentes, atividades de mineração, disposição inadequada de resíduos, uso de defensivos agrícolas e acidentes de transporte de substâncias químicas são as principais fontes de contaminação do solo e das águas subterrâneas (POMPÉIA, 1996).

Os compostos orgânicos aromáticos, hidrocarbonetos, metais, não metais, microorganismos e radionucleicos são os principais contaminantes do solo e das águas subterrâneas nos centros urbanos (FETTER, 1993). A ocorrência destes contaminantes no subsolo apresenta características distintas, sendo sua investigação, o controle e a remediação, atividades complexas e em contínuo desenvolvimento.

Área contaminada é definida pela CETESB (CETESB, 2018b) como sendo uma “área, local ou terreno onde há comprovadamente poluição ou contaminação, causados 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”.

A ocorrência de áreas contaminadas – solo e água subterrânea – é um grave dano ambiental e à sociedade, podendo levar à desvalorização de empresas e imóveis e oferecer riscos à saúde pública, além de onerar e até mesmo alterar projetos de obras públicas.

Os terrenos contaminados com limitações de uso e com necessidade do gerenciamento da contaminação em região urbanas são conhecidos como *Brownfields* (termo de origem americana, inicialmente aplicado para áreas contaminadas industriais e comerciais). Cabe destacar que a revitalização ou recuperação dos *Brownfields*, com a sua reutilização pela sociedade, representa uma nova área verde (*Greenfields*) que se está conservando, sendo, assim, uma atitude para a preservação do meio ambiente.

Os vazamentos de combustíveis são um dos grandes problemas de contaminação de solo e água subterrânea, sendo frequentemente encontrados nos centros urbanos, mas não se limitando a estes, ocasionando diversas áreas contaminadas. No ano de 2000 o Estado de São Paulo foi pioneiro ao criar um cadastro de áreas contaminadas de forma a melhor gerenciar o problema. No mesmo ano, o CONAMA emitiu a Resolução 273/2000 definindo a obrigatoriedade do licenciamento ambiental dos postos de combustíveis, impulsionando o desenvolvimento do mercado de áreas contaminadas, sua identificação e o gerenciamento dos passivos ambientais associados.

Considerando que a contabilidade dos custos associados ao meio ambiente é fator fundamental na avaliação do desempenho econômico de uma empresa, podendo afetar a sobrevivência das companhias, a valoração dos custos associados ao gerenciamento de áreas contaminadas é essencial. As demonstrações contábeis indicam a relação da empresa com o meio ambiente, a legislação vigente e a sociedade, e seu comprometimento com o desenvolvimento sustentável do negócio. De acordo com Tinoco e Kraemer (2008), a sociedade está aumentando a busca por informações ambientais na contabilidade das organizações e, segundo Constanza (2014), a valoração ambiental evidencia fatores econômicos importantes na tomada de decisões e contribui na tomada de decisões envolvendo seus ambientes (CONSTANZA, 2000; MENDESONHN & OLMSTEAD, 2009; TURNER, *et al.*, 1998).

Quando se avalia, ainda, que a valoração do dano ambiental é pressuposto necessário para reparação e indenização do dano, e que a estimativa dos custos e do tempo necessário à remediação de uma área contaminada é fundamental nos casos de fusões e aquisições de empreendimentos, assim como na obtenção de Termo de Ajustamento de Conduta (TAC) com o judiciário.

A complexidade da atividade de gerenciamento de áreas contaminadas, considerando a não existência de uma metodologia aceita pela comunidade científica, torna o processo de valoração antecipada do passivo ambiental processo empírica com forte demanda, considerando que não existe metodologia aceita pela comunidade científica para valorar os danos ambientais associados a áreas contaminadas.

A Procuradoria-Geral de Justiça do Estado de São Paulo (PGJSP) desenvolveu após 2010 para obter a “fixação de diretrizes e, se possível, de metodologias de valoração do dano ambiental” através da criação de Grupos de Trabalhos (GT) específicos para o tema e, posteriormente, em 2012, no sentido de adequar, adaptar ou desenvolver métodos de valoração de danos ambientais (MPSP, 2014). Todavia, dentre os diversos grupos temáticos, o de áreas contaminadas (Subgrupo VI) apenas indicou possíveis hipóteses de como estabelecer uma metodologia de valoração do dano ambiental, não logrando êxito.

Esse assunto envolve julgamento e conhecimento específicos, daí a necessidade do desenvolvimento de uma metodologia simplificada de valoração do dano ambiental decorrente da contaminação de terrenos, de forma a fornecer subsídios às questões de planejamento financeiro e econômico das empresas, registros contábeis, assim como para engenheiros, advogados, juristas, etc.

Quando da ocorrência de uma área contaminada, esta ocasiona dano ambiental que afeta o valor do imóvel, ocasionando perdas no uso real ou potencial do mesmo, riscos financeiros e legais associados, refletindo na negociabilidade no mercado.

Em projetos de empreendimentos imobiliários, na avaliação da viabilidade econômica de sua implantação e tomada de decisão de continuidade, há a necessidade de caracterizar e valorar os custos associados ao gerenciamento de áreas contaminadas, bem como os riscos decorrentes do dano ambiental. Segundo Marker (2013), a estimativa de custos e tempo necessários para o controle e correção da contaminação é fundamental para a avaliação da viabilidade dos projetos imobiliários, em função dos riscos financeiros, legais e ambientais (**Figura 2.1**).

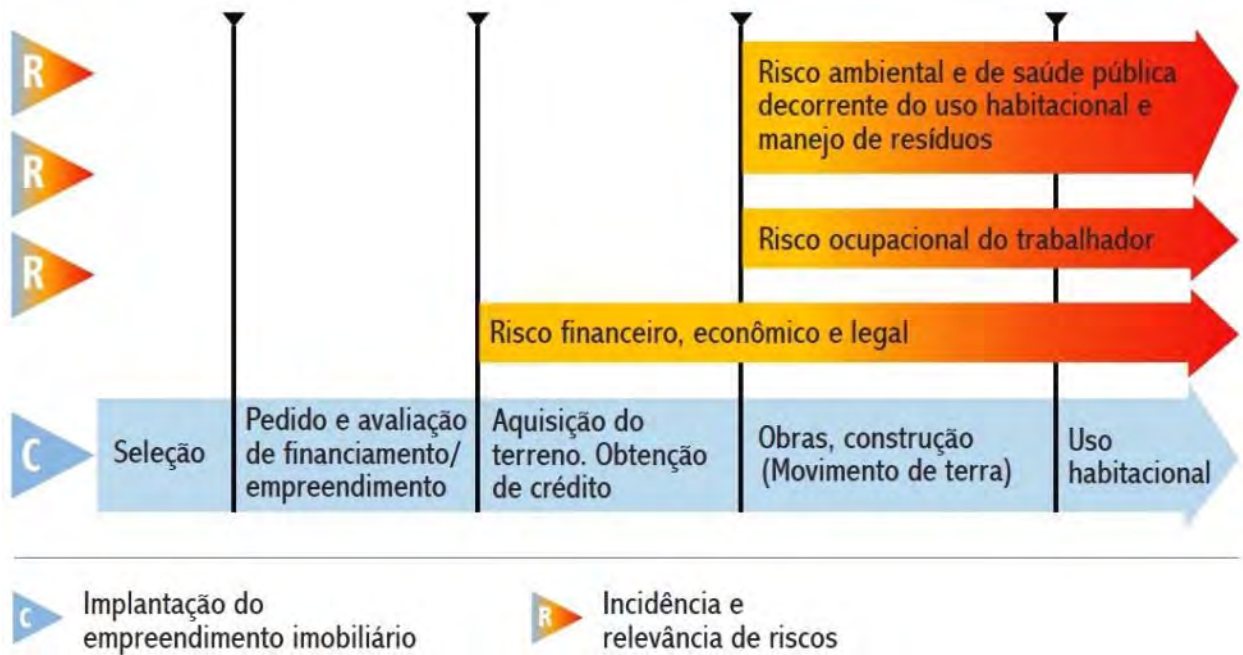


Figura 2.1 - Incidência de riscos ao longo do desenvolvimento de um empreendimento imobiliário (MARKER, 2013)

Assim, é mister, o desenvolvimento de metodologia de quantificação dos custos associados à caracterização e recuperação dos danos ambientais reversíveis, bem como a de reparação dos irreversíveis de uma área contaminada (após a Investigação Confirmatória), de forma a prover subsídios necessários à valoração do dano ambiental associado às áreas contaminadas e possibilitar o correto planejamento econômico e financeiro dos empreendimentos, de comercialização dos imóveis e minimizar os riscos legais.

2. OBJETIVO

A presente tese tem por objetivo propor uma metodologia de quantificação para a valoração antecipada da caracterização e reparação do dano ambiental reversível associado às áreas contaminadas por combustíveis fósseis, a partir dos dados obtidos quando do término da Investigação Confirmatória (conforme padrão estabelecido na Decisão de Diretoria nº 38 da CETESB, de 17 de Fevereiro de 2017).

Tal metodologia visa suprir uma deficiência observada no mercado nacional e internacional, já que não se identifica propostas de quantificação das ações de investigação e valoração da remediação a partir da identificação da área contaminada, apenas.

Tem, ainda, como objetivo secundário, contribuir para o conhecimento do dano ambiental irreversível e sua compensação.

Pretende-se, com isso, colaborar para que o tema seja melhor compreendido e para que a metodologia proporcione melhores subsídios na tomada de decisão na gestão ambiental.

3. METODOLOGIA

A presente Tese foi desenvolvida em sete etapas, a saber:

I. Pesquisa e revisão bibliográfica

Foram desenvolvidas pesquisas e revisão bibliográfica sobre três temas distintos de valoração ambiental: do imóvel, das ações de gerenciamento de áreas contaminadas por combustíveis fósseis e do dano ambiental irreversível associado.

Essa investigação técnico / científica visou, entre outros objetivos, a identificação e o levantamento de normas técnicas, aspectos legais e trabalhos científicos associados ao tema, de forma a definir o estado da arte do conhecimento sobre o assunto, fornecendo subsídios ao trabalho e definindo o ponto de partida para o desenvolvimento do mesmo, considerando o objetivo proposto.

II. Levantamento de dados de Gerenciamento de Áreas Contaminadas (GAC)

Efetuuou-se levantamento de dados de áreas contaminadas em empresas distribuidoras e atacadistas de combustíveis, bem como em empresas de consultoria ambiental, objetivando a obtenção de parâmetros de referência, a conceituação do problema e possíveis limitações e abrangência de aplicações da valoração do dano ambiental associado a combustíveis fósseis.

Foram levantados mais de 2.000 relatórios de investigação de áreas contaminadas por combustíveis fósseis no estado de São Paulo e um número não determinado de documentos relativos a investigações no Brasil, cerca mais de 250 gigabytes de informações.

Os dados representativos do Estado de São Paulo foram, inicialmente, avaliados quanto a sua qualidade e representatividade das etapas de Gerenciamento de Áreas Contaminadas (GAC) em relação as informações contidas na lista de áreas contaminadas da CETESB em 2018 (CETESB, 2019). Foram selecionados relatórios representativos de áreas contaminadas situadas dos principais compartimentos geológicos do Estado de São Paulo e que apresentasse todos os relatórios processo de GAC da mesma, da Avaliação Preliminar ao encerramento das atividades.

Os relatórios de GAC das áreas selecionadas foram parametrizados, com as atividades efetuadas inseridos em um grande banco de dados na forma de dados quantificáveis (datas de instalação, tamanho da área fonte, número de sondagens, profundidade de poços de monitoramento, número de análises químicas, datas, de início e fim de atividade, etc.).

III. Análise de dados de Gerenciamento de Áreas Contaminadas (GAC)

Os dados parametrizados de Gerenciamento de Áreas Contaminadas (GAC) foram analisados estatisticamente de forma a obter parâmetros representativos de quantitativos e prazos da investigação e remediação do dano reversível, quando existentes.

IV. Definição de modelo conceitual de quantificação para a valoração antecipada da caracterização e recuperação do dano ambiental originado por combustíveis fósseis

Com base nas informações técnicas, legais e econômicas levantadas e consolidadas sobre o tema de estudo, foi desenvolvido o modelo conceitual do problema.

V. Proposição do procedimento e equações de quantificação para a valoração antecipada da caracterização e recuperação do dano ambiental

Tendo, por base, o modelo conceitual do problema, bem como os parâmetros representativos dos procedimentos médios de GAC, foram desenvolvidos os procedimentos e as equações associadas à quantificação antecipada da caracterização e recuperação do dano ambiental, considerando: a) etapas de gerenciamento de área contaminada; b) quantificação das ações de investigação do dano; c) necessidade de ações de remediação do dano ambiental reversível; d) considerações do bem imóvel e dos serviços ambientais associados.

VI. Validação e análise de sensibilidade da equação

A metodologia e equações propostas foram testadas para casos cadastrados de forma a validar a estimativa de quantitativos e custos associados a investigação e remediação do dano reversível, resultantes da metodologia proposta, através de um processo contínuo de prognósticos utilizando-se dados da Investigação Confirmatórias de casos conhecidos e cadastrados em etapas anteriores, comparando-se com as quantidades e prazos realmente desenvolvidos na prática.

Quando o erro obtido entre os prognósticos e os dados reais, em geral, foram inferiores a 15%, o modelo foi considerado validado.

VII. Considerações

Foram efetuadas, em paralelo ao processo de preposição do modelo, análises conceituais quanto a valoração do bem imóvel e dos serviços ambientais potencialmente impactadas pela área contaminada, que devem ser considerados quando do planejamento físico e financeiro por parte das empresas responsáveis pelo dano ambiental.

Ao final, foram avaliados os resultados obtidos e registradas as conclusões, efetuando-se a avaliação das limitações da metodologia proposta (tanto sua aplicabilidade quanto sua representatividade e possíveis deficiências), de forma a subsidiar futuras melhorias.

A **Figura 3.1** apresenta o fluxograma de pesquisa desenvolvido.

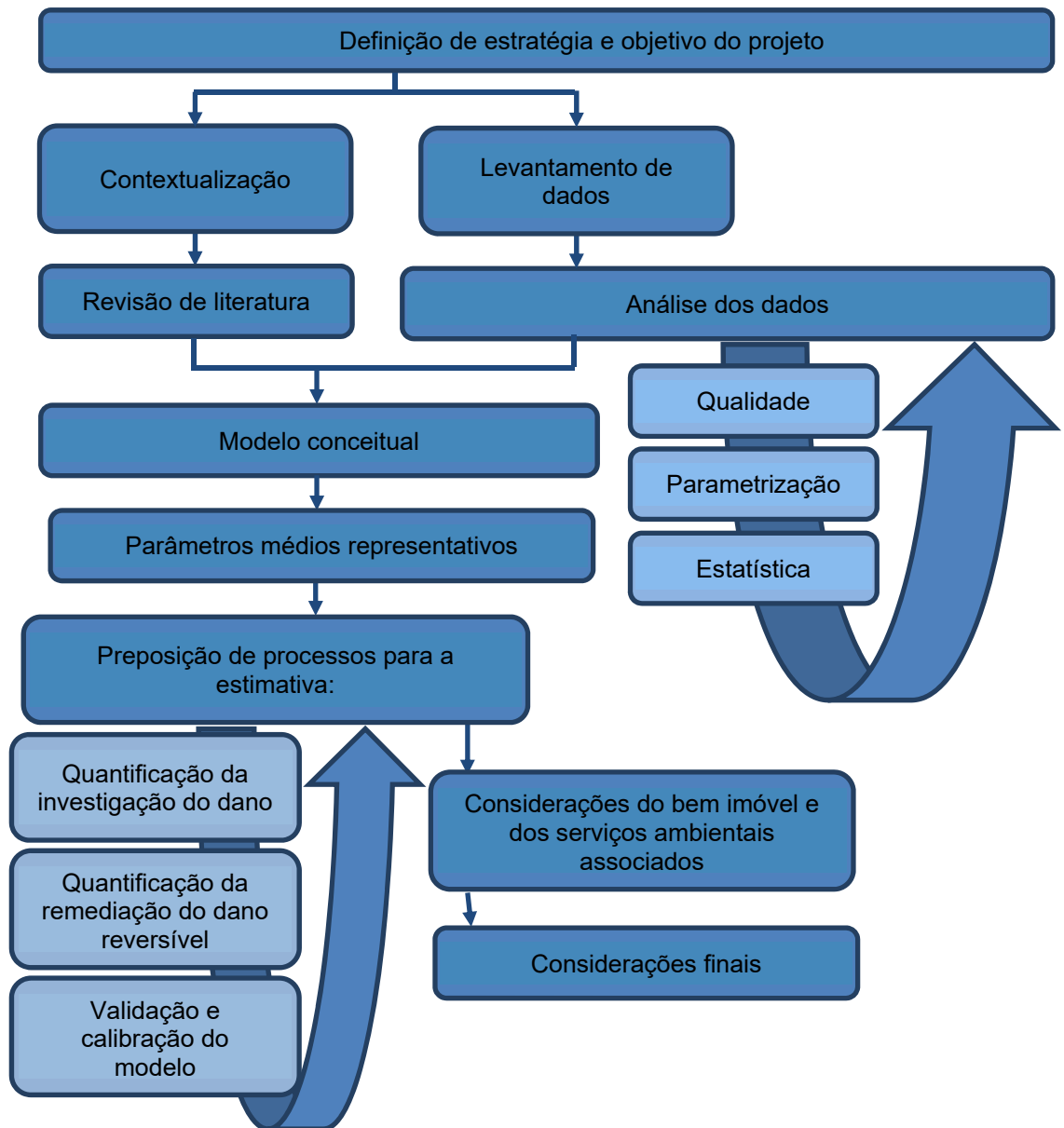


Figura 3.1 - Fluxograma de desenvolvimento da pesquisa.

4. A VALORAÇÃO DO DANO AMBIENTAL SOB A ÓTICA DO GERENCIAMENTO DE ÁREAS CONTAMINADAS

4.1 CONTEXTO LEGAL DO GERENCIAMENTO DE ÁREAS CONTAMINADAS E DO DANO AMBIENTAL

4.1.1 Legislação ambiental

Segundo o site Jusbrasil (2018), a legislação ambiental brasileira é secular, pois:

- ✓ No ano de 1605 foi publicada a primeira lei de cunho ambiental, o Regimento do Pau-Brasil, voltado à proteção das florestas.
- ✓ Em relação a rios, nascentes e encostas, em 1797 foi promulgada a Carta Régia, afirmando a necessidade de proteção destes, sendo declarados propriedades da Coroa.
- ✓ Em 1850 é promulgada a Lei nº 601/1850, primeira Lei de Terras do Brasil. Ela disciplina a ocupação do solo e estabelece sanções para atividades predatórias.

A Constituição da República Federativa do Brasil de 1988, referência de toda legislação atualmente em vigor, reconhece que qualidade de vida está intimamente ligada à qualidade do meio ambiente e atribui a responsabilidade civil ambiental através de uma gama de normas legais, baseadas no Art. 225 da CF (BRASIL, 1988), definindo:

Art. 225 - Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

§ 1º Para assegurar a efetividade desse direito, incumbe ao poder público:

I - preservar e restaurar os processos ecológicos essenciais e prover o manejo ecológico das espécies e ecossistemas;

....

§ 2º Aquele que explorar recursos minerais fica obrigado a recuperar o meio ambiente degradado, de acordo com solução técnica exigida pelo órgão público competente, na forma da lei.

§ 3º As condutas e atividades consideradas lesivas ao meio ambiente sujeitarão os infratores, pessoas físicas ou jurídicas, a sanções penais e administrativas, independentemente da obrigação de reparar os danos causados.

A Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA) é definida pela Lei 6.938/81 (BRASIL, 1981), seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, inclusive determinando importantes conceitos legais, como poluição, degradação, poluidor e meio ambiente. Define, ainda, a estrutura administrativa de proteção e de planejamento ambiental – o Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA) e define, no inciso VIII do Art.2º, a recuperação de áreas degradadas como um objetivo da Política Nacional do Meio Ambiente.

A legislação ambiental brasileira adota a responsabilidade objetiva quanto a responsabilidade civil pela ocorrência da poluição e degradação ambiental (independe da caracterização da culpa), utilizando a doutrina e jurisprudência a partir dos conceitos de poluição e degradação, previstos no Artigos 3º e 14º da Lei 6.938/81:

Art. 3º - Para os fins previstos nesta Lei, entende-se por:

...

II - degradação da qualidade ambiental, a alteração adversa das características do meio ambiente;

III - poluição, a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente:

a) prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população;

b) criem condições adversas às atividades sociais e econômicas;

c) afetem desfavoravelmente a biota;

d) afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente;

e) lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos;

....

IV - poluidor, a pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, responsável, direta ou indiretamente, por atividade causadora de degradação ambiental;

Art. 14º - Sem prejuízo das penalidades definidas pela legislação federal, estadual e municipal, o não cumprimento das medidas necessárias à preservação ou correção dos inconvenientes e danos causados pela degradação da qualidade ambiental sujeitará os transgressores:

...

§ 1º - Sem obstar a aplicação das penalidades previstas neste artigo, é o poluidor obrigado, independentemente da existência de culpa, a indenizar ou reparar os danos causados ao meio ambiente e a terceiros, afetados por sua atividade. O Ministério Público da União e dos Estados terá legitimidade para propor ação de responsabilidade civil e criminal, por danos causados ao meio ambiente.

....

A legislação considera uma tríplice responsabilização ambiental, pois define as responsabilidades conforme apresentado na **Figura 4.1**.

- I. Responsabilidade civil (Lei 6938/81), que dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente (BRASIL, 1981). O instrumento define que os danos ao meio ambiente devem ser integralmente reparados/indenizados pelo causador. Causador do dano é todo aquele que, de alguma forma (inclusive por omissão), colaborou para sua ocorrência, independente de culpa. A omissão na quebra da continuidade de um dano que se reproduz ao longo de um tempo é considerada causador de dano.
- II. Responsabilidade administrativa e criminal, com base na Lei 9605/98 (BRASIL, 1998), que dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. O Decreto 6.514/2008 (BRASIL, 2008) que regulamenta a Lei 9605/98, estabeleceu a responsabilidade subjetiva para a responsabilidade criminal, havendo, assim, a necessidade de comprovação de dolo ou culpa do responsável pelo dano ambiental.

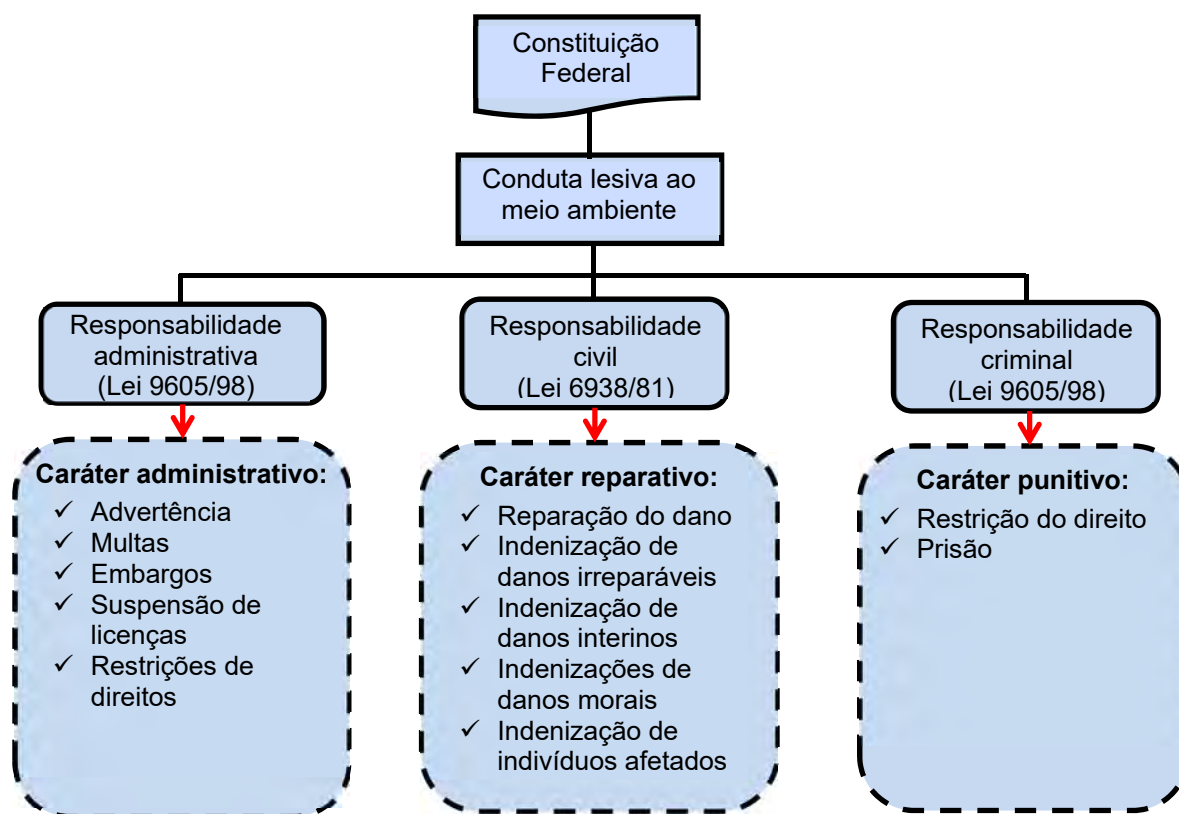


Figura 4.1 - Tríplice responsabilização ambiental atribuída pela legislação brasileira, organizada pelo autor.

De uma maneira geral, a legislação ambiental considera sanções de cunho moral (advertência), associadas ao patrimônio (multas, reparações e indenizações), e restrições do direito através da limitação da liberdade. Ela está baseada pelos princípios básicos:

Da prevenção e da precaução

Estabelece que todos devemos tomar medidas de prevenção e precaução ao dano ambiental. Precaução em relação aos riscos conhecidos e prevenção em relação a possíveis riscos desconhecidos.

Considerando que o meio ambiente, uma vez alterado, dificilmente retorna à situação original, este, talvez, seja o mais importante dos princípios que visam a defesa do meio ambiente.

Do poluidor pagador

O agente causador da poluição, da alteração ou do dano ambiental, é responsável pelo ônus de sua reparação, seja por culpa, ou por omissão.

Este princípio associa a ideia de penalidade ao tema de proteção ambiental, uma vez que estabelece que danos ocasionados por alguém, terão associados uma responsabilidade.

Da reparação

Tema controverso atualmente, uma vez que: a) não estabelece possíveis limitações para a obtenção desta reparação; b) não considera que o meio ambiente, uma vez tendo sofrido o dano, dificilmente será recuperado na íntegra; e c) não estabelece ações para a permanência ou compensação de possível dano residual remanescente após a ação de reparação.

4.1.2 Aspectos da legislação do dano ambiental

A Constituição Federal em seu Art. 225 define que “o meio ambiente é um bem de uso comum e essencial à sadia qualidade de vida” e direitos e deveres em relação ao mesmo, sem, no entanto, conceituá-lo.

A definição do meio ambiente é inicialmente estabelecida no Art. 3º, I, da Lei n.º 6938/81, como “o conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas” (MACHADO, 2009). Mesmo assim, o conceito é abstrato e pode variar, sob o aspecto físico em função de sua região, e sob o aspecto de sua percepção, em função da cultura de quem o vê e o sente.

Sabe-se o que meio ambiente é algo, mas não é definido de forma única, e esta situação deve ser considerada quando da avaliação da valoração do dano ambiental. Para fins desta tese, o meio ambiente é o próprio imóvel, o terreno em si e seu entorno, suas benfeitorias e seu uso.

Assim, o meio ambiente apresenta uma definição subjetiva e variável. Quando se fala em responsabilização e reparação do dano ambiental, a área do direito recorre a “defesa do equilíbrio ecológico constitucional garantido” (PINHEIRO DA SILVA e SCHUTZ, 2018), buscando estabelecer, conceitualmente, que dano ambiental é falta de equilíbrio, alteração da condição inicial de qualidade da área.

Como base para o estabelecimento do dano ambiental, utiliza-se a definição especificada no Artigo 3º, incisos II e III da Lei nº 6.938/1981, as noções de alteração e a degradação da qualidade ambiental e poluição, citado anteriormente.

A especificação do inciso III é a base para a definição de alteração ambiental definida na Resolução do CONAMA n.º 001 de 23/01/81, como “qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetem: (I) a saúde, a segurança e o bem-estar da população; (II) as atividades sociais e econômicas; (III) a biota; (IV) as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; (V) a qualidade dos recursos ambientais”.

Esta definição de alteração diferencia-se pelo estabelecido na norma de gestão ambiental NBR ISO14001, em seu requisito 3.4.1, que define a alteração ambiental como “qualquer modificação do meio ambiente, adversa ou benéfica, que resulte no todo ou em parte, das atividades, produtos ou serviços de uma organização”.

A área do direito ambiental utiliza a definição de Paulo Bessa Antunes (como um prejuízo ao meio ambiente): “Dano ambiental é a lesão aos recursos ambientais, com conseqüente degradação do equilíbrio ecológico e da qualidade de vida.” (MILARÉ, 2001). O dano ambiental possui uma conceituação ambivalente, e atinge, de forma direta, a coletividade quando causar prejuízos ao meio ambiente e, de forma indireta, poderá atingir, eventualmente, a terceiros (MILARÉ, 2007). A Lei nº 6.938/1981 prevê, de forma expressa, as duas modalidades, no Art. 14, § 1º, ao dizer que é o poluidor obrigado, independentemente da existência de culpa, a indenizar ou reparar os danos causados ao meio ambiente e a terceiros, afetados por sua atividade.

O Art. 4º, § VII, da Lei nº 6.938/1981 prevê duas modalidades principais de reparação do dano, com a imposição ao poluidor da obrigação de recuperar e/ou indenizar os danos causados. A primeira, visa a reintegração ou recuperação dos bens afetados para a situação anterior e, a segunda, a compensação do dano nos bens afetados, seja na forma financeira ou fornecendo outros bens de funcionalidade equivalente, mesmo que em locais diferentes.

Entretanto, cabe ressaltar o conceito que, de uma forma geral, o dano ambiental é irreparável, uma vez que o meio ambiente apresenta características únicas que, mesmo refeitas, nunca serão iguais às originais.

Considerando que um dano é entendido como um prejuízo ou perda em relação a um bem ou patrimônio, decorrente de uma inutilização ou diminuição de seu valor em função de uma ação ocorrida, somente podemos valorar o dano ambiental quando valoramos os bens iniciais envolvidos, isto é, o imóvel e os serviços ambientais decorrentes do meio ambiente no qual está inserido.

A Lei 6.938/81 e suas modificações posteriores, estabelecem em seu inciso VIII do Art. 2º, o princípio da “reparação de áreas degradadas” e, para tanto, fixa, dentre seus objetivos, a “restauração dos recursos ambientais com vista a sua utilização racional e disponibilidade permanente, concorrendo para a manutenção do equilíbrio ecológico propício à vida” (Art. 4º, § VI), bem como a “imposição, ao poluidor e ao predador, da obrigação de recuperar e/ou indenizar os danos causados e, ao usuário, da contribuição pela utilização de recursos ambientais com fins econômicos” (Art. 4º, § VII).

Entretanto, apesar da legislação ter um amplo aspecto na sociedade, influenciando a todos (tanto os que a obedecem quanto os que a transgridem), até o momento, não existe uma definição para o que é dano ambiental!

Podemos definir como dano ambiental um impacto negativo ao meio ambiente, decorrente de um evento produzido pelo homem ou não, com perda da qualidade frente a um padrão de referência, seja ele pré-estabelecido ou posteriormente estabelecido ao evento de contaminação em análise.

4.1.3 Reparação do dano ambiental associado as áreas contaminadas no Estado de São Paulo

A obrigatoriedade da reparação do dano ambiental (apesar de não existir uma definição legal para o dano ambiental, propriamente dito) é definida pela Constituição do Estado de São Paulo de 1989, em seu Art. 193:

O Estado, mediante lei, criará um sistema de administração da qualidade ambiental, proteção, controle e desenvolvimento do meio ambiente e uso adequado dos recursos naturais, para organizar, coordenar e integrar as ações de órgãos e entidades da administração pública direta e indireta, assegurada a participação da coletividade, com o fim de:

...

XIV – promover medidas jurídicas e administrativas de responsabilização dos causadores de poluição e degradação ambiental; (...)

XX – controlar e fiscalizar obras, atividades, processos produtivos e empreendimentos que, direta ou indiretamente, possam causar degradação do meio ambiente, adotando medidas preventivas ou corretivas e aplicando as sanções administrativas pertinentes.

Em 1997, a Lei nº 9.509/97 (SÃO PAULO, 1997) que define a Política Estadual do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, estabelece em seu Art. 2º do capítulo I, entre outros, a prevenção e recuperação do meio ambiente degradado, a informação da população sobre o nível da poluição e a obrigação do poluidor de recuperar danos causados.

A Lei 13.577/2009 (SÃO PAULO, 2009a), regulamentada pelo Decreto 59.263/2013 (SÃO PAULO, 2013a) e pela Decisão de Diretoria da CETESB DD38/2017 (CETESB, 2017), consolidou as normas e procedimentos para a proteção da qualidade do solo, definindo as responsabilidades e a identificação e o respectivo cadastramento de áreas contaminadas, sendo o referido cadastro realizado pela CETESB.

O Art. 23º da Lei 13.577/09 define o termo “área contaminada” e que a mesma deve ser remediada quando forem ultrapassados os valores de risco aceitáveis à vida, à saúde humana e ao meio ambiente. Em seu Art. 13º, define como responsáveis legais e solidários pela prevenção, identificação e remediação de uma área contaminada:

I - o causador da contaminação e seus sucessores;

II - o proprietário da área;

III - o superficiário;

IV - o detentor da posse efetiva;

V - quem dela se beneficiar direta ou indiretamente.

O Art. 26 da mesma lei, define que será considerada área remediada quando for restabelecido nível de risco aceitável para o uso declarado, sendo esta a condição final prevista nos procedimentos das ações de remediação com base no risco.

Cabe destacar que existem divergências na interpretação da legislação ambiental, como é o caso, na presente data, do entendimento pelo MP-SP da Lei Estadual 13.577/09 e do Decreto Estadual 59.263/2013, que as mesmas apresentam artigos inconstitucionais, pois a responsabilidade é objetiva e solidária ao poluidor direto e indireto e que existe a obrigatoriedade de remediação (reparação) integral da área contaminada em detrimento aos conceitos de remediação baseados na análise de risco toxicológico (ARtx). Segundo o MP-SP, a própria análise de ARtx definida pela CETESB seria inadequada para o atendimento ao conceito de “meio ambiente ecologicamente equilibrado” definido pela CF (BRASIL, 1988), e que a mesma deveria incluir uma análise ecotoxicológica completa.

Esta é uma discussão que permeia todo o gerenciamento de área contaminada no Estado de São Paulo no momento e, por ser referência no Brasil, deve ser considerada e acompanhada, apesar de não ser objeto dessa tese.

O Decreto 59.263/2013 (que regulamenta a Lei 13.577/2009) prevê penalidades administrativas caso ocorra o não cumprimento ou atendimento das exigências estabelecidas pela CETESB (órgão competente do Estado de São Paulo): advertência, multa, embargo, demolição e embargo de financiamento de benefícios fiscais em função de:

- a) Antecedentes do infrator e, se pessoa jurídica ou física.
- b) Da intensidade do dano, seja efetivo ou potencial.
- c) Das circunstâncias atenuantes ou agravantes.

4.2 VALOR ECONÔMICO DO BEM IMPACTADO

Como parte do processo de valoração do dano ambiental decorrente da área contaminada, inicialmente, há a necessidade de conceituar e valorar o bem sem a ocorrência da área contaminada, assim como os serviços ecossistêmicos em que o mesmo está inserido.

4.2.1 Valoração econômica do imóvel impactado

Segundo Michael (2004), a avaliação de um imóvel é o valor de mercado mais provável que este imóvel atingiria em uma dada transação, de acordo com suas características e condições do mercado naquele momento. Pelli Neto (2003) define que o valor está associado a variáveis que envolvem suas características físicas, seu entorno, uso e fatores subjetivos que a coletividade cria, sendo um fenômeno social.

Em relação ao processo de avaliação do imóvel, segundo Dantas (2003), é necessário um amplo conjunto de conhecimentos das áreas de ciências exatas, da natureza e sociais, de forma a determinar o valor de um bem, de seus direitos, frutos e custos de produção.

O procedimento de avaliação pode variar em função de seu objetivo (judicial, para gestão patrimonial, venda, etc.), mas possui métodos e procedimentos normatizados no Brasil através das normas brasileiras da ABNT:

- ✓ NBR 14653-1 - Avaliação de bens - Parte 1: Procedimentos gerais.
- ✓ NBR 14653-2 - Avaliação de bens - Parte 2: Imóveis urbanos.
- ✓ NBR 14653-3 - Avaliação de bens - Parte 3: Imóveis rurais.
- ✓ NBR 14653-4 - Avaliação de bens - Parte 4: Empreendimentos.

Além das quatro normas acima citadas, a série NBR 14653 conta com mais três outras normas que versam sobre avaliações de bens e direitos:

- ✓ NBR 14653-5 – Avaliação de bens – Parte 5: Máquinas, equipamentos, instalações e bens industriais em geral.
- ✓ NBR 14653-6 – Avaliação de bens – Parte 6: Recursos naturais e ambientais.
- ✓ NBR 14653-7 – Avaliação de bens – Parte 7: Patrimônios históricos.

Dentre as diversas formas de avaliar o imóvel, cinco principais métodos se destacam:

a) Método comparativo dos dados do mercado

O Método comparativo dos dados do mercado ou MCDM atribui um valor considerando os preços pagos no mercado para imóveis similares. O valor atribuído é, assim, uma média dos valores de imóveis comercializados na região e sua representatividade é diretamente proporcional ao número de amostras consideradas, havendo a necessidade de existência de imóveis semelhantes ao que está sendo avaliado. Este é o método mais utilizado no mercado imobiliário.

b) Método comparativo do custo de reprodução

O Método comparativo do custo de reprodução (ou de substituição) do bem considera que o valor de um imóvel é igual ao custo de execução da edificação, acrescido do custo do terreno (avaliado usando o método comparativo dos dados de mercado). Tem como premissa que o comprador não pagará mais do que o custo de produzir uma propriedade igual e substituta àquela que esteja em negociação.

c) Método da renda

O Método da renda estabelece que o valor de um imóvel é representado pelo valor atual dos benefícios futuros que resultam do direito de sua propriedade. Um investidor adquire uma propriedade pelos benefícios que ela há de lhe proporcionar, quer seja para seu próprio uso, quer seja pela renda que produzirá se for arrendada.

Assim, o método atribui um valor pelo potencial de renda que este poderá trazer ao comprador (frente a uma renda bruta estimada, subtraída dos custos do trabalho e juros sobre o capital), avaliada por um histórico do próprio imóvel ou de imóveis similares.

d) Método involutivo

O Método involutivo atribui um valor decorrente da capacidade de utilização do terreno, sendo, também, denominado “método do máximo aproveitamento eficiente”.

Assim, o valor atribuído apresenta forte conexão com a lei de zoneamento urbano a que o imóvel está sujeito, uma vez que a mesma estabelece o uso e o número de metros quadrados possíveis a serem construídos naquele terreno e, conseqüentemente, torna possível quantificar um potencial de renda de negócio.

e) Método evolutivo ou residual

O Método evolutivo atribui um valor pela somatória de valores representativos para os diversos aspectos que constitui o imóvel: terreno, construção, potencial de ganho.

Cabe destacar que a legislação brasileira diferencia o direito de propriedade do imóvel e o direito de uso e gozo, através das figuras do nu-proprietário e do usufrutuário, respectivamente. O usufruto é um direito real, previsto no Art. 1225 do Código Civil (BRASIL, 2002), sendo que o seu titular pode fruir as utilidades e receber os frutos de um bem, o qual pertence a um terceiro indivíduo.

De uma forma indireta, o Estado de São Paulo estabelece o valor do usufruto correspondente a 33 % do valor do imóvel. Estabelece a previsão de recolher o imposto devido ITCMD (Imposto sobre Transmissão "Causa Mortis" e Doação) sobre a totalidade do valor (100 %), ou, ainda, sobre a nua-propriedade equivalente a 2/3 do valor no momento da doação, postergando-se o recolhimento do valor correspondente ao usufruto equivalente a 1/3, o qual deverá, neste caso, ser recolhido no momento do seu cancelamento (SÃO PAULO, 2002).

4.2.2 Valoração econômica dos serviços ambientais ou ecossistêmicos

Os serviços ambientais são os benefícios que a sociedade e as pessoas recebem do meio ambiente (ALCAMO *et al.*, 2003), representando, assim, contribuições diretas e indiretas dos ecossistemas ao bem-estar humano. O valor de serviço ambiental, segundo Marques e Comune (1995, *apud* NOGUEIRA *et al.* 2000), reflete o valor do recurso associado a sua presença e interação com o meio ambiente, independentemente de seu uso atual pelo Homem. O valor é decorrente de sua importância e participação, como, por exemplo, na manutenção do ciclo hidrológico (armazenamento e percolação da água subterrânea), no fornecimento de nutrientes para as plantas (minerais e orgânicos), na manutenção da micro fauna no subsolo, etc., tanto hoje como no futuro.

A importância dos serviços ecossistêmicos é tão significativa que, os mesmos não são substituíveis pelo capital físico e tecnológico desenvolvido pelo homem (TEEB, 2012b), e mesmo quando a substituição é possível, ela tende a ser apenas parcial e pode nem mesmo ser eficiente do ponto de vista econômico (MONZONI et al., 2014).

Segundo Pearce et al. (1991), quando da valoração, devem ser observadas:

- ✓ Irreversibilidade do recurso.
- ✓ Incertezas quanto à importância do recurso.
- ✓ Singularidade dos cenários e da existência de espécies em extinção.

Segundo Sukhdev *et al.* (2010), tanto os atributos quantitativos quanto os qualitativos da biodiversidade são importantes nas relações entre a natureza, a atividade e o bem-estar humanos. Estes mesmos autores indicam que os conceitos do capital natural e dos serviços ecossistêmicos podem nos ajudar a reconhecer os diversos benefícios da natureza para as pessoas, que podem ser considerados “dividendos”.

Considerando a percepção de valor do meio ambiente expressa no Art. 225 da CF de 1988, em que o meio ambiente é um bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida para a sociedade atual e futuras gerações, qualquer que seja o valor atribuído ao serviço ambiental será temporário e variável ao longo do tempo.

A manutenção destes serviços é uma necessidade de sustentabilidade do bem estar do Homem e o valor dos serviços ambientais, pode, segundo Peixoto (2002), ser classificado em duas categorias:

- a) Valor de uso, refletindo o valor atribuído ao recurso natural pelo seu uso no presente ou seu uso potencial no futuro, podendo atribuir preços de mercado praticados ou substitutos.
- b) Valor de não uso, associados ao valor independente do uso, pela sua própria existência, o que, segundo diversas bibliografias, é de difícil mensuração.

Segundo Fonseca *et al.* (2013), é necessária a estimativa dos valores de uso e de não uso de forma a possibilitar políticas de conservação e preservação do meio ambiente. Estes valores podem servir de base na aplicação de taxas e multas associadas aos danos ambientais (FINCO, 2004).

Existem diversas bibliografias sobre metodologias de valoração dos serviços ambientais, dentre elas destacam-se as apresentadas na **Tabela 4.1**.

Tabela 4.1 – Principais metodologias de valoração de serviços ambientais existentes na literatura organizadas e avaliadas pelo autor dessa tese.

METODOLOGIA	DESCRIÇÃO
Custo de viagem	Valor que se paga para usufruir o bem, tendo por base os gastos dos usuários frequentes do bem ambiental
Preço hedônico	Valora através da diferença do valor de mercado da propriedade com e sem o dano ambiental
Custo de reposição	Estabelece o valor considerando os custos necessários para repor o bem ambiental prejudicado
Custo evitado	Avalia tendo por base o valor de substituição do bem sem alterar a quantidade e qualidade do recursos
Produtividade marginal	Quantifica o valor do bem para a atividade humana (produção), considerando as perdas pela falta do mesmo
Transferência de benefício	Utiliza valores estimados em áreas semelhantes, por analogia
Valoração contingente	Estabelece o valor da disposição da população a pagar pelo bem ambiental, obtido através de entrevistas
Custo de oportunidade	Atribui o valor associado às perdas de renda devido às restrições impostas pelo dano, consumo do bem e ações para conservar ou preservar os recursos ambientais

Os serviços ambientais, segundo proposta da Avaliação Ecológica do Milênio (MEA, 2003) podem ser divididos em:

Serviços de provisão – Associados à produção de todo tipo de material obtido pelo ecossistema (alimentos, água doce, lenha, fibras, bioquímicos, recursos genéticos, etc.) e consumidos pelas pessoas.

Serviços de regulação – Serviços de regulação dos processos ambientais, ou seja, condicionam o bem estar das pessoas à qualidade do ar e da água, controle do clima e das doenças, polinização, controle climático e hídrico.

Serviços culturais – Benefícios imateriais, ocorridos de maneira indireta, relacionados a ideia de uso do espaço para fins religiosos, recreação e ecoturismo, estético, herança cultural e estética, entre outros.

Serviços de suporte – Ligados à formação de solos, ciclo dos nutrientes, habitats para espécies, produção primária e outras funções.

Quanto maior a biodiversidade existente no imóvel, maior serão suas complexidades estruturais e o número de funções ecológicas neles presentes e, conseqüentemente, o valor de seus serviços ambientais. Entretanto, quando se fala de uma propriedade situada em uma zona urbana, deve-se observar o aumento da importância dos serviços preservados, considerando que já desapareceram, na região, muitos dos serviços ambientais decorrentes da ocupação urbana da área e seu entorno.

Segundo TEEB (2012), o valor dos serviços ecossistêmicos varia em função da percepção da sociedade quanto aos aspectos: a) ecológicos, em relação à provisão dos benefícios dos ecossistemas; b) sociocultural, em relação às crenças e valores culturais da comunidade, e; c) econômica, em relação ao uso e conseqüente bem-estar social.

Os serviços ambientais em áreas urbanas, para fins desta pesquisa, que podem ser impactados diretamente pela ocorrência da contaminação em imóveis situados nos centros urbanos, foram: provisão de água doce, regulação da qualidade da água e dos recursos hídricos, serviços culturais associados ao uso do espaço e suporte à formação dos solos, produção primária e ciclo de nutrientes. Assim, estes foram reagrupados e consolidados em:

- | | |
|---|---|
| <p>a) Serviços ambientais hídricos</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ provisão de água potável ou não (uso direto); ✓ regulação da qualidade das águas superficial e subterrânea (armazenamento e descarga) ✓ suporte e manutenção do recurso hídrico (manutenção do ciclo hidrogeológico). | <p>b) Serviços ambientais do solo</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ formação de solos; ✓ suporte a vida; ✓ <i>habitat</i> para espécies. <p>c) Serviços culturais:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ uso histórico do espaço; ✓ bens a proteger. |
|---|---|

Cabe destacar que a Lei Estadual de São Paulo nº 13579/2009 (SÃO PAULO, 2009a), Lei Específica APRM Billings, no § 8º do Art. 2º - indica que “as áreas preservadas em decorrência desta lei poderão ser contempladas em programas de pagamento por serviços ambientais e outros mecanismos de incentivo financeiro, fiscal ou creditício, na forma definida em regulamento próprio”.

O Município de São Paulo através da Lei nº 14933 (SÃO PAULO, 2009b), de 5 de junho de 2009, em seu Art. 36, definiu que “o Poder Público Municipal estabelecerá, por lei específica, mecanismo de pagamento por serviços ambientais para proprietários de imóveis que promoverem a recuperação, manutenção, preservação ou conservação ambiental em suas propriedades...”. A lei municipal estabelece ainda, em seu § 1º, que “a propriedade declarada, no todo ou em parte, de preservação ambiental ou Reserva Particular do Patrimônio Natural - RPPN poderá receber incentivo da Administração Municipal, passível de utilização para pagamento de tributos municipais, lances em leilões de bens públicos municipais ou serviços prestados pela Prefeitura Municipal de São Paulo em sua propriedade”.

Considerando o acima exposto, e que a sociedade reconhece o valor dos serviços ambientais e, ainda, admitindo o conceito da reciprocidade, quando os serviços ambientais sofrerem dano, o responsável legal deve ser penalizado, além da obrigação da reparação do dano.

Várias metodologias de valoração ambiental direta são aplicadas de forma a atender as diversas necessidades judiciais, tais como: CATES – Custos Ambientais Totais Esperados (RIBAS, 1996); VCP – Valor da Compensação Ambiental (IBAMA, 2002); AHE – Análise do Habitat Equivalente (NOAA, 2000); e Modelo do Departamento Estadual de Recursos Naturais do Estado de São Paulo (GALLI, 1996) que, em geral, são metodologias baseadas em métodos elaborados com base na experiência profissional dos técnicos e direcionadas a casos específicos com características diferentes de áreas contaminadas, de difícil e demorada aplicação em áreas urbanas e sem considerar a ocorrência de área contaminada.

Segundo Constanza *et al.* (1997), apesar da existência de vários métodos para estimar o valor econômico dos serviços ambientais, a maioria dos trabalhos de valoração de serviços ambientais ou ecossistêmicos utiliza o “Método contingente” (*Contingent Valuation Method* - CVM). Sua ampla utilização justifica-se por ser o mais fácil e barato de se aplicar através do uso de questionários que avaliam a predisposição das pessoas a pagar pelo “serviço” avaliado, sem, contudo, discriminar os tipos de serviços (ROMA *et al.*, 2013).

Ainda, segundo este mesmo autor, o método de transferência de valores é o segundo mais utilizado, sendo caracterizado por estudos rápidos e simples, que se utilizam de valores já caracterizados de outras áreas similares. Entretanto, a utilização de valores por similaridade deve ser avaliada quanto a representatividade, o contexto das áreas comparadas e quanto às limitações dos parâmetros obtidos. A vantagem é que, uma vez avaliada a área e aceitos os valores, estes podem ser aplicados de forma rápida para diversos imóveis (áreas) da região, município, bairro ou quadra.

Cabe destacar que, qualquer que seja o método aplicado, este deve considerar o objetivo do trabalho e que as informações disponíveis e a representatividade dos resultados obtidos, sempre serão em função da qualidade e da quantidade de dados existentes.

Em geral, os métodos de valoração consideram um intervalo de tempo adotado para análise do valor dos danos, a taxa de desconto dos valores do dano e até uma taxa de risco (percentual a ser acrescido no valor). Entretanto, quando se define o dano para área contaminadas, o valor de recuperação da área apenas pode ser aferido após sua conclusão ou através de uma estimativa empírica por um técnico com experiência na área, tendo por base valores de mercado dos serviços de engenharia, mão-de-obra e dos materiais necessários para executar o serviço de gerenciamento de área contaminada.

Porém, ainda não há metodologia de quantificação dos danos associados a áreas contaminadas, aceita ou não nos meios acadêmicos, profissionais ou mesmo periciais, para definir com a objetividade necessária, a valoração econômica do dano ambiental decorrente das áreas contaminadas.

Quando se trata de planejamento financeiro de uma empresa, relatórios contábeis anuais e processos de fusão e aquisição, bem como em decisões judiciais, deve-se recorrer a métodos diretos de valoração que quantifiquem o dano através do custo de sua reparação e da perda econômica decorrente da limitação do uso do bem devido à ocorrência da contaminação.

Assim, no dia-a-dia das Promotorias de Justiça e das áreas técnicas que as assessoram, chegar a um dimensionamento o mais próximo possível do passivo ambiental, não raro, arvora-se num grande desafio, agravado pela crescente demanda na área do meio ambiente. Apesar da aplicação cada vez maior de modelos matemáticos de valoração de dano ambiental, os modelos disponíveis na literatura são limitados e não atendem à atual necessidade, em especial àqueles associados a impactos de áreas contaminadas.

A metodologia de valoração ambiental recomendada pela ABNT NBR 14653-6 (2008), que indica a disposição a pagar ou a receber compensação pelo dano, define a expressão matemática (1) denominada VERA (Valor Econômico de Recurso Ambiental), encerra quatro formas de atribuição de valor, conforme expressa a **Equação 4.1**:

$$\text{VERA} = (\text{VUD} + \text{VUI} + \text{VO}) + \text{VE} \text{ [Equação 4.1]}$$

Onde:

VUD - Valor de Uso Direto, que os indivíduos atribuem ao bem ambiental por sua utilização direta, via extração ou consumo, ou de opção pelo consumo direto/indireto do bem. Por exemplo: uso do terreno para agricultura ou o aluguel do terreno.

VUI - Valor de Uso Indireto, atribuído ao bem ambiental pelo benefício obtido por intermédio das relações ecológicas entre os elementos de um ecossistema. Por exemplo: pela manutenção da reprodução de determinadas espécies de peixes de água doce com a conservação da mata ciliar dos cursos de água;

VO - Valor de Opção, conferido pelos indivíduos para preservação de recursos que podem ser utilizados de modo direto ou indireto no futuro próximo. Por exemplo: terapias provenientes de substâncias derivadas de plantas tropicais ainda não catalogadas;

VE – Valor de Existência, associado ao direito de existência de espécies distintas da humana e de riquezas naturais, por motivos altruístas, éticos, morais ou culturais, desvinculada da possibilidade de seu uso direto, indireto, presente ou futuro.

A expressão, apesar de amplo embasamento teórico, utiliza-se de ferramentas de pesquisa para a determinação do valor ambiental de uso indireto, que corresponde às funções e serviços ecossistêmicos providos pelos recursos naturais à sociedade, os quais não têm valor econômico estabelecido. Assim, vários fatores podem influenciar no resultado, desde o momento cultural da população pesquisada até o nível de renda e instrução dos pesquisados, e necessita de longos prazos para sua determinação.

Quando se acrescenta os fatores das complexidades que envolvem a investigação, remediação do dano reversível e reparação do dano irreversível associados as áreas contaminadas, o mercado demanda por uma metodologia de quantificação e valoração, de forma a possibilitar a aplicação dos conceitos já amplamente utilizados na equação VERA.

4.2.2.1 Serviços ambientais do solo

Em relação ao solo, este é um complexo sistema constituído por minerais e compostos orgânicos, *habitat* de diversos microorganismos. Segundo Correia (2002), o solo e a fauna microbiana que o habita, sustentam a vegetação na superfície e possibilitam a reciclagem dos nutrientes. Os solos superficiais tendem a apresentar uma maior concentração e diversidade de microorganismos que os solos mais profundos.

Considerando que o solo suporta a flora, este caracteriza-se como fator de influência indireta na regulação da qualidade do ar em ambientes terrestres, efetuando a manutenção do equilíbrio do CO₂/O₂ da atmosfera, bem como, a remoção do CO₂ através de sua captura pela dissolução do gás na água atmosférica, posterior precipitação e infiltração no subsolo e posterior imobilização através da cristalização minerais ricos em CO₂. Segundo De Groot *et al.* (2002), a função de regulação do ar está associada à manutenção geral de um planeta habitável através da limpeza dos gases atmosféricos, manutenção do ar respirável e da prevenção de doenças (câncer de pele, por exemplo).

Pouco se conhece da diversidade das espécies no solo, entretanto, é consenso que um dos aspectos funcionais do solo é a reciclagem de nutrientes do ecossistema, fundamental para o crescimento vegetal (CORREIA, 2002).

A ocorrência dos contaminantes no solo pode afetá-lo em diversos graus. Na pior hipótese, a contaminação inviabiliza, por completo, os serviços ambientais associados ao ciclo de nutrientes e à manutenção do habitat das espécies, assim como os demais serviços ambientais caracterizados. Esta situação equivale a dizer que o solo “foi removido” do local, havendo a necessidade de reposição de seus nutrientes e das condições de suporte originais. Assim, esta premissa é análoga à situação de erosão do solo.

4.2.2.2 Serviços ambientais hídricos

Segundo Fidalgo et al. (2017), um dos primeiros trabalhos de valoração dos serviços ambientais de provisão e regulação dos recursos hídricos foi desenvolvido no Vale do Rio Cauca, Colômbia, na década de 1990. O projeto objetivou garantir o fornecimento de água para os agricultores (principais consumidores deste recurso na região, que utilizavam até 86 % da água da bacia para irrigação), através da compensação dos responsáveis pela preservação do ciclo da água. Segundo este mesmo autor, no Brasil, o pagamento por serviços ambientais hídricos iniciou-se de forma significativa na década de 2000, através da criação do Programa Produtor de Água, da Agência Nacional de Águas - ANA.

Em geral, os trabalhos técnicos e científicos buscam valorar a manutenção das condições normais de uma bacia hidrográfica (DE GROOT *et al.*, 2002), sejam elas em relação ao volume de água, sua qualidade, meio de transporte ou lazer. Para tanto, considera-se a importância do solo superficial, da água subterrânea e da preservação da vegetação no ciclo hidrogeológico.

Entretanto, segundo Puga *et al.* (2015), há uma omissão quanto à perspectiva ecológica das águas subterrâneas e suas interações com os serviços ambientais, apesar de sua elevada importância e de estar diretamente ligada a provisão dos recursos hídricos usufruídos pela população. Segundo Rebouças (1994), sua vulnerabilidade depende de fatores intrínsecos (características naturais físico-químicas) e antrópicos (à carga poluente que o meio está exposto), sob influência da sazonalidade climática local.

A interação da água subterrânea com a superficial contribui para: 1- produção e consumo, com o uso direto através dos poços; 2- provisão e suporte dos recursos hídricos, suportando a vazão das águas superficiais, através das contínuas descargas para os corpos d'água; 3- regulação da qualidade, através da filtração ou diluição dos contaminantes; 4- manutenção do recurso hídrico, através do armazenamento da água nos aquíferos e contínua liberação para os corpos de água superficiais nos períodos de seca (REBOUÇAS *et al.*, 2006). Cabem acrescentar, ainda, as funções citadas por estes autores:

- a) **Estratégica:** a maioria dos grandes centros urbanos sofre com a pouca oferta de água em relação à demanda, e, as águas subterrâneas complementam-se como alternativa para suprir a demanda em regiões de difícil distribuição pelas empresas de saneamento ou, ainda, em momento de crise de abastecimento.
- b) **Energética ou recreacional:** utilização das águas termais como fonte de energia direta ou indireta ou ainda por diversas atividades recreacionais.

4.2.2.3 Serviços culturais ou socioculturais

Os serviços culturais consideram que as percepções sociais apresentam grande influência na importância dos serviços ambientais e, por consequência, nos valores a eles atribuídos (DE GROOT *et al.*, 2002). Segundo MEA (2003), os métodos de valoração dos serviços ambientais não conseguem capturar totalmente o seu valor, pois, para muitas pessoas, a percepção do meio é intrínseca às questões éticas, religiosas e históricas de uma pessoa.

Segundo Andrade (2010) os serviços culturais podem ser valorados através de processos participativos da comunidade, com entrevistas e avaliações. O método resulta em um valor médio representativo para a região avaliada, podendo ser consequência de uma deliberação pública e aberta. Entretanto, há metodologia baseada em opiniões individuais, como a que ordena a importância e, conseqüente valor, dos serviços ambientais baseada nas preferências de indivíduos de um determinado grupo (PLIENINGER, T., 2013 e CALVET-MIR *et al.*, 2012).

Entretanto, para a aplicação de ambas as metodologias há a necessidade de uma pesquisa ampla e complexa, que apresentará valores variáveis no tempo e no espaço, em função da região.

4.3 INVESTIGAÇÃO DO DANO AMBIENTAL – ÁREA CONTAMINADA

Posteriormente à caracterização do bem ambiental, deve-se caracterizar a contaminação e seu impacto no meio.

Usualmente, as áreas contaminadas não são identificadas a olho nu, sendo notadas, na maioria das vezes, quando seus efeitos atingem as águas, o solo, a vegetação e, conseqüentemente, o homem, causando danos graves.

A aplicação de auditorias e investigações ambientais para a caracterização das áreas contaminadas são essenciais para seu gerenciamento. Tendo em vista que tais medidas acarretam custos para as empresas, os principais fatores que as obrigam a realizar os procedimentos necessários para o gerenciamento de passivos são:

- a) Obrigações legais (Federal, Estadual, Municipal).
- b) Políticas corporativas (*Responsible Care*, Balanços Contábeis).
- c) Processo de fusão e aquisição.
- d) Pressões de mercado (ISO 14.000, Selo Verde, Financiamento Verde, pressão da comunidade, etc.).

Cabe destacar que muitas empresas já perceberam que ações preventivas têm custos muito menores que das ações corretivas (recuperação de áreas).

Segundo a CETESB (2019), o Estado de São Paulo possuía, em Dezembro de 2018 (**Quadro 4.1**), 6.110 (seis mil, cento e dez) áreas contaminadas conhecidas, sendo que a maior fonte de contaminação são os postos de combustíveis (4.384 áreas, ou 71,75 % do total), seguidos das atividades industriais (responsáveis por 18,95 % das contaminações)

Quadro 4.1 – Áreas contaminadas cadastradas no Estado de São Paulo (CETESB, 2019)

<i>Áreas Cadastradas no Estado de São Paulo - dezembro de 2018</i>						
Região	Atividade					Total
	Comercial	Industrial	Resíduos	Postos de combustíveis	Acidentes/ Desconhecida/ Agricultura	
São Paulo	124	421	58	1.608	13	2.224
RMSP - outros	57	295	37	671	13	1.073
Interior	98	328	70	1.610	22	2.128
Litoral	33	47	26	279	4	389
Vale do Paraíba	5	67	6	216	2	296
<i>Total</i>	317	1.158	197	4.384	54	6.110

Como, inicialmente, houve a avaliação ambiental dos postos devido à exigência para a obtenção ou renovação da licença de operação e da obrigatoriedade quando da troca dos tanques de armazenamentos de combustíveis subterrâneos (SASC), espera-se que a quantidade de áreas industriais conhecidas aumente no futuro próximo, contribuindo para o crescente número de áreas contaminadas cadastradas.

Tal percepção é descrita por Amicci (2010), que demonstrou que a percepção do mercado onde o alto percentual de postos de gasolina no cadastro da CETESB, em relação as demais classes de áreas contaminadas, está associada a publicação da Resolução CONAMA 273/2000. Em seu trabalho, a autora indica que haverá uma tendência de queda deste percentual relativo.

Entretanto, já no ano de 2000, a CETESB tinha publicado a Decisão de Diretoria 023/00/C/E, apresentando, pela primeira vez, os procedimentos para o gerenciamento de áreas contaminadas (GAC), juntamente com o Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas, definindo as ações para as ocorrências (CETESB, 2001). Em 2007, os procedimentos de gerenciamento de áreas contaminadas foram revisados através da DD 103/2007/C/E.

A metodologia descrita no Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas da CETESB definiu dois grandes processos de investigação (identificação e reabilitação de áreas contaminadas – **Figura 4.2**), que são realizados através de etapas sequenciais de estudos, onde a informação obtida em cada etapa é a base para a execução da etapa posterior.

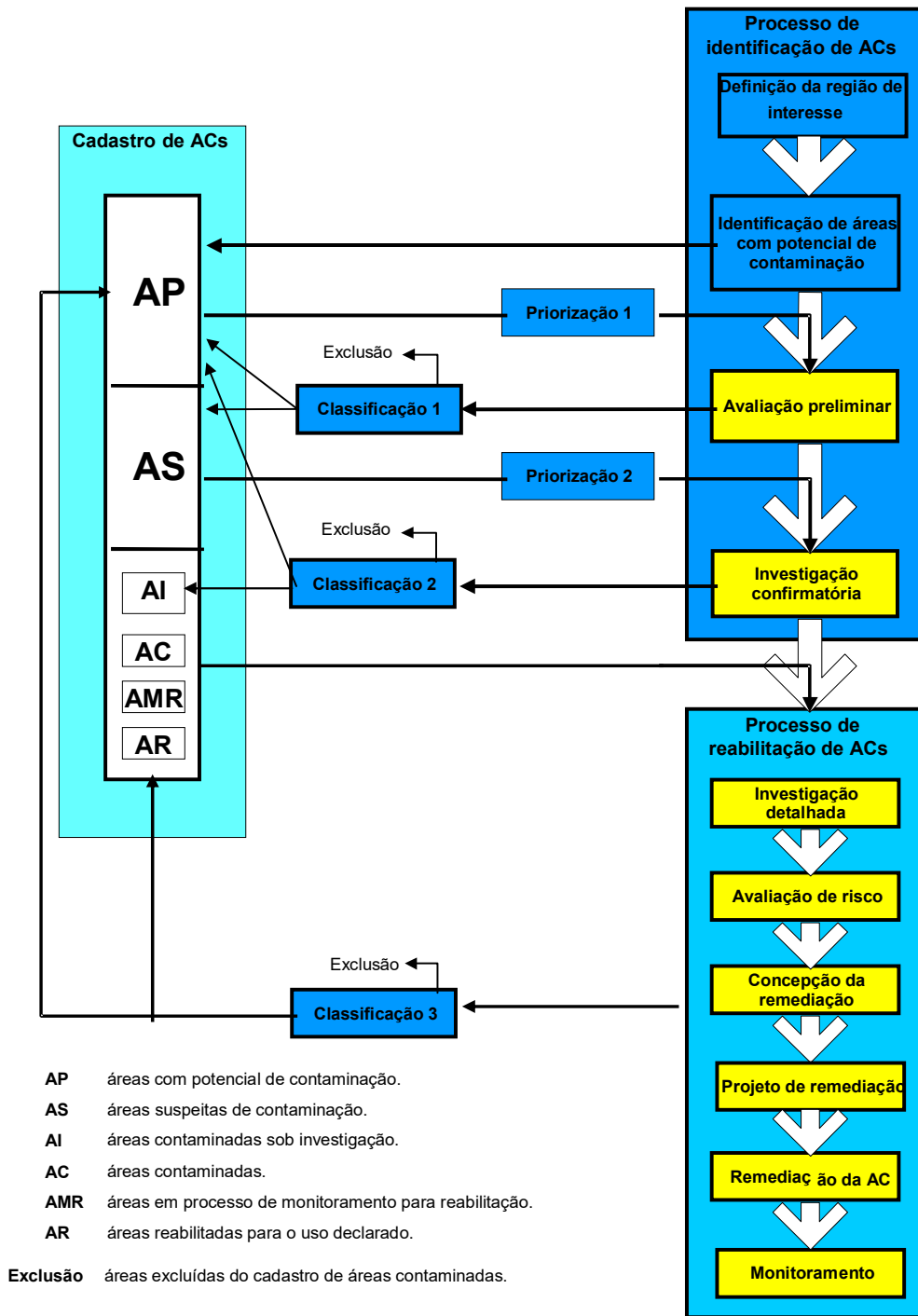


Figura 4.2 – Fluxograma de atividades no gerenciamento de áreas contaminadas (CETESB, 2016)

A primeira etapa a cargo do responsável legal da área é a Avaliação Preliminar (AvP), que tem por objetivo identificar e/ou confirmar evidências das condições ambientais da área de interesse quanto à potencial existência de passivo ambiental (contaminação da qualidade de solo e / ou água subterrânea), sem, no entanto, realizar amostragens específicas. Com a identificação dos indícios, é efetuada uma Investigação Confirmatória (IC) , de forma a confirmar a ocorrência da área contaminada através da comparação de resultados analíticos de amostras coletadas na área com os Valores Orientadores do Estado de São Paulo, atualizados de tempos em tempos e publicados no Diário Oficial do Estado de São Paulo.

Cabe destacar que a estratégia de execução da IC é efetuada conforme plano de investigação proposto na AP, elaborado em função da disponibilidade e qualidade dos dados levantados, tendo por base o Modelo Conceitual Ambiental (MCA-1) e os contaminantes potenciais ou Substâncias Químicas de Interesse (SQI). O modelo deve ser classificado em:

- MCA-1A – Quando as fontes de contaminação foram identificadas e localizadas.
- MCA-1B – Existem dúvidas caracterizadas quanto às fontes de contaminação e suas localizações.
- MCA-1C – Quando não há informações sobre as fontes de contaminação e suas localizações.

Caso o resultado das análises das amostras coletadas demonstrem que as concentrações das substâncias encontram-se acima do valor de intervenção definido pelos Valores Orientadores, a área será considerada como Área Contaminada sob Investigação (CETESB, 2017), indicando a necessidade da continuidade das investigações, através do desenvolvimento das etapas subsequentes: Investigação Detalhada, seguida da Avaliação de Risco, do Plano de Intervenção e, caso necessário, da remediação, com posterior monitoramento para o encerramento.

A Investigação Detalhada (ID), tendo por base o desenvolvimento planejado de sondagens, amostragens, ensaios e análises do sistema hidrogeológico da área, deve caracterizar a ocorrência dos contaminantes (SQI), sua massa e dinâmica no meio, assim como os diversos cenários em que os mesmos são expostos para os receptores, neste caso, o homem. Com o conhecimento adquirido na ID, é desenvolvida uma Análise de Risco Toxicológico (ARtx) que caracteriza o risco associado para os contaminantes frente à situação atual de uso ou um uso pretendido futuro. Os riscos devem estar dentro da faixa legal e aceitável, conforme legislação. Caso contrário, os mesmos devem ser minimizados e gerenciados. Para seu gerenciamento, são calculadas e definidas as Concentrações Máximas Aceitáveis (CMA) para a área e desenvolvido um plano de ação para a obtenção das CMA, consolidados em um Plano de Intervenção (PI).

O PI define as diretrizes de um possível processo de controle ou eliminação das fontes de contaminação, bem como um descritivo das medidas de intervenção (remediação) consideradas técnica e economicamente viáveis, com cronograma de implantação e programa de monitoramento das medidas propostas.

Ao fim do período de monitoramento, confirmada a manutenção das concentrações dos contaminantes abaixo das metas de remediação, a área será classificada como Área Reabilitada para o uso declarado (AR). Entretanto, após a declaração de reabilitação da área, esta não apresenta a mesma qualidade ambiental que antes do impacto tratado (contaminação), e sim, apenas, qualidade suficiente para o uso declarado, podendo restar passivos residuais com risco aceitável e restrições ao uso, decorrentes da permanência de contaminantes remanescentes no solo e água subterrânea.

Considerando a soma dos prazos médios de desenvolvimento de cada etapa de Gerenciamento de Áreas Contaminadas (GAC) apresentado pelo IPT (2018), são necessários quarenta e quatro meses (pouco menos de quatro anos) para o desenvolvimento das etapas do GAC conforme apresentado na **Tabela 4.2**. Estes prazos são semelhantes aos apresentados por Marcelino (2016) (**Tabela 4.2b**), mas o trabalho do IPT não considera o prazo existente entre as etapas, necessário para o entendimento do relatório pelo responsável legal, conscientização da necessidade do desenvolvimento da etapa subsequente e provisão de recursos, bem como o processo de contratação.

Considerando que a legislação do estado de São Paulo estabelece um prazo máximo de 90 (noventa) dias entre uma etapa e a seguinte, ter-se-ia um acréscimo potencial de doze meses ao cronograma, sem contar que, usualmente, as empresas possuem dificuldades de planejamento financeiro e solicitam prorrogação de prazos para o início dos trabalhos subsequentes. Não se têm estudos, tampouco, sobre as prorrogações dos prazos para o desenvolvimento da ID, que, frente a impossibilidade de visualização direta das condições do subsolo, é um processo que avança com cautela, conforme são obtidos e analisados os resultados, de forma a minimizar recursos. Desta forma, o processo da ID (investigação, análise e decisão) é cíclico e ocorre quantas vezes forem necessárias para se atingir os objetivos estabelecidos pela DD 38/CETESB de 2017.

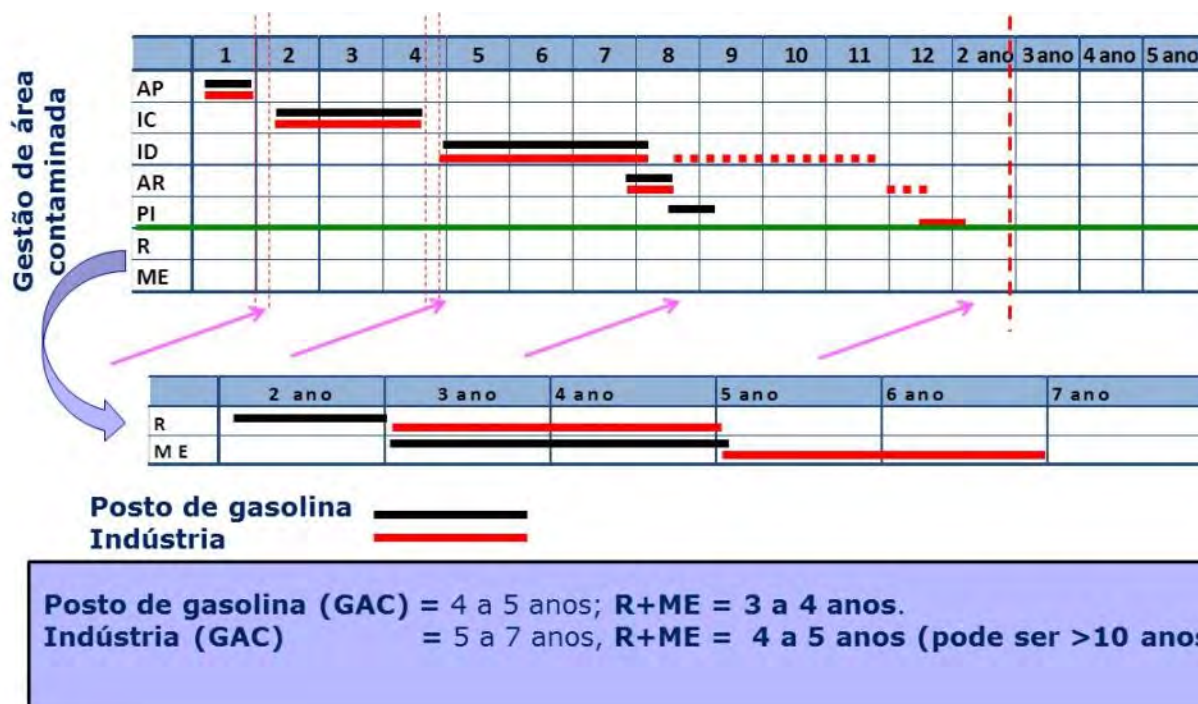
Tabela 4.2a – Prazos das etapas de gerenciamento de área contaminada (adaptado pelo autor de IPT, 2018)

Período da etapa (Mês)	3			1	1	1	12												24												2																				
Ano	1												2												3												4												2		
Período somado (Mês)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44							
ETAPA																																																			
Investigação Detalhada - ID	■																																																		
Análise de Risco - AR				■																																															
Plano de Intervenção - PI					■																																														
Aprovação pelo órgão ambiental						■																																													
Remediação - REM																																																			
Monitoramento de Encerramento - ME																																																			
Reabilitação da área (Docs)																																																			

Cabe destacar, ainda, que a reabilitação da área somente é emitida após ser evidenciada a execução de todas as ações de gerenciamento dos riscos aprovadas no PI e, muitas delas, somente são executadas após a conclusão da remediação.

Assim, para as ações de gerenciamento de áreas contaminadas são necessários mais de quatro anos, podendo chegar até mais de dez anos (MARCELINO, 2016). Entretanto, apenas quando da emissão do PI, que somente ocorre após o segundo ano de investigações (no mínimo), é que são definidos os custos para as ações de remediação. Inexistem metodologias ou ferramentas para estimar os custos associados ao dano ambiental de áreas contaminadas, muito menos, a partir da identificação da ocorrência do passivo.

Tabela 4.2b – Prazos das etapas de gerenciamento de área contaminada (MARCELINO, 2016)



Assim, todas as atividades de gerenciamento de áreas contaminadas são iniciadas sem prévia estimativa do investimento necessário, dificultando o planejamento financeiro da empresa responsável pela área, aumentando os riscos de insucesso do projeto e da própria sobrevivência do empreendimento.

4.4 O IMPACTO AMBIENTAL - A OCORRÊNCIA DA CONTAMINAÇÃO POR COMBUSTÍVEIS FÓSSEIS

A dependência humana dos combustíveis fósseis e seus derivados como fonte de energia (e o seu uso de forma ampla, tanto nos grandes centros urbanos como no meio rural), tem favorecido, através de vazamentos, acidentes ou outros fatores, a ocorrência de danos ambientais associados à contaminação do solo e água subterrânea. Dos compostos presentes na gasolina, os mais prejudiciais à saúde humana e ao meio ambiente, destacam-se os hidrocarbonetos aromáticos Benzeno, Tolueno, Etilbenzeno e os isômeros do Xileno, conhecidos como BTEX.

Existem, essencialmente, três aspectos gerais pelos quais o imóvel pode ser afetado pela contaminação (NZRPGN, 1995):

- a) Contaminantes existentes dentro do próprio terreno.

- b) Água contaminada, que pode ser estática ou ter migrado para fora do local, sob ou sobre o piso.
- c) O ar, por gases contaminados provenientes dos contaminantes.

Considerando que São Paulo possui 10,4 mil postos (28 %, do total de postos de combustíveis existentes no Brasil - 38,5 mil) (ANP, 2015) e a hipótese que todos os postos já tiveram sua área investigada, em conformidade com as exigências do licenciamento em vigência (Resolução CONAMA nº 273/2000), 42,15 % dos postos de gasolina apresentam problemas de área contaminada em 2018.

Fatorelli (2005), indica que diferentes fatores influenciam no comportamento dos derivados de petróleo no solo, entre eles, destacam-se: características físicas do solo, físico-química dos minerais constituintes do solo, quantidade de matéria orgânica e fatores ambientais (temperatura e precipitação). Cabe destacar, entretanto, que, a adição do etanol nos combustíveis no Brasil, favorece a contaminação da água subterrânea, devido ao efeito de co-solvência.

Os combustíveis derivados de petróleo podem se particionar em cinco fases distintas em subsuperfície (USEPA, 1996):

- ✓ Vapor: acumulado nos interstícios do solo ou emanado na superfície do terreno.
- ✓ Retida: produto presente na superfície das partículas sólidas dos grãos minerais do solo.
- ✓ Residual: produto puro acumulado nos vazios (poros) do solo, que não apresenta mobilidade no meio poroso.
- ✓ Fase livre: produto puro com mobilidade no meio poroso.
- ✓ Dissolvida: dissolvido na água subterrânea.

De uma forma geral, quando da ocorrência de um vazamento (em superfície ou em subsuperfície), os combustíveis infiltram-se no solo não saturado e, por forças gravitacionais e capilares, iniciam um movimento descendente com velocidade e direção variável em função das características físicas do solo e do relevo que condicionam a condutividade hidráulica, até chegar à franja capilar, zona de contato com a água subterrânea.

A partição dos combustíveis em suas fases ocorrem de maneira dinâmica e irregular, e, assim, as quantidades podem variar tanto por mudança de fase quanto decorrente a biodegradação, o que dificulta a quantificação da massa de combustível no subsolo (LAGREGA, 1994; FERREIRA *et al.*, 2000). A fase vapor pode apresentar um deslocamento 10.000 vezes maior que o fluxo do contaminante na fase dissolvida (USEPA, 1991).

De uma maneira simplista, no processo inicial de descida na zona não saturada, o combustível terá uma fase residual e outra, retida pelo solo, originando a fração de solo contaminado. Ocorrerá, também, a fase vapor originada por seus compostos mais leves parcialmente volatilizados. O vapor, uma vez originado, apresenta tendência ascendente para a superfície do terreno ou se acumulará nos interstícios do solo, condicionado pelas características do mesmo e do próprio composto volatilizado.

Uma vez que os combustíveis atingem a água subterrânea, na zona saturada, começam se dissolver na água e, por serem constituídos por compostos menos densos que a água, em função da concentração e volume inicial que atinge a água subterrânea, podem gerar duas fases distintas: fase livre (LNAPL - *Light Non Aqueous Phase Liquids*) e dissolvida. Estas, por sua vez, continuam a gerar a fase vapor. Ambas as fases apresentam mobilidade, sendo suas dinâmicas definidas pelo meio que percolam (características físicas do solo), volume e características físico-químicas do próprio contaminante e condições de fluxo da água subterrânea.

Segundo Oliveira (2016), os principais compostos contaminantes da gasolina sofrem atenuação natural e, usualmente, não originam plumas de fase dissolvida maiores que 150 a 200 m, a partir da fonte. Entretanto, a presença do etanol na gasolina brasileira, um co-solvente miscível tanto na água subterrânea quanto na gasolina, possibilita a ocorrência de plumas com maiores concentrações de BTEX que o produto puro. Assim, no Brasil, as distâncias percorridas pelos combustíveis na zona saturada, deve ser melhor avaliada.

A grosso modo, a distância que o contaminante percorre no subsolo a partir do ponto de infiltração (área fonte), dependerá do tempo disponível pelo mesmo no sistema hidrogeológico, da facilidade de sua percolação nomeio (condutividade hidráulica) e das interações físico-química e biológicas diversas entre o contaminante e o próprio meio. Estas últimas, de uma maneira geral, tendem a limitar o alcance do deslocamento do composto, atuando em sua velocidade e em sua presença no meio.

A **Figura 4.3** ilustra a dinâmica da contaminação por combustível no subsolo.

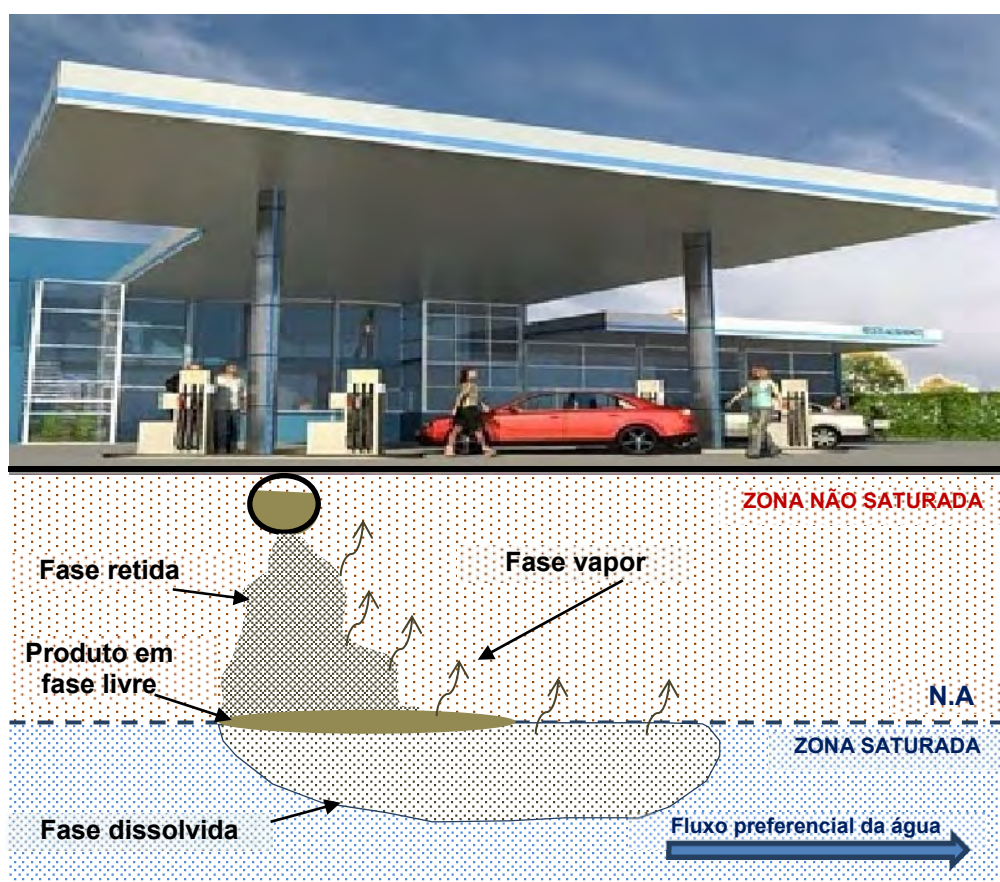


Figura 4.3 – Principais elementos da ocorrência de área contaminada por combustíveis no subsolo (ilustração do autor)

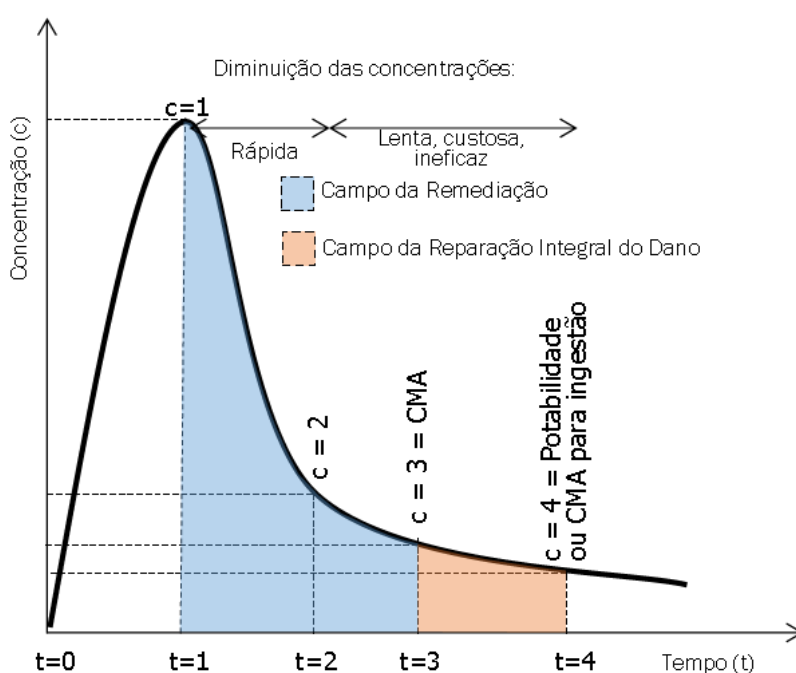
4.5 REPARAÇÃO DO DANO

Com a caracterização da contaminação e do risco associado, é elaborado o Plano de Intervenção, definindo-se as ações de remediação ou reparação do dano ambiental, conforme preconiza o Art. 23º da Lei 13.577/09 (SÃO PAULO, 2009a).

O processo de remediação é monitorado até atingir os objetivos de qualidade com base no risco e uso declarado. Após a obtenção dos níveis de qualidade com base no risco, a área passa a ser monitorada para a confirmação da manutenção dos parâmetros de referência, em quatro campanhas semestrais. Com a comprovação da manutenção dos níveis de qualidade, a área é liberada para o uso declarado, conforme condições definidas no Plano de Intervenção (PI) e reclassificada como Área Reabilitada para o Uso Declarado (AR).

Entretanto, como dito anteriormente, como a reparação tem como objetivo a reconstituição do meio para um padrão de qualidade que não ofereça risco à saúde, usualmente, mantém níveis de contaminação (passivo residual) que, apesar de não oferecer riscos (conforme uso declarado da área atual ou futuro), mantém uma degradação em relação à qualidade antes da contaminação. Este passivo é objeto de discussão jurídica quanto a uma possível compensação pelo dano, considerado irreversível.

A evolução das concentrações que caracterizam o impacto ambiental em função das ações do Gerenciamento de Área Contaminada (GAC) é apresentada na forma gráfica por Bertolo *et al.* (2019), considerando o tempo e as concentrações envolvidas (**Figura 4.4**). O gráfico apresentado pelo autor ilustra bem que a remediação termina antes da obtenção da potabilidade e que, assim, ingressa no campo da reparação. Destaca, no entanto, que as complexidades hidrogeológicas fazem o gráfico variar, chegando a ocorrer, algumas vezes, uma concentração pós remediação menor que a da potabilidade.



t_0 a t_1 = contaminação da área; t_1 a t_3 = remediação; t_3 a t_4 = não potável e sem risco e reabilitada (legenda inserida pelo autor dessa tese)

Figura 4.4 – Comportamento genérico das concentrações de contaminantes na água subterrânea antes, durante e após a execução de medidas de remediação (BERTOLO *et al.*, 2019)

O trabalho indica que, não raro, o tempo necessário para que a concentração varie de $c=3$ (MRBR) para $c=4$ (potabilidade) é longo devido as complexidades hidrogeológicas e às concentrações envolvidas, tornando as ações de remediação antieconômicas.

4.5.1 Reparação do dano ambiental reversível – Remediação ambiental

A remediação de uma área contaminada consiste na aplicação de uma ou mais técnicas de controle e diminuição das concentrações e da massa dos contaminantes caracterizados na área, conforme objetivos definidos em análise prévia de risco à saúde humana, considerando o uso atual e futuro da área.

As técnicas de remediação podem ser aplicadas no local (*in situ*), com a remoção do solo ou água contaminada e tratamento em instalações especializadas, bem como, fora do local (*ex situ*), efetuando o processo na área impactada, sem a remoção dos materiais. Existe uma tendência de utilização das tecnologias de remediação *in situ*, em detrimento das *ex situ*, pois: a) usualmente, nas grandes cidades, ocorrem edificações sobre a área contaminada, dificultando e induzindo custos adicionais para a remoção do material a ser tratado; b) o transporte do material contaminado implica em riscos e custos adicionais associados e, c) o material removido para ser tratado é, inicialmente, classificado como resíduo, e, naturalmente, o material resultante do tratamento será classificado como resíduo também, implicando em novas ações e custos associados para sua disposição final.

A remediação da área contaminada somente ocorre sobre o dano reversível, onde as condições ambientais negativas são eliminadas. Entretanto, esta é planejada e executada de forma a obter a diminuição até a Máxima Concentração Aceitável (CMA), calculada com base no risco à saúde humana, em conformidade com a legislação do Estado de São Paulo.

Com a reparação do dano reversível, obtém-se, assim, a conformidade legal no gerenciamento de área contaminada. A alteração ambiental que permanecerá após a remediação, em relação à qualidade inicial do meio antes do impacto ambiental, aqui, denominamos de dano ambiental irreversível.

A técnica de remediação a ser aplicada (ou mais de uma) é definida quando da elaboração do Plano de Intervenção (PI) para a área contaminada em questão, e considerará, entre outros aspectos:

- ✓ Características físicas do local.
- ✓ Viabilidade técnica e econômica.
- ✓ Tipo e características da ocorrência do contaminante.
- ✓ Custos envolvidos.
- ✓ Riscos associados e tempo disponível.

Segundo a CETESB (2019), das 6.110 (seis mil cento e dez) áreas contaminadas, 1453 (um mil, quatrocentos e cinquenta e três) (23,78 % do total) já obtiveram a reabilitação para uso declarado, após ações de intervenção. A **Figura 4.5** ilustra a distribuição das diversas técnicas de remediação de áreas contaminadas aplicadas no Estado de São Paulo até Dez/18.

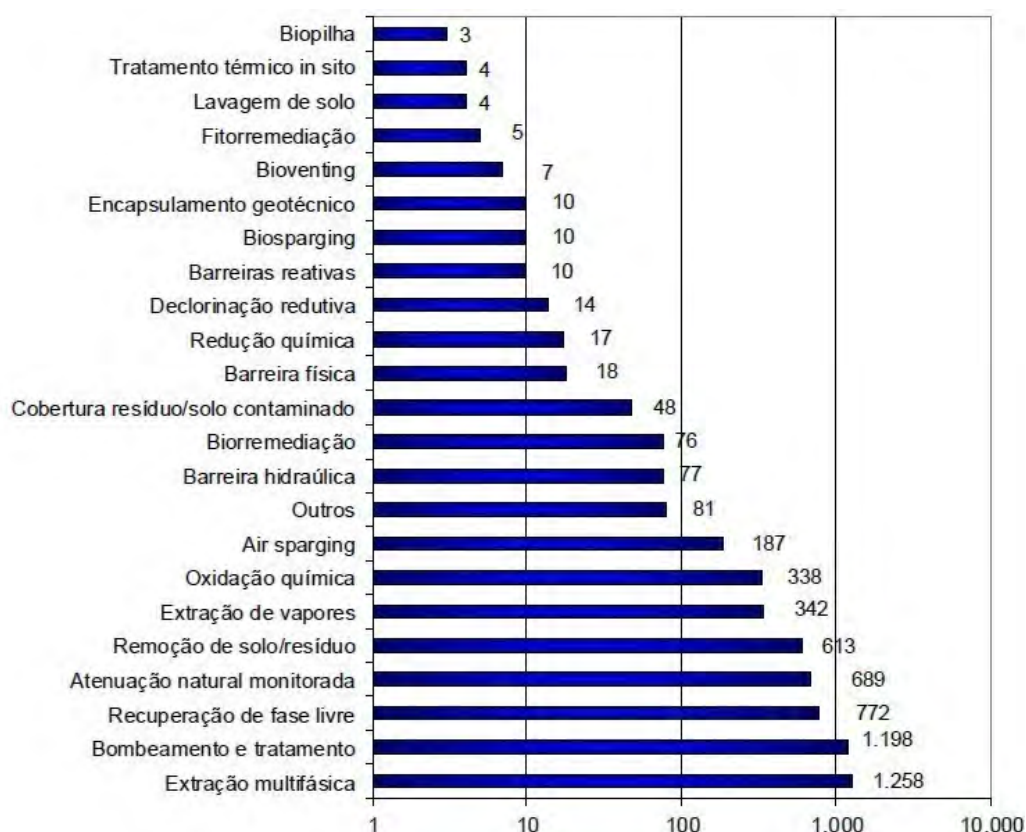


Figura 4.5 – Técnicas de remediação aplicadas no Estado de São Paulo até Dezembro 2018 (CETESB, 2019).

Uma análise simples dos números apresentados pela CETESB (2019) sobre as tecnologias de remediação aplicadas até dezembro de 2017 (**Tabela 4.3**) indica que em 94,6 % dos casos, são utilizadas 8 (oito) das tecnologias cadastradas pela CETESB. Este índice, provavelmente, ocorre por haver a predominância de áreas contaminadas por combustíveis derivados de petróleo cadastradas.

Das remediações aplicadas, a grosso modo, 19,5 % são tecnologias com ênfase na remediação da zona não saturada e, 80,5 %, da zona saturada.

Tabela 4.3 – Análise das principais tecnologias de remediação aplicadas no Estado de São Paulo até dezembro de 2018 (elaborado pelo autor).

TECNOLOGIA	ZONA:	SATURADA	NÃO SATURADA	%
Biopilha			3	0.05%
Tratamento térmico in situ			4	0.07%
Lavagem de solo			4	0.07%
Fitorremediação			5	0.09%
Bioventing			7	0.12%
Encapsulamento geotécnico			10	0.18%
Biosparging		10		0.18%
Barreira reativa		10		0.18%
Decloração redutiva		14		0.25%
Redução química		17		0.30%
Barreira física		18		0.32%
Cobertura de solo contaminado			48	0.84%
Biorremediação			77	1.35%
Outros			81	1.42%
Air sparging		187		3.28%
Oxidação química		338		5.92%
Extração de vapores			342	5.99%
Remoção de solo			613	10.74%
Atenuação natural		689		12.08%
Recuperação de fase livre		772		13.53%
Bombamento e tratamento		1198		21.00%
Extração multifásica		1258		22.05%
N. tecnologias solo / água subterrânea		4592	1113	100.00%
		80.49%	19.51%	
Total das tecnologias aplicadas		5705		

Cabe destacar que a aplicação de técnicas de engenharia concomitantemente a remediação (seja ela através de uma ou mais técnica de remediação) auxiliam na maximização da eficiência e na minimização dos prazos do processo de remediação (PICCHI *et al.*, 2009). Assim, a remediação de uma área pode ser através do uso de uma ou mais técnica de remediação, associada ou não a obras de engenharia.

Por outro lado, Marker (2013), em seu trabalho desenvolvido no *Projeto Integration*, visando o melhoramento da coesão social e territorial na América Latina, sistematizou e adaptou uma metodologia de gestão pública aplicada na Europa, de saneamento ecológico, econômico e social de *brownfields* – áreas degradadas e contaminadas – para as regiões urbanas cinco cidades latino-americanas: São Paulo, Rio de Janeiro, Quito, Bogotá e Guadalajara.

Este projeto sugere uma metodologia de cadastro e investigação de áreas degradadas (contaminadas ou não) nos grandes centros urbanos, visando o controle do risco e reabilitação para o uso pretendido dos *brownfields*. Apresenta, ainda, alguns casos de sucesso de reabilitação de áreas degradadas em São Paulo e que, apenas tendo por base uma Avaliação Preliminar e o Modelo Conceitual (ambiental) pode-se, teoricamente, definir-se um escopo de intervenção para a área.

Entretanto, a legislação do Estado de São Paulo indica que a Avaliação Preliminar apenas caracteriza uma área como suspeita de estar contaminada, havendo a necessidade de confirmação da anomalia ambiental através do desenvolvimento da Investigação Confirmatória. Com a confirmação da anomalia ambiental a área passa a ser Área Contaminada sob Investigação (ACI), passando a haver a necessidade de uma Investigação Detalhada para a caracterizar a ocorrência desta anomalia que, ainda, pode ser considerado de origem natural ou não.

O trabalho publicado por Marker (2013) apresenta, ainda, um resumo de uma metodologia e planilha de prognóstico de custos de revitalização utilizada na Alemanha, indicando que a mesma ainda não está disponível para uso na América Latina. Esta metodologia estima, de maneira preliminar, o escopo e custos associados para:

- ✓ A investigação e a quantificação da contaminação.
- ✓ Eleição de medidas de intervenção e estimativas de custos associados para a revitalização da área degradada.
- ✓ Eleição de metodologias de tratamento de solo e das águas subterrâneas e custos associados.
- ✓ Estimativas de custos associados a demolição e desmobilização das antigas estruturas existentes nas áreas.
- ✓ Custos associados a medidas de segurança ocupacional do trabalhador de obra.

Segundo o mesmo autor, a planilha foi, desenvolvida no Projeto PROSIDE (*Promoting Sustainable Inner Urban Development*) na União Europeia, efetua prognósticos dos custos de recuperação de um terreno degradado / contaminado (site industrial / comercial desativado) baseado em custos médios de serviços executados na Alemanha.

4.5.1.1 Remoção e tratamento do solo

A mais rápida e eficiente técnica de tratamento do solo contaminado existente na zona não saturada consiste na escavação, remoção e destinação final do solo contaminado. Esta, usualmente, é aplicada para profundidades inferiores a 5,0 m, havendo a necessidade prévia de classificação e obtenção de autorizações legais pertinentes.

O solo final pode ser destinado para: a) aterro de resíduos perigosos; b) tratamento biológico *ex-situ* e posterior destinação em aterro para resíduos não perigosos; c) tratamento térmico (co-processamento, dessorção ou incineração).

4.5.1.2 Recuperação de fase livre

Quando o volume de produto infiltrado no subsolo é superior à capacidade de retenção do solo, ele se acumula de forma irregular na zona não saturada e, em especial, logo acima do nível freático, formando a fase livre de hidrocarbonetos.

Existem várias formas de recuperar a fase livre de hidrocarbonetos, muitas delas, sendo uma mistura de técnicas diferentes, como as descritas em itens subsequentes. Para fins de separação de tópico desta tese, entende-se recuperação de fase livre aquela efetuada sem a utilização de rebaixamentos da água induzidos por bombeamentos (descrita no item bombeamento e tratamento) ou recuperação simultânea do vapor, ou vapor e água.

Os *skimmers* são equipamentos que possuem uma membrana hidrofóbica que permite a passagem do óleo para seu interior, sem, contudo, capturar a água. Estes, quando apenas permitem o ingresso e acúmulo do óleo em seu interior, são passivos e, quando possuem um sistema de bombeamento (através da aplicação de pressão negativa), são denominados ativos. Ambos possuem baixa área de abrangência, efetuando a remoção limitada da fase livre.

4.5.1.3 Bombeamento e Tratamento (P&T)

A técnica do Bombeamento e Tratamento (*Pump and Treat – P&T*) consiste na extração da água subterrânea contaminada através do bombeamento em poços projetados, com posterior tratamento dos produtos extraídos em superfície. Além de proporcionar o tratamento da água, a técnica, quando bem dimensionada, pode conter e controlar o fluxo dos contaminantes no subsolo, efetuando barreiras hidráulicas negativas e, quando da injeção da água tratada, barreiras positivas.

O P&T ainda é a tecnologia mais utilizada na remediação de áreas contaminadas por hidrocarbonetos, em especial as que apresentam fase livre do produto contaminante (NOBRE & NOBRE, 2008). Usualmente, esta tecnologia é ineficiente como tecnologia única, uma vez que os processos de transferência de massa do contaminante para a água subterrânea são muito lentos, havendo a necessidade de bombear e tratar grandes quantidades de água em períodos muito extensos (OLIVEIRA, 2008; MACKAY & CHERRY, 1989).

Em geral, a tecnologia do P&T utiliza-se de outras técnicas para a separação do produto com a água, para remover e tratar os produtos orgânicos ou inorgânicos bombeados, assim como a fase vapor (USEPA, 1996).

4.5.1.4 Remediação Multifásica (MPE)

O Sistema de Extração Multifásica ou MPE combina as técnicas de bioventilação e remoção de massa a vácuo, possibilitando a extração da fase livre, da fase vapor e da fase dissolvida, além de estimular processos de biodegradação natural na zona não saturada.

Por meio da aplicação do vácuo em poços de extração instalados na área a remediar, o MPE cria uma zona de influência de pressão negativa em toda a extensão da pluma de fase livre que visa “atrair” e extrair as fases livre, de vapor e a dissolvida dos contaminantes.

A mistura bombeada é tratada de forma a separar a água do óleo, sendo a mesma tratada por filtros de carvão e posterior reinjeção no subsolo e, o óleo, armazenado para posterior destinação final. O vapor, tanto o extraído do subsolo quanto no processo de separação da água e óleo, é tratado em uma coluna de carvão ativado e disperso na atmosfera.

4.5.1.5 *Soil Vapor Extraction (SVE) e Air Sparging (ASp)*

A técnica do *Soil Vapor Extraction (SVE)* consiste na captação a vácuo e remoção dos vapores existentes na zona não saturada, para seu tratamento em superfície. Já o *Air Sparging (ASp)* é utilizada para maximizar a eficiência de outros sistemas de remediação, em especial o SVE, através de injeções de ar no subsolo, tanto na zona saturada como na não saturada. O ar injetado desloca-se tanto na horizontal como na vertical no subsolo, promovendo a remoção dos contaminantes por volatilização das partículas sorvidas no solo e ou dissolvidas na água para a fase de vapor, onde o gás pode vir a ser biodegradado ou removido por sistemas de extração de vapores.

Assim, usualmente a extração de vapores é efetuada através da atuação, em conjunto, do sistema SVE e do ASp, aumentando a eficiência da remoção dos contaminantes.

Para sua aplicação com eficiência, não deve haver heterogeneidade dos litotipos de e deve haver uma condutividade hidráulica média superior a 10^{-5} cm/s e uma zona não saturada com espessura de 1,0 a 9,0 m (WILSON, 1995). Quando as técnicas são combinadas, apresenta alta eficiência para o tratamento de hidrocarbonetos na zona saturada rasa e não saturada (YANCHESKI, 1992)

4.5.1.6 Oxidação Química - ISCO

O procedimento de remediação de uma área impactada por meio de oxidação química, baseia-se na aplicação de substâncias químicas objetivando a transformação de moléculas indesejáveis em outras menos tóxicas, “para que estas possam ser assimiladas de modo mais harmonioso nos ciclos da natureza” (JARDIM & CANELA, 2004). Apresenta a facilidade de poder ser aplicado no local, evitando os custos de remoção e reposição do solo e, assim, a tendência é de se utilizar esta tecnologia *in situ* (DYMINSKI, 2006), passando a ser denominada ISCO – Oxidação química *in situ*.

O sistema ISCO promove reações de oxidação / redução com a ruptura sequencial de ligações moleculares dos compostos tóxicos, alterando, assim, suas propriedades, tornando-os menos nocivos ou inócuos à saúde.

4.5.1.8 Atenuação Natural Monitorada (ANM)

A Atenuação Natural Monitorada (ANM) é uma tecnologia de remediação passiva, que, através de indicadores físicos, químicos e biológicos previamente estudados e avaliados na área, indicam uma condição favorável para o processo de degradação natural dos compostos contaminantes, sem uma ação direta do homem (MOERI, 2004).

O processo de degradação é monitorado de forma a caracterizar a contínua e gradativa diminuição da massa, da concentração e da toxicidade dos contaminantes, bem como de sua mobilidade no solo e água subterrânea.

4.5.1.9 Custos médios associados ao gerenciamento de área contaminada

As metodologias de investigação são padronizadas e normatizadas, havendo uma variação em relação aos quantitativos em função da ocorrência do contaminante. Assim, os custos associados são bastante homogêneos para o mercado de São Paulo, já bastante maduro para a investigação de áreas com ocorrência de combustíveis fósseis.

Já as metodologias de remediação, apresentam custos de implantação e operação variados em função das características da área e dos contaminantes. Entretanto, para todas, é necessário um investimento inicial de projeto, englobando, muitas vezes, ensaios e testes piloto desenvolvidos durante a fase de PI, quando da eleição da melhor tecnologia a ser aplicada para a área.

O IPT (2018) apresentou os valores médios práticos no Estado de São Paulo para as diversas etapas de gerenciamento de áreas contaminadas, conforme apresentado na

Tabela4.4.

Tabela 4.4 – Valores médios de mercado para as etapas de Gerenciamento de Áreas Contaminadas (IPT, 2018)

ATIVIDADE	R\$ (min)		R\$ (max)
Investigação Detalhada - ID	R\$ 250.000,00	a	R\$ 400.000,00
Análise de Risco - AR			R\$ 25.000,00
Plano de Intervenção - PI	R\$ 30.000,00	a	R\$ 65.000,00
Aprovação pelo órgão ambiental	R\$ 25.000,00	a	R\$ 25.000,00
Projeto básico de remediação			R\$ 65.000,00

Uma vez que uma ou mais tecnologias de remediação são eleitas, o projeto de remediação é detalhado e implementado, passando a ser operado até a obtenção dos objetivos pré-definidos com base no risco. Dentre os custos de operação e manutenção das tecnologias de remediação, destacam-se: manutenção do sistema, insumos utilizados (oxidantes, carvão ativado, energia, ar comprimido, etc.), mão de obra especializada (e logística associada) e o monitoramento de eficiência e eficácia do processo.

A **Tabela 4.5**, apresenta custos médios das diversas tecnologias de remediação consideradas, conforme bibliografia consultada (BROWN, R., 1994; COHEN, et al 1997; EDSON, 2008; IPT, 2018; LUSVARGHI NETO, 2009; MARCELINO, 2016; NAVFAC, 2001; PICCHI, et al. 2009; USEPA, 1993 e 1996; YANCHESKI, 1992), com os valores convertidos para real na data da publicação e corrigidos pelo INCC (Índice Nacional da Construção Civil), conforme indicadores apresentados no **Anexo I**.

Tabela 4.5 – Custos médios associados as tecnologias de remediação consideradas (consolidação do autor).

METODOLOGIA				
ZONA NÃO SATURADA			2018*	
Remoção e destinação do solo	\$/m3/Ano	Ano	(R\$/Unid/Ano)	Unid
PICCHI, A.R., et al. (2009, BR)	R\$ 300.83	2009	R\$ 486.72	m3
EDSON (2008, BR)	R\$ 625.00	2008	R\$ 1,085.94	m3
FRTR (lin IPT, 2018) (1996, USEPA)	USD 365.00	2016	R\$ 1,453.86	m3
MARCELINO (2016, BR)	R\$ 555.82	2016	R\$ 634.63	m3
		Média	R\$ 915.29	m3
Extração de vapor (NA<2,0m)	\$/m3/Ano	Ano	(R\$/Unid/Ano)	Unid
USEPA (1993)	USD 86.50	1993	R\$ 9.99	m2
YANCHESKI, 1992	USD 105.00	1992	R\$ 12.13	m2
FRTR (lin IPT, 2018) (1996, USEPA)	USD 3.57	2016	R\$ 13.57	m2
MARCELINO (2016, BR)	R\$ 44.66	2016	R\$ 50.99	m2
		Média	R\$ 21.67	m2
ZONA SATURADA (ou ambas)			2018*	
Air sparging	\$/m3/Ano	Ano	(R\$/Unid/Ano)	Unid
NAVFAC, 2001 (EUA)	USD 750.00	2001	R\$ 4,220.10	m2
BROWN, R. (1994) (CAN)	USD 750.00	1994	R\$ 1,574.82	m2
EDSON, 2008	R\$ 620.00	2008	R\$ 1,077.25	m2
FRTR (lin IPT, 2018) (1996, USEPA)	USD 447.32	2016	R\$ 1,701.30	m2
MARCELINO (2016, BR)	R\$ 535.93	2016	R\$ 611.92	m2
		Média	R\$ 1,837.08	m2
Atenuação natural (in situ)	\$/m3/Ano	Ano	(R\$/Unid/Ano)	Unid
EDSON, 2008	R\$ 475.00	2008	R\$ 825.31	m2
FRTR (lin IPT, 2018) (1996, USEPA)	USD 4,380.00	2016	R\$ 16,658.61	m2
MARCELINO (2016, BR)	R\$ 718.25	2016	R\$ 820.10	m2
		Média	R\$ 822.71	m2
Bombamento e tratamento	\$/m3/Ano	Ano	(R\$/Unid/Ano)	Unid
PICCHI, A.R., et al. (2009) (BR)	R\$ 720.00	2009	R\$ 1,164.89	m3
LUSVARGHI NETO (2009)	R\$ 12.63	2009	R\$ 20.43	m3
COHEN, et al (1997)	USD 27.00	1997	R\$ 77.41	m3
MARCELINO (2016, BR)	R\$ 76.43	2016	R\$ 87.27	m3
		Média	R\$ 337.50	m3
Extração multifásica	\$/m3/Ano	Ano	(R\$/Unid/Ano)	Unid
EDSON, 2008	R\$ 25.83	2008	R\$ 44.89	m2
FRTR (lin IPT, 2018) (1996, USEPA)	USD 49.78	1997	R\$ 189.32	m2
MARCELINO (2016, BR)	R\$ 43.28	2016	R\$ 49.42	m2
		Média	R\$ 94.54	m2
Oxidação química	\$/m3/Ano	Ano	(R\$/Unid/Ano)	Unid
EDSON, 2008	R\$ 210.42	2008	R\$ 365.60	m2
FRTR (lin IPT, 2018) (1996, USEPA)	USD 242.81	2016	R\$ 923.49	m2
PICCHI, A.R., et al. (2009) (BR)	R\$ 183.33	2016	R\$ 296.62	m2
MARCELINO (2016, BR)	R\$ 1,813.33	2016	R\$ 2,070.46	m2
		Média	R\$ 914.04	m3
Recuperação de fase livre	\$/m3/Ano	Ano	(R\$/Unid/Ano)	Unid
FRTR (lin IPT, 2018) (1996, USEPA)	USD 0.66	2016	R\$ 2.49	m2
		Média	R\$ 2.49	m2

Obs. 1 – Valores foram convertidos para \$ / unid / ano.

Obs. 2 – Valor em outra moeda foi convertido para o Real no ano do trabalho publicado.

Obs. 3 – Todos os valores foram corrigidos para Dez / 2018, conforme INCC médio anual.

4.5.2 Compensação do dano ambiental irreversível

Em relação às áreas contaminadas, a ocorrência destas, inicialmente, afeta a área do imóvel e, conseqüentemente, o valor do mesmo. Logo, o valor da propriedade é influenciado, segundo Mundy (1992), pela natureza das atividades desenvolvidas no terreno, bem como, do seu entorno. Esta influência foi denominada de “estigma”, uma percepção da população que associa o terreno a algo ruim, de caráter subjetivo, e o local acaba sendo desvalorizado, proporcionando uma menor renda, potencial ou não. Seu estudo indicou, ainda, que o imóvel tende a não recuperar totalmente o valor inicial (sem a contaminação), mesmo após a remediação.

É possível que, com a nova abordagem das empresas de comunicação e adoção da “transparência” das informações, associada ao maior conhecimento da população sobre o tema adquirida (e a ser adquirido) ao longo dos anos, o percentual do estigma presente tendência de diminuir, aproximando-se do zero, decorrente da perda do “medo” das áreas contaminadas.

Diversos estudos internacionais são desenvolvidos com o objetivo de quantificar o impacto da área contaminada no valor de um imóvel. Maynard *et al.* (2014) dividiu os estudos existentes na literatura internacional em: a) os que estudam o valor da área contaminada e, b) os que estudam o efeito da contaminação e outros fatores externos no valor do imóvel.

Segundo NSW (2017), quando se efetua a valoração de um terreno contaminado, deve-se, primeiro, definir se a contaminação deve ser remediada ou não e, em caso positivo, quais os custos envolvidos. Em relação ao dano ambiental decorrente da contaminação, define que:

- a) Deve ser associado o valor de uso mais nobre do imóvel (permitido no zoneamento urbano local), considerando-se os custos de imóveis similares na região sem a contaminação, uma vez que a contaminação não pode ser fator limitante para o uso do terreno.
- b) A diferença do valor do imóvel para o uso mais nobre permitido (sem a contaminação) e o valor atual (com a contaminação) é o valor do dano ambiental atribuído à contaminação.

- c) Se as construções existentes, devido à contaminação, não puderem ser utilizadas, estas não devem ser consideradas melhorias e, valoradas e somadas ao valor do dano do imóvel.
- d) Para o valor final do imóvel, devem-se, ainda, ser descontados os custos da investigação e remediação da área. Caso não haja estudos específicos que estabeleçam o valor real da remediação da área, devem ser considerados custos médios de remediação.

Antai (2003), em seu estudo comparativo de metodologia e avaliação de imóveis contaminados na Suécia e na Nova Zelândia, verificou a semelhança de metodologias entre os países. Em ambos os países, é comum a valoração do imóvel (em seu máximo potencial em função do zoneamento urbano) sem a contaminação, sendo descontado, apenas, o valor dano ambiental sobre o valor inicial para se chegar ao valor do imóvel contaminado.

Herbert (2011), em seu trabalho de valoração de imóveis industriais contaminados (contaminação de solo por metais), indica uma deficiência da literatura brasileira sobre o tema, em especial dos conceitos teóricos e das técnicas de valoração econômica ambiental. Indica, ainda, que estudos dessa natureza, para uma correta quantificação do valor do imóvel influenciado pela existência da área contaminada sobre o mesmo, devem considerar os custos da recuperação da contaminação e suas despesas operacionais, entre outros fatores.

O estudo de caso efetuado por Herbert (2011) aplicou o método comparativo direto para a valoração do imóvel, conforme diretrizes descritas na NBR 14653 – Parte 2 da ABNT, bem como o método proposto por Mundy (1992) de valoração da propriedade e obteve valores finais semelhantes. Entretanto, quando aplicou o método Mundy de valoração da propriedade com a presença da contaminação, obteve uma desvalorização de 39% do valor do imóvel. Quando da valoração do imóvel após a remediação da área, verificou-se uma diferença no valor de mercado da propriedade, menor que a anterior, confirmando a ocorrência do “estigma” que afeta o valor final, conforme proposto por Mundy (1992).

Em estudo de desvalorização de imóvel decorrente da ocorrência da contaminação, efetuada pelo IPT (2018), considerando o estudo de caso de 5 casos em São Paulo, foi obtido um estigma médio de 31 %.

Shideler e Dicks (2011) desenvolveram um estudo comparativo entre 16 (dezesseis) comunidades de forma a avaliar o impacto econômico do estigma resultante de uma antiga contaminação ambiental de uma fundição de zinco em um município no Oklahoma. O estudo conclui que o estigma pode afetar até mesmo o Estado, através das perdas (taxas e impostos) econômicas do município. Assim, concluíram que este aspecto econômico do dano ambiental decorrente de áreas contaminadas deve ser melhor avaliada.

Barbisan *et al.* (2007) efetuaram um estudo de valoração de área degradada em zona urbana, utilizando a técnica de disposição a pagar, avaliada através de entrevistas com moradores em uma área do Município de Passo Fundo / RS, sem, contudo, avaliar a ocorrência de área contaminada. Os autores concluíram que existe, por parte da sociedade em geral, uma percepção da importância da qualidade do meio ambiente urbano, com clara preocupação quanto às questões ambientais e as graves consequências que a degradação ambiental ocasiona.

A CETESB desenvolveu no início da década 90 (MARCELINO *et al.*, 1992), em atendimento a uma solicitação do Ministério Público Federal, critérios básicos para a valoração de danos causados por vazamentos de petróleo e seus derivados no ambiente marinho a saber: a) volume de óleo derramado; b) vulnerabilidade da área atingida; c) toxicidade e persistência do produto no meio, e; d) mortalidade de organismos. Os critérios eram classificados por sua importância relativa em graus variando de 0,0 a 0,5. A metodologia desenvolvida, baseada na experiência prática dos autores, considerou os principais aspectos visíveis do acidente ambiental, de forma a ter fácil e rápida aplicação. Resultou em uma equação exponencial representativa dos acidentes, que tanto ocorriam na época, dada pela **Equação 4.2**.

$$\text{Valor do Dano (US\$)} = K * 10^{(4,5 + X)} \quad \text{[Equação 4.2]}$$

Onde:

K = Fator de reincidência, que associa uma “negligência” ao responsável e uma consequente penalidade ao mesmo, aumentando o valor em função do número de ocorrências de danos ao longo do tempo. A primeira ocorrência tem fator 1, a segunda = 2, a terceira = 4, a quarta = 8 e as subsequentes, 32.

X = (S₁ + S₂ + S₃ + S₄ + S₅ + S₆), sendo:

- S₁ – Fator do óleo sobre o meio, dado pelo volume do produto, considerando-se uma avaliação subjetiva da assimilação do produto pelo ambiente, que varia em função da estação do ano e condições meteorológicas. Volumes inferiores a 1,0m³ tem fator 0,1 e, superiores a 150 m³, fator 0,5.
- S₂ – Vulnerabilidade da área impactada, avaliada através da interação da costa terrestre com os processos (físicos) que controlam a deposição e a persistência do óleo. Assim, o manguezal tem fator maior que um costão rochosos, por exemplo.
- S₃ – Toxicidade do Produto sobre os seres vivos, obtida diretamente na Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico – FISPQ.
- S₄ – Efeito deletério do produto, o quanto e nocivo, baseado em estudos anteriores.
- S₅ – A Persistência do produto no meio ambiente, avaliada de acordo com as propriedades físicas do mesmo. Em geral, quanto maior seu peso específico, maior será sua persistência.
- S₆ – A Mortalidade de organismos decorrente do derrame, tanto pela sua toxidade quanto por processos físicos (asfixia, imobilização, etc.).

Bertolo *et al.* (2019), estabeleceu uma metodologia de cálculo do valor econômico para a indenização dos serviços ecossistêmicos prestados pelas águas subterrâneas afetados pela presença residual dos contaminantes nos aquíferos, após a remediação e reabilitação da área, de forma a indenizar a sociedade e colaborar com o financiamento da gestão dos recursos hídricos.

Dentre as equações gerais propostas para dimensionar o valor da água subterrânea em suas diferentes funções e serviços, destaca-se a indicada para os Serviços de Provisão, para o fornecimento de água potável ou não potável, mediante extração, para consumo humano e diversos fins (uso direto). A metodologia proposta baseia-se no cálculo do volume de água impactada pelos contaminantes pelo valor da água na região, tendo por base a expressão matemática de Valor Econômico de Recurso Ambiental - VERA (ABNT NBR 14653-6, 2008), que expressa a disposição a pagar ou a receber para compensação pelo dano, conforme definido pela **Equação 4.3**.

$$VA = V_{\text{cont}} * R\$ \text{ [Equação 4.3]}$$

VA = Valor da Água (em R\$).

V_{cont} = Volume de água contaminada em um aquífero (em m³).

R\$ = Custo de substituição da água (em R\$/m³).

Para a aplicação da proposta é necessário o cálculo do volume de água impactada e da extensão do impacto ambiental decorrente dos contaminantes, somente possível após o conhecimento detalhado do sistema aquífero, usualmente obtido nos trabalhos a partir da Investigação Detalhada (ID). Já o custo da água, o autor propõe considerar o valor de fornecimento pela concessionária pública, em substituição da impactada, ou o equivalente ao custo de extração de água subterrânea por poços na região, além de observar que o mesmo pode ser obtido de empresas de fornecimento por caminhão pipa. De forma a adaptar-se as características de cada situação do serviço ambiental afetado a ser indenizado, Bertolo *et al.* (2019), propôs variações da **Equação 4.3**, conforme o serviço ambiental a ser atendido:

- a) Aplicação do valor de custo de água potável para considerar o serviço ambiental de provisão, decorrente do uso direto da água, isto é, quando o recurso hídrico subterrâneo é explorado para consumo, com ou sem tratamento prévio.
- b) Aplicação do valor de custo de água bruta não potável para considerar o serviço ambiental de regulação, decorrente da manutenção dos sistemas aquíferos (recarga), quando o recurso hídrico subterrâneo não é explorado para consumo, com ou sem tratamento prévio.

São propostas, ainda, pelo autor, outras variações, que consideram:

- c)** Serviço de regulação dos corpos d'água superficiais, através do impacto de qualidade ocasionado pelo fluxo de base dos mesmos por água subterrânea degradada. Assim, o volume a ser considerado é o produto da vazão de descarga no corpos de água superficial pelo tempo em que o aquífero permanece contaminado.
- d)** Serviço de suporte decorrente do próprio sistema aquífero, que proporciona a atenuação natural dos contaminantes e assim, o volume de água a ser considerado é decorrente do fluxo de água que passa pela seção contaminada ao longo do tempo de degradação até o reestabelecimento do padrão de qualidade original.
- e)** Serviço cultural, onde uma atividade deixar de operar decorrente da contaminação e, assim, o valor da água (VA) a ser considerado é decorrente da perda do faturamento do serviço pelo tempo que ocorrer a suspensão da atividade devido ao impacto ambiental.

5. ANÁLISE DE DADOS DO GERENCIAMENTO DE ÁREAS CONTAMINADAS NA VALORAÇÃO DO DANO AMBIENTAL

5.1 MODELO CONCEITUAL DO PROBLEMA

Segundo a DD38 da CETESB (CETESB, 2017), com o desenvolvimento da Avaliação Preliminar (AvP) de uma área, são caracterizados, entre outros aspectos: a) o contexto fisiográfico da área; b) histórico de uso da área, com a discriminação do *layout* das atividades, matérias primas, produtos e resíduos manipulados no local com potencial de contaminar o terreno; c) existência de poço de abastecimento e bens a proteger; d) caracterização e localização de fontes potenciais de contaminação; e) substâncias químicas de interesse (SQI), e f) Modelo Conceitual inicial da área (MCA 1) com respectiva avaliação de confiança da informação.

Com a identificação de indícios ou suspeitas de contaminação da área (Art. 23 do Decreto 59.263/2013) na AvP ou fruto de uma demanda da CETESB, é efetuada a Investigação Confirmatória (IC) da local, de forma a verificar se a mesma está contaminada ou não, conforme descrito no capítulo 5.3.1. A confirmação da ocorrência de contaminantes em concentrações acima dos Valores de Intervenção estabelecidos pela CETESB classifica o local como Área Contaminada sob Investigação (ACI) e o responsável legal deve proceder às etapas de Gerenciamento de Áreas Contaminadas (GAC) subsequentes. Caso negativo, o processo de investigação é encerrado.

Cabe aqui, a observação de uma inconsistência da legislação do Estado de São Paulo, que gera dúvidas aos responsáveis legais e desvalorização precoce do imóvel. Ao final das atividades posteriores previstas no GAC, a área recebe uma classificação pelo Estado de Área Reabilitada para o uso declarado (AR), apesar de poder apresentar contaminantes em concentrações acima do Valor de Intervenção, desde que não apresenta riscos toxicológicos aos receptores perante o uso pretendido. Assim, porque, após a IC, a área recebe a classificação como Área Contaminada sob Investigação (ACI)? Afinal, neste momento (ao término da IC), ainda não se sabe se a origem da anomalia ambiental e se a mesma apresenta risco aos receptores. O autor entende que o ideal seria que o termo Área Contaminada sob Investigação (ACI) fosse substituído por “Área com Anomalia Ambiental – AAA”.

Entretanto, após a IC, o impacto ambiental foi identificado (mesmo que não venha a oferecer risco toxicológico à saúde), assim como, a caracterização de onde a contaminação está inserida: imóvel (constituído do terreno / edificações / uso), bacia hidrográfica, vegetação, bens a proteger no entorno, etc..

Para a valoração do dano ambiental associado a áreas contaminadas, é proposta, nesta tese, as seguintes etapas:

- 1) Quantificar e valorar as ações de investigação da ocorrência da contaminação, seus riscos toxicológicos associados e níveis de reparação do dano reversível.
- 2) Caracterizar os valores associados ao(s) imóvel(eis) impactado(s): propriedade (nu-proprietário e usufrutuário), benfeitorias e potencial de ganho.
- 3) Quantificar e valorar as ações de planejamento e execução da remediação ambiental (reparação do dano reversível) e reconstituição do local.
- 4) Caracterizar e valorar os serviços ambientais impactados pela contaminação.
- 5) Caracterizar e valorar os danos reversíveis e a compensação dos danos irreversíveis.

Todo este procedimento deve ser valorado. A **Figura 5.1** apresenta a Estrutura Analítica de Valoração (EAV) do dano ambiental associado a áreas contaminadas.

5.2 REPRESENTATIVIDADE DOS DADOS ANALISADOS

O processo de gerenciamento de área contaminada é contínuo e varia em função do risco detectado, constantemente reavaliado, etapa a etapa, considerando-se as Concentrações Máximas Admissíveis (CMA) calculadas (com base no risco) para a área, conforme ilustra a **Figura 5.2**.



Figura 5.1 – Proposta da Estrutura Analítica de Valoração (EAV) do dano ambiental associado a áreas contaminadas.



Figura 5.2 – Fluxograma das etapas de investigação do dano ambiental e reparação dos danos reversíveis.

Para a quantificação das atividades necessárias para a investigação da ocorrência da contaminação e das ações de remediação do dano reversível, foram levantados e avaliados relatórios de gerenciamento de área contaminada por combustíveis fósseis, obtidos perante empresas de consultorias, de distribuição de combustíveis e retalhistas.

Inicialmente, os documentos recebidos foram identificados e separados por sua localização, sendo utilizados apenas os trabalhos desenvolvidos no Estado de São Paulo. A escolha dos trabalhos desenvolvidos em São Paulo objetivou a uniformização dos procedimentos, uma vez que os trabalhos teriam a mesma fiscalização (CETESB) e legislação a atender.

Foram selecionados para uso, os documentos associados as áreas contaminadas que possuíam todo o processo completo de gerenciamento, os relatórios técnicos correspondentes a todas as etapas desenvolvidas do gerenciamento de área contaminada e obtiveram o encerramento das atividades e reabilitação da área, tendo ou não desenvolvido a etapa de remediação – reparação do dano reversível.

A seleção efetuada resultou em 725 (setecentos e vinte e cinco) documentos com 878 (oitocentos e setenta e oito) etapas de Gerenciamento de Áreas Contaminadas (GAC), representativas de 44 (quarenta e quatro) áreas distintas, emitidos entre Junho de 1980 e Fevereiro de 2018, que foram convertidos em números, conforme apresentado no **Anexo II**. A **Figura 5.3** apresenta a localização destas áreas no contexto geológico do Estado de São Paulo, onde é possível observar que sua distribuição no Estado abrange os principais litotipos de São Paulo.

Os relatórios analisados foram emitidos por 21 (vinte e uma) empresas de consultorias diferentes, (sendo uma não identificada, com nome não constante no documento), contratadas por 10 (dez) bandeiras revendedoras de combustíveis, sendo que uma delas, representativa dos postos “bandeira branca” (**Gráficos 5.1 e 5.2**, respectivamente).

Considerando que das 6.110 (seis mil, cento e dez) áreas contaminadas divulgada pela CETESB em 2018 (CETESB, 2018), 4.384 (quatro mil, trezentos e oitenta e quatro) são postos de serviços (população objeto desta pesquisa), representando 48% do total de postos localizados no Estado de São Paulo. As 44 (quarenta e quatro) áreas analisadas fornecem um nível de confiança de 90%, com uma margem de erro de 12,37 %.

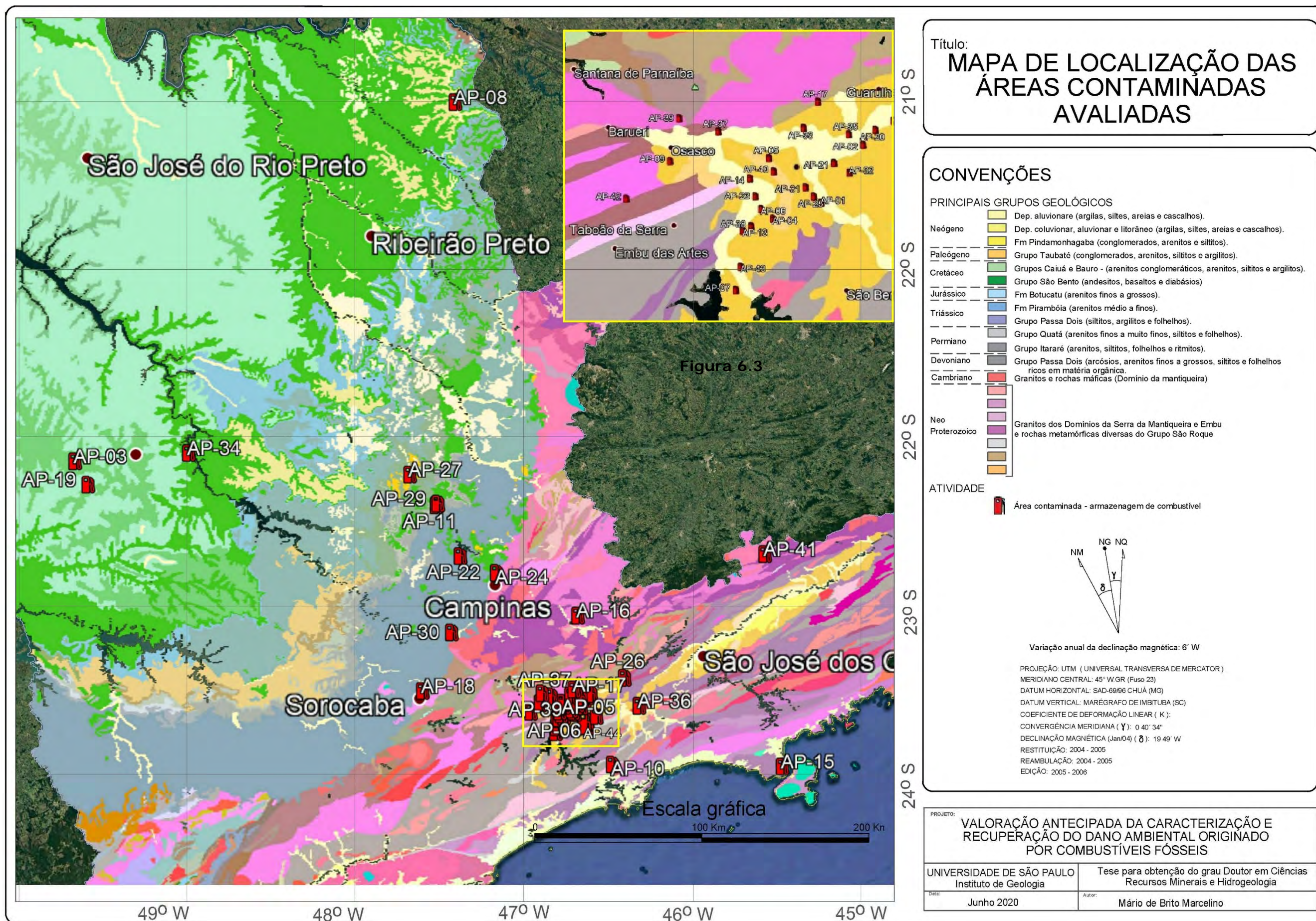


Figura 5.3 – Mapa de localização das áreas contaminadas avaliadas.

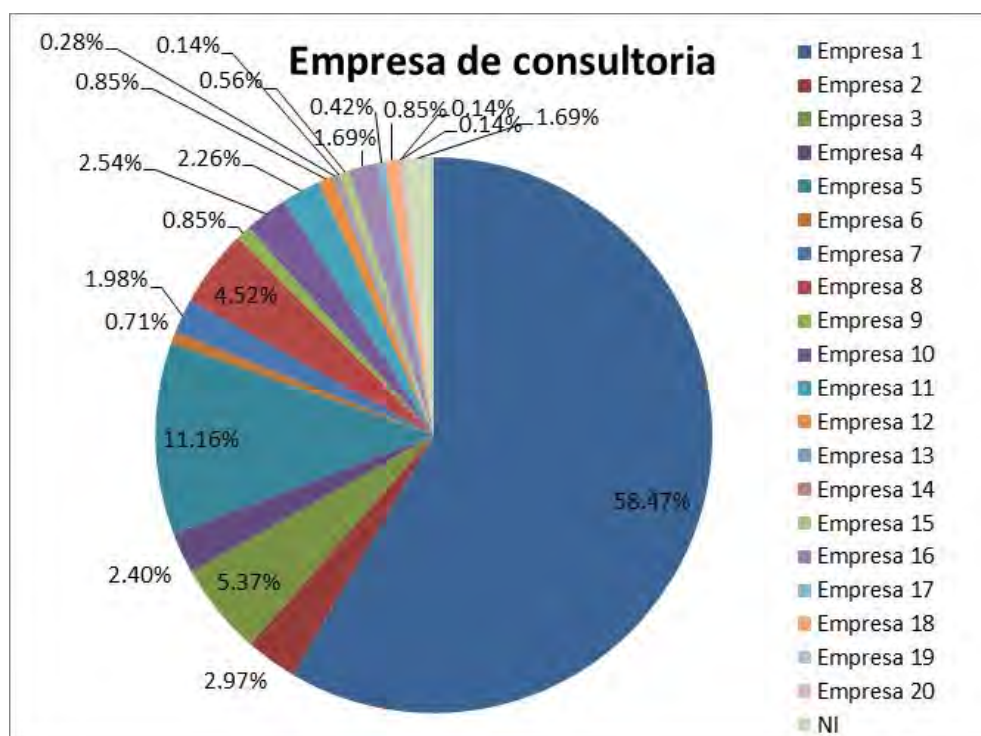


Gráfico 5.1 – Representatividade do percentual das empresas de consultoria que elaboraram os relatórios de gerenciamento ambiental (NI = Não identificado).

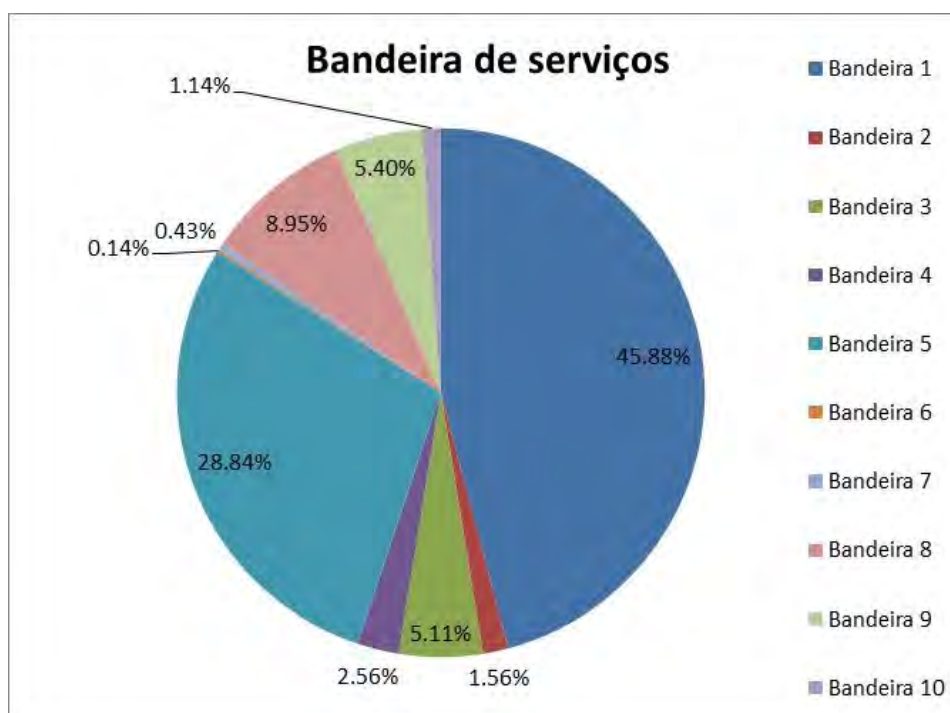


Gráfico 5.2 – Representatividade do percentual das Bandeiras revendedoras de combustíveis.

Cabe destacar que, dos 44 (quarenta e quatro) casos analisados, 39 (trinta e nove), ou 88,64 % dos casos, tiveram seus processos de GAC encerrados e 4 (quatro) dos casos (9,09 %), desenvolveram apenas a Investigação Confirmatória (IC), etapa anterior a Investigação Detalhada (ID), por não terem caracterizado anomalias ambientais na área, em relação aos padrões legais.

As informações existentes nos relatórios analisados (e informações verbais) foram verificadas na relação de áreas contaminadas publicadas pelo Estado de São Paulo em 2019 (CETESB, 2019), e constatou-se uma boa correlação entre as mesmas.

Entretanto, observam-se algumas diferenças, tais como:

- a)** A existência de casos analisados não constantes na relação publicada pela CETESB, sugerindo uma deficiência do cadastro ou não comunicação do responsável legal da área contaminada.
- b)** Uma defasagem entre a classificação atual (representativa da etapa GAC em desenvolvimento) constante na relação e a etapa já desenvolvida, apresentada nos relatórios técnicos recebidos.

A defasagem pode ser entendida como: i) consequência da demora da digitalização das informações pelo órgão de fiscalização; ii) do não encaminhamento de relatórios devido aos prazos pactuados ou; iii) decorrente da “antecipação” de etapas pelo cliente antes da manifestação oficial da CETESB.

- c)** Algumas das áreas existentes na relação da CETESB apresentam responsável legal diferente do registrado nos relatórios técnicos.

Entende-se que a diferença do responsável legal (nome do posto) observada é da alteração decorrente de processos de compra e venda.

- d)** Diferenças de registros de metodologia de remediação aplicadas na área ou mesmo a reabilitação sem que tenham ocorrido medidas de remediação (que os relatórios indicam ter ocorrido), seja por deficiência de cadastro da CETESB ou não encaminhamento de todos os relatórios efetuados para o órgão de fiscalização.

- e) Observa-se que algumas áreas tinham sido reabilitadas, mas, posteriormente, deve ter ocorrido vazamento de combustível e, assim, em 2018, consta como em remediação por *Pump & Treat* (P&T).

O volume de relatórios e documentos a serem avaliados, por mais que a equipe técnica da CETESB seja altamente qualificada, impossibilita uma rápida atualização das informações existentes no banco de dados.

Assim, registra-se aqui, a sugestão para a CETESB desenvolver e disponibilizar um programa de computador, de acesso público, que possibilite a digitação direta das informações e documentos associados da área contaminada em um grande banco de dados pelo próprio responsável técnico e legal, com responsabilidade associada através de certificados de assinatura digital reconhecido. O procedimento irá desonerar os técnicos da CETESB na digitalização das informações, passando a ser de responsabilidade do responsável legal e/ou técnico.

Sugere-se, ainda, que as informações das áreas contaminadas cadastradas sejam mais facilmente acessadas, que possam ser obtidas no site da CETESB em formatos digitais usualmente utilizadas pelos técnicos e pesquisadores (planilhas, mapas vetorizados georreferenciados, etc.) de forma a fomentar o desenvolvimento pesquisas. Hoje, as informações são disponibilizadas para o público, mas em formato de difícil manipulação, utilização e gestão.

A análise inicial das informações indica uma data média ponderada de instalação dos postos de serviços no ano de 1981 e ano médio de instalação em 1977 (**Gráfico 5.3**). A distribuição da instalação dos postos apresenta boa correlação com o desenvolvimento econômico do Brasil, com o maior número de postos instalados quando do “milagre econômico” ocorrido entre 1969 e 1970, e a abertura econômica ocorrida a partir de 1990, períodos estes separado pela recessão e crise monetária ocorrida entre 1973 a 1990.

Considerando a data média de instalação dos postos em 1977, o período médio de 23 anos para ocorrer a primeira atividade de GAC (**Gráfico 5.4**), coincide com a publicação da resolução do CONAMA 273/2000, quando, por força de lei, os proprietários dos postos foram obrigados a efetuar a investigação ambiental para obter seu licenciamento.

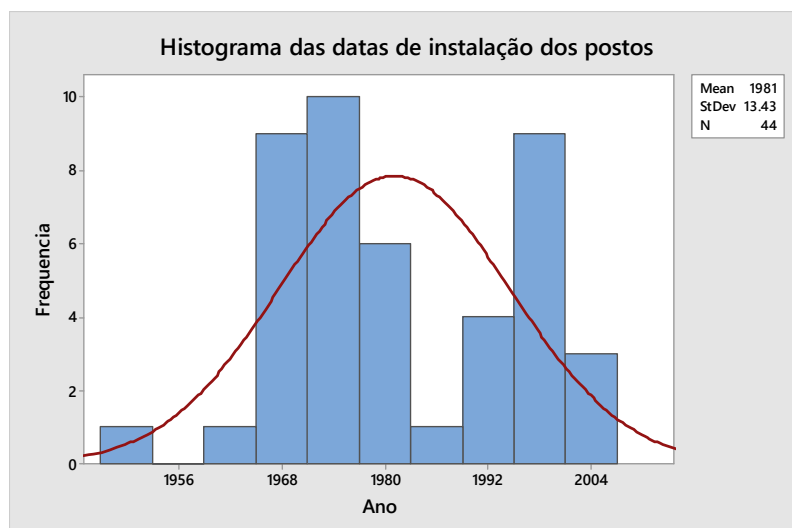


Gráfico 5.3 – Histograma da variação da data (ano) de instalação dos postos de serviços avaliados.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Data de instalação do posto de serviço (Data)

Média = 1981

Erro padrão = 2,0 anos

Desvio padrão = 13,1 anos

Mediana = 1977

Nº amostras = 44

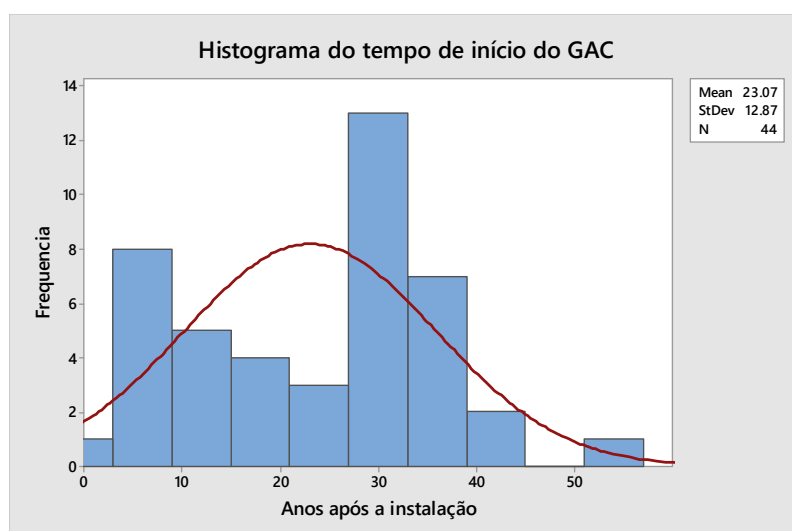


Gráfico 5.4 – Histograma do tempo (anos) para o início da primeira atividade de Gerenciamento de Área Contaminada (GAC) após a instalação do posto.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Prazo de início da atividade GAC (Ano)

Média = 23 anos

Erro padrão = 1,9

Desvio padrão = 12,9

Mediana = 28 anos

Nº amostras = 44

Assim, além da obrigatoriedade da realização da investigação ambiental das áreas dos postos de gasolina, a vida útil dos equipamentos instalados nos postos (com mais de 23 anos, em média), contribuíram para o grande número de áreas contaminadas cadastradas no Estado de São Paulo.

Entretanto, cabe ressaltar que os trabalhos de Avaliação Preliminar (AvP) avaliados são deficientes quanto à caracterização do histórico do posto de serviços (muitos sequer caracterizam a data de instalação do postos investigados e, nenhum, a atividade anterior da área).

Quando da avaliação dos relatórios, foi necessário, em muitos dos casos, efetuar, ao longo desta pesquisa de doutorado, o levantamento de uso e ocupação históricos do local e as datas de instalação dos postos investigados, por não constar nos relatórios. O levantamento indicou, em alguns casos, que o local já possuía um posto de serviço anterior na área, não considerado nos relatórios.

A correta identificação do uso e ocupação históricos não foi possível de ser efetuada neste trabalho, e, assim, a data de instalação foi considerada a do primeiro posto do local.

Os registros avaliados são representativos das várias etapas do GAC e das diversas técnicas de remediação (REM) aplicadas para contaminantes decorrentes de combustíveis fósseis. As informações indicam 480 (quatrocentos e oitenta) registros, ou 54,79 % do total, representativos da etapa de REM, devido ao longo período associado a esta etapa e a necessidade dos monitoramentos de eficácia e eficiência dos processos usualmente efetuados (**Gráfico 5.5**).

A etapa de Monitoramento de Encerramento (ME), com 151 (cento e cinquenta e um)



Gráfico 5.5 – Representatividade do número de documentos (relatórios) associados as etapas de Gerenciamento de Área Contaminada (GAC).

documentos, ou 17,24 % do total de informes analisados, é a segunda etapa que mais gera documentos, devido à necessidade de ocorrerem mais de uma campanha de monitoramento para a caracterização da manutenção das condições ambientais (hoje, é uma obrigatoriedade legal ocorrerem, no mínimo, 4 – quatro – campanhas de monitoramento ao longo de dois anos hidrológicos).

Cabe destacar que, dos 44 (quarenta e quatro) casos analisados, apenas 37 (trinta e sete) apresentam a execução de algum ME e, em 8 (oito) destes, foram efetuadas mais de uma sequência de monitoramento, havendo a intercalação (retorno) com ações de remediação ou ID e Análise de Risco toxicológico (ARtx), devido a alteração das condições ambientais verificadas anteriormente.

O retorno à etapa anterior de GAC, é aqui, denominado de recorrência de atividade.

5.3 CARACTERÍSTICAS DAS AÇÕES DE GERENCIAMENTO DE ÁREA CONTAMINADA - GAC

Os dados avaliados evidenciam uma não sequência natural de etapas, chegando a ocorrer a remediação sem que tenha ocorrido a Investigação Detalhada (ID) em 9 (nove) áreas avaliadas, representando 20,45 % do total. Nestes casos, foi efetuada a execução da remoção de fase livre de combustível ou a remoção do solo sem que tenha ocorrido a ID.

Evidenciam, ainda, uma clara deficiência de execução de etapas, na prática, evidenciado pela necessidade da repetição (recorrência) da ID e da Análise de Risco toxicológico (ARtx) em 31 (trinta e um) dos 44 (quarenta e quatro) casos analisados, representando um índice de 70,45 % das vezes que o combustível foi detectado acima dos valores de intervenção quando da Investigação Confirmatória (IC). Observam-se casos em que ID / ARtx foi executada até 7 (sete) vezes (destacado em vermelho) em uma mesma área e a remediação, troca ou alteração de metodologia de remediação, até 6 vezes em uma mesma área, conforme apresentado na **Tabela 5.1**.

Do total de áreas contaminadas levantadas, 39 (trinta e nove) desenvolveram etapas posteriores à IC, representando 86,36% dos casos avaliados, sendo que, uma das áreas, não foi desenvolvida quaisquer uma das etapas subsequentes à ID / ARtx.

Cabe destacar que, das 44 (quarenta e quatro) áreas analisadas, apenas 13 (treze) indicaram a ocorrência de vazamento ou perdas de combustível, sugerindo uma deficiência nas informações de origem da contaminação.

Tabela 5.1 – Prazos caracterizados para o Gerenciamento de Área Contaminada (em meses), a partir do relatório da etapa anterior.

Ordem	ID/Artx	Remediação		TEMPO			N. vezes efetuado		
		Início	Total	ME	Total	Total	ID/ARTx	REM	ME
1							0	0	0
2							0	0	0
3							0	0	0
4	2	6	1	10	28	44	2	1	1
5	10	2	17	9	38	73	3	2	3
6	16	3	127	6	20	169	3	3	2
7	34	3	132	0	17	184	5	6	1
8	0	10	38	0	10	56	2	3	2
9	0	15	11	6	13	42	1	1	1
10	10	67	2	1	27	104	2	2	2
11	7	1	56	5	52	119	2	3	3
12	0	36	30	4	6	74	4	1	1
13	25	68	62	0	10	164	7	3	3
14	13	26	65	2	59	162	2	4	1
15	8	5	29	7	19	65	1	1	1
16	3	0	42	0	1	44	1	1	1
17		0	1	0	1	1	0	1	1
18	17	12	37	1	1	49	2	2	1
19							0	0	0
20	74			7	19	98	2	0	1
21	86			28	27	140	2	2	1
22	2	0	1	14	29	42	1	1	1
23	35	10	1	8	29	80	2	1	1
24	51	0	1	51	41	91	1	1	1
25	4	33	95	5	20	154	4	3	1
26	3			2	1	4	2	0	1
27	14	11	6	0	37	67	1	2	1
28	0	69	12	2	1	82	2	1	2
29	14	15	50	3	3	82	4	3	1
30	39	0	1	37	1	39	1	1	1
31	2	4	7	4	1	15	2	1	1
32	44	6	43	0	2	92	3	4	2
33	8	2	25	0	2	36	4	4	1
34	0	0	1	0	0	1	1	1	0
35	19	-15	44	0	0	48	1	2	0
36	0	4	48	9	1	59	3	2	1
37	6			18	17	50	2	0	1
38	1	22	11	3	1	74	1	2	1
39	1	1	70	1	1	71	3	6	1
40	1	31	53	3	1	86	1	2	1
41	7	8	42	2	22	78	1	2	1
42	13	4	23	4	30	70	1	2	1
43	2	0	36	0	0	37	1	1	0
44	63	-62	152	3	12	166	2	6	0

ID - Investigação Detalhada; **Artx** - Análise de Risco toxicológico; **REM** - Remediação ambiental de solo ou água subterrânea; **ME** - Monitoramento de encerramento; **-15**= Símbolo **negativo** indica que a atividade iniciou antes da anterior.

A análise dos dados ao longo da pesquisa evidenciaram que, em média, a ID / ARtx é executada após 16 (dezesesseis) meses da confirmação da contaminação pela IC (**Gráfico 5.6**), e que, em 36 (trinta e seis) dos 39 (trinta e nove) casos avaliados, foram necessárias ações de Remediação (REM), representando um percentual de 92,31 % das vezes. Este índice sugere que, uma vez identificado o contaminante antrópico em concentrações acima dos valores de intervenção da CETESB, dificilmente não ocorrerá alguma ação de diminuição de massa ou controle do dano reversível.

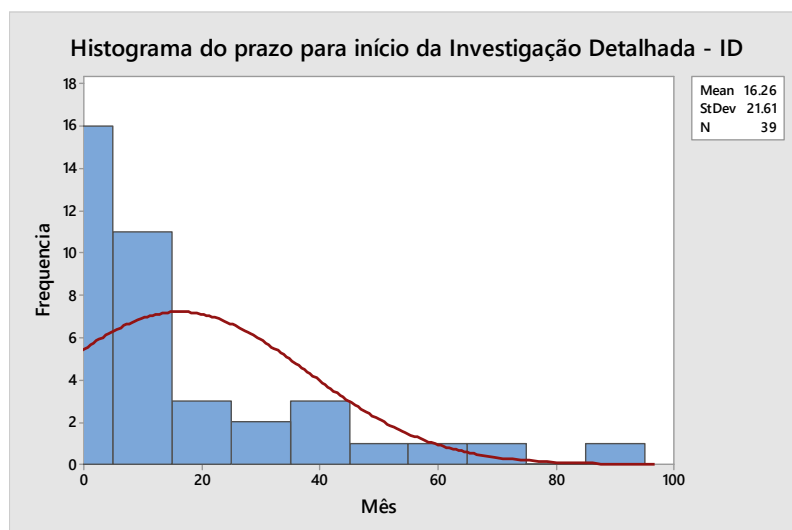


Gráfico 5.6 – Histograma de análise do tempo para início da realização da Investigação Detalhada (ID) após a Investigação Confirmatória (IC).

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Prazo para início da ID/ARtx após IC (Mês)

Média =	16,3
Erro padrão =	3,5
Desvio padrão =	21,6
Mediana =	8
Nº amostras =	39

O Gerenciamento das Áreas Contaminadas (GAC) por combustíveis fósseis, analisado nesta tese, considerou a partir do recebimento do relatório de Investigação Confirmatória (IC), quando há a confirmação da anomalia ambiental e a obrigação legal de sua execução.

Considerando todos os dados (efetuando ou não ações de remediação), conclui-se que o GAC apresenta um prazo médio de 78 (setenta e oito) meses para seu encerramento perante o órgão de fiscalização, ou 6,5 (seis vírgula cinco) anos, com desvio padrão de 47 (quarenta e sete) meses, variando de 4 (quatro) a 190 (cento e noventa) meses (0,3 a 15,8 anos respectivamente), conforme ilustra o **Gráfico 5.7**.

Para a análise dos prazos, foram consideradas, para a pesquisa realizada, as datas de emissão dos respectivos relatórios de cada etapa de gerenciamento, não sendo avaliado o tempo de execução das atividades ou etapa correspondente ao relatório, conforme apresentado na **Tabela 5.1**.

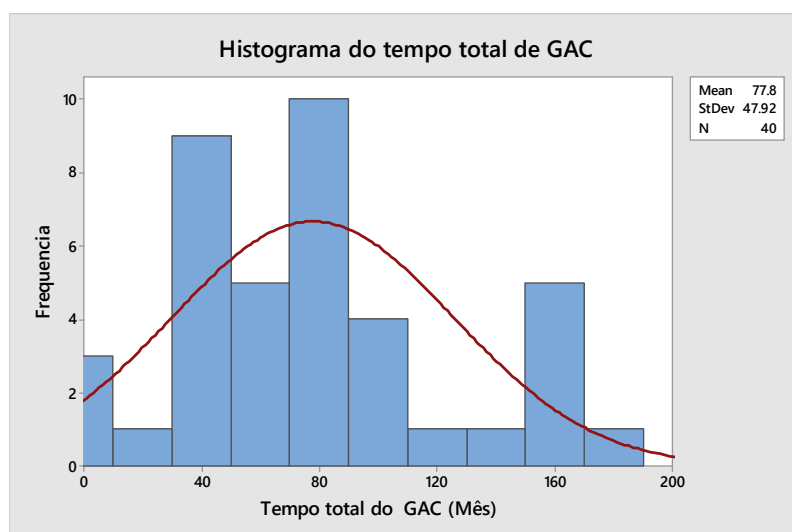


Gráfico 5.7 – Histograma de análise do tempo total para o término do Gerenciamento de Áreas Contaminadas (GAC) a partir Investigação Confirmatória (IC).

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Prazo para término do GAC (Mês)

Média = 77,8

Erro padrão = 7,6

Desvio padrão = 47,9

Mediana = 72

Nº amostras = 40

Os dados evidenciam uma grande variação em função da complexidade do tema, pois:

- a) Apenas com as etapas de Investigação Detalhada (ID) e Análise de Risco toxicológico (ARtx) é que é possível estabelecer a necessidade ou não das ações de remediação do dano reversível, em função do risco associado. Quando não há a necessidade de ações de remediação, inicia-se o processo de Monitoramento de Encerramento (ME) e é possível obter a reabilitação da área em um prazo inferior a 3 (três) anos (considerando a necessidade de efetuar-se 2 - dois - anos de ME).
- b) As ações de remediação do dano reversível são complexas e variam em função das características dos contaminantes e meio em que estão inseridos, entre outros aspectos técnicos. Cabem destacar fatores externos que influenciam no tempo total do gerenciamento da área contaminada, tais como: facilidades de instalação e operação do sistema de remediação, disponibilidade financeira e cultura do responsável legal pelo problema.
- c) Até a Resolução CONAMA 273/2000 havia pouca exigência legal para o desenvolvimento das atividades de GAC em áreas de postos de combustíveis, muito menos uma preocupação com os prazos envolvidos.

A preocupação com os passivos ambientais promoveu um progressivo aumento da legislação sobre o tema no Estado de São Paulo, com a CETESB apresentando (pela primeira vez) os procedimentos para o GAC com a DD 023/2000, juntamente com o Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas, promovendo assim, uma melhor organização das atividades de GAC e atenção aos prazos envolvidos, agilizando, assim, todo o processo.

O prazo de 78 meses é quase o dobro da soma dos prazos totais de cada etapa indicados por MARCELINO (2018) e IPT (2018), para o desenvolvimento total do GAC. A diferença observada entre o prazo total e os indicados nos trabalhos citados na revisão bibliográfica pode ser explicada quando se avalia que a mesma é decorrente de:

- Uma avaliação subjetiva dos autores citados, conforme experiência pessoal.
- Os autores citados expressam condições ideais de execução de cada etapa do GAC e não informam os tempos entre o desenvolvimento de uma etapa e a subsequente, bem como, não consideram possíveis repetições de mesmas.
- Os autores consideram trabalhos desenvolvidos após a Resolução CONAMA 273/2000, diferente dos trabalhos avaliados, que contemplam um período maior (anterior e posterior a 2000).

Assim, de forma geral, a análise dos dados do GAC indica que, na prática, o prazo total de execução é muito diferente do prazo indicado (na teoria) por MARCELINO (2018) e IPT (2018).

5.4 QUANTITATIVOS DAS AÇÕES DE INVESTIGAÇÃO DO DANO REVERSÍVEL

Para a análise quantitativa dos dados de investigação ambiental das áreas apreciadas nesta tese, todos os relatórios considerados foram inicialmente avaliados, parametrizados e inseridos em um banco de dados.

Apesar de alguns dos documentos recebidos estarem incompletos (sem seus anexos), muitas das ausências das informações técnicas no texto do relatório avaliado não são justificáveis (relatórios de dimensionamento de sistema de remediação sem a informação da condutividade hidráulica do solo, porosidade, etc.) e sugerem, no mínimo, deficiência do documento, prejudicando qualquer análise técnica pelos órgãos de fiscalização.

Em conversas informais com alguns consultores, foi observado um consenso de possível má fé em relação à ausência de algumas informações técnicas nos documentos, de forma a preservar a metodologia e *know-how* da empresa de consultoria, com o objetivo de “esconder” o conhecimento técnico aplicado.

Os documentos analisados não possibilitam a análise do prazo envolvido apenas no desenvolvimento da Investigação Detalhada (ID) e Análise de Risco Toxicológico (ARtx), assim como no Plano de Intervenção (PI), pois não indicam a data de contratação do mesmo, apenas a data do relatório em si. Entretanto, a avaliação dos prazos indicados nas bibliografias avaliadas (**Tabelas 4.2a e 4.2b**), bem como informações verbais quando de discussão do trabalho com demais consultores, sugerem que a ID, ARtx são desenvolvidas ao longo de um período de 5 a 6 meses, sem considerar, no entanto, o tempo necessário para a aprovação e contratação das atividades subsequentes.

5.4.1 Contexto hidrogeológico

As áreas avaliadas situam-se, predominantemente, em contexto sedimentar (com 35 - trinta e cinco - dos casos, representando 79,6 % do total das áreas) e, secundariamente, em contexto das rochas do embasamento cristalino. A **Figura 5.3**, anteriormente citada, ilustra a situação das áreas no contexto geológico do Estado de São Paulo. Em 2 (dois) dos casos, as sondagens de investigação, executadas até uma profundidade de 15 m, não interceptaram o nível de água subterrânea local.

A **Tabela 5.2** apresenta o resumo das características hidrogeológicas médias das áreas investigadas.

A análise dos relatórios técnicos das diversas etapas do Gerenciamento de Área Contaminada (GAC) indica que as sondagens de investigação apresentam uma descrição táctil visual simples dos litotipos que ocorrem na região investigada, com ênfase na descrição granulométrica composta (argila, silte e areia), representada pela granulometria principal associada a uma granulometria secundária: argila arenosa, areia siltosa, silte argiloso, etc.. A análise destas descrições indica a predominância de argilas arenosas (47,7 %) e areias argilosas (38,6 %), conforme apresentado na **Tabela 5.3**.

A descrição litológica simplificada que usualmente é efetuada nos trabalhos dificulta quaisquer correlações entre as características litológicas em função do contexto geológico, se sedimentar ou cristalino. Além da ocorrência do manto de alteração, que usualmente é descrito pela sua granulometria (argiloso, siltoso ou arenoso), os postos de combustíveis situam-se preferencialmente nas margens das grandes avenidas, e estas, usualmente estão em grande vales, em contexto local aluvionar (associado aos córregos) que se mistura a uma possível descrição do manto de alteração.

A análise da profundidade do nível da água subterrânea medida em 42 (quarenta e duas) das áreas estudadas, e, conseqüentemente, a espessura da zonas não saturadas, indica que a mesma está situada, em média, a 4,6 m de profundidade em relação à superfície (**Gráfico 5.8**), com gradiente hidráulico médio da superfície freática de 0,045, variando de 0,005 a 0,130 (**Gráfico 5.9**), apresentando uma média ponderada de 0,056. Em muitos dos relatórios analisados não constava a informação do gradiente hidráulico, sendo assim, para todos em que o mapa potenciométrico foi apresentado, bem como as cargas hidráulicas, este foi calculado pelo autor.

É possível distinguir uma tendência de maior profundidade do nível freático em contexto cristalino, situado a uma profundidade média de 5,47 m (da superfície do terreno) e 0,053 de gradiente hidráulico, em relação as áreas situadas em contexto sedimentar, com profundidade média de 4,43 m e um gradiente hidráulico de 0,046.

Entretanto, a baixa variação das características hidrogeológicas entre os contextos geológicos, com média do nível de água próxima aos 5,0 m em relação à superfície do terreno, sugere uma favorabilidade da aplicação das técnicas de remediação do dano reversível, tanto da zona não saturada como da saturada.

Tabela 5.2 – Principais características hidrogeológicas médias das áreas investigadas.

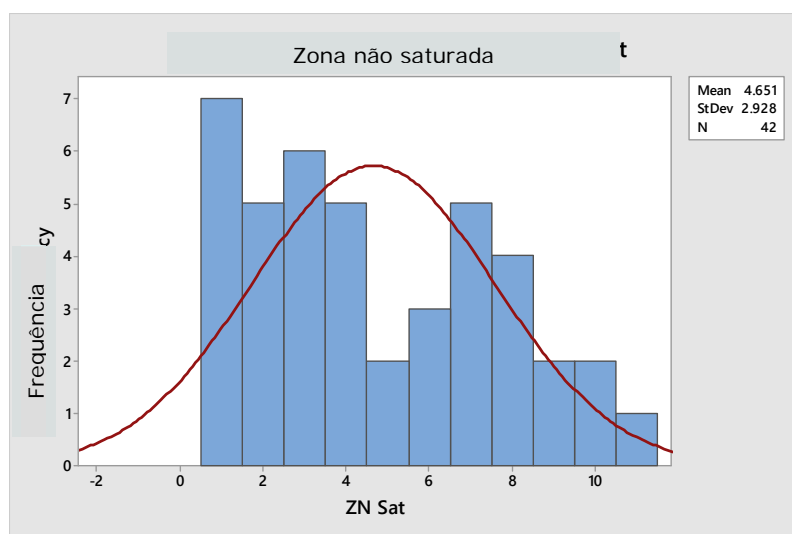
Sedimento	Rocha alterada	Litotipos Principais	ZN Sat (m)	Gradiente (i)	Poros Efet	Vap m/ano	K Med
Sim	Não	ARG+ARE	2.77	0.025		0.39	5.00E-05
Sim	Não	ARG+ARE	7.53	0.023			
Sim	Não	ARE+ARG					
Sim	Não	ARE+ARG	6.06	0.054		6.18	3.60E-04
Sim	Não	ARE+ARG	2.00	0.045	10.0%	1.46	1.04E-04
Sim	Não	ARE+ARG	7.00	0.033			
Sim	Não	ARG+ARE	10.00	0.104		3.27	1.00E-04
Sim	Não	ARG+ARE	9.00	0.021		0.84	1.25E-04
Sim	Não	ARG+ARE	1.10	0.009		0.29	1.00E-04
Sim	Não	ARG+ARE	1.00	0.005		0.76	5.00E-04
Não	Sim	ARG+ARE	10.00	0.037		5.79	5.00E-04
Sim	Não	ARE+ARG	4.00	0.016		2.49	5.00E-04
Sim	Não	ARE+ARG	1.80	0.010	12.0%	0.70	2.14E-04
Sim	Não	ARG+ARE	4.00	0.093	25.0%	0.25	8.73E-06
Sim	Não	ARE+ARG	1.00	0.035	12.5%	1.66	1.50E-04
Não	Sim	ARG+ARE	6.50	0.089	18.7%	13.53	4.82E-04
Sim	Não	ARG+ARE					
Sim	Não	ARG+ARE	1.30	0.051	6.0%	2.96	1.83E-04
Não	Sim	ARE+ARG	5.00	0.021	7.2%	4.97	7.50E-04
Sim	Não	ARG+ARE	4.00	0.031		0.42	4.30E-05
Sim	Não	ARE+ARG	3.00	0.031		0.13	1.30E-05
Sim	Não	ARE+ARG	6.30	0.049			
Sim	Não	ARE+ARG	1.20	0.017			
Sim	Não	ARG+SILT	2.70	0.034			
Sim	Não	ARE+ARG	9.10	0.055			
Não	Sim	SILT+ARG	6.50	0.060	5.5%	0.88	4.68E-05
Não	Sim	ARG+SILT	11.00	0.070	27.5%	1.15	5.21E-05
Sim	Não	ARG+SILT	4.60	0.043		6.73	4.96E-04
Sim	Não	SILT+ARG	7.66	0.020	5.0%	0.36	5.65E-05
Sim	Não	ARG+SILT	7.50	0.061	6.1%	0.57	2.97E-05
Sim	Não	ARG+ARE	7.47	0.098	13.0%	3.85	1.24E-04
Sim	Não	ARG+ARE	0.90	0.046	19.0%	3.80	2.62E-04
Sim	Não	ARG+ARE	1.60	0.017	6.0%	0.93	1.79E-04
Não	Sim	ARG+ARE	3.80	0.090	11.2%	1.97	6.95E-05
Sim	Não	ARG+ARE	2.50	0.040	5.9%	6.59	5.23E-04
Sim	Não	ARE+ARG	1.95	0.012	7.5%	0.71	1.96E-04
Sim	Não	ARG+ARE	4.30	0.001	3.0%	0.01	8.00E-05
Sim	Não	ARE+ARG	7.60	0.089	12.0%	3.17	1.13E-04
Não	Sim	ARG+ARE	1.00	0.052	8.1%	2.80	1.71E-04
Sim	Não	ARE+ARG	6.00	0.036	9.1%	0.26	2.29E-05
Não	Sim	ARG+ARE	2.00	0.023	6.4%	0.29	4.03E-05
Não	Sim	ARG+ARE	3.40	0.036	6.4%	0.82	7.26E-05
Sim	Não	ARE+ARG	2.70	0.061	6.4%	12.93	6.72E-04
Sim	Não	ARE+ARG	6.50	0.130	8.6%	0.59	1.44E-05

ARG - Argila; **SILT** - Silte; **ARE** - Areia; **ZN Sat** – Média da espessura da zona não saturada ou profundidade do nível de água; **i**–Gradiente hidráulico médio; **Poros Efet** – Porosidade efetiva; **Vap** – Velocidade aparente do fluxo da água subterrânea; **k Med** – condutividade hidráulica média do terreno(cm/s).

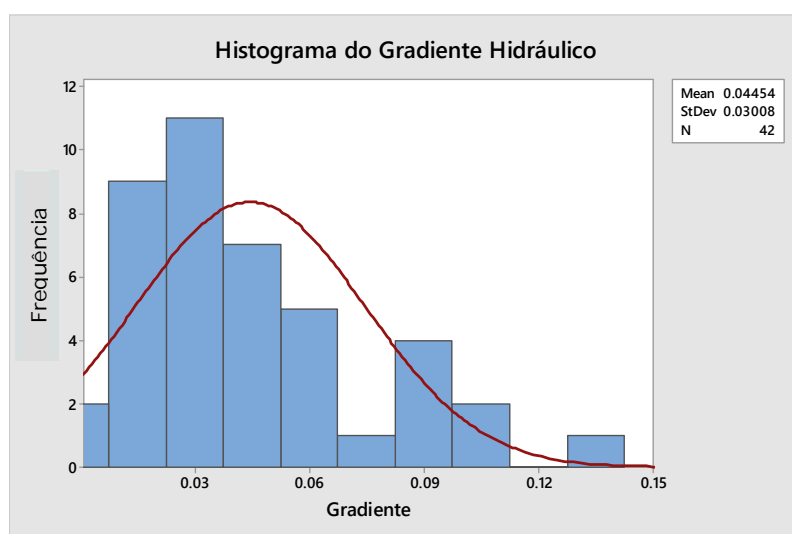
Tabela 5.3 – Principais composições litológicas verificadas nas áreas.

COMPOSIÇÃO	N	%
ARE+ARG	17	38.64%
ARG+ARE	21	47.73%
ARG+SILT	4	9.09%
SILT+ARG	2	4.55%
SILT+ARE	0	0.00%
ARE+SILT	0	0.00%

ARE+ARG – Areia argilosa; **ARE+SILT** – Areia siltosa; **ARG+ARE** – Argila arenosa; **ARG+SILT** – Argila siltosa; **SILT+ARE** – Silte arenoso; **SILT+ARG** – Silte argiloso; **N** – Número de ocorrência.

**Gráfico 5.8** – Histograma da variação da espessura da zona não saturada ou profundidade do nível de água nas áreas avaliadas.ANÁLISE ESTATÍSTICA**Espessura da zona não saturada (m)**

Média =	4,6
Erro padrão =	0,5
Desvio padrão =	2,9
Mediana =	4,0
Nº amostras =	42

**Gráfico 5.9** – Histograma da variação do gradiente hidráulico da superfície freática da água subterrânea nas áreas avaliadas.ANÁLISE ESTATÍSTICA**Varição do gradiente hidráulico (i)**

Média =	0,0445
Erro padrão =	0,0046
Desvio padrão =	0,0301
Mediana =	0,0363
Nº amostras =	42

As diferenças observadas dos gradientes hidráulicos e das profundidades do nível de água se explicam pela tendência a existirem elevações suaves no domínio das rochas sedimentares, e, mais fortes, em terrenos do cristalino, originando menores desníveis em relação as drenagens locais no contexto sedimentar e, conseqüentemente, menores gradientes hidráulicos das águas subterrâneas e profundidade do nível de água em setores mais distantes das drenagens.

A porosidade efetiva foi determinada em 25 (vinte e cinco) das 44 (quarenta e quatro) áreas avaliadas, representando um índice de 56,8 % das vezes, ocorrência menor do que o esperado, pois 86,4 % das áreas cadastradas desenvolveram etapas posteriores à Investigação Confirmatória (IC), e, com necessidade de haver a aquisição desta informação durante os trabalhos de investigação.

Entretanto os dados existentes nos relatórios avaliados indicam uma porosidade efetiva média de 10,3 %, com erro de 1,2 % e desvio padrão de 6,2 % para o solo superficial no Estado de São Paulo, conforme apresentado no **Gráfico 5.10**. Por outro lado, a análise das condutividade hidráulicas médias constantes em 36 (trinta e seis) dos relatórios avaliados, obtidas através de ensaios *in situ*, indica uma média de $2,06E^{-4}$ cm/s, conforme ilustra o **Gráfico 5.11**.

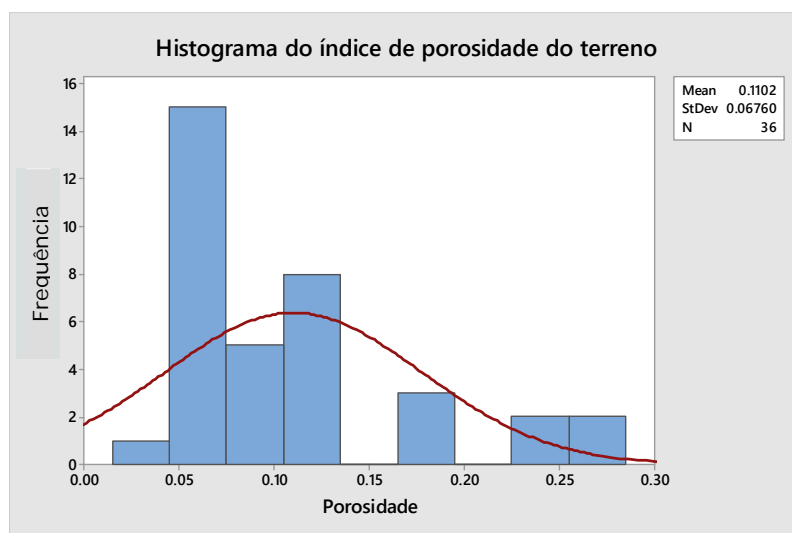


Gráfico 5.10 – Histograma da variação da porosidade efetiva nas áreas avaliadas.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Porosidade efetiva do terreno (%)

Média =	10,3
Erro padrão =	1,2
Desvio padrão =	6,2
Mediana =	8,1
Nº amostras =	25

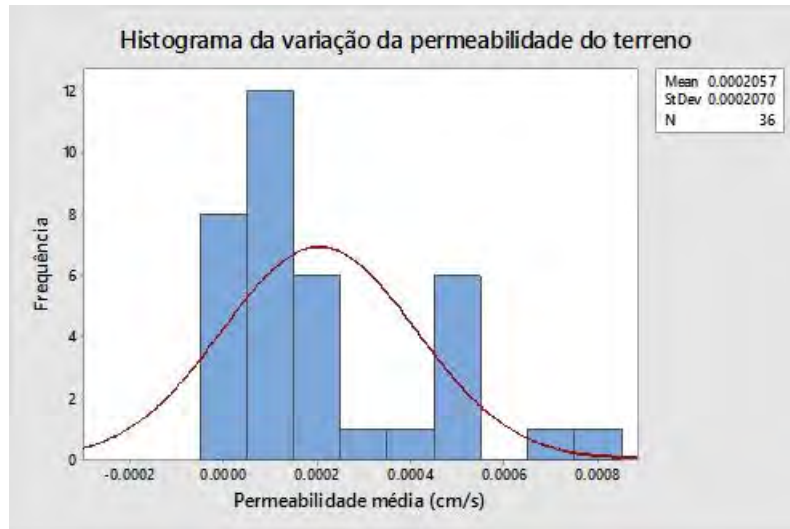


Gráfico 5.11 – Histograma da variação da condutividade hidráulica obtidas em ensaios *in situ*.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Condutividade do terreno - K

(cm/s)

Média = 0,000206

Erro padrão = 0,000035

Desvio padrão = 0,000207

Mediana = 0,000119

Nº amostras = 36

Os dados indicam uma baixa variação da condutividade hidráulica média em função do contexto geológico (**Gráfico 5.12**), com condutividade hidráulica média do terreno de $2,4E^{-4}$ cm/s em contexto das rochas cristalinas e, $1,9 E^{-4}$ cm/s, no contexto das rochas sedimentares.

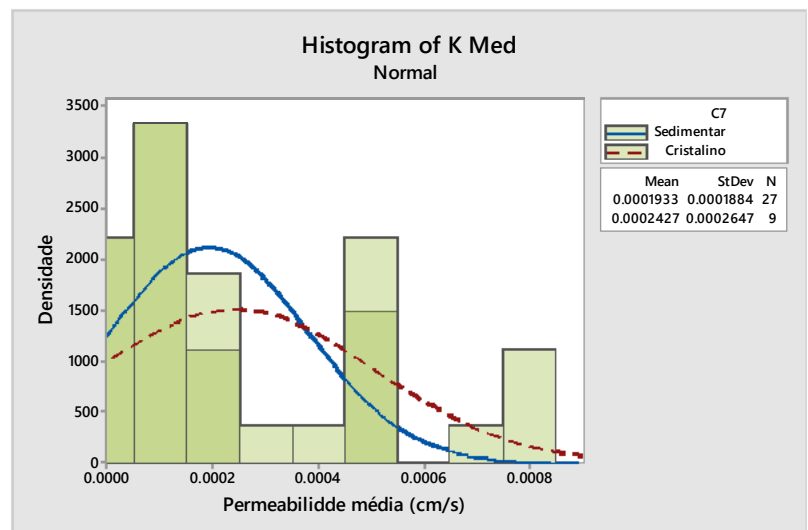


Gráfico 5.12 – Histograma da variação da condutividade hidráulica obtidas em ensaios *in situ*.

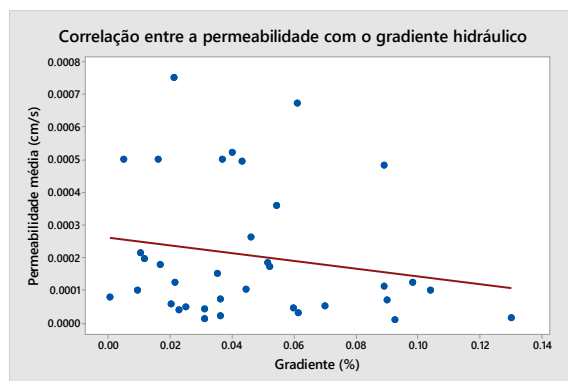


Gráfico 5.13 – Correlação entre a condutividade hidráulica e o gradiente hidráulico das áreas avaliadas.

Existe a tendência de, quanto maior a condutividade hidráulica média do terreno, menor o gradiente hidráulico (**Gráfico 5.13**), pois o aumento da condutividade hidráulica facilita o deslocamento da água no subsolo e sua busca pelo equilíbrio das cargas hidráulicas, a ser obtido com a proximidade do gradiente hidráulico nulo.

Considerando que o objetivo desta tese é definir uma metodologia de valoração da investigação e remediação do dano ambiental logo após a IC, quando, ainda não ocorre, usualmente, a determinação da porosidade, para a avaliação do fluxo de água subterrânea foi considerada a velocidade aparente de fluxo (V_{ap}), conforme dada pela Lei de Darcy (ano de 1856). Apesar da Lei de Darcy não expressar o comportamento do fluido em um meio poroso, apenas sua descrição macroscópica do fenômeno em regime laminar, considerando que o líquido percola de forma uniforme por toda a seção normal à direção do fluxo, sem discriminar sólidos e vazios, sua aplicação é amplamente utilizada, sendo expressa pela **Equação 5.1**.

Equação 5.1:

$$V_{ap} = k \times i = k \times \frac{\Delta h}{\Delta s} \text{ [Equação 5.1]}$$

Onde:

k – Coeficiente de condutividade hidráulica (m/s).

i = Gradiente hidráulico.

Δh = Variação da cota (carga hidráulica) entre os pontos de medição (m).

Δs = Variação da distância entre os pontos de medição (m).

Assim sendo, foi calculada a V_{ap} da água subterrânea nas áreas (**Tabela 5.2**) e a análise estatística dos resultados indica um deslocamento médio de 2,54 m/ano da água, conforme ilustra o **Gráfico 5.14**.

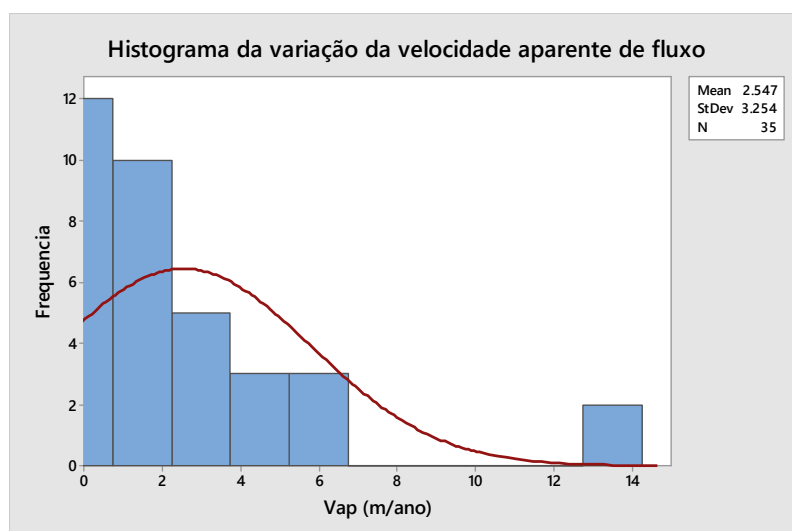


Gráfico 5.14 – Histograma da variação da velocidade aparente (V_{ap}) da água subterrânea.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Velocidade aparente da água subterrânea (V_{ap}) (m/ano)

Média = 2,54

Erro padrão = 0,550

Desvio padrão = 3,254

Mediana = 1,054

Nº amostras = 35

5.4.2 Investigação da ocorrência do contaminante

A principal ferramenta de planejamento da investigação ambiental de uma área é a Avaliação Preliminar (AvP), onde são definidas as fontes potenciais de contaminação, sejam Áreas Suspeitas (AS) ou Potenciais (AP), assim como as Substâncias Químicas de Interesse (SQI), entre outros fatores.

Os relatórios ambientais analisados indicam uma deficiência do levantamento inicial das áreas, devido à ausência de informações disponíveis quando da execução dos trabalhos ou por qualquer outro fator. Assim, não é possível fazer distinção nas metodologias de investigação (ou seus quantitativos) em função das características distintas da área investigada.

Os dados de investigação das áreas contaminadas cadastradas foram analisados de forma a definir um padrão de referência para os trabalhos de investigação do dano ambiental. A **Tabela 5.4** apresenta os principais parâmetros de investigação consolidados para as 44 (quarenta e quatro) áreas analisadas, avaliadas nos subitens subsequentes.

5.4.2.1 Investigação da fase vapor

Não se verificou, em nenhum dos trabalhos avaliados, nenhuma investigação específica para a avaliação da fase vapor, ou intrusão de vapor nas áreas investigadas. Verificou-se, apenas, o desenvolvimento da investigação do tipo *Soil Gas Survey* (SGS) para fins de planejamento da investigação e o monitoramento das concentrações de compostos orgânicos voláteis (VOC) em fase vapor durante as atividades de remediação que envolviam a diminuição da massa contaminante em fase vapor. Os pontos de monitoramento da fase vapor usualmente se limitavam aos pontos de extração de vapor (quando da remediação) ou dos poços de monitoramento da água subterrânea.

Assim, salvo os poços de extração de vapor, específicos para as ações de remediação, não se observou a instalação de dispositivos para a investigação da fase vapor em nenhuma das áreas avaliadas.

Tabela 5.4 – Quantitativos de investigação, ensaios, sondagens e instalação de poços, consolidados por área investigada avaliadas nesta tese.

ÁREA	DADOS		Ensaio K Quant	SGS		Sondagem			Poço de monitoramento					
	Área m2	ZN Sat (m)		Ptos	Pontos m2	Quant	(m)	S/m2	PMR		PM Prov / REM		PMN	
									Quant	(m)	Quant	(m)	Quant	(m)
1	258.5	2.8		13	0.104									
2	1,500.0	7.5		13	0.068									
3	1,500.0	7.5		17	0.027									
4	2,500.0	6.1		12	0.024	25	191	0.050	15	121	0	0	5	65
5	1,200.0	2.0	4			19	101	0.162	17	85	0	0	2	16
6	690.0	7.0				38	372	0.169	27	288	1	12	4	48
7	1,300.0	10.0	4			44	528	0.845	41	492	3	45	0	0
8	600.0	9.0	5			31	341	0.086	26	286	0	0	3	48
9	1,280.0	1.1				43	155	0.141	34	105	7	35	2	14
10	9,000.0	1.0		450	0.094	66	198	0.014	108	324	0	0	4	32
11	916.0	10.0				29	416	0.594	22	264	7	119	0	0
12	916.5	4.0				68	360	0.077	44	264	0	0	6	60
13	1,135.0	1.8				62	248	0.529	34	129	4	15	3	23
14	450.0	4.0		10	0.063	22	85	0.138	8	42	0	0	0	0
15	1,064.0	1.0				12	35	0.144	10	29	0	0	2	14
16	9,000.0	6.5		24	0.035	33	241	0.048	9	30	0	0	0	0
17	770.0	1.3												
18	700.0	1.3	7			21	52	0.042	8	25	6	20	0	0
19	20,000.0	5.0												
20	907.0	4.0	3			12	72	0.031	9	54	0	0	1	10
21	252.0	3.0	3			16	80	0.547	10	50	0	0	1	9
22	1,250.0	6.3				26	216	0.076	15	125	0	0	3	37
23	920.0	1.2				23	74	0.186	20	64	2	7	1	7
24	380.0	2.7				46	111	0.383	22	190	5	24	3	28
25	300.0	8.2				54	533	1.481	34	370	15	153	4	60
26	8,000.0	6.5	4			20	170	0.015	9	170	0	0	0	0
27	1,690.0	11.0	4			9	114	0.288	8	54	1	14	0	0
28	1,280.0	5.0	2	32	0.305	30	189	0.286	10	65	20	124	0	0
29	2,000.0	7.5	9			31	295	0.621	22	295	0	0	4	0
30	3,000.0	7.5	4	40	0.067	17	163	0.028	13	163	2	96	0	0
31	600.0	8.2	11	13	0.074	35	334	1.910	20	334	11	109	0	0
32	2,700.0	0.9	3	38	0.094	24	93	0.059	14	39	4	10	6	44
33	750.0	1.6	3	21	0.090	46	110	0.471	16	58	3	11	2	17
34	777.0					11	41	0.094	5	29	0	0	0	0
35	500.0	2.5	8			35	108	0.292	12	51	3	13	3	27
36	13,250.0	1.9	19	49	0.015	58	235	0.018	44	174	10	35	3	25
37	46,000.0	4.3	2			13	87	0.577	11	67	0	0	2	20
38	700.0		4			21	125	0.174	10	96	1	9	0	0
39	1,050.0	1.0	7	23	0.110	43	81	0.387	13	35	2	6	2	14
40	600.0	6.0				14	105	0.140	14	105	0	0	0	0
41	1,000.0	2.0	4	22	0.098	14	70	0.312	5	21	7	29	1	8
42	1,600.0	3.4	4	27	0.060	17	91	0.038	13	69	4	22	0	0
43	1,750.0	2.3	4			34	114	0.183	10	38	0	0	1	52
44	350.0	6.5	3			31	211	0.270	18	149	6	50	1	13

Área m2 – Área do posto em metros quadrados; **ZN Sat** – Média da espessura da zona não saturada ou profundidade do nível de água; **Ensaio K** – Número de ensaio de condutividade hidráulica *in situ*; **SGS Pts** – Número de pontos de *Soil Gas Survey*; **Quant** – Quantidade do item; **(m)** – Metragem total da sondagem ou do poço; **s/m2** – Número de sondagem por metro quadrado da área; **PMR** – Poço de monitoramento raso; **PM Prov / REM** – Poços de monitoramento provisório ou do sistema de remediação; **PMN** – Poço de monitoramento multinível; **SGS** – *Soil Gas Survey*.

O SGS foi desenvolvido em apenas 17 (dezesete) das 44 (quarenta e quatro) áreas analisadas, em malhas com espaçamento variando de 2,5 a 10,0 m, gerando uma razão média de 0,08 ponto de medição por metro quadrado de área investigada. Este índice representa, assim, um ponto de leitura de cerca de 12,5 m², ou uma malha regular de 3,5 x 3,5 m, aproximadamente. Entretanto, este índice de pontos por metro quadrado é conservador, uma vez que a área total considera a área edificada ou com equipamentos instalados, áreas estas, usualmente não medidas na malha de SGS.

Os dados existentes não possibilitaram caracterizar uma influência direta da metodologia do SGS na eficiência da investigação de área, pois, em muitos dos 17 (dezesete) casos, a mesma somente foi aplicada quando da execução de uma segunda (ou terceira) Investigação Detalhada (ID). Entretanto, dos 5 casos cadastrados em que não foi necessário o desenvolvimento de etapas posteriores à Investigação Confirmatória (IC), 3 (três) deles efetuaram o SGS, sugerindo uma melhor qualidade das informações da investigação direta, quando planejada conforme resultado obtido na SGS.

5.4.2.2 Investigação da fase retida

Os trabalhos evidenciam uma baixa preocupação com o mapeamento da fase retida (fase livre retida presente nos poros na zona não saturada), efetuando-se, usualmente, apenas a descrição organoléptica da amostra e a coleta e análise química do solo nos pontos em que ocorre evidência da presença de produto retida ou em pontos associados à instalação dos poços de monitoramento que, por sua vez, visam a delimitação da pluma de fase dissolvida.

Verificou-se, nos trabalhos analisados, do total de 341 (trezentos e quarenta e uma) etapas de Gerenciamento de Área Contaminada (GAC), em apenas 17 (dezesete) delas ocorreu a execução de sondagens de investigação com coleta de solo para análises da fase retida superior a de coleta de água subterrânea, razão esta que evidenciaria a existência de sondagens específicas para a coleta do solo com o objetivo do mapeamento da fase retida.

Entretanto, dos 17 (dezessete) casos, apenas 3 (três) não estão associados ao controle da remoção da fonte de contaminação, sugerindo assim, que nestas áreas (6,8% do total das áreas) foram efetuadas sondagens de investigação com o objetivo de coleta de amostras de solo para delimitação da fase retida.

Os dados existentes das etapas de GAC não possibilitaram uma distinção entre a sondagem executada para fins de investigação do terreno (caracterização da geologia e coleta de amostras) e a sondagem executada para dimensionamento ou operação da remediação, pois os resultados em si, se misturam.

Para a avaliação do número de sondagens de investigação desenvolvidas em uma área contaminada por combustíveis fósseis a partir da investigação Confirmatória (IC), não foram utilizadas as informações que apenas desenvolveram a IC e considerou-se que:

- A área do sistema de abastecimento (tanques subterrâneos, linhas e bombas de abastecimento) é uma única área fonte de contaminação.
- Toda a sondagem executada na área é de investigação, uma vez que sempre fornece informação ao conhecimento hidrogeológico ambiental do local.
- As perfurações executadas durante o *Soil Gas Survey* (SGS) não são sondagens de investigação.

Os resultados indicam uma média de 31 (trinta e uma) sondagens executadas por área investigada (**Gráfico 5.15**), com profundidades variando em função de seu objetivo:

- a) Investigação da zona não saturada – sondagem executada até o nível freático local.
- b) Para instalação de poço de monitoramento raso - sondagem executada até 2,0 m abaixo do nível freático local.
- c) Para instalação de poço de monitoramento multinível - sondagem executada até 10,0 m abaixo do nível freático local.

Assim, o principal condicionante da profundidade das sondagens executadas durante uma investigação de área contaminada por combustíveis fósseis é a profundidade do nível de água freático local.

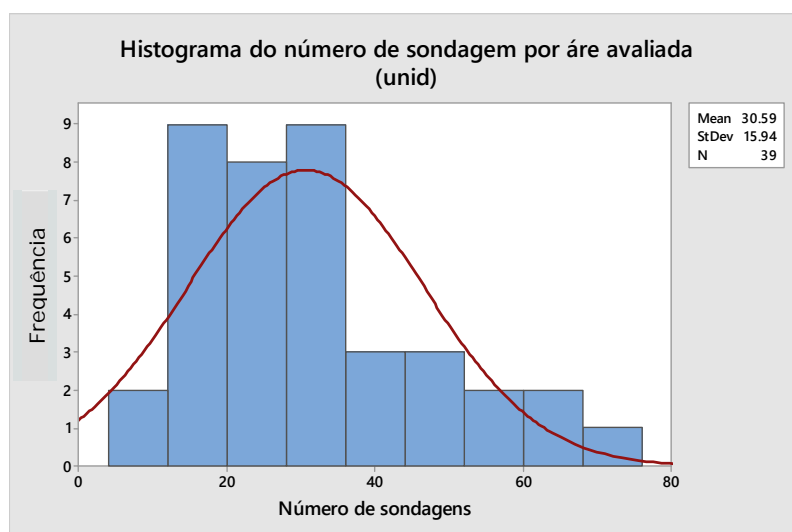


Gráfico 5.15 – Histograma do número de sondagem executada por área avaliada nessa tese.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Número de sondagem por área investigada (unidade)

Média = 30,59

Erro padrão = 2,55

Desvio padrão = 15,94

Mediana = 29,00

Nº amostras = 39

5.4.2.3 Investigação da fase livre e dissolvida

Os dados indicam a instalação, em média, de 20 (vinte) poços de monitoramento rasos (PMR) conforme análise estatística apresentada no **Gráfico 5.16**, com profundidade média de 7,0 m (**Gráfico 5.17**). Considerando-se a espessura média da zona não saturada de 4,6 m, verifica-se que os poços rasos são instalados com sua base 2,4 m abaixo do nível de água subterrânea identificado. Esta correlação de profundidade do poço raso com o nível de água é bem evidenciada no **Gráfico 5.18**, onde é apresentada a correlação direta entre os parâmetros.

Por outro lado os poços de monitoramento multiníveis (PMN) apresentam uma média de 2 (dois) poços instalados por área investigada, mas com um desvio padrão de mesma grandeza de sua média (**Gráfico 5.19**). Assim como os PMRs, os PMNs apresentam boa correlação de sua profundidade média com a profundidade do nível de água local (**Gráfico 5.18**), sendo instalado, em média, 10,4 m abaixo do nível de água subterrânea, representando uma profundidade total média de 15 m.

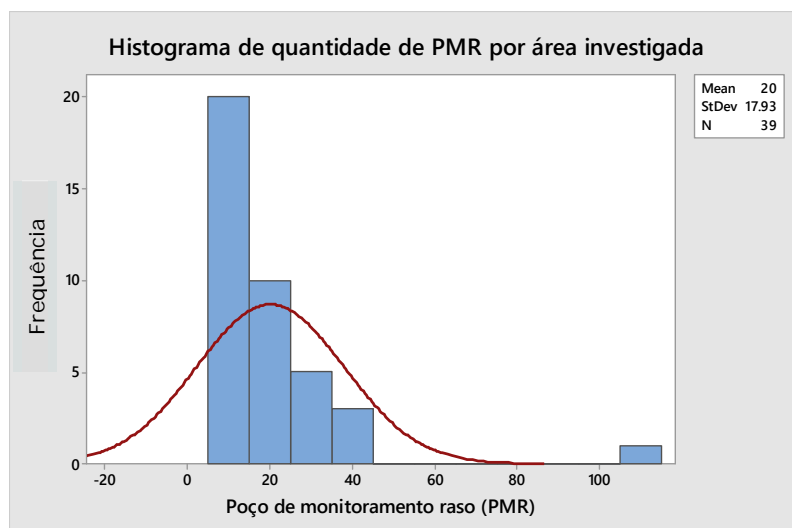


Gráfico 5.16 – Histograma do número de poços rasos (PMR) instalados por área avaliada nessa tese.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Número de poços rasos instalados por área investigada (unidade)

Média = 20,00

Erro padrão = 2,87

Desvio padrão = 17,93

Mediana = 14,00

Nº amostras = 39

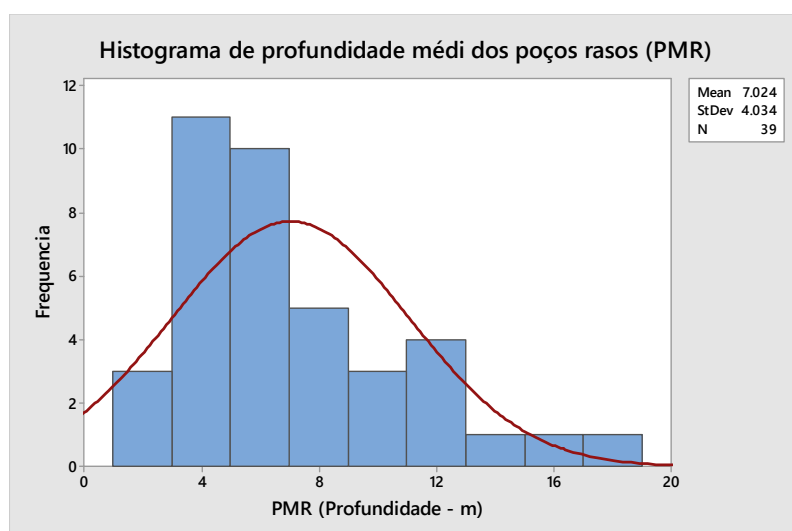


Gráfico 5.17 – Histograma de profundidade dos poços de monitoramento rasos (PMR).

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Profundidade média dos poços rasos instalados. (m)

Média = 7,02

Erro padrão = 0,65

Desvio padrão = 4,03

Mediana = 6,00

Nº amostras = 39

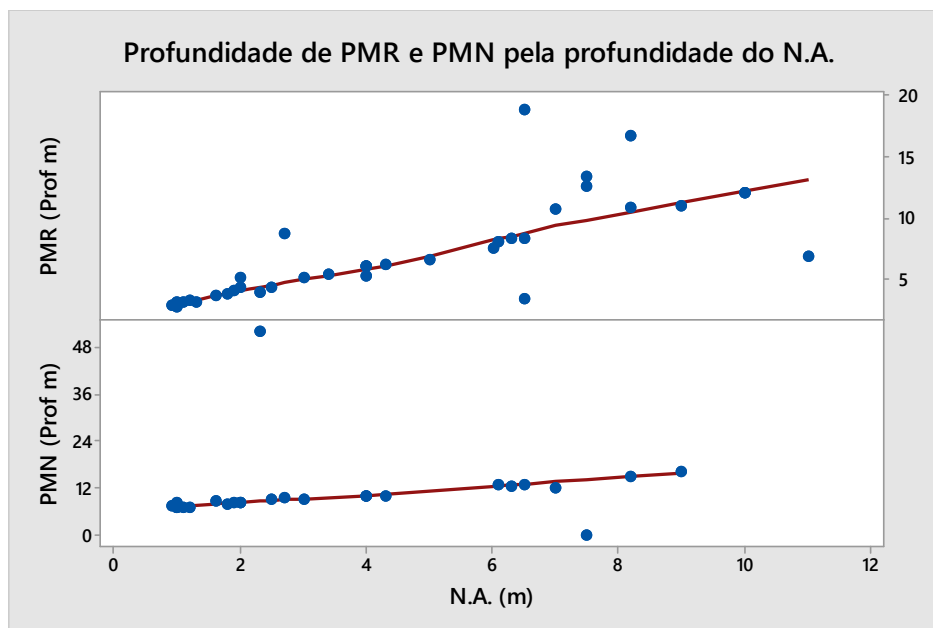


Gráfico 5.18 – Correlação da profundidade dos poços rasos (PMR) e multiníveis (PMN) com a profundidade do nível de água nas áreas avaliada nessa tese.

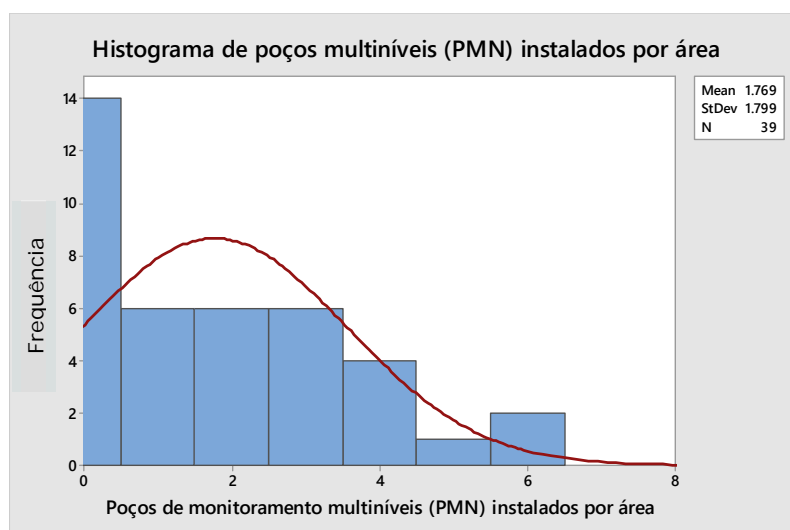


Gráfico 5.19 – Histograma de quantidade de poços de monitoramento multiníveis (PMN) instalados por área avaliada nessa tese.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

**Número de poços
multiníveis instalados por
área investigada
(unidade)**

Média = 1,8

Erro padrão = 0,29

Desvio padrão = 1,78

Mediana = 1,0

Nº amostras = 39

5.4.2.4 Ensaios de caracterização física do meio

Em apenas 24 (vinte e quatro) das áreas avaliadas apresentaram o valor da condutividade hidráulica (k) média do terreno, foi possível identificar o número de ensaios efetuados. Em 12 (doze) destas áreas, apenas constavam a condutividade média sem maiores informações. Os relatórios, sem exceção, não correlacionam as condutividades obtidas nos ensaios com o litotipo predominante na profundidade dos filtros dos poços ensaiados, muito menos em relação a sua distribuição na área.

Os registros indicam uma média de 5 (cinco) ensaios de condutividade *in situ* em cada área analisada, conforme ilustra o **Gráfico 5.20**.

Já em relação aos ensaios geotécnicos, efetuados em laboratório com amostras indeformadas, apenas foi possível caracterizar o número de ensaios efetuados em quatro áreas sendo que, em três das áreas efetuou-se apenas uma caracterização geotécnica e, em uma área, dois ensaios.

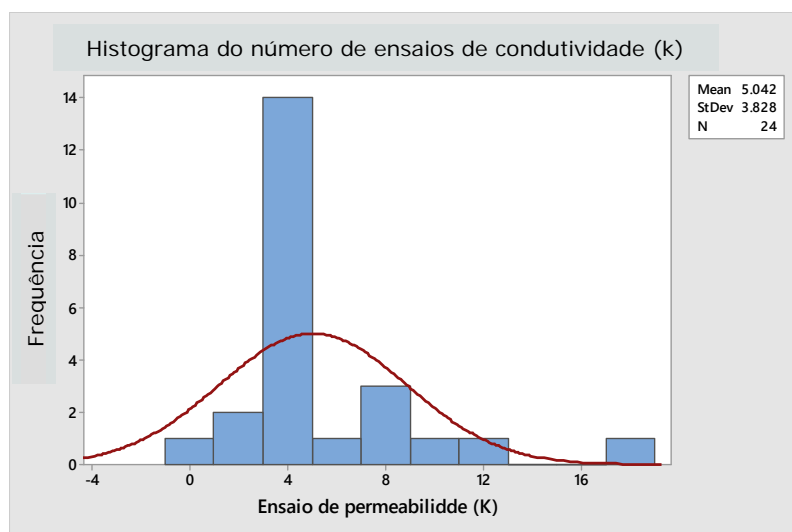


Gráfico 5.20 – Histograma de quantidade de ensaios de condutividade hidráulica realizados por área investigada.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Número de ensaios de condutividade executado por área investigada (unidade)

Média = 5,0

Erro padrão = 0,78

Desvio padrão = 3,83

Mediana = 4,0

Nº amostras = 24

5.4.2.5 Coleta e análises de amostras

Os registros indicam que são efetuadas, em média, 25 amostras de solo por área investigada, conforme ilustra o **Gráfico 5.21**. Entretanto, conforme indicado anteriormente, os registros evidenciam um pequeno número de sondagens específicas para a coleta de amostras de solo de caracterização da fase retida. O autor observou que as coletas de solo são efetuadas, essencialmente, durante as sondagens de instalação de poços de monitoramento rasos. Essa conexão é evidenciada pelo **Gráfico 5.22** de correlação entre o número de amostras de solo coletadas e os de poços de monitoramento rasos (PMR) instalados.

Por outro lado, considerando-se o número de amostras de água (subterrânea) por área investigada, verifica-se uma média de 125 (cento e vinte e cinco) coletas ao longo de todas as campanhas de GAC, a partir da Investigação Detalhada (ID), conforme apresentado no **Gráfico 5.23**.

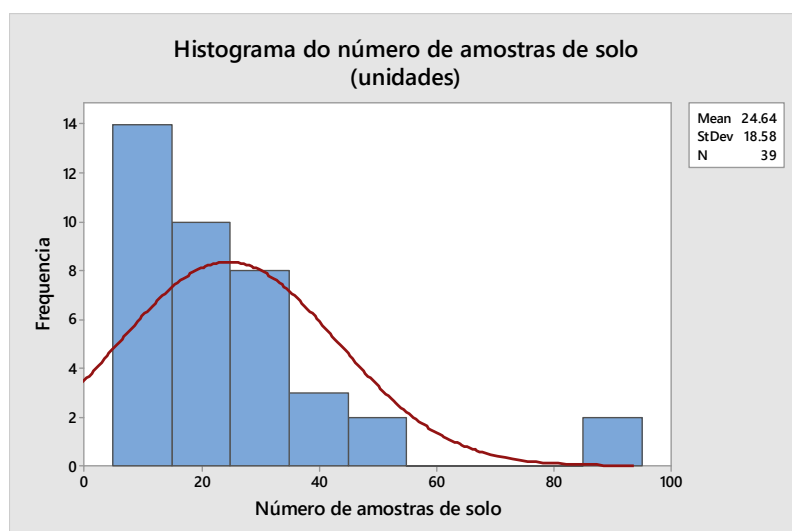


Gráfico 5.21 – Histograma do número de coleta de amostra de solo por área investigada.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Número de coleta de amostra de solo por área investigada (unidade)

Média =	25
Erro padrão =	2,98
Desvio padrão =	18,58
Mediana =	17,0
Nº amostras =	39

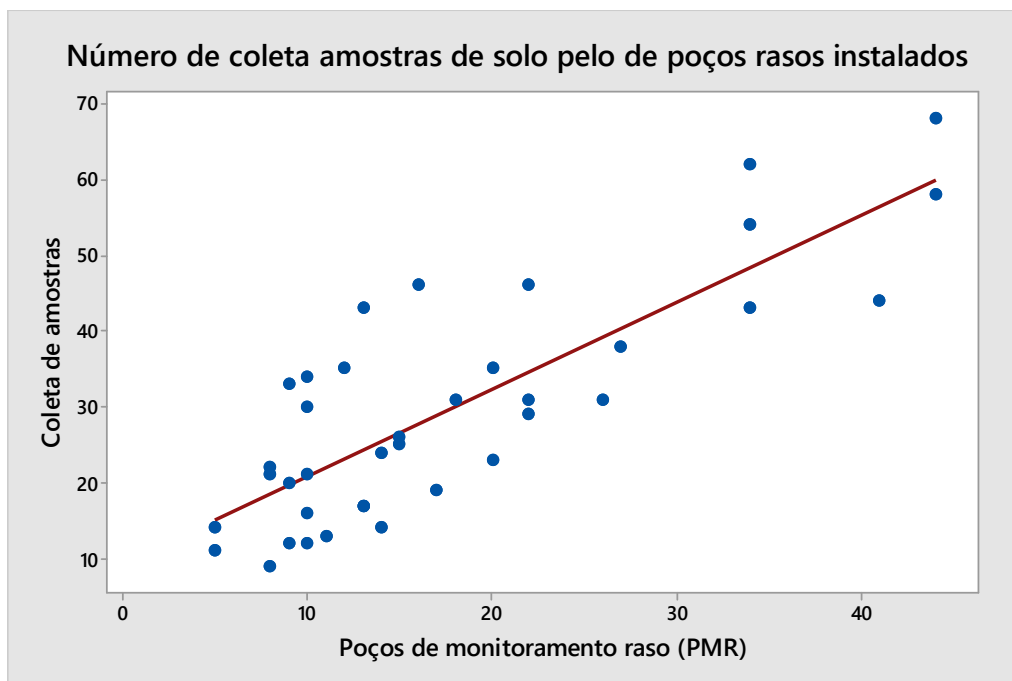


Gráfico 5.22 – Correlação do número de amostras de solo com o número de poços instalados na área.

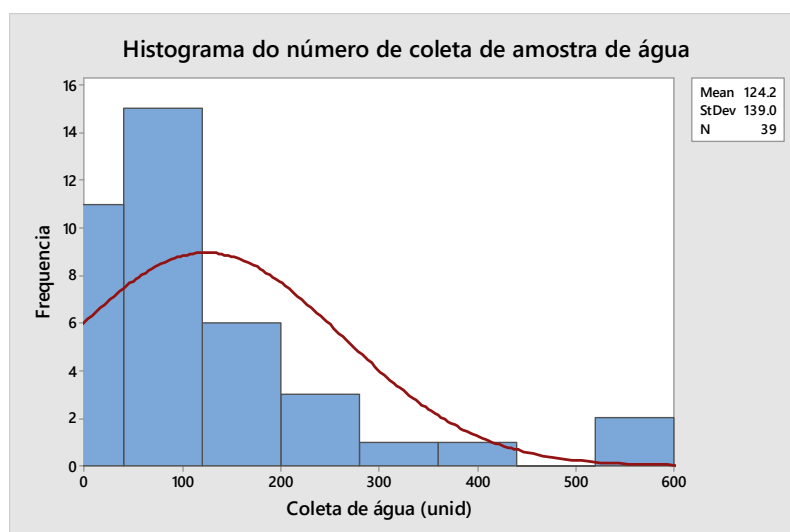


Gráfico 5.23 – Histograma do número de coleta de amostra de água por área investigada.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Número de coleta de amostra de água por área investigada (unidade)

Média = 124,2

Erro padrão = 22,3

Desvio padrão = 139,0

Mediana = 17,0

Nº amostras = 39

Pode-se concluir que, de todas as análises químicas efetuadas nas amostras coletadas nas áreas contaminadas avaliadas, o principal grupo analítico é do Benzeno, Tolueno, Etilbenzeno e Xilenos (BTEX), efetuadas em 100 % das amostras coletadas, com 5.734 (cinco mil, setecentos e trinta e quatro) análises efetuadas.

A análise do grupo dos Hidrocarbonetos Poliaromáticos (PAH) foi efetuada 5.546 (cinco mil, quinhentos e quarenta e seis) vezes ao longo de todas as áreas (em número 3,5 % menor que o BTEX), é o segundo maior grupo analítico analisado. Foram efetuadas, em média, 147 (cento e quarenta e sete) análises de BTEX e 143 (cento e quarenta e três) de PAH, conforme apresentado nos **Gráficos 5.24 e 5.25** respectivamente.

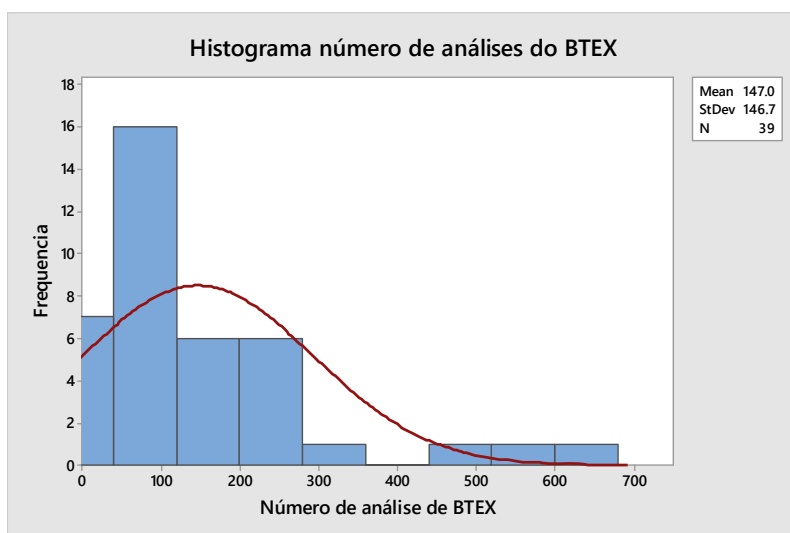


Gráfico 5.24 – Histogramado número de análises químicas do parâmetro Benzeno, Tolueno, Etilbenzeno e Xilenos (BTEX).

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Número de análises de BTEX por área investigada.
(unidade)

Média =	147,0
Erro padrão =	23,5
Desvio padrão =	146,7
Mediana =	95,0
Nº amostras =	39

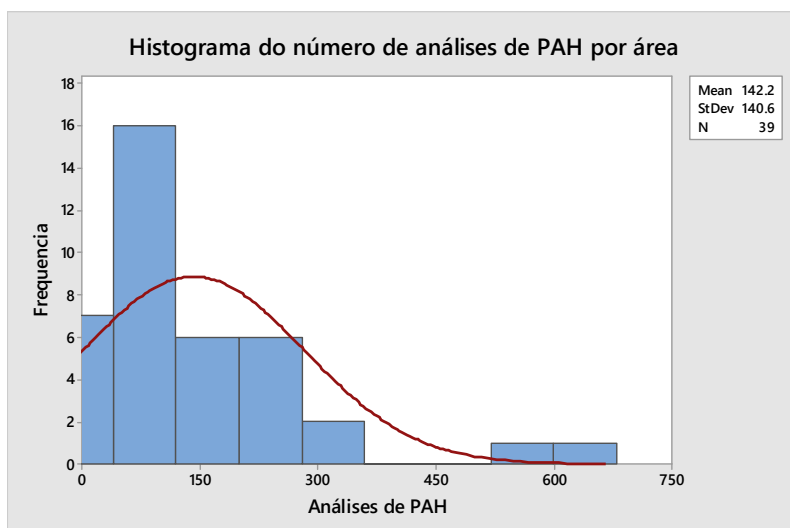


Gráfico 5.25 – Histogramado número de análises químicas do parâmetro Hidrocarboneto Poliaromático (PAH).

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Número de análises de PAH por área investigada.
(unidade)

Média =	142,2
Erro padrão =	22,5
Desvio padrão =	140,6
Mediana =	80,0
Nº amostras =	39

As áreas avaliadas indicam, também, a execução de 693 (seiscentos e noventa e três) análises de Hidrocarboneto Total de Petróleo (TPH), 652 (seiscentos e cinquenta e duas) análises de etanol e 231 (duzentos e trinta e uma) análises de Hidrocarboneto Total de Petróleo pelo método *fingerprint* (TPH_f), com as seguintes médias respectivas: 77 (setenta e sete) de TPH, 60 (sessenta) de etanol, 39 (trinta e nove) de TPH_f.

5.4.3 Das características da ocorrência do contaminante

De forma a avaliar a ocorrência tridimensional dos contaminantes em suas diversas fases (retida, vapor, livre e dissolvida), o comprimento e a largura de suas áreas de ocorrência foram parametrizados, assim como sua espessura, e inseridos no banco de dados para análise. A **Tabela 5.5** consolida as médias aritméticas dos dados parametrizados. Apesar de em alguns relatórios constar a área total de ocorrência do contaminante em suas diversas fases, nenhum documento apresentava suas dimensões. Assim, estas informações foram obtidas diretamente dos mapas e perfis constantes nos mesmos.

Foi verificado, nesta pesquisa, uma variação da área de ocorrência do contaminante no local, em suas diversas fases mapeadas, em função:

- a) Do avanço da investigação ambiental da área - Verificou-se a existência de mapas de áreas de ocorrência sem que as mesmas tenham sido totalmente delimitadas, e, assim, usualmente menores que os mapas gerados posteriormente, com a ocorrência do contaminante totalmente delimitado.
- b) Aumento dos pontos de investigação - O maior número de pontos de investigação possibilita um maior detalhamento da ocorrência dos contaminantes presentes, alterando o mapa final delimitado.
- c) Procedimento de desenho da ocorrência do contaminante - Observou-se que a variação da área do contaminante alterava em função do procedimento de desenho adotado, onde a geometria da mesma é definida sem critérios claros, conforme demonstra a **Figura 5.4**.

Tabela 5.5 – Quantitativos médios da ocorrência da fase vapor nas áreas analisadas.

ÁREA	DADOS Poço água	Área Fonte (m2)	ZN Sat (m)	ANÁLISE DE OCORRÊNCIA FASE VAPOR (m)			ANÁLISE DE OCORRÊNCIA FASE LIVRE (m)			ANÁLISE DE OCORRÊNCIA FASE DISSOLVIDA (m)		
				Esp	Larg	Comp	Esp	Larg	Comp	Esp	Larg	Comp
1	Não	125.0	2.8									
2	Não	190.0	7.5									
3	Sim	620.0	7.5									
4	Não	500.0	6.1	6.0	30.0	40.0				10.0	65.0	105.0
5	Não	625.0	2.0				0.020	2.0	2.0	3.0	30.0	20.0
6	Não	225.0	7.0				0.030	25.0	30.0	2.0	41.0	20.0
7	Não	625.0	10.0				0.240	3.0	4.0	2.5	35.0	60.0
8	Não	360.0	9.0							2.0	45.0	50.0
9	Não	1100.0	1.1				0.020	1.0	2.0	2.2	65.0	23.0
10	Não	4800.0	1.0				0.970	2.0	5.0	1.0	87.0	32.0
11	Não	700.0	10.0				0.030	25.0	30.0	2.0	30.0	42.0
12	Não	884.0	4.0							2.0	50.0	41.0
13	Não	468.0	1.8				0.003	25.0	15.0	2.0	50.0	40.0
14	Não	160.0	4.0	1.0	15.0	10.0				2.0	22.0	29.0
15	Não	240.0	1.0									
16	Não	690.0	6.5							2.0	20.0	16.0
17	Não	352.0	1.3									
18	Não	505.0	1.3	1.0	7.9	15.3	0.300	4.0	6.0	1.0	2.0	3.0
19	Não	1089.0	5.0									
20	Não	390.0	4.0									
21	Não	146.3	3.0									
22	Não	340.0	6.3							2.1	15.0	20.0
23	Não	396.0	1.2				0.050	1.0	1.0	2.0	28.0	37.0
24	Não	120.0	2.7							2.0	18.0	25.0
25	Não	360.0	8.2				0.020	4.0	8.0	2.2	72.0	115.0
26	Não	1350.0	6.5	6.0	4.4	8.0				2.7	15.0	40.0
27	Não	396.0	11.0				0.050	1.0	1.0	2.0	16.0	8.0
28	Não	105.0	5.0				0.200	1.0	2.0	2.0	15.0	25.0
29	Sim	475.0	7.5				0.001	1.0	1.0	4.0	27.0	83.0
30	Não	600.0	7.5									
31	Não	175.0	8.2				0.900	44.0	66.0	2.0	35.0	80.0
32	Não	405.0	0.9				0.100	4.5	4.5	2.0	8.0	15.0
33	Sim	234.0	1.6				0.020	16.0	30.0	1.8	21.0	33.0
34	Sim	117.0					0.050	5.0	6.0	1.0	14.0	32.0
35	Não	370.0	2.5	2.0	28.0	35.0	0.900	21.0	27.0			
36	Sim	3240.0	1.9				0.200	31.0	38.5	2.1	76.0	95.0
37	Não	150.0	4.3							2.0	10.0	17.0
38	Sim	121.0		7.5	12.5	22.5	0.030	2.0	2.0			
39	Não	209.0	1.0	1.0	10.2	14.7				3.0	13.0	24.0
40	Não	100.0	6.0	5.5	12.5	22.3						
41	Sim	225.0	2.0									
42	Sim	450.0	3.4							2.0	18.0	23.0
43	Sim	622.0	2.3				2.140	27.0	30.0	2.0	38.0	15.0
44	Não	115.0	6.5				0.080	34.0	10.0	2.0	52.0	26.0

ZN Sat – Profundidade do nível de água; **Esp** – Espessura da ocorrência do contaminante definido em seção; **Larg** – Largura da ocorrência do contaminante definido em planta; **Comp** – Comprimento da ocorrência do contaminante definido em mapa.

Este mesmo problema de variação da delimitação da ocorrência do contaminante em área também foi verificado na delimitação do contaminante em profundidade, nas seções geológicas constantes nos relatórios.

Cabe destacar, ainda, que os documentos avaliados, o mapeamento dos contaminantes apenas visava a delimitação de sua ocorrência em concentração acima do padrão legal ou das Concentrações Máximas Aceitáveis (CMA) estabelecidas com base no risco, e não sua ocorrência no subsolo.

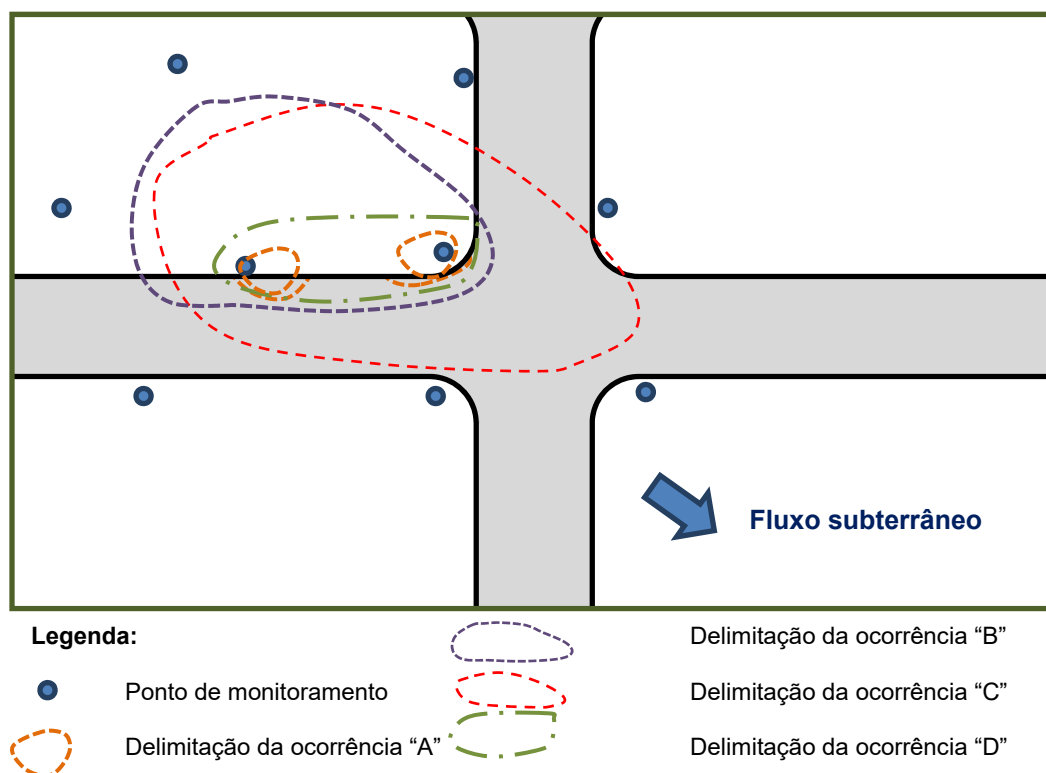


Figura 5.4 – Ilustração do autor da variação da área de ocorrência do contaminante em função do procedimento de delimitação e desenho da mesma.

De forma a não considerar possíveis variações de geometria da ocorrência das diversas fases de combustível no subsolo em função da interferência de processos de remediação ou da existência de bombeamentos de poços próximos, os dados de geometria foram analisados tendo por premissa:

- ✓ A ocorrência ou não de poços de captação de água na área.
- ✓ Utilização dos registros obtidos antes do início de processos de remediação na área.
- ✓ Uso dos maiores valores identificados e, conseqüentemente, a maior área de ocorrência mapeada, usualmente obtida antes das ações de remediação.

5.4.3.1 Características da ocorrência da fase retida

Os resultados das investigações desenvolvidas nas áreas avaliadas indicam que a fase retida na zona não saturada apenas ocorre de forma restrita, próxima da área fonte da contaminação. Não foi observada, nos documentos analisados, a ocorrência de fase retida anômala situada a distâncias superiores a 2,0 m em relação à área fonte, condizente com uma infiltração vertical proveniente de vazamentos do sistema de abastecimento. Foram observados, no entanto, casos de ocorrência de solo contaminado próximos à zona de capilaridade, a distâncias maiores que 2,0 m, associados à variações verticais de fase livre do contaminante, devido à variação sazonal do nível de água.

Os registros da ocorrência da fase retida próximos à fonte de contaminação indicam a não ocorrência de escoamento superficial do produto com posterior infiltração, distante da fonte.

O volume de solo contaminado será, no máximo, o volume definido pela área da fonte de contaminação (delimitada) pela profundidade do nível de água, ou espessura da zona não saturada.

5.4.3.2 Características da ocorrência da fase vapor

A fase vapor mapeada é representativa da volatilização do produto da fase retida, livre e dissolvida presente na área e, assim, sua ocorrência varia em função da associação de todas as fases do contaminante no subsolo.

Verificou-se que o mapeamento da fase vapor no terreno, usualmente, ocorre apenas no início das etapas de Gerenciamento de Área Contaminada (GAC), com a execução do *Soil Gas Survey* (SGS) ou associado aos pontos de sondagem de investigação da fase retida ou dissolvida presentes no subsolo, sendo, este último, o principal ponto de medição e o único ponto de monitoramento existente nas áreas avaliadas.

Apenas 8 (oito) das áreas analisadas apresentavam uma delimitação da fase vapor, todas efetuadas após o início das atividades de remediação. Uma destas áreas apresenta poço de captação da água subterrânea e, assim, sua área total pode ter sofrido variação em função da influência dos bombeamentos, com a dispersão da fase dissolvida e livre.

Apesar do número baixo de áreas com a fase vapor mapeadas, foi possível obter uma boa correlação entre a largura de sua ocorrência e a largura da fase dissolvida (**Gráfico 5.26**), mas não entre os comprimentos. A correlação obtida se deve ao fato de que o mapeamento da fase vapor, quando ocorre, apenas se restringe à área interna do empreendimento, e as larguras das fontes de vapor provenientes das fases retida, livre e dissolvida são condicionadas pela geometria da área fonte em relação à direção do fluxo subterrâneo (**Figura 5.5**), uma vez que todas as fases tem origem na área fonte, situada dentro do empreendimento. Já o comprimento das fases livre e dissolvida podem ultrapassar os limites da área do empreendimento e, conseqüentemente, dos mapeamentos da fase vapor.

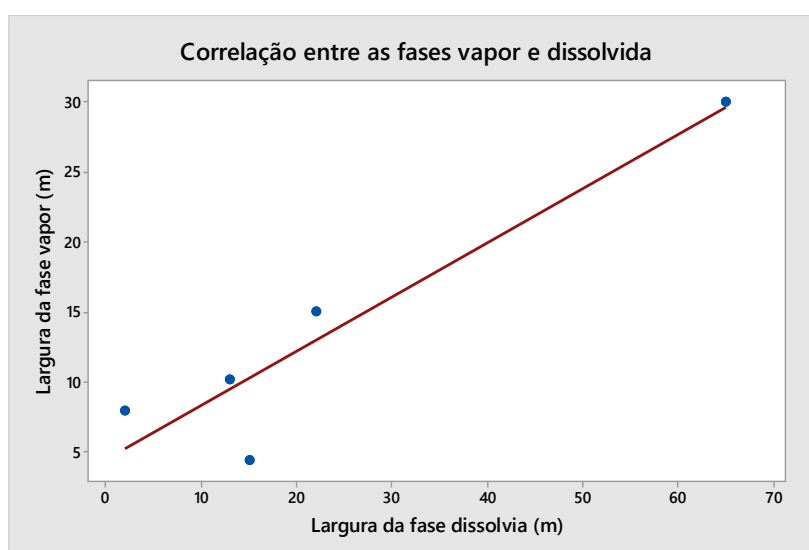


Gráfico 5.26 – Correlação entre as larguras da ocorrência das fases vapor e dissolvida.

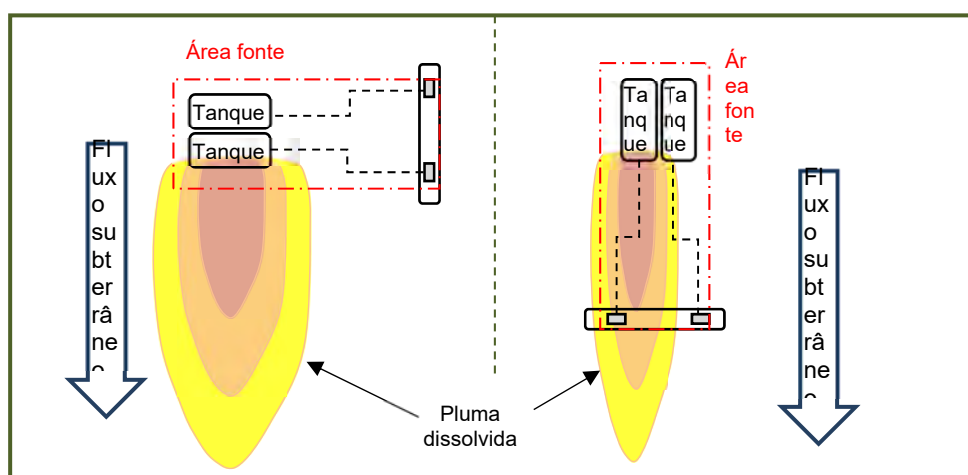
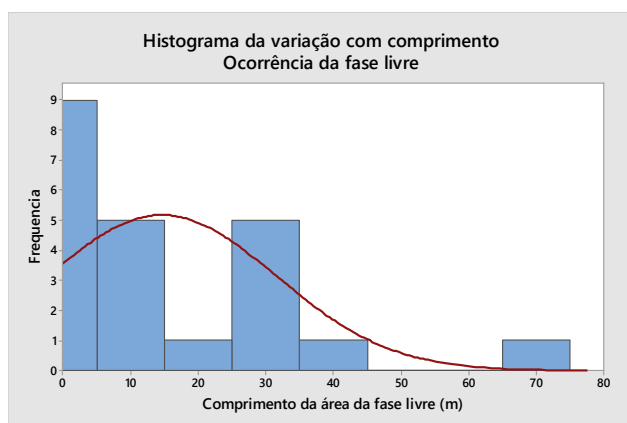


Figura 5.5 – Variação da largura da fase dissolvida em função da geometria da fonte e o vetor do fluxo principal da água subterrânea.

5.4.3.3 Características da ocorrência da fase livre



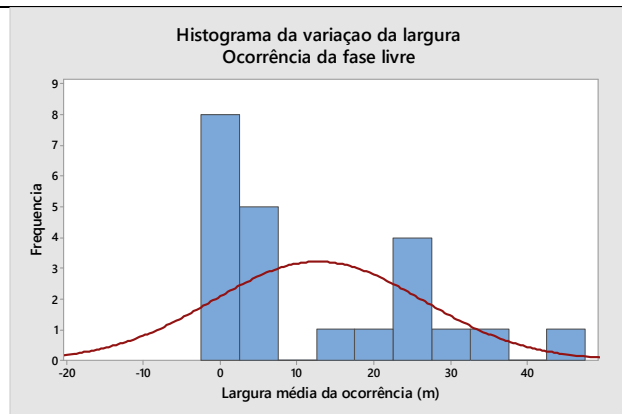
Análise do comprimento da ocorrência da fase livre (m)

Média =	14,6
Erro padrão =	3,61
Desvio padrão =	16,94
Mediana =	6,0
Nº amostras =	22

Gráfico 5.27 – Histograma do comprimento médio da fase livre de combustíveis no subsolo, por área analisada nessa tese.

Os registros da ocorrência da fase livre, mapeado em 22 (vinte e duas) das 44 (quarenta e quatro) áreas, indicam que as mesmas ocorrem, essencialmente, dentro da área do empreendimento. Apresentam medidas médias de 14,6 m de comprimento por 12,2 m de largura, conforme apresentado nos **Gráficos 5.27** e **5.28**.

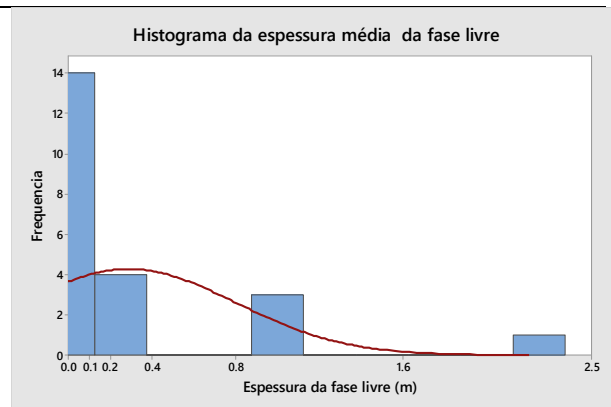
Os dados da espessura aparente da fase livre medida nos poços de monitoramento indicam um ocorrência média de 0,29 m (**Gráfico 5.29**).



Análise da largura da ocorrência da fase livre (m)

Média =	12,2
Erro padrão =	2,91
Desvio padrão =	13,64
Mediana =	80,0
Nº amostras =	22

Gráfico 5.28 – Histograma da largura média da fase livre de combustíveis no subsolo, por área analisada nessa tese.



Análise da espessura aparente de ocorrência da fase livre (m)

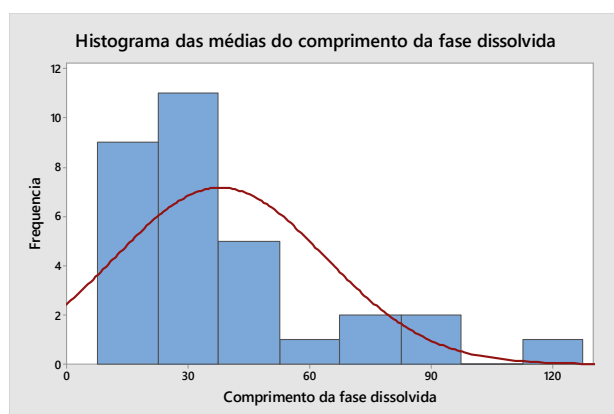
Média =	0,29
Erro padrão =	0,11
Desvio padrão =	0,52
Mediana =	0,05
Nº amostras =	22

Gráfico 5.29 – Histograma da espessura média aparente de fase livre de combustíveis no subsolo, por área analisada nessa tese.

5.4.3.4 Características da ocorrência da fase dissolvida

Para as áreas analisadas, verificou-se que nenhuma das plumas mapeadas apresentou comprimento maior que 150 m em relação à fonte de contaminação, independente da presença de poços de abastecimento próximos ou do etanol em sua composição. Assim, confirma-se a tendência citada por Oliveira (2016) de que os compostos contaminantes da gasolina sofrem atenuação natural e, usualmente, não originam plumas de fase dissolvida maiores que 150 a 200 m, a partir da fonte.

A análise das informações efetuada pelo autor indica, ainda, que o principal fator da largura da pluma contaminante é a geometria da fonte de contaminação em relação à direção preferencial de fluxo, que existe a tendência de plumas mais largas (algumas vezes com largura maior que o comprimento) em áreas quando o maior comprimento do polígono de delimitação da fonte de contaminação situa-se de forma perpendicular aos fluxos subterrâneos, conforme ilustra a **Figura 5.5**.



Análise do comprimento da ocorrência da fase dissolvida (m)

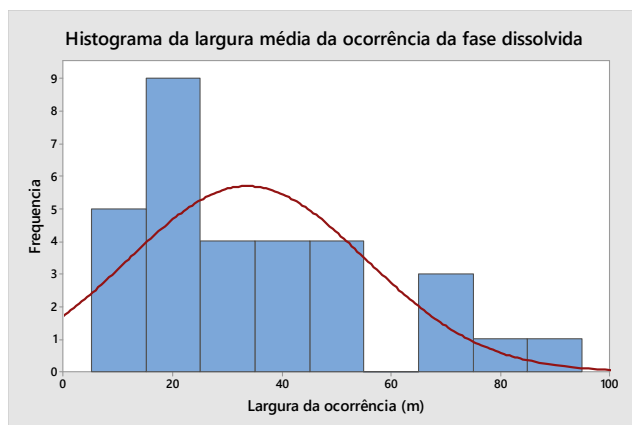
Média =	37,9
Erro padrão =	4,65
Desvio padrão =	25,91
Mediana =	29,0
Nº amostras =	31

Gráfico 5.30 – Histograma do comprimento médio da fase dissolvida de combustíveis no subsolo, por área analisada nessa tese.

A fase dissolvida apresentou um comprimento médio de 37,9 m, com máxima distância de 115 m, e largura média de 33,6 m (máximo de 87,0 m), conforme análises estatísticas apresentadas nos **Gráficos 5.30 e 5.31**, respectivamente.

Em contraponto a espessura da fase dissolvida apresentou uma média de 2,1 m, podendo atingir até 4,0 m (**Gráfico 5.32**).

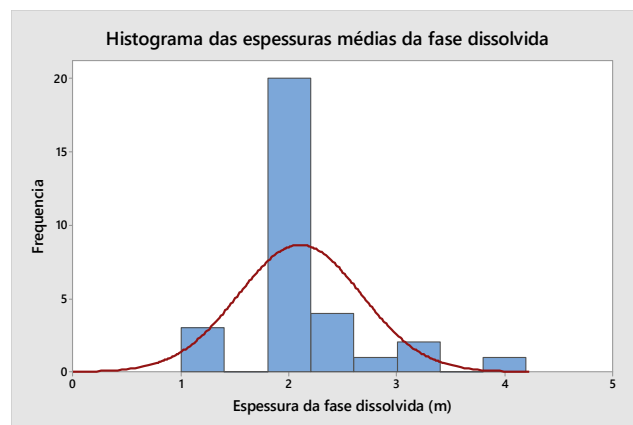
As maiores áreas de ocorrência da fase dissolvida foram observadas nas áreas que não apresentavam poços de água cadastrados no empreendimento, indicando uma não influência dos mesmos.



Análise da largura da ocorrência da fase dissolvida (m)

Média =	33,6
Erro padrão =	3,90
Desvio padrão =	21,73
Mediana =	28,0
Nº amostras =	31

Gráfico 5.31 – Histograma da largura média da fase dissolvida de combustíveis no subsolo, por área analisada nessa tese.



Análise da espessura da ocorrência da fase dissolvida (m)

Média =	2,1
Erro padrão =	0,10
Desvio padrão =	0,57
Mediana =	2,0
Nº amostras =	31

Gráfico 5.32 – Histograma da espessura média da fase dissolvida de combustíveis no subsolo, por área analisada nessa tese.

5.5 ANÁLISE DOS PRAZOS ENVOLVIDOS NA REPARAÇÃO DO DANO REVERSÍVEL

Para a análise dos prazos do dano reversível, foram avaliadas as datas de execução das etapas de remediação constantes nos relatórios ambientais (que foram parametrizados), considerando as datas de emissão dos documentos. A **Tabela 5.6** resume os prazos (em meses) a partir do início da operação de cada técnica envolvida em relação à etapa anterior, referentes as áreas avaliadas nessa tese.

Os dados analisados sugerem que a remediação do dano reversível, com a aplicação de uma ou mais técnicas, com ou sem a remoção da fonte, ocorre em um prazo total médio de 44 (quarenta e quatro) meses, ou 3,7 (três vírgula sete) anos, variando de 4 (quatro) a 152 (cento e cinquenta e dois) meses, ou 0,3 (zero vírgula três) a 12,7 (doze vírgula sete) anos (**Gráfico 5.33**).

Este alto desvio padrão, representativo da complexidade do tema e a necessidade de análise dos prazos em função das características e objetivos das ações, não podendo ser analisada em um único grupo.

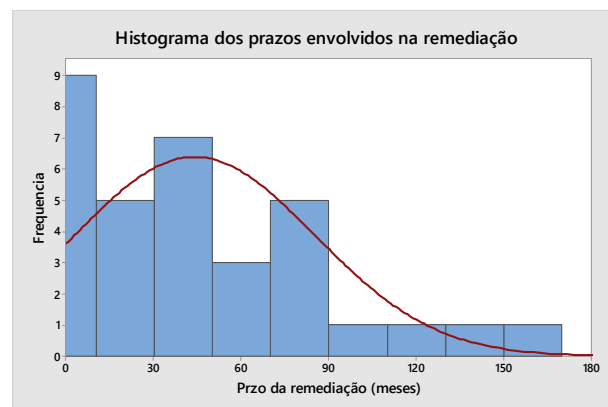
Tabela 5.6 – Prazos envolvidos no Gerenciamento de Área Contaminada (em meses) a partir do relatório da etapa anterior.

AP	Metodologia da remediação (mês)							
	Fonte	FL	P&T	MPE	SVE	Air Sparging	Oxidação	ANM
1								
2								
3								
4	1							
5	1	5						
6	1		101				24	
7	1	2	4	98			188	78
8							38	
9			6					
10	1	2						
11	1	36						1
12							12	
13	1	4					29	
14	1				65	65	1	
15					29	29		
16	1							
17	1							
18			1	29				
19								
20								
21								
22	1							
23	1		1					
24	1							
25	1		1	75				
26								
27		1	5					
28		1						
29	1				47	47		
30	1			13				
31				7				
32	1		1		42	42		
33	1			5	20	20		
34	1							2
35	1			44				1
36	1			14				
37								
38	1	11						
39	1		30	14	8	8		
40					55	55		
41					42	42		
42					23	23		
43				36				
44			62	19	7	7		

Fonte – Remoção de fonte e solo contaminado; **FL** – Remoção de fase livre; **P&T** – *Pump & Treat*; **MPE** – Remediação multifásica; **SVE** – Extração de vapores; **ANM** – Atenuação natural monitorada.

Na avaliação do tempo total de remediação, não foram considerados os casos em que ocorreu apenas a remoção da fonte (solo e tanque de armazenamento de combustível subterrâneo - SACS), sem qualquer outra técnica aplicada em paralelo. Esta situação, verificada em 10 (dez) das áreas, apresenta um prazo menor que 1 (um) mês para todas as áreas.

Muitas das remediações não ocorrem de maneira contínua, assim como é comum ocorrer a troca de metodologias e a aplicação de técnicas simultâneas.



Análise dos prazos (mês) de remediação (REM), sem considerar a remoção da fonte

Média =	43,9
Erro padrão =	7,18
Desvio padrão =	41,25
Mediana =	37,0
Nº amostras =	33

Gráfico 5.33 – Histograma dos prazos de remediação (REM) sem considerar a remoção da fonte.

Assim, na representatividade do prazo total de remediação, foi considerado o período entre o início da primeira atividade de remediação e a última, constatada na documentação avaliada.

A análise do número de técnicas de remediação aplicadas, a remoção da fonte (tanques de combustíveis e solo contaminado) é a mais utilizada, ocorrendo em 23 (vinte e três) das 40 (quarenta) áreas que efetuaram ações de remediação, ou 57,5 % das vezes (**Gráfico 5.34**). Entretanto, em 4 (quatro) dos casos cadastrados, a remoção do tanque foi efetuada sem que tenha sido identificada, previamente, a contaminação do terreno, com a remoção desenvolvida em conjunto com uma das etapas de investigação do gerenciamento de áreas contaminadas. Assim, estes casos foram considerados como simples troca de equipamento (tanques de combustível).

Dos casos de remoção da fonte e do solo contaminado, apenas 2 (dois), ou 10,52% deles, não obtiveram o encerramento do Gerenciamento de Área Contaminada (GAC), sugerindo ser este, um fator chave no processo de recuperação do dano ambiental

Observou-se, ainda, que todos os casos de aplicação da Extração do Vapor do Solo (SVE) ocorreram em conjunto com a tecnologia de injeção de ar, ou *Air Sparging* (ASp), e, assim, as tecnologias foram consideradas como uma única técnica aplicada.

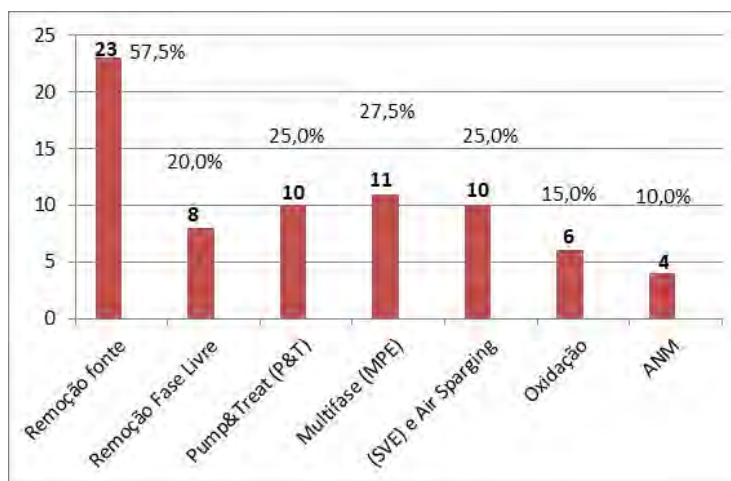


Gráfico 5.34 – Ocorrência das tecnologias de remediação aplicadas.

Desconsiderando a remoção da fonte de contaminação em

conjunto com o solo contaminado, as tecnologias de maior incidência são a da Extração Multifásica (MPE), seguida do *Pump & Treat* (P&T) e da Extração de Vapores (SVE) com ventilação induzida - *Air Sparging* (ASp). Estas tecnologias podem ser aplicadas para a remediação das fases de combustíveis fósseis presentes no subsolo e contemplam as principais técnicas de remediação do dano reversível.

Podem ser aplicadas mais de uma metodologia de remediação do dano reversível. Estas, foram agrupadas, pelo autor, em função de sua eficácia na diminuição da massa contaminante em suas diversas fases (vapor, adsorvido, livre e dissolvido), em:

- ✓ Remoção da fonte (para interromper a continuidade da contaminação) e do solo contaminado (para a remediação da fase retida).
- ✓ Remoção da fase livre e, secundariamente, fase dissolvida, sem ênfase na fase vapor, representada pela técnica do P&T e, secundariamente, demais técnicas de remoção do produto livre no subsolo.
- ✓ MPE para a remediação da fase livre e vapor associados, secundariamente atuando na fase dissolvida.
- ✓ SVE com ASp para a remediação da fase dissolvida e, secundariamente, da fase vapor.

Outras técnicas de remediação são possíveis de serem utilizadas. Entretanto, estas, quando utilizadas em substituição às citadas acima, devem proporcionar menores prazos de remediação e/ou custos associados. Assim, a sequência de ações de remediação proposta nesta tese apresenta caráter conservador, com prazos médios que podem ser minimizados com a evolução do conhecimento da área ao longo do desenvolvimento das etapas de Gerenciamento de Área Contaminada (GAC).

5.5.1 Prazos para a reparação da fonte da contaminação e da fase retida

A eliminação da fonte de contaminação de combustível possibilita a eliminação da continuidade do processo de contaminação do ambiente, e, a escavação para a remoção do sistema de armazenamento, permite a remoção do solo contaminado com a maior concentração retida (*hot spot*) dos contaminantes, usualmente localizada próxima da fonte - tanque ou linha de combustível.

A fase retida é uma fonte contínua de geração da fase vapor, e sua lixiviação, incrementa a fase dissolvida. Assim, sua remoção é fator chave da remediação destas outras fases de combustível no subsolo.

A diminuição da massa contaminante presente em fase retida no solo também pode ser promovida (e usualmente é) pelas técnicas de Extração Multifásica (MPE) e de Vapores (SVE), em conjunto ou não com a injeção de ar (*Air Sparging - ASp*). Assim, a remoção do solo contaminado durante a remoção da fonte de contaminação deve ser entendida como o início (e principal) processo de eliminação do dano ambiental reversível do solo.

Dos 23 (vinte e três) casos em que ocorreu a remoção da fonte de contaminação e do solo contaminado, apenas em 2 (dois) dos casos, não foi obtido o encerramento do Gerenciamento de Área Contaminada (GAC) após as ações de remediação, o que sugere forte influência dessa ação na eficácia do processo. Infelizmente, a identificação de vazamento é uma exceção, sendo efetuada em 13 (treze) dos 44 (quarenta e quatro) casos analisados (29,5 % do total), e, apenas ocorrendo o registro da perda de combustível, sem identificar o local (se no tanque, linha ou bombas). Assim, a remoção do sistema de armazenamento e distribuição de combustíveis deveria ocorrer quando se verifica a presença de combustível no subsolo.

A remoção da fonte de contaminação (tanque e linha de abastecimento) e do solo contaminado (área principal - *hot spot*) foi executada em um período inferior a um mês em 100% das vezes, conforme indicado em capítulo anterior.

Não foi possível obter, entretanto, qualquer correlação numérica de possível influência da remoção da fonte de contaminação e solo contaminado no tempo total da remediação, assim como da desativação do local com a consequente facilidade de operação das ações de remediação (sem estruturas superficiais ou enterradas ou atividades no local).

5.5.2 Prazos para a reparação da fase livre

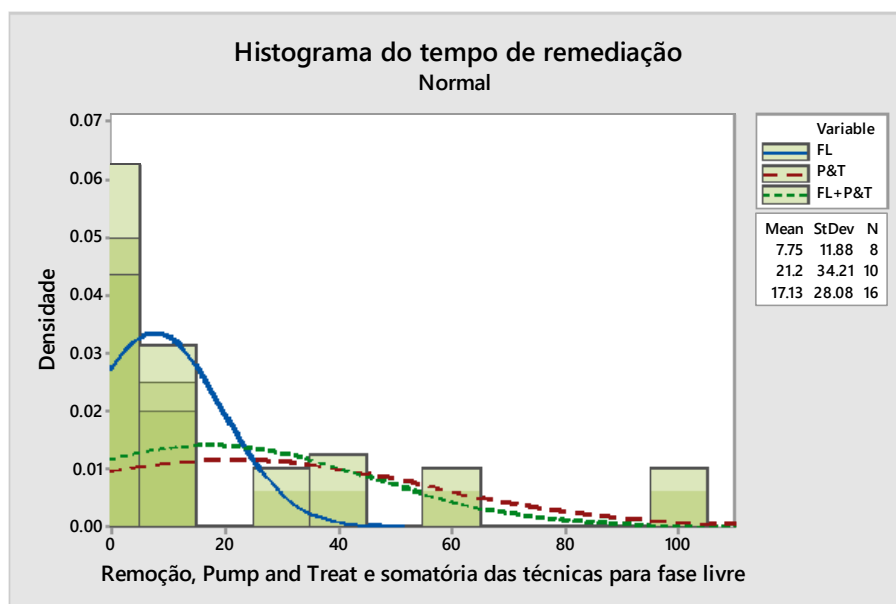
Quando se avalia a aplicação da metodologia de remoção da fase livre de combustível, o *Pump & Treat* (P&T) é a principal tecnologia aplicada, usada em 10 (dez) dos 16 (dezesesseis) casos verificados. Os registros indicam que:

- a) Após um período inicial, a metodologia do P&T é substituída pela extração multifásica (MPE), com o objetivo de efetuar o controle e a diminuição da fase vapor e dissolvida, ocorrendo em 50 % das vezes (5 – cinco -dos casos).
- b) Em 50% dos casos avaliados por qualquer uma das técnicas de remoção da fase livre, após a eliminação da mesma, houve a necessidade de introdução de outra metodologia para o tratamento da fase vapor ou dissolvida.

Para os casos em que ocorreu a remoção da fase livre pela tecnologia do P&T sem a necessidade de complemento de outra tecnologia para o tratamento da fase vapor ou dissolvida, o tempo médio de aplicação foi de 22 (vinte e dois) meses. No entanto, a remoção da fase livre por outras técnicas, em média, foi aplicada por 8 (oito) meses.

Para uma melhor análise do tempo necessário na remoção da fase livre, todos os casos de remediação de fase livre foram agrupados, independente da técnica aplicada, representando um conjunto de 16 (dezesesseis) áreas diferentes. Nesta situação, observou-se um prazo médio de 17 (dezessete) meses (**Gráfico 5.35**) de aplicação das técnicas de remoção da fase livre, seja utilizando bailer, *skimmers* passivos e ativos ou pela técnica do P&T.

A alta variabilidade do prazo reflete os casos em que a técnica foi iniciada e, posteriormente, substituída por outras de melhor eficiência, assim como, casos em que houve a insistência da aplicação da técnica mesmo com pouca eficácia, permanecendo por longo períodos (possivelmente devido à cláusulas contratuais, limitações financeiras de desembolso, preferência da consultoria ou do contratante, etc.).



Análise dos prazos (mês) de remoção da fase livre: remoção, *Pump & Treat* e somatória das técnicas

<u>Remoção fase livre (FL)</u>	<u>Pump & Treat (P&T)</u>	<u>FL + P&T</u>
Média= 7,8	Média = 21,2	Média= 17,3
Erro padrão = 4,20	Erro padrão = 10,8	Erro padrão = 7,02
Desvio padrão = 11,88	Desvio padrão = 34,2	Desvio padrão = 28,08
Mediana = 3,0	Mediana = 4,5	Mediana = 5,5
Nº amostras = 8	Nº amostras = 10	Nº amostras = 16

Gráfico 5.35 – Histograma dos prazos de remediação (REM) da fase livre pelas diversas técnicas observadas.

Assim, conclui-se que um período representativo médio para a aplicação da técnica de remoção da fase livre pelo P&T é de 18 (dezoito) meses, abrangendo todos os casos analisados (acrescido da variância).

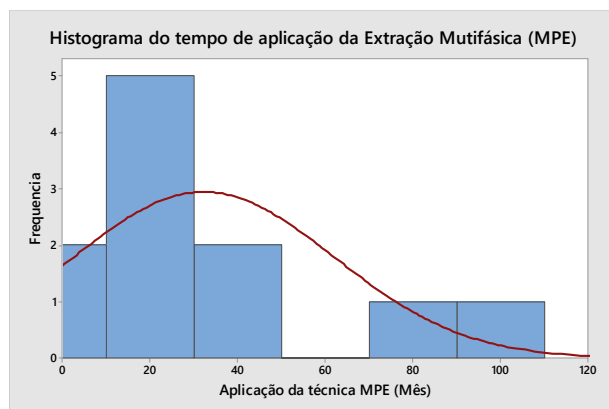
A análise do histórico de aplicação da metodologia de remediação do P&T sugere ser esta de melhor eficiência e aplicabilidade nos casos de vazamento de produtos pouco voláteis (diesel e óleos pesados), ou mesmo em contaminações recentes, de forma a eliminar, rapidamente, o produto. A área de ocorrência da fase livre deverá ser pequena (menor que 20 m²), pois grandes áreas de fase livre significam tempos longos de residência no subsolo e, conseqüentemente, ocorrência de fase vapor e dissolvida no subsolo.

5.5.3 Prazos para a reparação da fase livre e vapor

A técnica de remediação de combustíveis fósseis da Extração Multifásica (MPE) é a principal técnica utilizada no Estado de São Paulo, ocorrendo em 27,5% dos casos de remediação, considerando o contingente de situações aqui analisadas nessa tese. Sua alta aplicação é decorrente de sua versatilidade e boa eficiência de uso em terrenos com solos de moderada a baixa condutividade hidráulica (característica típica dos solos intemperizados ricos em argilo minerais). O MPE apresenta boa atuação na diminuição da massa contaminante presente em fases livre e vapor no subsolo e, secundariamente, da massa em fases retida e dissolvida presentes.

Após a análise dos relatórios de Gerenciamento de Área Contaminada (GAC), o autor da tese indica a extração multifásica (MPE) como tecnologia de remediação da fase livre dos combustíveis fósseis, em detrimento do *Pump & Treat*, para os casos de:

- a) Remediação de grandes extensões de fase livre de produtos pesados (diesel) e leves (gasolina), por possibilitar um maior raio de atuação por poço de extração instalado e a ação de diminuição da massa das fases vapor e dissolvida, usualmente presentes devido ao longo tempo de residência do produto no subsolo.
- b) Ocorrência de fase livre de produtos muito leves e mais voláteis (gasolina e querosene de aviação, por exemplo), independente da área, que, devido às suas características físico-químicas, volatilizam e se dissolvem na água em maior velocidade do que os combustíveis mais pesados.



Análise do prazo (mês) da aplicação da Extração Multifásica – MPE

Média =	32,2
Erro padrão =	9,00
Desvio padrão =	29,84
Mediana =	19,0
Nº amostras =	11

Gráfico 5.36– Histograma da tempo de aplicação da técnica da extração multifásica (MPE), por área investigada.

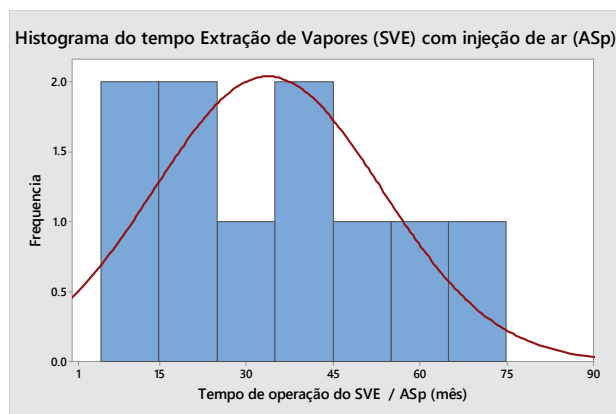
Quando se avalia o período de operação da MPE em todos os casos estudados, verifica-se que a mesma é aplicada, em média, por 33 (trinta e três) meses (**Gráfico 5.36**). Entretanto, dos 11 (onze) casos analisados, em 5 (cinco) deles (45,5% do total), houve a necessidade de aplicação de técnica complementar de diminuição da massa contaminante presente na água subterrânea (fase dissolvida).

Assim, os dados sugerem que a MPE é a tecnologia mais adequada para o tratamento das fases livre e vapor, e, secundariamente, da fase dissolvida, sendo aplicada ao longo de 32 (trinta e dois) meses, em média.

Entretanto, dois dos casos considerados (da área 5 e 10, com 98 e 75 meses, respectivamente) apresentam-se destoante em relação aos demais, que apresentam, em média, 20 (vinte) meses de operação.

5.5.4 Prazos para a reparação da fase dissolvida e vapor

Para os casos de tratamento da fase dissolvida na água, verifica-se a maior ocorrência da utilização, em conjunto, das tecnologias de Extração de Vapores (SVE) com a injeção de ar (*Air Sparging* - ASp). A aplicação destas duas técnicas em conjunto representa 25% dos casos de remediação de combustíveis fósseis no Estado de São Paulo, considerando o conjunto de casos analisados nessa tese.



Análise do prazo (mês) da aplicação da Extração de Vapores – SVE, com a injeção de ar – Asp

Média =	33,8
Erro padrão =	6,19
Desvio padrão =	19,57
Mediana =	35,50
Nº amostras =	10

Gráfico 5.37– Histograma do tempo de aplicação da técnica da extração multifásica (MPE), por área investigada.

A tecnologia do SVE / ASp apresenta, como vantagem, em relação a Oxidação Química (ISCO) que é utilizada em 15% das remediações, a diminuição da massa de vapor dos compostos voláteis no subsolo em conjunto com a diminuição da massa da fase retida no solo situado na zona não saturada.

O sistema SVE / ASp foi operado em 10 (dez) das áreas, em média, por 34 (trinta e quatro) meses, com variação de 20 (vinte) meses, conforme ilustra o histograma apresentado no **Gráfico 5.37**.

Em apenas um dos casos analisados, o sistema foi complementado pela ISCO, sugerindo uma boa eficiência, quando bem dimensionado.

5.5.5 Prazos para a reparação da fase dissolvida

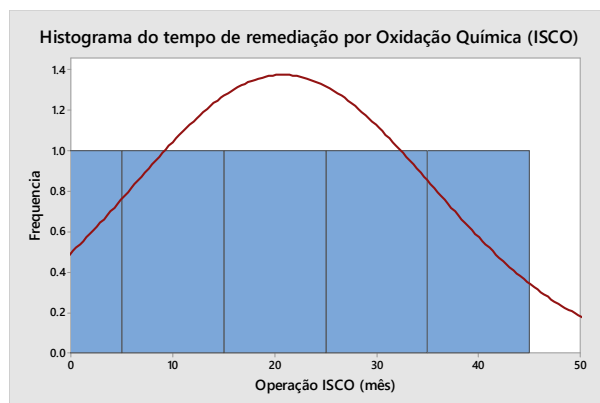
Para a reparação da fase dissolvida, a diminuição da massa contaminante na água, verifica-se a utilização da Oxidação Química (ISCO) e a Atenuação Natural Monitorada (ANM), aplicadas em 6 (seis) casos cada (15% do total das áreas remediadas). Em uma das áreas, a ANM foi aplicada após a ISCO. A análise dos registros pelo autor da tese indica que a ISCO apresenta melhores resultados quando não existe risco associado às fases retidas e vapor, ou mesmo, fase livre.

O histórico de aplicação da ISCO e ANM indica que, na maioria dos casos, são técnicas complementares a outras previamente aplicadas, efetuando o “polimento” do resultado final da fase dissolvida efetuada pelas técnicas anteriores.

A ISCO é usualmente aplicada através de 4 (quatro) fases de injeções de oxidantes no subsolo, com período de 3 (três) meses entre as mesmas, representando, em teoria, um período total de 9 (nove) meses de remediação com o monitoramento de eficiência e eficácia entre as aplicações. Entretanto, em uma das áreas (Área nº 7), essa técnica foi aplicada sem continuidade e com grandes períodos de inatividade da operação da remediação, perfazendo um período total de 188 (cento e oitante oito) meses, não representativo de um processo contínuo e, assim, não foi considerado na análise estatística.

Os dados analisados indicam que a ISCO é aplicada, em média, ao longo de 21 (vinte e um) meses, mais que o dobro do que indica a bibliografia especializada, conforme ilustra a **Gráfico 5.38**. Não foi observada uma constância nos prazos de aplicação da metodologia, sendo diferente (diferença maior que 25%) para cada uma das áreas analisadas, com aplicações de forma não contínua. Estima-se que a aplicação da metodologia ISCO sob condições ideais são necessários 16 (dezesesseis) meses.

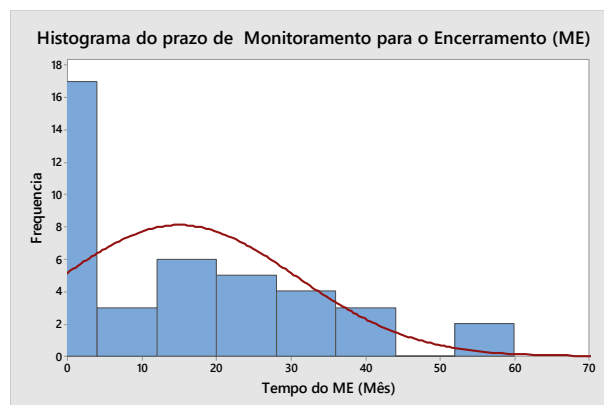
Já a ANM apresenta difícil análise, pois os casos somente são possíveis de serem identificados quando se cruzam as informações com o cadastro de áreas contaminadas da CETESB, uma vez que, nenhum dos relatórios analisados indica o desenvolvimento da ANM, apesar de 4 (quatro) das área constarem na lista de área contaminada da CETESB (2018) como tendo desenvolvido ou em desenvolvimento. Os relatórios apresentam os registros apenas como em etapa de Monitoramento para o Encerramento (ME), que, em média, são efetuados ao longo de 15 (quinze) meses (período menor que o estabelecido pela DD 38 da CETESB), conforme apresentado no **Gráfico 5.39**.



Análise do prazo (mês) da aplicação da Oxidação Química

Média =	20,8
Erro padrão =	6,49
Desvio padrão =	14,52
Mediana =	24,0
Nº amostras =	5

Gráfico 5.38 – Histograma do prazo de aplicação da Oxidação Química (ISCO), por área investigada.



Análise do prazo de monitoramento para o encerramento ou Atenuação Natural Monitorada (ANM) (mês)

Média =	15,0
Erro padrão =	2,49
Desvio padrão =	15,74
Mediana =	11,0
Nº amostras =	40

Gráfico 5.39 – Histograma do prazo de monitoramento para o encerramento ou Atenuação Natural Monitorada (ANM), por área investigada.

5.5.6 Conclusões preliminares sobre os sistemas de remediação do dano reversível implantado

Os casos avaliados indicam que os sistemas de remediação do dano reversível são projetados e instalados de forma a aproveitar as estruturas pré-existentes (poços, linhas de bombeamento, etc.), entre outros fatores. Esta prática, de uma forma geral, negligencia uma melhor eficiência ou eficácia de um projeto customizado para as condições locais em favor de um investimento inicial menor. Entretanto, tal prática pode contribuir para um maior prazo de operação dos sistemas de remediação e, conseqüentemente, um custo maior ao final das etapas de Gerenciamento de Áreas Contaminadas.

De uma forma geral, os sistema de remediação *in situ* das área é composto do sistema de extração da massa contaminante e/ou de injeção de produto no subsolo, rede de operação e distribuição do sistema, e um sistema de tratamento dos contaminantes e de controle e operação do mesmo em superfície.

O autor dessa tese entende que, de uma forma simplificada, para fins de estimativas de custos de contratação do projeto detalhado de remediação, implantação e operação do sistema, deve-se definir:

- ✓ Metodologia e objetivos da remediação e prazo de operação.
- ✓ Área de atuação do sistema e contaminante a remediar, profundidade do nível freático, características do contaminante.
- ✓ Número básico de dispositivos de extração e/ou injeção e distância entre a área a remediar e a localização do sistema de tratamento e controle superficial a ser instalado.

Os documentos avaliados indicam que, em média, os equipamento superficiais distam 50 m da área de remediação. Foram definidos pelo autor desta pesquisa, considerando a análise das características dos sistemas de remediação operadas em 28 (vinte e oito) das 44 (quarenta e quatro) áreas avaliadas (**Tabela 5.7**), as seguintes unidades básicas de remediação:

a) Sistema *Pump & Treat* (P&T)

3 (três) poços de extração a cada 60 m² de fase livre identificada, em média, com 1 (um) poço de injeção de água residual, representando 1 (um) poço de bombeamento para cada 20 m². Entretanto o sistema pode ter ou não poços de injeção de água residual, em função da facilidade de descarte da mesma.

b) Sistema multifásico (MPE).

Os dados indicam uma média de 6 (seis) poços de extração a cada 300 m², aproximadamente, com 2 (dois) poços de injeção de água residual, representando uma célula de MPE composta de 3 (três) poços de extração e 1 (um) de injeção a cada 150 m². Assim como no sistema P&T, a existência de poços de injeção pode variar em função da facilidade local de descarte da água residual.

c) Sistema combinado de Extração de vapores (SVE) / *Air Sparging* (ASp)

O sistema combinado de remediação Extração de vapores (SVE) / *Air Sparging* (ASp) apresenta uma média aritmética simples de 6 (seis) poços de extração e 2 (dois) de injeção de ar para 300 m², aproximadamente, indicando uma célula básica de 3 (três) SVE / 1 (um) ASp para cada 150 m².

d) Sistema de oxidação química (ISCO)

Em média, foram utilizados 13 pontos de injeção para cada 600 m², indicando um padrão de 3 pontos de injeção para 150 m² de célula básica. Muitos dos documentos não indicam o número de injeções efetuadas, mas consultas informais efetuadas no mercado indicam que, em geral, são efetuadas até 4 injeções de produtos oxidantes a cada 3 (três) meses.

Tabela 5.7 – Análise simples dos principais dispositivos dos sistemas de remediação da zona saturada.

ID	Posto	P&T			MPE			SVE / ASp			ISCO	
		PE	PI	Área	PE	PI	Área	SVE	Asp	Área	Pi	Área
1	5	1	0	9								
2	6	1	0	250							6	500
3	7	5	2	60	10	3	600				10	600
4	8	1	1	10							5	1400
5	9	7	0	70								
6	10	2	0	10								
7	11	1	0	6								
8	12										42	650
9	13										3	50
10	14	5	0	150				7	3	300		
11	18	2	1	25	5	2	50					
12	23	2	1	20								
13	25	2	2	30	9	2	300					
14	27	1	0	5								
15	28	1	0	5								
16	29							8	4	150		
17	31	2	1	240	1	0						
18	32	1	0	5				5	2	500		
19	33				5	1	350	8	3	550		
20	35				4	1	300					
21	36				9	1	600					
22	38				4	1	150					
23	39	1	0	150	5	3	50	3	1	200		
24	40							7	3	300		
25	41							6	2	200		
26	42							3	1	350		
27	43				6	1	300					
28	44	2	0	10	4	2	10	6	2	350	14	400
Média		3	1	63,00	6	2	283	6	2	322	13	600

PE – Poço de extração; **Pi** – Poço de injeção; **Área** – Área de atuação do sistema; **P&T** – *Pump & Treat*; **MPE** – Remediação multifásica; **SVE/ASp** - Extração de vapores / Air Sparging; **ISCO** – Oxidação Química; **Média** – Média aritmética simples; **Máx** – Mínimo valor considerado; **Máx** – Mínimo valor considerado

6. PROPOSTA PARA A QUANTIFICAÇÃO PARA A VALORAÇÃO DO DANO AMBIENTAL REVERSÍVEL

Para a quantificação das ações de investigação e remediação do dano reversível é proposta uma metodologia de Estimativa Baseada na Investigação Confirmatória, aqui denominada de EBIC, tendo por base as análises dos dados das áreas contaminadas, conforme descrito a seguir:

6.1 PROPOSTA DA QUANTIFICAÇÃO PARA A VALORAÇÃO DAS ATIVIDADES DE INVESTIGAÇÃO DA ÁREA CONTAMINADA

Para a valoração do dano ambiental, inicialmente devem ser definidos os quantitativos básicos da investigação ambiental necessários para a execução da Investigação Detalhada (ID) e Análise de Risco (ARtx). Com a quantificação das ações necessárias, é possível obter o valor das mesmas no mercado através de simples cotação em uma ou mais empresa especializada.

Considerando que a contaminação do imóvel pode ocorrer ou não em toda a sua extensão, ou até mesmo, ultrapassar seus limites e abranger mais de um imóvel (assim como bens ambientais), a delimitação da ocorrência da Área Fonte de contaminação (AF_{cont}), bem como a data de contaminação (T_0) é fator inicial de caracterização da influência no dano ambiental.

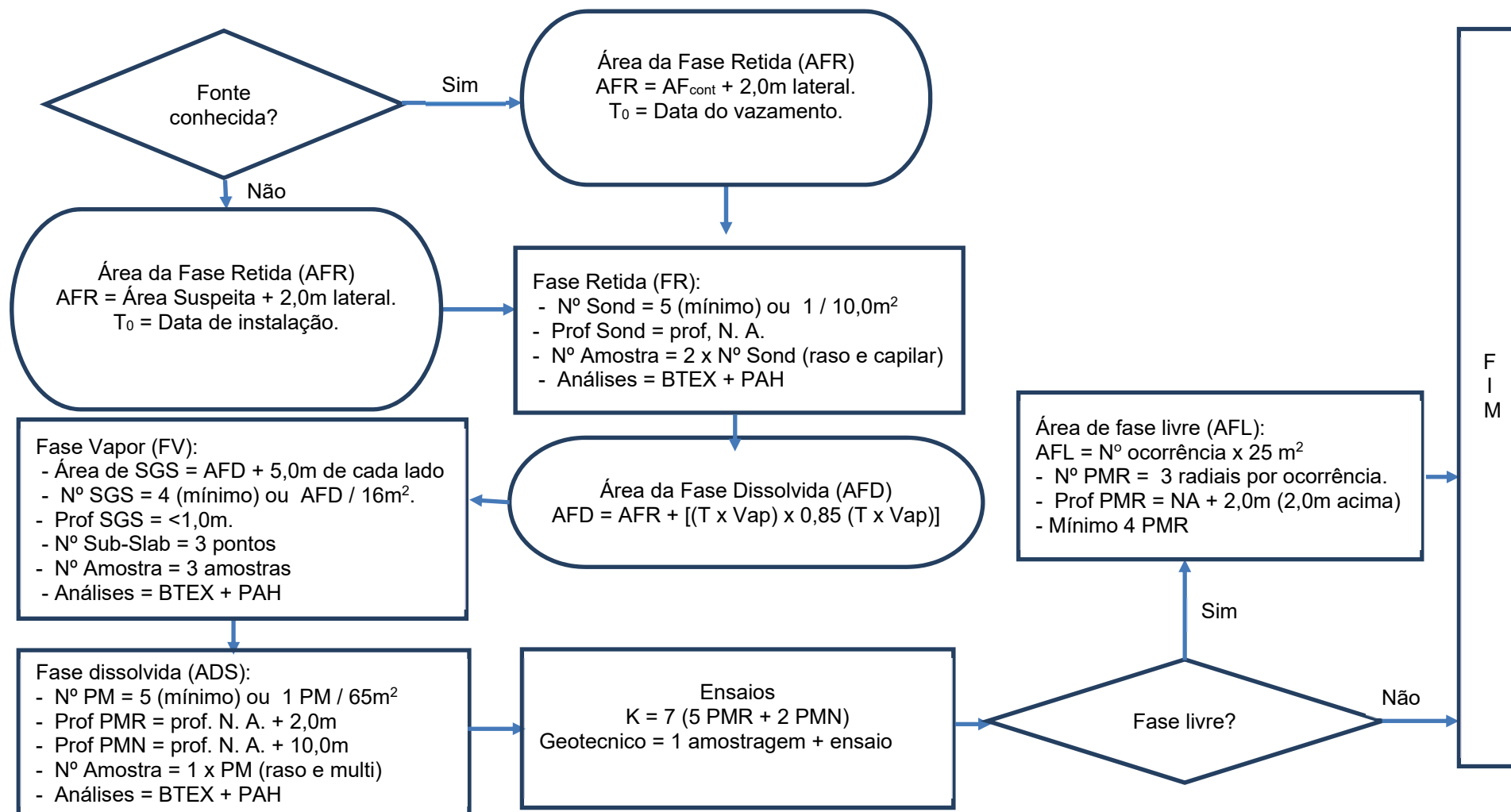
A característica da AF_{cont} poderá variar em função do empreendimento e do sistema de armazenamento, distribuição e abastecimento de combustível. Um imóvel poderá possuir uma única AF_{cont} ou mais de uma, e o contaminante possui, em sua fase inicial, uma dinâmica vertical de infiltração no subsolo. Assim, a Área de Investigação dos contaminantes na zona não saturada (AI_{zns}) com potencial de ocorrência de fase retida é dada pelo número de AF_{cont} caracterizadas ou Área Suspeitas de contaminação, delimitada durante a Avaliação Preliminar (AvP), expandidas 2,0 m em seus limites.

Entretanto, os trabalhos de Investigação Confirmatória (IC) podem não delimitar corretamente a AF_{cont} , e, assim, esta deve ser entendida como área de referência inicial. Considerando o tamanho do tanque de armazenamento padrão, assim como os dados base contidos nas planilhas de avaliação de risco à saúde de áreas contaminadas sob investigação da CETESB (CETESB - 2013, que devem ser aplicadas na quantificação do risco à saúde humana em áreas contaminadas no Estado de São Paulo), é possível definir que a menor AF_{cont} a ser considerada será de 4,5 (L) x 4,5 m (C), que, estendida 2 m de seus limites, será de 42,25 m².

A metodologia proposta reconhece e considera as atividades envolvidas na investigação e remediação do dano ambiental, mas não detalha particularidades de cada área ou processo, devido a sua complexidade e a diversidade das peculiaridades envolvidas em cada caso. Entretanto, possibilita estabelecer uma base para sua valoração, mesmo com as dificuldades e incertezas inerentes ao tema, que norteará o planejamento do correto Gerenciamento de Áreas Contaminadas (GAC), conforme fluxograma proposto na **Figura 6.1**.

Considerando o fluxograma proposto, haverá a necessidade de, no mínimo, 5 (cinco) sondagens de investigação da Fase Retida (FR) para cada AF_{cont} , com o total de sondagens por área em função de seu tamanho a uma razão de uma sondagem a cada 10 m². A profundidade de cada sondagem de investigação da fase retida será dada pela profundidade do nível de água, havendo 2 coletas de amostras de solo para cada furo, uma superficial e outra na franja capilar para quantificação laboratorial de BTEX (Benzeno, Tolueno, Etilbenzeno e Xileno) e PAH (Hidrocarboneto Poliaromático) em cada amostra coletada, perfazendo um mínimo de 10 (dez) análises de cada parâmetro.

Considerando a direção preferencial de fluxo subterrâneo caracterizado na IC, tendo por base o centro da(s) AF_{cont} , inicia-se a quantificação da investigação das demais fases contaminantes, tendo por base a área potencial da fase dissolvida (AFD).



SGS – Soil Gas Survey; **T** – Tempo transcorrido entre a contaminação (T_0) e a data de cálculo; **Vap**- velocidade aparente de fluxo; **K**-Coeficiente de condutividade hidráulica; **BTEX**- Benzeno, Tolueno, Etilbenzeno e Xileno; **PAH**- Hidrocarboneto Poliaromático.

Figura6.1 – Proposta de fluxograma de quantificação de atividades de investigação da contaminação.

Para o cálculo da AFD, deve-se considerar o comprimento dado pela velocidade aparente de fluxo subterrâneo aparente (Vap) multiplicado pelo tempo de deslocamento (compreendido pela diferença da data do cálculo e a data da contaminação, T₀). Quando se desconhece o T₀, deve-se considerar a data de instalação da área fonte ou do empreendimento. A largura da AFD será equivalente a 0,85 do comprimento calculado. Assim, para a quantificação da AFD, é proposta a **Equação 6.1**:

$$AFD = AFR + [(T \times Vap) \times 0,85 (T \times Vap)] \text{ [Equação 6.1]}$$

Onde:

AFD = área potencial de ocorrência da fase dissolvida (m²).

AFR = área potencial de ocorrência da fase retida (m²).

Vap = velocidade aparente de fluxo (m/dia)..

T = tempo transcorrido entre a contaminação (T₀) e a data de cálculo (dia).

A proposta considera que a área para investigação da fase vapor através do SGS (*Soil Gas Survey*) é dada pela AFD acrescida de 5,0 m em cada lateral (margem de erro aqui adotado), com um ponto a cada 16,0 m², com perfurações de menos de um metro de profundidade.

Apesar de não haver a prática de efetuar a quantificação da fase vapor, conforme evidenciam os documentos analisados, sua ausência é fator de dificuldade na definição da remediação do dano reversível e, conseqüentemente, na obtenção da reabilitação da área. Para a investigação e quantificação da ocorrência de gases e vapores orgânicos no subsolo, a fase vapor dos contaminantes, devem ser instalados poços de monitoramento na zona não saturada tipo *sub-slab*, e, assim, ser possível a quantificação de uma possível intrusão de vapores na área. É recomendável que ocorra, no mínimo, 3 (três) pontos de coleta de amostras de vapor e quantificação de BTEX e PAH na área, distribuídos conforme a geometria de ocorrência da fase vapor mapeada através da SGS.

Para a quantificação e delimitação da fase dissolvida, a proposta considera que deve ser instalado, um poço de monitoramento raso a cada 65,0 m² (no mínimo 5 – cinco - poços), distribuídos ao longo da AFD potencial, considerando os resultados do SGS. Devem ser instalados, também, 2 (dois) poços multiníveis, um próximo a AF_{cont} e outro no centro da AFD. Os poços de monitoramento rasos e multiníveis devem ser instalados com profundidades totais em função da profundidade do nível freático (N.A.) local, o primeiro com sua base 2,0 m abaixo do N.A., enquanto que os multinível, 7,0 m abaixo do N.A..

Considera, ainda, que será necessário a coleta de amostras de água em todos os poços instalados e análises de quantificação para BTEX e PAH e 7 (sete) ensaios de permeabilidade, sendo 2 (dois) deles efetuados no poço multinível, além de uma amostragem de solo indeformada para caracterização dos parâmetros geotécnicos, representativo da litologia solo predominante que o contaminante está presente.

Caso não exista fase livre, a quantificação das atividades de investigação para a ID e ARtx está terminada. Entretanto, caso tenha sido detectada a presença de fase livre quando da IC, deve ser prevista, ainda, a instalação de 3 (três) poços de monitoramento específicos para cada ponto de ocorrência de fase livre identificado na IC, com a instalação de, no mínimo, 4 (quatro) poços na área para a delimitação da fase livre. Para a sua locação, deve-se considerar o número de ocorrência de ponto de fase livre e estimar uma área potencial de ocorrência de 25,0 m² (5,0 x 5,0 m) para cada ponto de ocorrência. O perfil construtivo dos poços deve possibilitar a monitoramento ao longo da variação sazonal N.A. e, assim, deve ser projetado para possuir 2,0 m de seção filtrante acima e abaixo do freático.

Para fins de estimativa do tempo necessário da investigação da área contaminada até a obtenção dos dados básicos necessários para o início do projeto de remediação, o autor desta tese recomenda considerar, de forma conservadora, um período de 9 (nove) meses, acrescidos de 3 (três) meses para a contratação e o início da mesma.

6.1.1 Calibração e validação da quantificação das atividades de investigação

De forma a obter a calibração e validação da metodologia de Estimativa Baseada na Investigação Confirmatória (EBIC) para a quantificação da investigação da área contaminada, foram efetuadas simulações de quantificação das atividades de investigação da área contaminada através da utilização de informação de uma 8 (oito) áreas contaminadas diferentes, inserindo-se os dados básicos caracterizados na Investigação Confirmatória (IC), conforme ilustra o **Quadro 6.1**.

Quadro 6.1 – Dados básicos considerados para a quantificação na planilha EBIC (tela de saída da planilha EBIC)

ESTIMATIVA BASEADA NA INVESTIGAÇÃO CONFIRMATÓRIA - EBIC			
ÁREA FONTE		CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS	
1	Conhecida?	Sim	
	Área: Comprimento =	6	m
	Largura =	6	m
	Fonte ativa?	Sim	
	Área fonte considerada	64	m ²
	Data vazamento		Temp (d)
	Data de instalação	28/12/00	7049
	Adicionar outra fonte?	Não	
1	Profundidade N.A	4,5	m
	Gradiente (i)	0,02	
	Litotipo principal	Silte arenoso	
	Fase retida?	Sim	
	N de poços rasos	5	PMR
	Ocorrência NAPL	Sim	
	Num de PMs	2	

As simulações efetuadas dos quantitativos através da planilha EBIC (**Quadro 6.2**), apresentou-se coerente com as práticas do mercado, apesar de considerar os dados representativos para investigação da fase vapor, pouco efetuada na prática, até a presente data.

Assim, para a quantificação das atividades de investigação, a metodologia EBIC foi considerada calibrada. Entretanto, a validação de seu resultado é de difícil avaliação, uma vez que, consultas no mercado apresentam grande variação dos quantitativos, pois:

- As empresas tendem a apresentar o menor quantitativo possível, de forma a minimizar o valor final da proposta.
- Possíveis deficiências dos resultados da investigação, podem ser justificadas (pós investigação inicial) e complementadas através de futuros trabalhos adicionais de investigação a ser negociado com o cliente.

Quadro 6.2 – Resultados da quantificação da planilha EBIC para a investigação do dano ambiental

ESTIMATIVA BASEADA NA INVESTIGAÇÃO CONFIRMATÓRIA - EBIC					
ATIVIDADES DE INVESTIGAÇÃO ESTIMADAS					
Dados básicos					
Área fonte considerada	64	m2	Área FD	725	m2
Condutivida hid.	2,05E-01	m/d	Comprimento	29	m
Área SGS	1.020	m2	Largura	25	m
Área Fase Livre	50	m2			
Quantificação	Quant	Prof	Quant	Prof	
Fase retida					
Sondagem	7	4,5 m			
Fase Vapor			Fase livre e dissolvida		
SGS	64	0,5 m	PMR	7	7 m
Subslab	3	0,5 Unid	PMN	2	15 m
			PMR FL	6	7 m
Ensaio			Geot	1	Unid
K	7		Análises		
Amostragem			BTEX	30	Unid
Solo	14	Unid	PAH	30	Unid
Água	16	Unid	BTEX vap	3	Unid
Vapor	3	Unid	PAH vap	3	Unid
Consultoria	1	Unid			
Logística	1	Unid			

Para os quantitativos apresentados na planilha EBIC, apresentado, no **Quadro 6.2**, o autor efetuou 3 (três) cotações com empresas de expressão regional, nacional e internacional, de forma a obter a valoração das atividades de investigação do dano ambiental. Os resultados da valoração indicam um investimento médio de R\$ 181.203,06 (cento e oitenta e um mil, duzentos e três reais e seis centavos) para o desenvolvimento da Investigação Detalhada, conforme apresentados no **Quadro 6.3**. Os resultados apresentaram-se coerentes com a prática do mercado, e, assim, foi considerado calibra do e validado, apesar das ressalvas efetuadas anteriormente.

Quadro 6.3 – Valoração da quantificação da planilha EBIC para a investigação do dano ambiental

ESTIMATIVA BASEADA NA INVESTIGAÇÃO CONFIRMATÓRIA - EBIC				
EMPRESA DE CONSULTORIA AMBIENTAL				
	Pequena	Média	Grande	R\$/Médio
Valor ID	R\$ 118.914,51	R\$ 169.877,87	R\$ 254.816,81	R\$ 181.203,06
Valor AR	R\$ 14.235,21	R\$ 20.336,02	R\$ 25.000,00	R\$ 19.857,08

6.2 PROPOSTA DE QUANTIFICAÇÃO PARA A VALORAÇÃO DAS ATIVIDADES DE RECUPERAÇÃO DO DANO REVERSÍVEL

Para a quantificação e posterior valoração das atividades de recuperação do dano reversível, a remediação da área contaminada, é proposto o procedimento de estimativa das atividades conforme fluxograma de decisão apresentado na **Figura 6.2**.

A proposta de quantificação das atividades de recuperação do dano reversível, inicialmente, tem como a primeira grande questão a identificação da necessidade legal de efetuar ou não a remediação do dano reversível que, a princípio, somente é estabelecido com o desenvolvimento da Análise de Risco Toxicológico (ARtx), tendo por base a Investigação Detalhada (ID), conforme preconiza a DD38/2017 da CETESB e ABNT NBR 16209 (2013, Avaliação de risco a saúde humana para fins de gerenciamento de áreas contaminadas) e NBR15515-3 (2013, Avaliação de passivo ambiental em solo e água subterrânea - Parte 3: Investigação detalhada), que, ainda não foram desenvolvidos na área em avaliação, para a primeira tomada de decisão.

Assim, a metodologia de Estimativa Baseada na Investigação Confirmatória (EBIC) proposta nesta tese, define a execução de uma ARtx preliminar da área, de forma qualitativa, considerando o modelo conceitual, concentrações máximas e profundidade do nível freático caracterizadas na Investigação Confirmatória (IC), bem como as áreas impactadas estimadas conforme proposto para a quantificação das atividades de investigação citadas no item anterior e as características físicas do solo em função de sua litologia predominante.

Apesar desta ARtx qualificativa não ser válida para a quantificação dos riscos conforme preconiza a DD38 da CETESB, uma vez que não atenderá todos os requisitos legais especificados, por utilizar dados conservadores da própria planilha de cálculo de risco, fornecerá uma estimativa da necessidade ou não de se efetuar uma remediação do dano reversível.

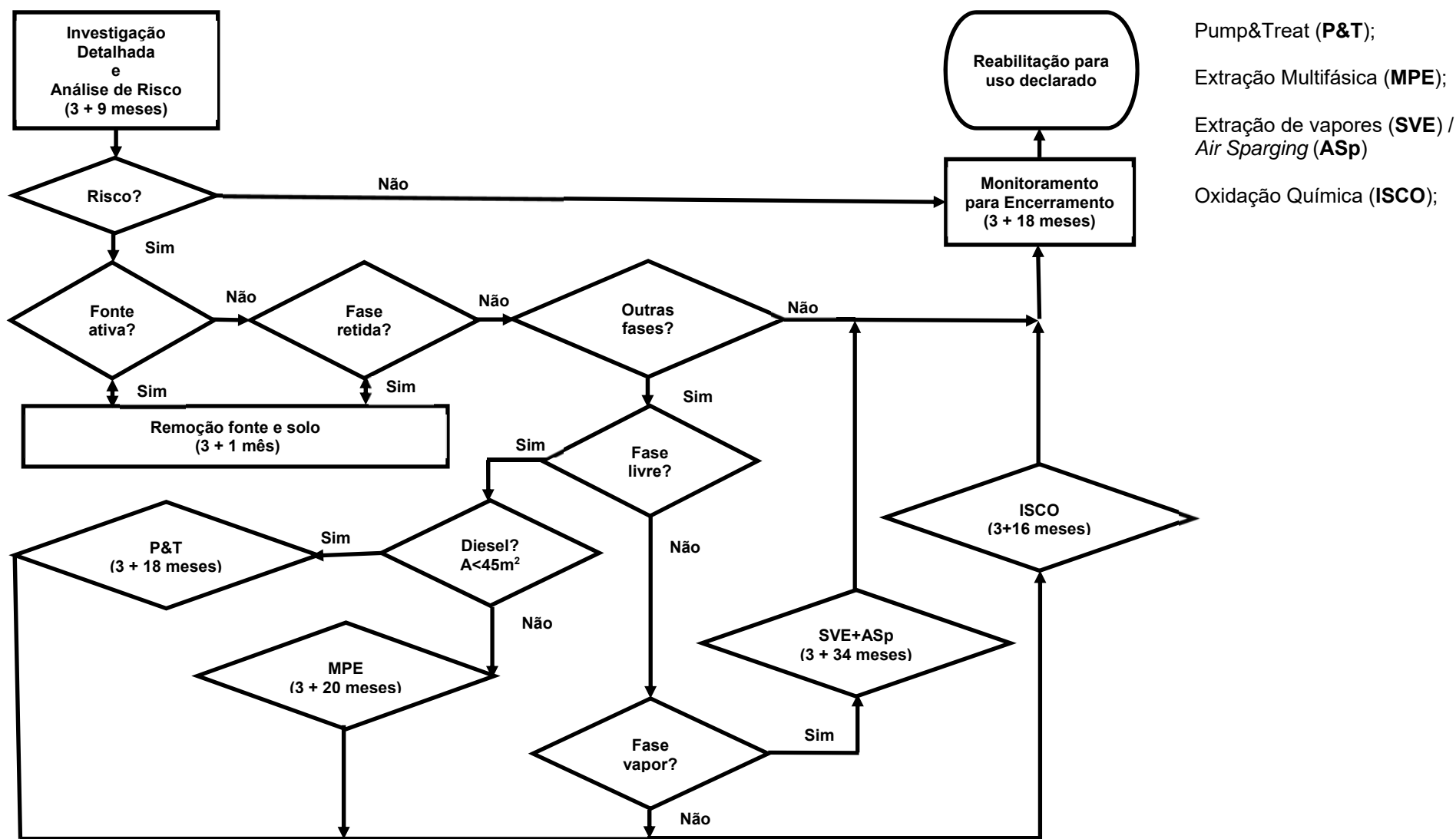


Figura 6.2 – Proposta de fluxograma de quantificação de atividades de recuperação do dano reversível

6.2.1 Situação de não necessidade de remediação do dano reversível

Caso não seja estimado um risco qualificativo associado à área, deve-se considerar apenas a necessidade do desenvolvimento da Investigação Detalhada (ID) e a Análise de Risco Toxicológico (ARtx), seguido do Monitoramento para Encerramento (ME, compreendimento por 4 – quatro - campanhas semestrais), conforme estabelecido na DD38/2017. Para esta situação, as atividades da ID já foram quantificadas (e podem ser valoradas no mercado) na etapa de quantificação da investigação.

A ARtx, assim como o Plano de Intervenção (PI), são trabalhos executados por empreitada em função da quantidade dos dados existentes, considerando os dados da ID e, assim, também podem ser cotados.

A proposta considera, para a realização da ID e ARtx, um prazo conservador de 12 (doze) meses, sendo 3 (três) meses para a contratação e início da ID e 9 (nove) meses para a atividade em si.

Para o ME, para fins de estimativa de seus custos, a proposta considera que devem ser utilizados os mesmos quantitativos de coleta e análises de água subterrânea previsto para a investigação da área contaminada. O prazo de desenvolvimento da ME é estimado em 18 (dezoito) meses, acrescido de 3 (três) meses, o tempo necessário entre a ARtx e início da ME. Assim, para esta situação, estima-se um período total de 28 (vinte e oito) meses para a obtenção da reabilitação da área, conforme sequência de fluxo de decisão destacado em vermelho, apresentado na **Figura 6.3**.

6.2.2 Situação de necessidade remediação do dano reversível

Caso as condições ambientais da área em avaliação apresentem risco toxicológico a saúde humana qualitativo, devem ser previstas ações de diminuição da massa do contaminante presente no meio (entre outras ações) que elimine o risco, conforme previsto na DD38/2017.

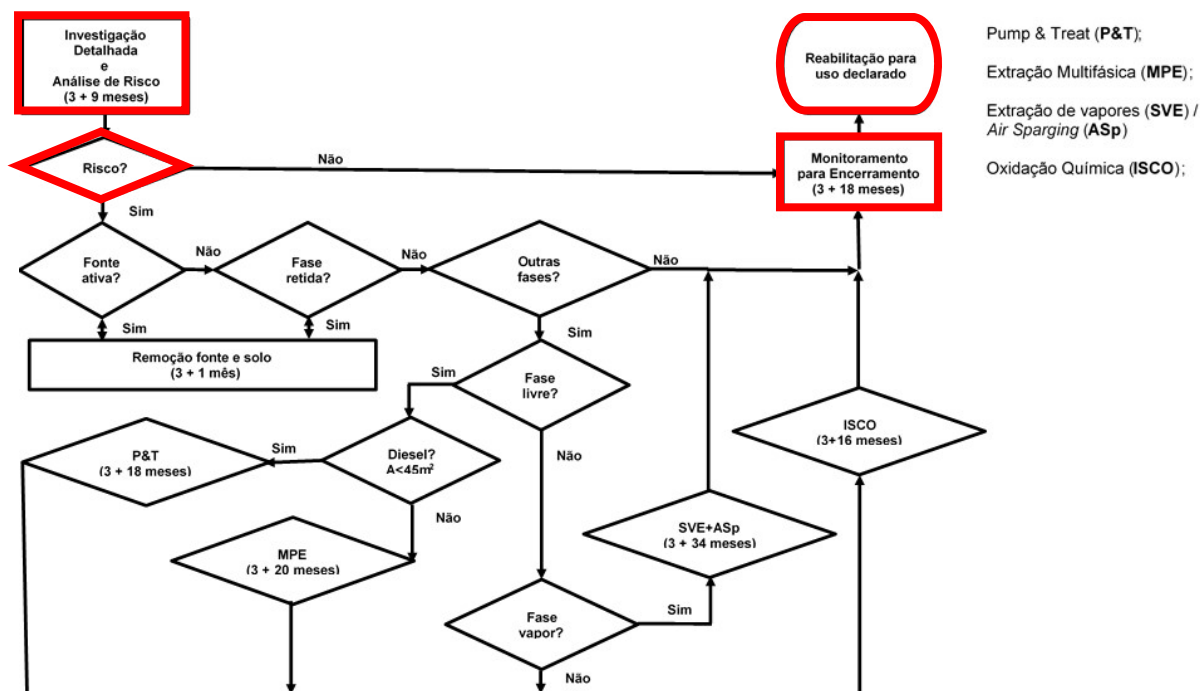


Figura 6.3 – Sequência de fluxo de decisão para a situação de não existência de risco (destacado em vermelho).

Entendemos que o projeto executivo da remediação, presente no Plano de Intervenção (PI) a ser apresentado para a CETESB, neste caso, é parte da remediação em si e, assim, seus custos estão inclusos na avaliação das metodologias e do projeto de remediação do dano reversível, conforme tecnologias de remediações consideradas nos subitens descritos a seguir:

Assim, quando da cotação do sistema de remediação, esta deverá prever o PI e a parte de consultoria de dimensionamento e instalação do sistema do próprio sistema de remediação na área, bem como sua operação, manutenção e os devidos monitoramentos de eficácia e eficiência registrados em relatórios técnicos mensais.

Para todos os casos, o(s) sistema(s) de remediação deverá(ão) considerar a profundidade do nível de água e concentrações máximas obtidas na Investigação Confirmatória, bem como as características de ocorrência do contaminante, estimadas conforme preconiza descrito anteriormente.

6.2.2.1 Remediação da fonte e fase retida, sem ocorrência de demais fases de contaminantes

Quando da ocorrência da fonte de contaminação na área, assim como da fase retida solo, é proposto que ocorra a remoção e destinação de ambas, uma vez que sua manutenção no sistema hidrogeológico local é fator que dificulta o sucesso do processo de recuperação do dano reversível. Apesar de representar um custo que o responsável legal da área usualmente quer evitar, a experiência demonstra que esta ação irá representar uma economia de tempo e investimento financeiro total no gerenciamento de área contaminada.

Tanto a remoção da remoção da fonte de contaminação (tanque ou linha de abastecimento) como o solo com fase retida podem ser facilmente cotado no mercado. Para tanto, para fins de estimativa do volume de solo com fase retida a remover, é proposto utilizar a premissa de cálculo da área da área da fase retida (AFR , AF_{cont} acrescidas de 2,0 m em suas laterais), até a profundidade do nível de água, tendo por mínimo a área de $42,25 \text{ m}^2$ para cada AF_{cont} caracterizada. Para esta situação, deve-se considerar um prazo total de 4 (quatro) meses para a ação de remoção, sendo 3 (três) meses para a contratação e início da atividade e 1 (um) mês para a atividade em si.

Após a remoção da fonte e remediação do solo, para o caso do impacto não ter atingido a água subterrânea (ou apenas em baixas concentrações), deverá ocorrer o Monitoramento para o Encerramento (ME), realizado em um prazo de 21 (vinte e um) meses e, assim, estima-se um período total de 32 (trinta e dois) meses, conforme ilustra a **Figura 6.4**.

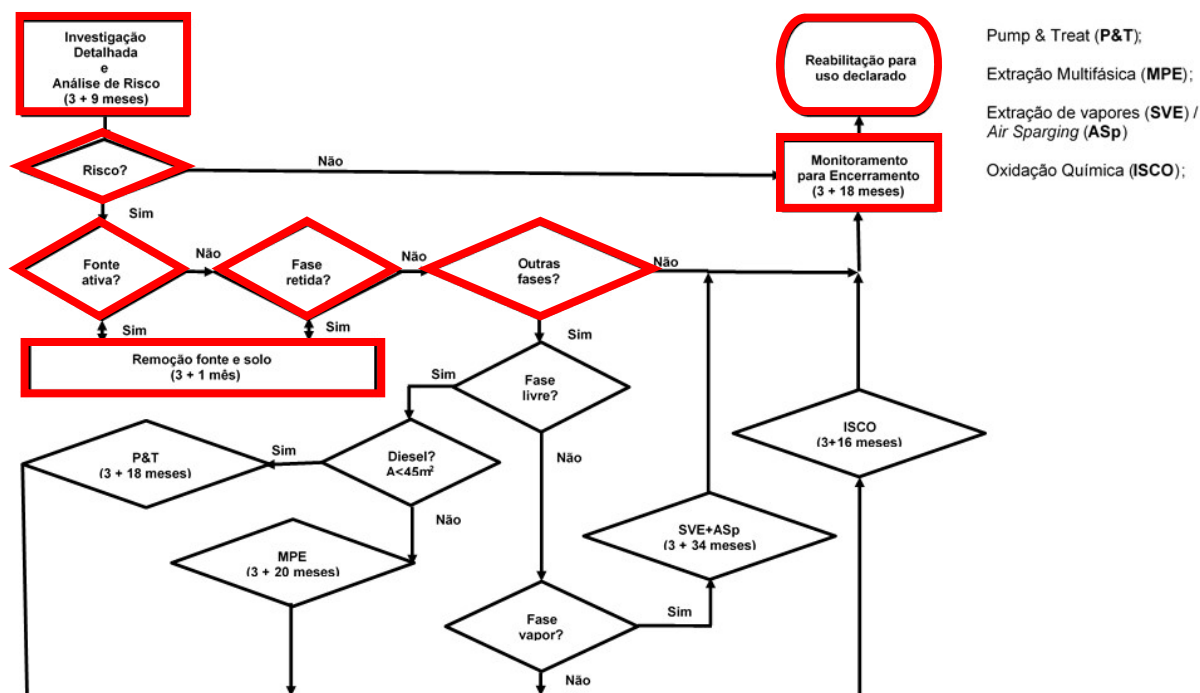


Figura 6.4 – Sequência de fluxo de decisão para a situação de apenas a ocorrência de fonte ativa e fase retida de contaminante no solo (destacado em vermelho).

6.2.2.2 Remediação da fase livre

6.2.2.2.1 Fase livre de diesel (combustível pesado) em pequena extensão (<45,0 m²)

Para os casos de ocorrência de fase livre de combustíveis pesados, pouco volátil (diesel, óleo bpf, etc.), em que sua área de extensão caracterizada é menor que <math><45,0 \text{ m}^2</math>, a metodologia proposta considera que deve-se proceder sua remoção através da metodologia do *Pump & Treat* (P&T), pois sua pequena extensão de ocorrência usualmente não apresenta características de haver a necessidade de tratar a fase volátil, seja devido sua baixa volatilidade ou decorrente pouco tempo de residência no subsolo.

Para a valoração do projeto, instalação e operação do sistema de remediação da fase livre, neste caso, deve-se cotar um sistema de P&T considerando a instalação de 1 (um) poço de bombeamento e 1 (um) poço de injeção na área, considerando-se a profundidade do nível freático da área (caracterizada na Investigação Confirmatória) e uma distância padrão de 50 (cinquenta) metros para a instalação dos equipamentos superficiais de operação, tratamento e armazenamento de produto bombeados, bem como os de controle do sistema de remediação.

O sistema de remediação P&T deverá operar, em média, durante 18 (dezoito) meses, fora os três meses necessários para a contratação, instalação e operação do sistema.

Após a remediação da fase livre, deve-se proceder o tratamento da fase dissolvida pela metodologia da Oxidação Química (ISCO) por um período de 16 (dezesesseis) meses, acrescidas dos 3 (três) meses necessários para a contratação do sistema, considerando a instalação de 3 (três) pontos de injeção para cada 150 m² de área de fase dissolvida, executando até 4 (quatro) injeções de produtos oxidantes, uma a cada 3 (três) meses.

Posteriormente ao tratamento da fase dissolvida, dever-se-á proceder o Monitoramento para o Encerramento (ME) ao longo de 21 (vinte e um) meses, considerando a análise para os compostos PAH e BTEX em todos os poços de monitoramento estimados para a etapa de Investigação Detalhada (ID, além dos existentes, quando da execução da IC), perfazendo, assim, um período total meses 76 (setenta e seis) meses de remediação do dano reversível para o caso de presença de fase livre de combustível pesado e de fase dissolvida, sem a presença de fase vapor com necessidade de intervenção (**Figura 6.5**).

6.2.2.2.2 Fase livre de combustíveis em grande extensão (>45,0 m²)

Já para os casos de ocorrência de fase livre de combustíveis, sejam eles leves ou pouco voláteis (diesel, óleo bpf, etc.), em que sua área de extensão caracterizada é maior que 45,0 m², a metodologia proposta considera proceder sua remoção através da metodologia da Extração Multifásica (MPE), que irá atuar sobre a fase livre e a fase vapor simultaneamente.

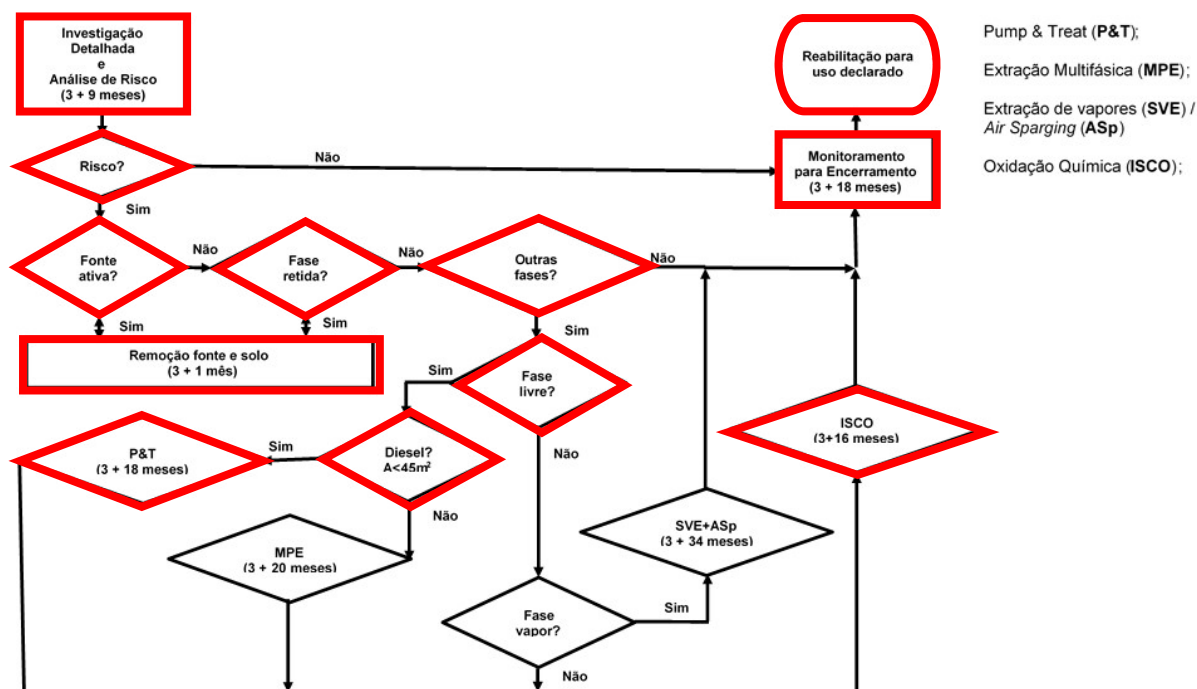


Figura 6.5 – Sequência de fluxo de remediação com ocorrência defase livre de diesel (combustível pouco volátil) em pequena extensão (<45,0m²) (destacado em vermelho).

Para a valoração do projeto, instalação e operação do sistema de remediação da fase livre, neste caso, deve-se cotar um sistema de MPE considerando a instalação de 3 (três) poços de extração e 1 (um) de injeção a cada 150 m² de ocorrência da fase dissolvida na área, considerando uma distância padrão de 50 (cinquenta) metros para a instalação dos equipamentos superficiais de operação, tratamento e armazenamento de produto bombeados, bem como os de controle do sistema de remediação.

O sistema de remediação MPE deverá operar, em média, durante 20 meses, fora os três meses necessários para a contratação, instalação e operação do sistema. Após a remediação da fase livre, assim como no item anterior, deve-se proceder o tratamento da fase dissolvida pela metodologia da Oxidação Química (ISCO) por um período de 16 (dezesesseis) meses, acrescidas dos 3 (três) meses necessários para a contratação do sistema, considerando a instalação de 3 (três) pontos de injeção para cada 150 m² de área de fase dissolvida, executando até 4 (quatro) injeções de produtos oxidantes a cada 3 (três) meses.

Posteriormente ao tratamento da fase dissolvida, dever-se-á proceder o Monitoramento para o Encerramento (ME) ao longo de 21 (vinte e um) meses, considerando a análise para os compostos PAH e BTEX em todos os poços de monitoramento estimados para a etapa de ID (além dos existentes, quando da execução da Investigação Confirmatória), perfazendo, assim, um período total de 79 (setenta e nove) meses de remediação do dano reversível para o caso de presença de fase livre de combustível em área maior que 45,0 m², sem a presença de fase vapor com necessidade de intervenção (**Figura 6.6**).

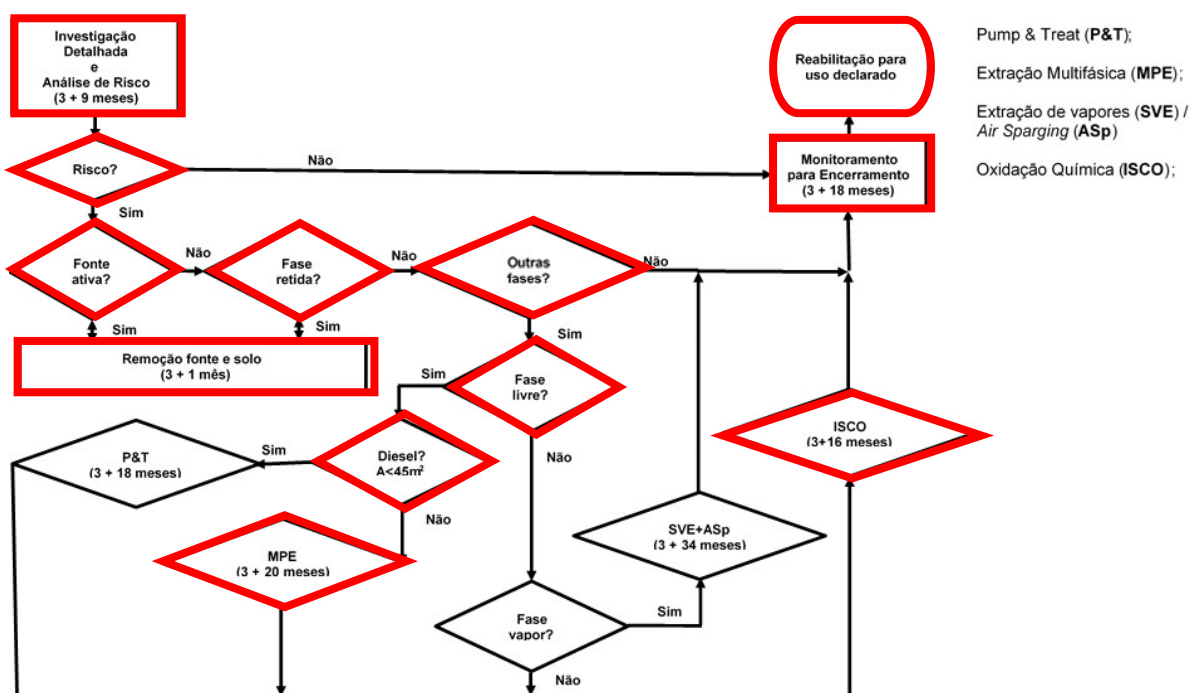


Figura 6.6 – Sequência de fluxo de remediação com ocorrência de fase livre em grande extensão (>45,0 m²) (destacado em vermelho).

6.2.2.3 Remediação da dissolvida com risco da fase vapor.

Para a situação em se caracteriza apenas a ocorrência da fase dissolvida na área, com estimativa qualitativa de risco da fase vapor, a processo de quantificação proposto considera a remediação do dano reversível pela metodologia combinada de remediação através da Extração de vapores (SVE) e *Air Sparging* (ASp), considerando o dimensionamento do sistema de 3 (três) poços de extração (SVE) e 1 (um) de injeção de ar (ASp) para cada 150 m² de ocorrência da fase dissolvida.

Deve-se considerar que o Sistema SVE/ASp deverá ser operado ao longo de 34 (trinta e quatro) meses, fora os 3 (três) meses de contratação e projeto.

Assim como nos sistemas anteriores, após o tratamento da fase dissolvida, dever-se-á proceder o Monitoramento para o Encerramento (ME) ao longo de 21 (vinte e um) meses, considerando a análise para os compostos PAH e BTEX em todos os poços de monitoramento estimados para a etapa de ID (além dos existentes, quando da execução da IC), perfazendo, assim, um período total meses 74 (setenta e quatro) meses de remediação, conforme ilustra a **Figura 6.7**.

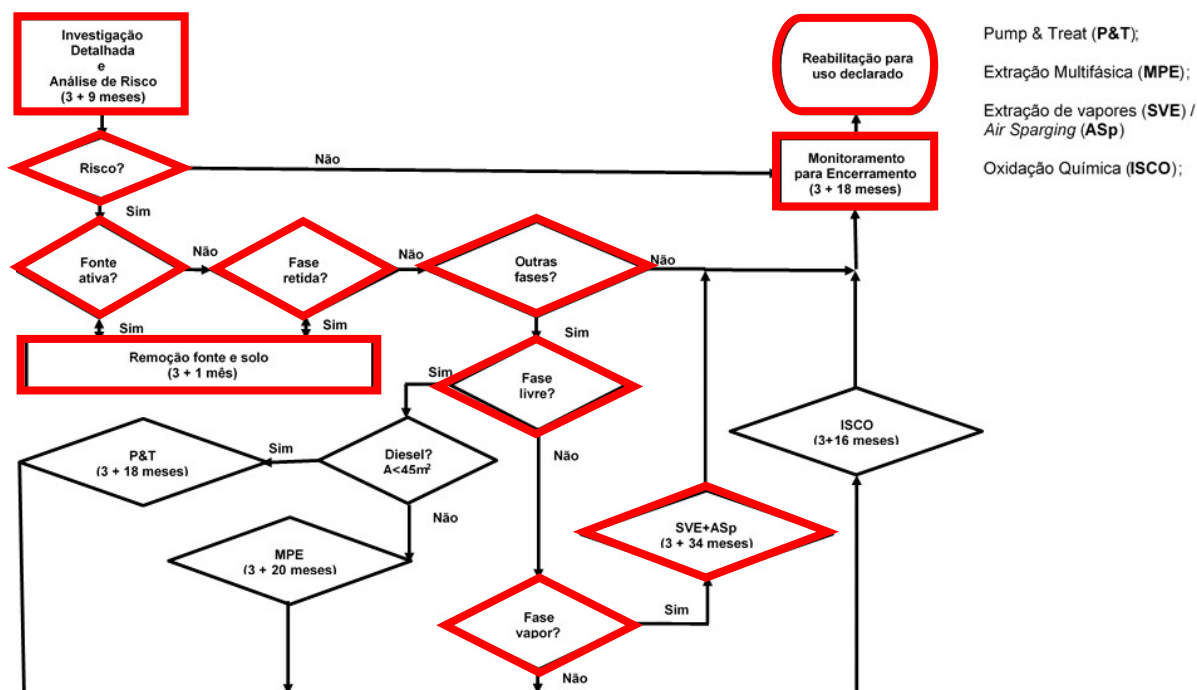


Figura 6.7 – Sequência de fluxo de remediação com ocorrência da fase dissolvida com risco da fase vapor (destacado em vermelho).

6.2.2.3 Remediação da fase dissolvida sem risco na fase vapor.

Para o caso de necessidade de remediação da fase dissolvida, sem que se estime a existência de risco associado a fase vapor, a metodologia de quantificação proposta considera que a remediação pela Oxidação Química (ISCO), por um período de 16 meses, acrescidas dos 3 (três) meses necessários para a contratação do sistema, considerando a instalação de 3 (três) pontos de injeção para cada 150 m² de área de fase dissolvida, executando até 4 (quatro) injeções de produtos oxidantes, uma a cada 3 (três) meses.

Considerando o tempo necessário para proceder o Monitoramento para o Encerramento (ME), estima-se um período total meses 56 (setenta e seis) meses de remediação do dano reversível, conforme ilustra a **Figura 6.8**.

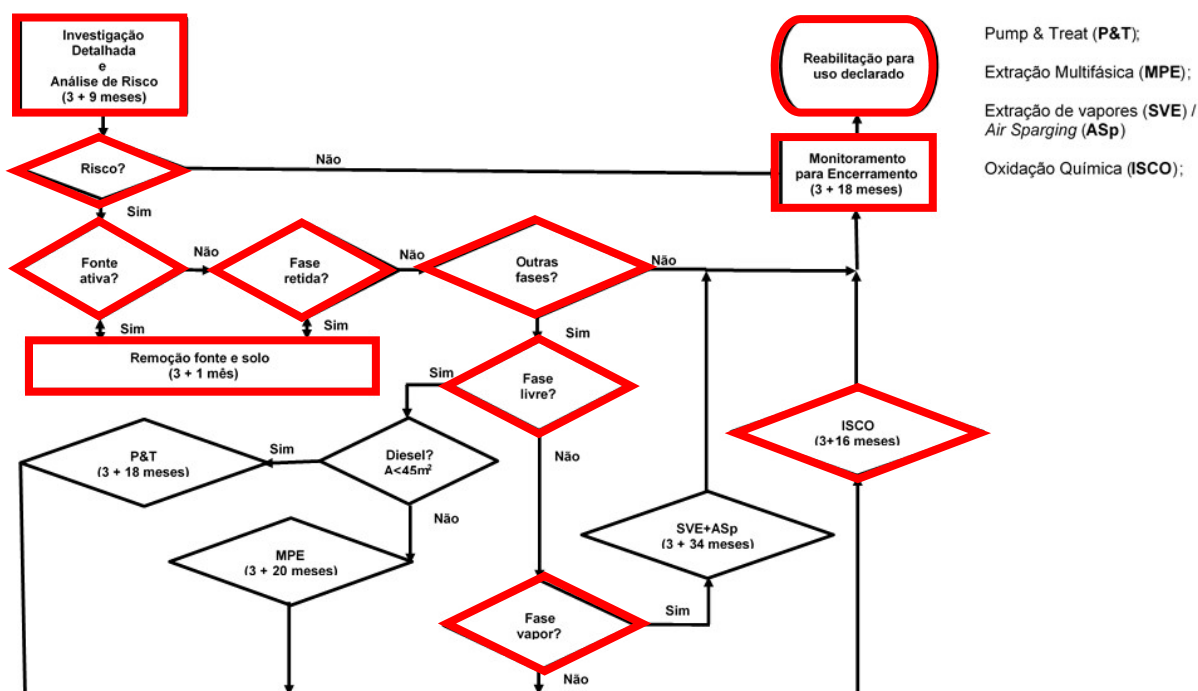


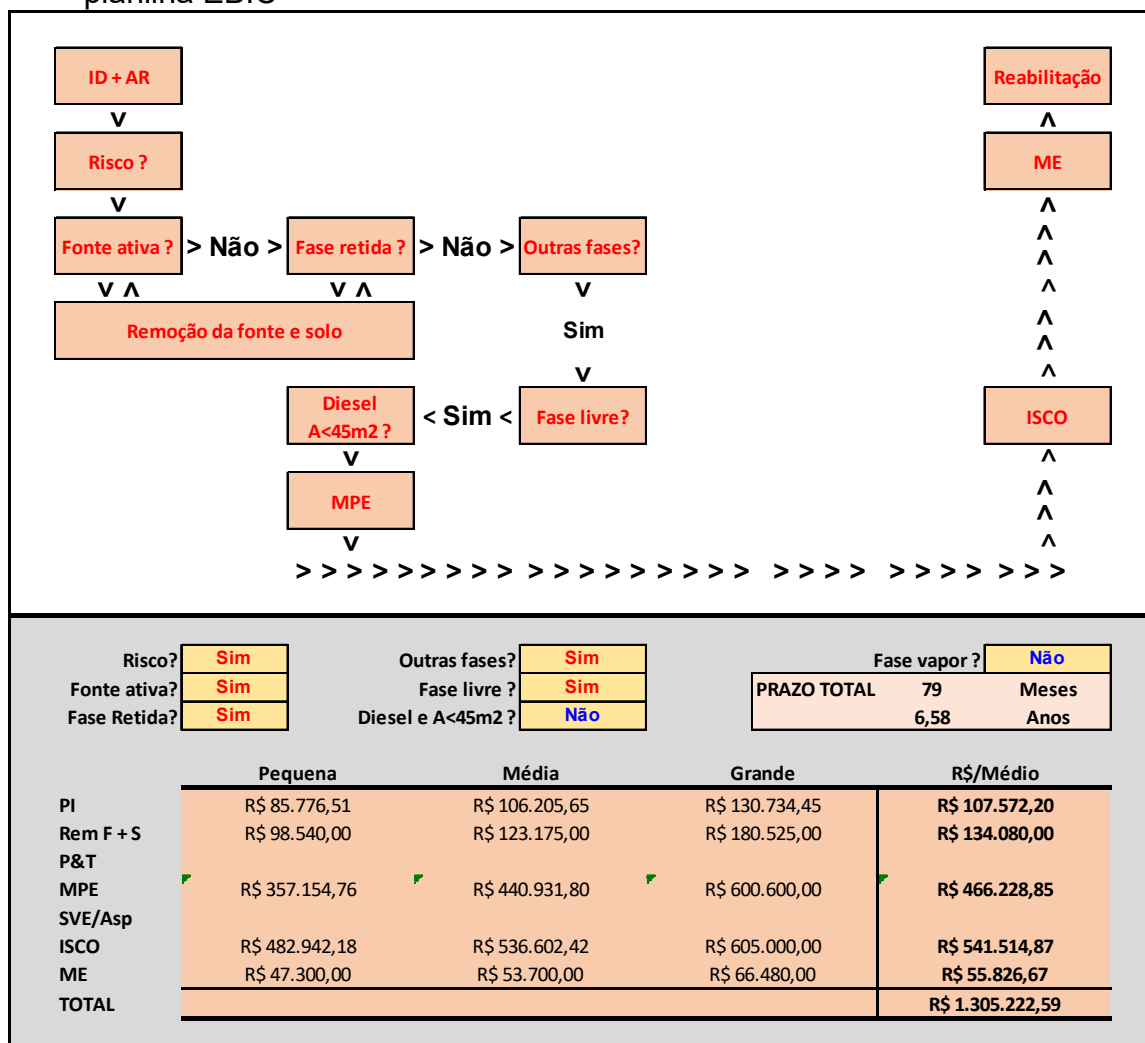
Figura 6.8 – Sequência de fluxo de remediação com a ocorrência da fase dissolvida sem risco da fase vapor (destacado em vermelho).

6.2.3 Calibração e validação da quantificação das atividades de remediação

Os dados apresentados no item 6.1.1 “Calibração e validação da quantificação das atividades de investigação”, a metodologia proposta de Estimativa Baseada na Investigação Confirmatória (EBIC) indica os prazos e quantitativos de remediação em função do fluxograma de decisão. Considerando as ações de remediação estimadas, a partir dos dados básicos de Investigação Confirmatória simuladas, a planilha apresentou os quantitativos de remediação dos sistemas estimados que foram orçados conforme valores previamente contados no mercado (3 empresas de porte diferentes).

Pra fins de ilustração, é apresentada, no Quadro 6.4 os resultados de um dos casos simulados, que indicou a necessidade de um investimento total médio de R\$ 1.305.222,59 (um milhão, trezentos e cinco mil, duzentos e vinte e dois reais e cinquenta e nove centavos) para efetuar a remediação do dano reversível ao longo de seis anos e meio, similar ao ocorrido na prática, para este caso. Como os demais casos simulados, apresentaram resultados coerentes ao verificados na prática, a planilha EBIC foi considerada calibrada e validada.

Quadro 6.4 – Investimento estimado para a remediação do dano reversível, conforme planilha EBIC



7. CONTRIBUIÇÃO PARA A REPARAÇÃO DO DANO AMBIENTAL IRREVERSÍVEL

Para a quantificação das ações de investigação e remediação do dano reversível, o autor dessa tese propõe uma metodologia de Estimativa Baseada na investigação Confirmatória, aqui denominada de EBIC, conforme descrito anteriormente.

Apesar de não ser o objetivo principal desta tese, quando ocorre a contaminação de uma área, durante e após a remediação do dano reversível, há o impacto negativo sobre o imóvel e os serviços ambientais, sejam eles os culturais, do solo ou hídricos, conforme ilustra a **Figura 7.1**. Assim, os mesmos devem ser considerados quando da estimativa da valoração dos danos ambientais decorrente de uma contaminação.

O valor de indenização poderá servir para indenizar a sociedade e colaborar com o financiamento da gestão das áreas contaminadas, e, assim, serem pagos ao Estado. Todos os valores devem ser calculados e serem pagos em parcelas mensais ao longo de um período máximo de 30 anos, efetuado de forma mensal enquanto permanecer o dano irreversível.

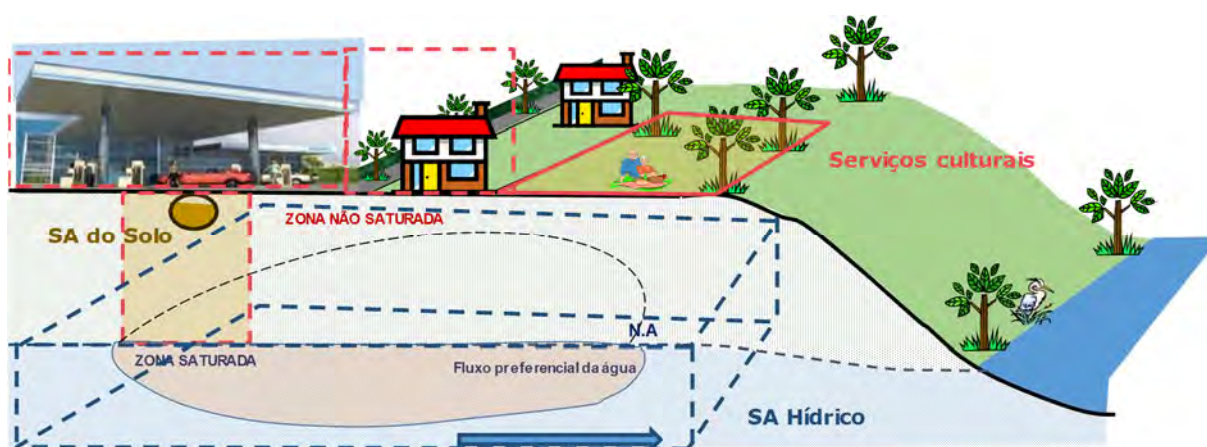


Figura 7.1 – Ilustração das áreas impactadas pelo contaminantes (SA = Serviço Ambiental).

7.1 O IMPACTO DO DANO AMBIENTAL NO IMÓVEL

O dano ambiental decorrente da existência de uma área contaminada será função do impacto da ocorrência nessa área, influenciando o uso do imóvel, podendo ocorrer em toda a extensão do imóvel ou de forma parcial.

Poderão existir, em um terreno, uma ou mais Áreas Fontes de Contaminação (AF_{cont}) caracterizadas que ocasionaram o impacto ambiental, afetando o uso do imóvel. A análise dos dados de áreas contaminadas por combustíveis fósseis indica que a contaminação na superfície do terreno e na zona não saturada (sua fase retida) ocorre apenas na área fonte e em seu entorno imediato (até 2,0 m de distância da AF_{cont} delimitada). Assim, usualmente o impacto da fase retida incide apenas sobre o imóvel no qual a AF_{cont} está localizada.

No entanto, quando o contaminante atinge a água subterrânea, este passa a ter uma dinâmica horizontal em concordância com o fluxo subterrâneo e, assim, passa a ter um potencial real de aumento da influência da área impactada, tanto pela ocorrência de fase livre, como da dissolvida ou de vapor. Após atingir a água subterrânea, a contaminação passa a apresentar um potencial de impacto em terrenos adjacentes à AF_{cont} , situados a jusante do mesmo em relação aos fluxos subterrâneos.

De forma conservadora, quando não for possível definir a extensão de seu impacto no uso do imóvel ou segregar seu impacto na área total, deve-se admitir, como premissa inicial, que o mesmo afeta a totalidade do imóvel, independentemente de sua extensão perante à área total do terreno.

A valoração antecipada do dano ambiental associada às áreas contaminadas deve contemplar o variação do valor do imóvel impactado (um ou mais) ocorrida entre o momento anterior posterior a contaminação, sua variação durante a existência da contaminação e depois da remediação do dano reversível, assim como, ao longo da alteração ambiental residual após a remediação, mesmo que esta não ofereça risco. Assim, na avaliação do dano ambiental, o autor dessa tese sugere que devam ser observados os seguintes aspectos:

- a)** Se o impacto da área contaminada ocorre em toda a área avaliada (ou ultrapassa seus limites e abrange mais de um imóvel), ou impacta apenas parcialmente o imóvel.
- b)** Se após a remediação do dano reversível, permanecerá uma dano irreversível, residual.

- c) Quando da conclusão da Investigação Confirmatória, apenas estarão caracterizados, entre outros aspectos, as características básicas do sistema hidrogeológico, a área da fonte e os contaminantes, não havendo a definição da extensão e dos riscos associados à contaminação, que somente é possível ser definida através das ações de Investigação Detalhada (ID) e Análise de Risco (ARtx), conforme definido nas NBR 15515-3 e 16209, respectivamente, e na Decisão de Diretoria 38 de fevereiro de 2017, pela CETESB.

O valor econômico do bem imóvel está associado ao valor de patrimônio e uso (seja efetivo ou potencial) que o imóvel pode prover, acrescido do valor de serviço ambiental, no momento inicial sem a contaminação, que pode variar ao longo do tempo devido a variação da demanda pelo mesmo.

O valor teórico de propriedade em si não varia com a ocorrência da contaminação, uma vez que ele é determinado pelo valor de mercado em função do seu entorno, pois o imóvel em si (terreno, estrutura, etc.) permanece e o que é afetado pelo dano ambiental é o seu uso, que passa a ser limitado devido à presença de contaminantes que oferecem riscos à saúde.

Quando ocorre a caracterização da contaminação, devido ao risco associado aos contaminantes, ocorre uma perda de valor associada ao uso e potencial de ganho do imóvel, visto que este passa a apresentar uma limitação de uso, assim como um passivo associado aos custos para o gerenciamento da área contaminada (GAC). Assim, o valor final do imóvel passa a variar, em relação à situação antes da contaminação, durante e após o dano reversível, conforme ilustra o **Gráfico 7.1**. A perda total de seu valor será proporcional ao risco associado à contaminação (e consequente limitação de uso do imóvel) e os custos associados a reparação do dano reversível.

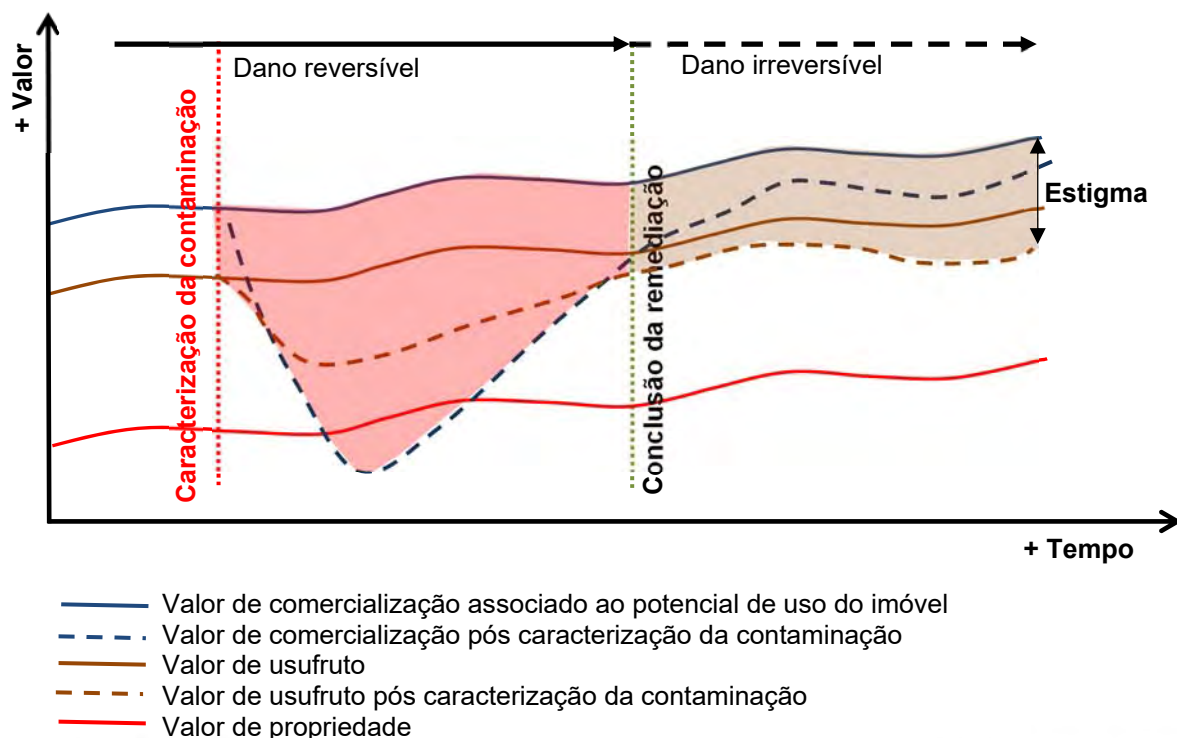


Gráfico 7.1 – Evolução do valor do imóvel frente à caracterização da contaminação do solo e/ou da água subterrânea.

O valor final do imóvel contaminado será representado pelo valor teórico do mesmo (valor de propriedade + uso + potencial de venda) subtraído dos gastos associados ao gerenciamento e à remediação da área contaminada, acrescido de um valor subjetivo associado a percepção do risco em relação aos contaminantes (estigma). Este valor pode ser, ao final, até negativo, podendo influenciar, assim, no interesse do proprietário em efetuar ou não o gerenciamento da área contaminada, se não for uma obrigatoriedade legal.

Com o início das ações de gerenciamento de área contaminada, ocorre uma recuperação dos valores associados ao usufruto e do potencial de ganho frente aos riscos associados aos contaminantes. Entretanto, a retomada dos patamares dos valores de usufruto e comercialização anteriores à contaminação da área dificilmente ocorre, permanecendo, enquanto houver uma percepção de risco da população para o uso da área, uma depreciação, o chamado estigma.

Cabe ressaltar que os objetivos de remediação com base no risco são estabelecidos considerando o uso pretendido, seja ele o atual ou futuro, e que, por si só, limitam o potencial de uso do imóvel (já que a análise de risco que estabelece os objetivos da remediação não considera todos os usos possíveis).

Um imóvel, uma vez tendo sido caracterizado como contaminado, sempre terá seu valor depreciado, a curto e médio prazos, em relação às áreas de seu entorno e de mesmas características, devido à limitação do uso associado e “preconceitos” subjetivos, o estigma. Este raciocínio não considera os custos do gerenciamento da área contaminada ou qualquer outro decorrente da existência da mesma.

Assim, entende-se que, como qualquer crime, além do responsável pela contaminação ter de promover a remediação do dano reversível, deve reparar o dano irreversível através de indenização financeira, já que, em teoria, sua remediação é inviável. Entretanto, considerando que no Brasil não existe pena perpétua para crimes, a reparação deve ser associada a um período limitado, seja pela recuperação natural das condições ambientais prévias ao dano (atenuação natural), ou, a semelhança do Art. 75 do Código Penal Brasileiro (CPB), ser de no máximo de 30 anos.

Considerando a diferenciação prevista no Art. 1225 do Código Civil (BRASIL, 2002), das figuras do nu-proprietário e do usufrutuário, bem como o valor do usufruto correspondente a 33% do valor do imóvel, definido pelo Estado de São Paulo, o autor desta tese sugere que o valor da reparação do dano irreversível associado ao proprietário do imóvel deve ser, no máximo, equivalente a 1/3 do valor do imóvel, percentual este de perda semelhante ao estigma associado as áreas contaminadas. Este valor, deve ser calculado a ser pago em parcelas mensais ao longo de 30 anos, efetuado de forma mensal enquanto permanecer o dano irreversível, até, no máximo, um período total de 30 anos.

Possíveis perdas e danos decorrente da limitação do uso do imóvel durante a investigação e remediação do dano reversível, assim como as caracterizadas para o período do dano irreversível, deverão ser pleiteadas conforme preconiza os artigos 402 a 407 da Lei n. 10.406 de 10 de janeiro de 2002, do Código Civil.

Considerando as figuras do nu-proprietário e do usufrutuário, bem como o valor do usufruto correspondente a 33% do valor do imóvel, ambos definidos na legislação do Estados de São Paulo, bem como o prazo de pena máxima de 30 anos previsto no Código Civil (BRASIL, 2002), o autor dessa tese propões que, no caso de necessidade de reparação do dano ambiental a proprietários de imóveis impactados, o valor máximo seja correspondente a 30% do valor antes da ocorrência da contaminação, a ser pago em parcelas ao longo de 30 anos.

Assim, considerando o imóvel onde ocorreu, o valor do dano ambiental pode ser expresso, de forma simplificada, conforme proposto pela **Equação 7.1**.

$$\$D = \$Inv + \$Rev + (1/3 \$Imov)/360 * TDrev) + (1/3 \$Imov) \text{ [Equação 7.1]}$$

Onde:

$\$D$ = Valor do dano ambiental (R\$).

$\$Inv$ = Valor da investigação da contaminação (R\$).

$\$Imov$ = Valor do imóvel sem a contaminação (R\$).

$\$Rev$ = Valor do reparação do dano reversível (R\$).

$TDrev$ = tempo necessário para reparação do dano reversível (nº de meses).

7.2 O IMPACTO DO DANO AMBIENTAL NOS SERVIÇOS AMBIENTAIS CULTURAIS

A fase dissolvida (ou mesmo livre) poder migrar, em função dos fluxos subterrâneos, para terrenos adjacentes a AF_{cont} , podendo afetar o uso destes imóveis devido a presença da fase vapor, ou mesmo, impactos associados a drenagens superficiais. Pode ocorrer, ainda, impactos subjetivos quanto ao uso dos imóveis apenas pela presença confirmada de contaminação no “terreno vizinho”, limitando o uso do mesmo. Entretanto, esta última hipótese é de difícil caracterização e, aqui, não é considerada.

Quando o impacto ocorre sobre imóveis privados, este deve ser avaliado a semelhança do impacto na área fonte. Entretanto, quando ocorre em áreas públicas, para fins desta tese, o autor entende como impacto aos serviços culturais e, assim, também, deve ser reparado. Sugerimos que a reparação deva ocorrer através de compensação ao responsável legal da área.

De forma simplificada e conservadora, é sugerido atribuir o mesmo valor teórico que o terreno da área fonte (AF_{cont}), independente de seu uso. Assim, deve haver uma reparação financeira ao responsável legal da área no valor equivalente a 1/3 do valor do imóvel impactado, proporcional a área afetada ao longo do período de até 30 (trinta) anos.

7.3 O IMPACTO DO DANO AMBIENTAL NOS SERVIÇOS AMBIENTAIS DO SOLO

O dano ambiental decorrente de área contaminada por combustíveis fósseis tende a afetar o solo (e os serviços ambientais associados), principalmente, na área fonte de contaminação (AF_{cont}). Entretanto, a fase livre, por apresentar uma dinâmica horizontal associada ao fluxo de água subterrânea, apresenta o potencial de afetar diretamente os serviços ambientais do solo distante da área fonte, podendo originar uma fase retida devido a variação do nível freático.

Assim, para fins de reparação dos serviços ambientais do solo, de forma conservadora, recomenda-se que seja considerado o valor calculado para a compra e transporte para o local impactado do volume total de solo equivalente a zona não saturada da Área da Fase Retida (AFR) somada a área de ocorrência da fase livre (se existir), considerando, uma área total mínima de 42,25 m².

7.4 O IMPACTO DO DANO AMBIENTAL NOS SERVIÇOS AMBIENTAIS HÍDRICOS

A fase dissolvida e livre poder migrar para terrenos adjacentes a AF_{cont} , impactando a água subterrânea e limitando seu uso ao longo de seu percurso.

A Constituição Federal brasileira (Art. 20, IX) determina que os recursos minerais constituem bens da União e, conseqüentemente, as águas subterrâneas pertencem ao Estado e o subsolo, ao proprietário do imóvel. Assim, a água subterrânea deve ser indenizada ao Estado. Entretanto, quando pessoas físicas e jurídicas detiverem a outorga de exploração das águas subterrâneas dentro da área impactada, este é o que deve ser compensado.

Para ambos os casos, deve ser adotada a metodologia de cálculo proposto por Bertolo (2019), de forma a indenizar a sociedade e colaborar com o financiamento da gestão dos recursos hídricos, para os serviços de provisão, regulação e suporte, dado pela **Equação 7.2**.

$$VA = V_{cont} * R\$ \text{ [Equação 7.2]}$$

VA = Valor da Água (em R\$).

V_{cont} = Volume de água contaminada em um aquífero (em m³).

R\$ = Custo de substituição da água (em R\$/m³), tendo por referência o custo da água tratada na região.

Para o cálculo do volume de água deverá ser considerado a área potencial da fase dissolvida (AFD) e parâmetros físicos de armazenamento estimados em função da litologia predominante.

8. CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÃO

Destacam-se as seguintes conclusões ao trabalho:

- a) As áreas contaminadas já representam sérios impactos negativos para a sociedade como um todo, tanto nos aspectos econômicos como social e ambiental. Sua compreensão e a real dimensão de seus impactos econômicos é fundamental para o seu gerenciamento. A não-visibilidade dos custos associados aos danos ambientais decorrente de áreas contaminadas resulta em uma menor preocupação (e negligência) geral dos empreendedores em relação ao tema.
- b) A reparação do dano ambiental (área contaminada) deve ser incentivada e, para tanto, deve ser fomentada a utilização das áreas já degradadas (*brownfields*), apoiando e fornecendo proteção jurídica para empreendedores que desejem adquirir áreas contaminadas e efetuar sua investigação e remediação para posterior uso em conformidade aos aspectos legais.
- c) É necessário ter prudência ao iniciar um processo de valoração do dano ambiental, tendo por base o “princípio da precaução”.
- d) Quando ocorre a execução da Investigação Detalhada (ID) e análise de Risco Toxicológico (ARtx) de áreas contaminadas por combustíveis fósseis, em 92,31 % da vezes haverá a necessidade de remediação da mesma. As ações de Gerenciamento de Áreas Contaminadas (GAC) ocorrem, em média, ao longo de 6,5 anos (78 meses) área.
- e) Existe uma baixa variação dos parâmetros hidrogeológicos das áreas contaminadas por combustíveis fósseis, independente do contexto geológico regional.
- f) Em relação as atividades de investigação de áreas contaminadas por combustíveis fósseis, destaca-se:
 - ✓ a investigação da fase vapor dos contaminantes do tipo *Soil Gas Survey* (SGS) contribui com a qualidade do GAC e deve ser incentivada;

- ✓ existe uma baixa preocupação de investigação da fase retida de combustíveis fósseis no solo, contribuindo para o insucesso das ações de GAC. A fase retida ocorre, em média, de forma restrita, próxima da área fonte da contaminação (distâncias inferiores a 2,0 m da mesma);
 - ✓ a troca ou remoção do tanque de combustível é a técnica mais aplicada na eliminação da fonte de contaminação, ocorrendo em 64 % dos casos estudados, sendo este, uma fator chave no processo de reabilitação da área.
- g)** A tecnologia de remediação mais aplicada na remediação de áreas contaminadas por combustíveis fósseis é a da Extração Multifásica (MPE), seguida pelo Pump & Treat (P&T) e da Extração de Vapores (SVE) com ventilação induzida - Air Sparging (ASp).
- h)** Considerando a eficiência e eficácia na diminuição da massa dos contaminantes, as seguintes técnicas de remediação do dano reversível destacam-se:
- ✓ utilização remoção e destinação do solo para a remediação da fase retida;
 - ✓ a técnica do P&T para remoção da fase livre sem vapor (com risco) associado, com ocorrência em área menor que 20 m²;
 - ✓ utilização da MPE para a remediação da fase livre com risco da fase vapor associado, secundariamente atuando nas fases retidas e dissolvida;
 - ✓ aplicação do SVE / ASp para a remediação da fase dissolvida e, secundariamente, da fase vapor;
 - ✓ Utilização da Oxidação Química (ISCO) para a remediação da fase dissolvida sem fase vapor.
- i)** Com base nos dados médios obtidos em centenas de trabalhos de GAC é proposta uma metodologia de Estimativa Baseada na Investigação Confirmatória - EBIC, que estima as atividades e prazos médios necessários para a investigação e remediação do dano reversível, subsidiando a cotação das mesmas no mercado, de forma a possibilitar sua valoração antecipada.
- j)** A metodologia EBIC proposta apresentou boa representatividade de seus prognósticos em relação aos prazos e quantificação das atividades de GAC, quando comparada a casos reais.

- k)** O dano irreversível (que permanece após as ações de remediação e reabilitação da área) afeta o uso do imóvel e os Serviços Ambientais (SA) e, conseqüentemente, deve ser considerado na valoração antecipada do dano ambiental como um todo.
- l)** A desvalorização máxima do imóvel ocorre quando da contaminação e sua caracterização, havendo um decréscimo da mesma ao longo das ações de GAC até a reabilitação da área.

Entretanto, o valor nunca tende a voltar ao valor original, permanecendo uma desvalorização em torno de 30% em relação ao valor antes da contaminação, com caráter subjetivo associado a uma percepção de risco ambiental da população, denominado de estigma, semelhante ao percentual atribuído ao nu- proprietário em relação ao valor total do imóvel (sem contaminação).

As seguintes recomendações são apresentadas:

- a)** de forma a obter uma boa estimativa dos custos médios de execução das atividades estimadas pela metodologia EBIC, sejam efetuados orçamentos com, no mínimo, 3 (três) empresas de consultoria distintas, de preferência com porte de atuação diferentes (atuação internacional, nacional e local).
- b)** que seja desenvolvido e disponibilizado uma plataforma digital de dados de acesso público que possibilite a inserção direta das informações e documentos associados a área contaminada investigada, diretamente no banco de dados da Companhia Ambiental de São Paulo - CETESB, com responsabilidade associada através de certificados de assinatura digital reconhecidos.

O banco de dados deve ser de fácil acesso ao público em geral pela internet, em níveis de responsabilidades legais, em formatos digitais facilmente manipulados pelos técnicos e pesquisadores (planilhas, mapas vetorizados georreferenciados, etc.).
- c)** Caso ocorra necessidade de reparação aos proprietários de imóveis impactados, recomenda-se a utilização de um valor de referência máximo de:
 - ✓ um valor total correspondente a 30% do valor do imóvel, antes da ocorrência da contaminação, pago ao longo do processo de GAC até sua reabilitação em relação ao dano reversível;

- ✓ um valor máximo correspondente a 30% do valor do imóvel antes da ocorrência da contaminação, a ser pago em parcelas 360 parcelas mensais enquanto persistir o dano, representando um período máximo de 30 anos. caso ocorra a necessidade de reparação do dano ambiental irreversível a proprietários de imóveis impactados, após a reabilitação da área;
 - ✓ possíveis perdas e danos decorrente de uma limitação do uso do imóvel, deverá ser discutida conforme preconiza os artigos 402 a 407 da Lei n. 10.406 de 10 de janeiro de 2002, do Código Civil.
- d)** Caso ocorra necessidade de reparação dos Serviços Ambientais, recomenda-se a utilização dos seguintes valores de referência:
- ✓ para os serviços ambientais do solo, um valor máximo equivalente aos custos para remoção e reposição do solo equivalente ao volume estimado da fase retida;
 - ✓ para os serviços ambientais hídricos, um valor máximo equivalente ao volume total de água impactada, calculada considerando-se o período do dano irreversível, tendo por base o valor de água bruta ou potável (a depender do caso do uso considerado), em vigor na região.

8.1 LIMITAÇÕES DA METODOLOGIA PROPOSTA

Devem ser observadas as seguintes limitações a metodologia de Estimativa Baseada na Investigação Confirmatória (EBIC), proposta nesta tese de doutorado:

- a)** A metodologia EBIC foi desenvolvida para uso pelo responsável legal para fins de planejamento financeiro, não apresentando respaldo legal para o atendimento de quaisquer aspectos legais associados ao tema e não substitui a necessidade dos trabalhos de um profissional técnico responsável.
- b)** As estimativas EBIC são baseadas em análises estatísticas efetuadas nesta pesquisa de doutorado, e efetua os cálculos, de forma conservadora, baseado nas informações obtidas nas etapas iniciais de GAC (Avaliação Preliminar – AP e Investigação Confirmatória - IC).

Assim, a qualidade das informações contidas na AP e IC (ou ausência), influenciará, e muito, nas incertezas e, conseqüentemente, nos resultados das quantificações e valorações associadas para a investigação e remediação do dano reversível.

- c)** As estimativas apresentadas pela metodologia EBIC podem ser alterados em função do desenvolvimento das ações de GAC subsequentes, sob responsabilidade técnica de profissional devidamente qualificado.
- d)** As técnicas de investigação e remediação do dano ambiental reversível associados as áreas contaminadas por combustíveis fósseis está em constante desenvolvimento e melhoria. Assim, a aplicação da metodologia EBIC deve ser constantemente atualizada e calibrada, promovendo um desenvolvimento e melhoria contínua ao longo do tempo, através de uma constante inserção de dados representativos das diversas etapas de GAC e em função das informações técnicas do mercado.

9. BIBLIOGRAFIA

- AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO (2015). Mercado Nacional de Combustíveis. Disponível em: www.anp.gov.br/wwwanp/?dw=79687. Acesso em: 30 de maio 2017.
- ALCAMO, J.; DÖLL, P.; HENRICHS, T., KASPAR, F.; LEHNER, B.; RÖSCH, T.; SIEBERT, S. (2003). Development and testing of the Water. GAP 2 global model of water use and availability. *Hydrological Sciences*, 48(3), pp. 317-337.
- AMICCI, A. G. N. (2010). O impacto da resolução CONAMA 273/00 na gestão das áreas contaminadas por postos de combustíveis do Estado de São Paulo. Internunidades em Ciência Ambiental da Universidade de São Paulo, Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental (PROCAM). Dissertação de Mestrado. São Paulo/SP.
- ANDRADE, D. C. (2010). **Modelagem e valoração de serviços ecossistêmicos: uma contribuição da economia ecológica**. Campinas - Unicamp, (Tese de Doutorado).
- ANTAI, I (2003) - **Valuation Of Contaminated Land in Sweden: A Comparative Study**. Department of Infrastructure Division of Building and Real Estate Economics, Royal Institute of Technology, KTH, Stockholm. 67P.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 14653-2 (2004). **Avaliação de bens, imóveis urbanos**. p. 16.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 14653-6 (2008). **Recursos naturais e ambientais**. p. 16.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 16209 (2013) - Avaliação de risco a saúde humana para fins de gerenciamento de áreas contaminadas.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR15515-3 (2013) - Avaliação de passivo ambiental em solo e água subterrânea - Parte 3: Investigação detalhada.

- BARBISAN, A.O.; KALIL, R.L.; PANDOLFO, A.; LUBLO, R.; PANDOLFO, L.M.; BRANDLI, E.N.; MARTINS, M.S. (2007) – **Aplicação da técnica de valoração econômica de ações de requalificação do meio ambiente em área degradada**. R. RAÍE GA, Curitiba, n. 14, p. 129-147, 2007. Editora UFPR
- BERTOLO, R. A.; HIRATA, R. ; ALY JUNIOR, O. (2019) - Método de Valoração da Água Subterrânea Impactada por Atividades Contaminantes no Estado de São Paulo. Ver. Águas Subterrâneas, v. 33, n. 3, p. 303-313.
- BRASIL (1981). Lei nº 6.938 - Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Promulgada em 31 de Agosto de 1981. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938.htm. Acesso em: 04 de maio 2018.
- BRASIL. (1988). Constituição Federal de 1988. Promulgada em 5 de outubro de 1988. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 04 de maio 2018.
- BRASIL (1998). Lei nº 9.605 - Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Promulgada em 12 de Fevereiro de 1998. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9605.htm. Acesso em: 04 de maio 2018.
- BRASIL (2002). Lei nº 10.406 – Código Civil.. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/L10406compilada.htm. Acesso em: 27 de novembro de 2018.
- BRASIL (2008). DECRETO Nº 6.514 - Dispõe sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente, estabelece o processo administrativo federal para apuração destas infrações, e dá outras providências. Promulgada em 22 de Julho de 2008. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2008/decreto/d6514.htm. Acesso em: 04 de maio 2018.
- BROWN, R. (1994).– **Treatment of Petroleum Hydrocarbons in Ground Water by Air Sparging – In Handbook of Bioremediation**. pp: 61 – 85.

- CALVET-MIR, L.; GÓMEZ-BAGGETHUN, E.; REYES-GARCÍA, V. (2012) – **Beyond food production: ecosystem services provided by home gardens. A case study in Vall Fosca, Catalan Pyrenees, northeastern Spain.** Ecological economics, v.74, p.153-160.
- COHEN, R.M.; MERCER, J.W.; GREENWALD, R.M.; BELJIN, M.; S. (1997) - Pump-and-Treat Systems. Ground Water Issue. Design Guidelines for Conventional. U.S.EPA – United State Environmental Protection Agency.
- COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO – CETESB (2001). Manual de gerenciamento de áreas contaminadas. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/areas-contaminadas/manual-de-gerenciamento-de-ACs/7-manual>, Acesso em: 30 de janeiro de 2017.
- COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO – CETESB (2007). Decisão de Diretoria Nº 103/2007/C/E, de 22 de junho de 2007 - Dispõe sobre o procedimento para gerenciamento de áreas contaminadas. São Paulo/SP, p. 40.
- COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO – CETESB (2013). Planilha de avaliação de risco de área contaminada sob investigação. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/areas-contaminadas/planilhas-para-avaliacao/>. Acesso em: 11 de dezembro de 2018.
- COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO – CETESB (2017). Decisão de Diretoria Nº 038/2017/C, de 07 Fevereiro de 2017 - Dispõe sobre a aprovação do “Procedimento para a Proteção da Qualidade do Solo e das Águas Subterrâneas”, da revisão do “Procedimento para o Gerenciamento de Áreas Contaminadas” e estabelece “Diretrizes para Gerenciamento de Áreas Contaminadas no Âmbito do Licenciamento Ambiental”, em função da publicação da Lei Estadual nº 13.577/2009 e seu Regulamento, aprovado por meio do Decreto nº 59.263/2013, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/2014/12/DD-038-2017-C.pdf>. Acesso em: 07 de maio de 2018.
- COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO – CETESB (2018). Relação de áreas contaminadas e reabilitadas no Estado de São Paulo. Disponível em: <http://areascontaminadas.cetesb.sp.gov.br/>. Acesso em: 16 de dezembro de 2018.

- COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO – CETESB (2019). Relação de áreas contaminadas e reabilitadas no Estado de São Paulo. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/areas-contaminadas/wp-content/uploads/sites/17/2018/01/Texto-explicativo.pdf>, Acesso em: 6 de janeiro de 2021.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA – CNI (2014). Perfil da Indústria nos Estados. Brasília - DF, p. 214.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA (2000). Resolução CONAMA nº 273, de 29 de novembro de 2000 - Estabelece diretrizes para o licenciamento ambiental de postos de combustíveis e serviços e dispõe sobre a prevenção e controle da poluição. Disponível em: https://cetesb.sp.gov.br/licenciamento/documentos/2000_Res_CONAMA_273.pdf. Acesso em: 16 de dezembro de 2018.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA (2009). Resolução CONAMA nº 420, de 28 de dezembro de 2009 - Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas. Brasília/DF. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=620>. Acesso em: 07 de maio de 2018.
- CORREIA, M.E.F. (2002) – Relação entre diversidade da fauna de solo e o processo de decomposição e seus reflexos sobre a estabilidade dos ecossistemas. Seropédica: Embrapa agrobiologia, dezembro de 2002. 33p., Documento 156.
- COSTANZA, R.; D'ARGE, R.; GROOT, R.; FARBERK, S.; GRASSO. M.; HANNON, B.; LIMBURG, K.; NAEEM, S.; O'NEILL. R.; PARUELO, J.; RASKIN, R. G.; SUTTONKK, P. & DEN BELT, M.V..(1997)- *The value of the world's ecosystem services and natural capital*. Revista Nature, Vol. 387 de 15 May de 1997.
- CONSTANZA, R (2000) – Social goals and valuation of ecosystem services. *Ecosystems*, v.3, n.1, p. 4-10.
- CONSTANZA, R (2014) – Changes in the global value of ecosystem services. *Global environmental change*, v.26, p. 152-158.

- DANTAS, R. A. (2003) - Engenharia de Avaliações: uma introdução à metodologia científica. 1.^a Ed. São Paulo/SP.
- DE GROOT, R.; WILSON, M. A.; BOUMANS, R. M. J. (2002) - A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics* 41. p. 393-408.
- DYMINSKI, A.S. (2006) - Contaminação de solos e águas subterrâneas. Curitiba: Centro de Estudos de Engenharia Civil - CESEC, 2006. Disponível em: http://www.cesec.ufpr.br/docente/andrea/TC019_Contaminacao_de_solos.pdf. Acesso em: 16 agosto 2018.
- EDSON SANTOS, E.; UNGARI, H.C.N., SANTOS, M.B (2008) – Principais técnicas de remediação e gerenciamento de áreas contaminadas por hidrocarbonetos no Estado de São Paulo. Monografia Curso de Especialização de Gestão Ambiental da Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP.
- FATORELLI. (2005) - Proposta de avaliação de risco ecológico para contaminações de petróleo e derivados: estudo de caso, 2005. Dissertação de Mestrado em Engenharia Ambiental – Univ. Fed. de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.
- FERREIRA, S. B. (2000) - Estudos laboratoriais para avaliação do potencial de contaminação de água e do solo por gasolina oxigenada. Tese (Doutorado Geotecnia) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.
- FETTER, C. W. (1993). *Contaminant Hydrogeology*. Macmillan Publishing Company, U.S. 458p.
- FINCO, M. V. A. (2004). Valoração Econômica de Zonas Costeiras: O Método de Valoração Contingente Aplicado ao Litoral do Rio Grande do Sul. Dissertação de mestrado, UFRGS, Rio Grande do Sul/RS.
- FIDALGO, E. C.C; PRADO, R.B.; TURETTA, A.P.D; SCHULER, A. E. (2017) - Manual para Pagamento por Serviços Ambientais Hídricos. Seleção de áreas e monitoramento. Editoras técnicas, Embrapa, Brasília/DF.

- FONSECA, R.A.; LIMA, A.B.; REZENDE; J.L.P. (2013) - Métodos de valoração dos bens de serviços ambientais: uma contribuição para o desenvolvimento regional sustentável. 4º Cong. Int. Governo, Gestão e Profissionalização em âmbito local frente aos desafios de nosso tempo, Rio de Janeiro/RJ.
- GALLI, F. (1996). Valoração de danos ambientais: subsídio para ação civil. Série Divulgação e Informação, 193, Companhia Energética de São Paulo, CESP, São Paulo/SP.
- HERBERT, B. P. (2011). Estudo da valoração monetária de propriedades contaminadas em ambiente urbano. Dissertação (Mestrado Profissionalizante Meio Ambiente Urbano e Industrial) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE MEIO AMBIENTE - IBAMA (2002) - Modelo de valoração econômica dos impactos ambientais em unidades de conservação. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e de Recursos Renováveis – Peixoto, W. G, Brasília, DF.
- ICLEI-Brasil (2013) - Manual: Revitalização de áreas degradadas e contaminadas (brownfields) na América Latina. Departamento de Proteção Ambiental da Cidade de Stuttgart, Alemanha. 1º ed. São Paulo, 2013.
- INSTITUTO DE PESQUISA TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO – IPT (2018) – A produção imobiliária e a reabilitação de áreas degradadas: contratação de serviços, responsabilidades legais e viabilidade de empreendimentos. IPT/SECOVI, São Paulo/SP, 122p.
- JARDIM, W.F.; CANELA, M.C. (2004) - Fundamentos da oxidação química no tratamento de efluentes e remediação de solos. Campinas, 2004. (Caderno temático, 1). Disponível em: <qa.iqm.unicamp.br/cadernos/caderno1.pdf>. Acesso em: 24 maio 2012.
- LAGREGA, M. D.; BUCKINGHAM, P. L.; EVANS, J. C. (1994) Hazardouswaste management. McGraw-Hill,. 1146p
- LUSVARGHI NETO, L.H.; Pedro PESSOA DIB, P.; MANCUSO, M.A. (2009) – Avaliação de sistema de remediação do tipo *pumpandtreat* com o uso de MGO (*modular groundwateroptimizer*) – aplicação no caso do aterro de Volta Grande em Volta Redonda – RJ. I Cong. Int. de Meio Ambiente Subterrâneo, São Paulo.

- MACHADO, P.A.L (2009) - Direito Ambiental Brasileiro. 17 ed. São Paulo: Malheiros, 2009.
- MACKAY, D.M. & CHERRY, J.A. (1989) - Groundwater Contamination: Pump – and – Treat Remediation, Environ. Sci. & Technol., 23(6): 630 –636, 1989.
- MAIA, A.G. (2002) – Valoração de recursos ambientais. Dissertação de mestrado, Inst. De Economia, UNICAMP, Campinas.
- MAIA, A. G, ROMEIRO, A. R; REYDON, B. P. (2004) - Valoração de recursos ambientais – metodologias e recomendações. Campinas: Unicamp. Instituto de Economia, mar. 2004. 38 p. (Texto para Discussão, n.116).
- MAYNARD, S.; JAMES, D.; DAVIDSON, A. (2014) – Determining the value of multiple ecosystem services in terms of community wellbeing: who should be the valuing agent? Ecologicoleconomics.
- MARCELINO, A.; HADDAD, E.; AVENTURATO, H.; CAMPOS, M. V.; SERPA, R. R. (1992) - Proposta de critério para valoração monetária de danos causados por derrames de petróleo ou de seus derivados no ambiente marinho, CETESB, São Paulo, 22 p.
- MARCELINO, B.M (2016) – Gerenciamento de áreas contaminadas. Apresentação na Ass. Internacional de Direito de Seguros AIDA/BRASIL, p. 19.
- MARKER, A. (2013) - Manual: Revitalização de áreas degradadas e contaminadas (brownfields) na América Latina. ICLEI-Brasil Departamento de Proteção Ambiental da Cidade de Stuttgart, Alemanha, 1º ed. São Paulo.
- MENDESONHN, R.; OLMNSTEAD, S.(2009) – The Economic valuation of environmental amenities and disamenities: methods and applications annu. Rev. Environresource, v.34, p 325 – 347.
- MICCI, A.G.N. (2010). O impacto da resolução CONAMA 273/00 na gestão das áreas contaminadas por postos de combustíveis do Estado de São Paulo. Dissertação de mestrado, Programa de Pós Graduação em Ciência Ambiental (PROCAM), Universidade de São Paulo, São Paulo, 111 p.

- MICHAEL, R. (2004) - Avaliação em Massa de Imóveis com Uso de Inferência Estatística e Análise de Superfície de Tendência. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil, UFSC, Florianópolis/SC.
- MILARÉ, E. (2001) - Direito do Ambiente. Doutrina – prática – jurisprudência – glossário. 2. ed. rev., ampliada e atualizada. São Paulo/SP. p. 427 e 428.
- MILARÉ, E. (2007) - Direito do Ambiente: doutrina, jurisprudência, glossário. 05 ed. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais.
- MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT – MEA (2003) - Ecosystems and human well-being. Washington, DC. Islandpress.
- MINISTÉRIO PÚBLICO DE SÃO PAULO – MPSP (2014) –Relatório Final de Grupo de Trabalho de Valoração do Dano Ambiental - ATO PGJ 45/2012. Relatório Final do Subgrupo VI: Áreas Contaminadas, p105 a 119.
- MOERI, E.; COELHO, R.; MARKER, A. (2004) – Remediação e revitalização de áreas contaminadas. São Paulo, Signus Editora.
- MONZONI, M; BRANCO, P; ARMELIN, R; SOUZA, R; MAGALHÃES, G.; LUTTI, N.; ARMELIN, R.; MARA ALVES; L. M.; INHETVIN, T.; LISBONA, P.; MADEIRA, J.; YOUNG, C.E.F.; SOUZA JUNIOR, W.C. (2014) -Diretrizes Empresariais para a Valoração Econômica de Serviços Ecosistêmicos. Versão 2. FGV/TeSE.
- MOTTA, R. S. (2002). Estimativa do custo econômico do desmatamento na Amazônia. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Rio de Janeiro, 2002.
- MUNDY, B. The Impact of Hazardous and Toxic Material on Property Value Revisited. The Appraisal Journal, october, 1992. pp. 463-471.
- NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION – NOAA (2000). Habitat Equivalency Analysis: an overview. Damage Assessment and Restoration Program. USA: Washington D.C..
- NAVAL FACILITIES ENGINEERING COMMAND – NAVFAC (2001) – Air sparging guidance document, Final. NFESC, Technical Report TR-2193-ENV. California/EUA.

- NEW SOUTH WALES - NSW (2017) – Valuation of contaminated land. ISSN 2203-9600, ValuerGeneral’sPolicy.Disponível em: www.ovg.nsw.gov.au. Acesso em 16 de novembro de 2017.
- NOGUEIRA, J. M.; MEDEIROS, M. A. A.; ARRUDA, F. (2000) - Valoração econômica do meio ambiente: ciência ou empirismo? In: Cadernos de ciência e tecnologia. Brasília: Embrapa, maio/ago. v. 17, n. 2, p. 81-115.
- NOBRE, M.M.; NOBRE, R.C.M. (2008) - Remediação de solos: Técnicas alternativas melhoram desempenho. In Química e Derivados vol.31 Outubro/2008. Disponível em <http://www.quimica.com.br/revista/qd417/solo1.htm>. Acesso em 16 de novembro de 2017.
- NZ REAL PROPERTY GUIDANCE - NZRPGN (1995) - Valuation of contaminated land. The Standards Committee New Zealand Institute of Valuers. Wellington, Nova Zelândia.
- OLIVEIRA, E. (2016) - Hidrogeologia Ambiental : Contaminação de Solo e Águas Subterrâneas. São Paulo, SP, 2016.
- PEARCE, D.; MARKANDYA, A.; BARBIER, E.B. (1991) – Blueprint for a green economy. Earth-scan publication ltd, Londres Chap 3, pp55-81.
- PEIXOTO, S.; WILLMERSDORF, O. (Coord.) Modelo de valoração econômica dos impactos ambientais em unidades de conservação: empreendimentos de comunicação, rede elétrica e dutos. Estudo preliminar. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA. Setembro, 2002. Disponível em: http://www.biodiversidade.rs.gov.br/arquivos/1161519935Modelo_de_valoracao_economica_dos_impactos_ambientais_em_unidades_de_conservacao.pdf, acesso em: 25 de outubro de 2007.
- PELLI NETO, A (2003) - Curso de Engenharia de Avaliação Imobiliária – Fundamentos e Aplicação da Estatística Inferencial, Belo Horizonte/MG.
- PICCHI, A.R.; MATAI. P.H.; PEREIRA, S.P. (2009) – Utilização de meios construtivos em obras civis como alternativa de remediação – Paredes diafragmas. I Cong. Int. de Meio Ambiente Subterrâneo. São Paulo.

- PLIENINGER, T. (2013) land use policy assessing, mapping and quantifying cultural ecosystem services at community level. Land use policy, v.33, p.118-129.
- POMPÉIA, S.L. (1996) - Áreas degradadas por Poluição: Procedimentos Técnicos para a recuperação. Revista Saneamento Ambiental, 7 .(37): p.14-18.
- PUGA, B, P.;ALY JUNIOR, O.; HIRATA, R.C.A.; BERTOLO, R.A. (2015) – Valoração de serviços ecossistêmicos de águas subterrâneas: notas introdutórias. XVIII Cong. Bras. De Águas Subterrâneas, Rev. Águas Subterrâneas, Disponível em:<https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/28372>. Acesso em: 06 de novembro de 2018.
- REBOUÇAS, A.C. (1994) In: Metodologia de Evaluacion de Sistemas Aquíferos. II Cong. Lat. Amer. de Hidrologia Subterrânea. Curso Pré-Congresso. Santiago – Chile.
- REBOUÇAS, A., BRAGA,B., TUNDISI, J. G., (2006). Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação, SP: Escrituras Editora, 3ª. Edição.
- RIBAS, L. C. (1996). Metodologia e valoração de danos ambientais – caso florestal. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, USP, São Paulo/SP.
- ROMA, J.C.; SACCARO Jr., N.L.; MATTION, L.F.; PAULSEN, S.S.; VASCONCELLOS; P.G (2013) - A economia de ecossistemas e da biodiversidade no brasil (TEEB-BRASIL), Texto para discussão. Rio de Janeiro/RJ.
- SÃO PAULO, Estado de (1989). Constituição Estadual. Constituição do Estado de São Paulo publicada em 05 de Outubro de 1989. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/constituicao/1989/compilacao-constituicao-0-05.10.1989.html>, Acesso em: 07 de maio de 2018.
- SÃO PAULO, Estado de (1997). Lei nº 9.509, de 20 de Março de 1997 - Dispõe sobre a Política Estadual do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/norma/?id=9375>, Acesso em: 07 de maio de 2018.

- SÃO PAULO, Estado de (2002). Decreto nº 46.655 - Aprova o Regulamento do Imposto sobre Transmissão "Causa Mortis" e Doação de Quaisquer Bens ou Direitos - (ITCMD), de que trata a Lei nº 10.705, de 28-12-00, alterada pela Lei nº 10.992, de 21-12-01. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/norma/3234>, Acesso em: 27 de novembro de 2018.
- SÃO PAULO, Estado de (2009a). Lei nº 13.579, de 13 de Julho de 2009 - Define a Área de Proteção e Recuperação dos Mananciais da Bacia Hidrográfica do Reservatório Billings - APRM-B. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2009/lei-13579-13.07.2009.html>, Acesso em: 20 de dezembro de 2018.
- SÃO PAULO, Município de (2009b). Lei nº 14.933 de 5 de Junho de 2009 - Institui a Política de Mudança do Clima no Município de São Paulo. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=179421>, Acesso em: 20 de dezembro de 2018.
- SÃO PAULO, Estado de (2013a). Decreto nº 59.263, de 05/06/2013 - Dispõe sobre diretrizes e procedimentos para a proteção da qualidade do solo e gerenciamento de áreas contaminadas, e dá providências correlatas. Disponível em: <http://www.al.sp.gov.br/norma/?id=170437>, Acesso em: 30 de janeiro de 2017.
- SÃO PAULO, Estado de (2013b). Lei 13.577 de 08 de Julho de 2009 - Dispõe sobre diretrizes e procedimentos para a proteção da qualidade do solo e gerenciamento de áreas contaminadas, e dá outras providências correlatas. Disponível em: <http://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2009/lei-13577-08.07.2009.html>, Acesso em: 07 de maio de 2018.
- SHIDELER, D. & DICKS, M.R. (2011), Methods for estimating economic damages from environmental contamination. Southern Agricultural Economics Association Annual Meeting, Corpus Christi, TX.
- SITE JUSBRASIL (2018) - Linha do tempo: um breve resumo da evolução da legislação ambiental no Brasil. <https://stj.jusbrasil.com.br/noticias/2219914/linha-do-tempo-um-breve-resumo-da-evolucao-da-legislacao-ambiental-no-brasil>. Acesso em: 03 de maio de 2018.

- SUKHDEV, P.; WITTMER, SCLAACK-SCHRÖTER, C.; NESSHOVER, C.; BISHÖP, P.B; GUNDIMEDA, H.; KUMAR, P.; SIMMONS, B. & NEUVILLE; A. (2010) – A Economia dos ecossistemas e da biodiversidade: integrando a economia da natureza. Uma síntese da abordagem, conclusões e recomendações do TEEB. Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, versão traduzida da Confederação nacional da indústria.
- THE ECONOMICS OF ECOSYSTEMS AND BIODIVERSITY - TEEB. (2012) - The Economics of Ecosystems and Biodiversity: ecological and economic foundation. New York: Routledge.
- THE ECONOMICS OF ECOSYSTEMS AND BIODIVERSITY - TEEB. (2012b) - The Economics of Ecosystems and Biodiversity in Business and Enterprise. London: Earthscan.
- TINOCO, J. E. P.; KRAEMER, M. E. P. (2008). Contabilidade e gestão ambiental. 2 ed. São Paulo: Atlas.
- TURNER, R.K.; ADGER, W.N.; BROUWER, R. (1998) Ecosystem services value, research needs and policy relevance: a commentary. Ecological economics, v.25, p. 61-65.
- USEPA - UNITED STATE ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (1991). Technology Transfer. Site characterization for subsurface remediation. Washington: US Government Printing Office, 1991. 259 p. (Seminar Publication. EPA/625/4-91/026). Disponível em: <http://www.epa.gov/OUST/cat/sitchasu.pdf>. Acesso em: 21.03.2018
- USEPA - UNITED STATE ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (1996). How to effectively recover free product at leaking underground storage tank sites. 1996.
- WILSON, D. J.(1995) - Modeling of In Situ Techniques for Treatment of Contaminated Soils. Technomic Publishing AG, 567pp.
- YANCHESKI, T. B. & MCFARLAND, M. A. (1992) - Bioventing: A Successful Soil Vapor Remediation Technique for the Vadose Zone and Shallow Groundwater Hazardous Materials. Control/Superfund 92: 13th Annual Conference and Exhibition, Hazardous Materials Control Resources Institute.

10. ANEXOS

ANEXO I – Indicadores econômicos de conversão de valor aplicado.

ANEXO II – Dados básicos das áreas contaminadas avaliadas.

ANEXO I

Indicadores econômicos de conversão de valor aplicado

INCC - Índice Nacional de Construção Civil (%)													
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ACUMULADO
1989	-	-	-	-	-	23.59	30.79	45.87	38.04	38.59	42.35	44.84	830.05%
1990	51.70	70.20	72.48	38.20	1.10	4.43	11.21	13.94	12.39	11.52	12.14	14.15	1.221.00%
1991	15.67	17.54	12.34	8.51	7.25	13.36	11.74	14.15	13.53	23.07	21.10	29.72	464.11%
1992	18.25	28.24	23.47	26.74	17.74	27.55	18.78	23.19	19.51	31.33	21.01	27.75	1.165.24%
1993	19.13	34.43	23.72	32.46	27.53	36.11	27.70	33.37	31.19	36.63	36.07	38.16	2.514.47%
1994	33.62	40.68	43.41	50.70	45.18	45.51	42.85	3.95	0.31	0.88	1.42	2.44	1.239.81%
1995	1.37	3.54	2.41	2.74	2.43	9.38	2.71	0.93	4.68	0.72	0.76	1.07	37.71%
1996	0.67	1.35	0.19	0.89	0.55	2.01	1.52	0.74	0.15	0.23	0.28	0.48	9.42%
1997	0.68	0.31	0.42	0.73	0.30	0.99	0.94	0.55	1.18	0.22	0.22	0.52	7.28%
1998	0.29	0.48	0.31	-0.46	0.47	0.86	0.42	0.29	0.09	0.05	0.07	-0.01	2.74%
1999	0.21	0.62	0.91	0.58	0.38	0.88	0.41	0.52	0.83	0.79	1.22	0.81	8.46%
2000	1.15	0.89	0.82	0.69	0.57	1.09	0.83	0.35	0.30	0.28	0.29	0.49	8.02%
2001	0.40	0.55	0.34	0.28	2.00	0.69	1.07	0.56	0.59	0.92	0.60	0.70	9.03%
2002	0.40	0.31	0.84	0.32	2.47	0.21	0.63	0.82	0.68	0.82	2.19	2.13	12.44%
2003	1.45	1.60	1.38	0.81	2.98	0.74	0.59	2.20	0.24	0.47	0.42	0.99	14.76%
2004	0.28	0.48	1.59	0.60	1.74	0.56	1.12	0.90	0.67	0.95	0.94	0.61	10.94%
2005	0.70	0.42	0.71	0.38	0.54	2.20	0.65	0.05	0.06	0.28	0.29	0.38	6.84%
2006	0.24	0.28	0.23	0.21	0.81	1.45	0.57	0.35	0.09	0.18	0.23	0.30	5.04%
2007	0.45	0.26	0.17	0.43	0.55	1.67	0.21	0.35	0.39	0.49	0.48	0.43	6.03%
2008	0.41	0.43	0.59	0.82	1.10	2.67	1.42	1.27	0.95	0.85	0.65	0.22	11.96%
2009	0.26	0.35	-0.17	-0.01	0.25	1.53	0.37	0.01	0.07	0.13	0.18	0.20	3.20%
2010	0.52	0.35	0.45	1.17	0.93	1.77	0.62	0.22	0.20	0.15	0.36	0.59	7.56%
2011	0.37	0.39	0.44	0.75	2.03	1.43	0.59	0.16	0.14	0.20	0.50	0.35	7.58%
2012	0.67	0.42	0.37	0.83	1.30	1.31	0.85	0.32	0.21	0.24	0.23	0.29	7.26%
2013	0.39	0.80	0.28	0.84	1.24	1.96	0.73	0.31	0.43	0.33	0.27	0.22	8.06%
2014	0.70	0.44	0.22	0.67	1.37	1.25	0.80	0.19	0.16	0.20	0.30	0.25	6.74%
2015	0.70	0.50	0.36	0.65	0.45	1.87	0.66	0.80	0.22	0.27	0.40	0.12	7.21%
2016	0.32	0.52	0.79	0.41	0.19	1.52	1.09	0.26	0.37	0.17	0.17	0.36	6.33%
2017	0.29	0.53	0.36	-0.08	0.13	1.36	0.22	0.40	0.14	0.19	0.28	0.14	4.02%
2018	0.28	0.14	0.23	0.28	0.30	0.76	0.72	0.30	0.17	0.33	0.26	-	3.83%

ANEXO II

Dados básicos das áreas contaminadas avaliadas

ID	Data Registro	IDENTIFICAÇÃO Cidade	GERENC CONAMA / CETESB						DADOS DO POSTO		Contexto geológico			FASE VAPOR		FASE RETIDA		LNAPL		Dissolv		Remediação Z Nsatu?	Remediação Z Sat?
			AvP	IC	ID	Artx	PI	REM	ME	Área m2	Data instala	Sed.	Rocha alterada	ZN Sat (m)	Detectado ?	Delimitado ?	Detectado ?	Delimitado ?	Detectado ?	Delimitado ?	Detectado ?		
1	jun-03	São Paulo	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não	259	1980	Sim	Não	2,8	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	Não	Não	
2	jun-04	Franca	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não	1500	1985	Sim	Não	7,5	Sim	Sim	Não	Não	Não	Sim	Não	Não	Não	
3	jan-02	Duartina	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não	1500	1974	Sim	Não	7,5	Sim	Sim	Não	Não	Não	Sim	Não	Não	Não	
4	dez-06	São Paulo	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não	2500	1970	Sim	Não	6,1	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	Não	Não	
5	jan-07	São Paulo	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não	2500	1970	Sim	Não	6,1	Não	Não	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não	
6	jun-07	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	2500	1970	Sim	Não	6,1	Não	Não	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Não	
7	jul-07	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	2500	1970	Sim	Não	6,1	Não	Não	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não	
8	dez-07	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	2500	1970	Sim	Não	6,1	Não	Não	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não	
9	abr-08	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	2500	1970	Sim	Não	6,1	Não	Não	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não	
10	ago-08	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	2500	1970	Sim	Não	6,1	Não	Não	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não	
11	dez-09	São Paulo	Não	Não	Sim	Não	Não	Sim	2500	1970	Sim	Não	6,1	Sim	Sim	Não	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não	
12	jul-10	São Paulo	Não	Não	Não	Sim	Sim	Não	Sim	2500	1970	Sim	Não	6,1	Sim	Não	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não	
13	dez-04	São Paulo	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não	1200	1966	Sim	Não	2,0	Não	Não	Sim	Não	Não	Sim	Não	Não	Não	
14	set-05	São Paulo	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não	1200	1966	Sim	Não	2,0	Não	Não	Sim	Não	Não	Sim	Não	Não	Não	
15	out-05	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	1200	1966	Sim	Não	2,0	Não	Não	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não	
16	dez-05	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	1200	1966	Sim	Não	2,0	Não	Não	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não	
17	fev-06	São Paulo	Não	Não	Não	Sim	Não	Não	1200	1966	Sim	Não	2,0	Não	Não	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não	
18	abr-06	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	1200	1966	Sim	Não	2,0	Não	Não	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não	
19	ago-06	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	1200	1966	Sim	Não	2,0	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não	
20	out-06	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	1200	1966	Sim	Não	2,0	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	
21	dez-06	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	1200	1966	Sim	Não	2,0	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	
22	fev-07	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	1200	1966	Sim	Não	2,0	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	
23	mai-07	São Paulo	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não	1200	1966	Sim	Não	2,0	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não	
24	out-07	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	1200	1966	Sim	Não	2,0	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não	
25	mai-08	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	1200	1966	Sim	Não	2,0	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não	
26	ago-08	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	1200	1966	Sim	Não	2,0	Não	Não	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não	
27	mai-09	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	1200	1966	Sim	Não	2,0	Não	Não	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não	
28	nov-09	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	1200	1966	Sim	Não	2,0	Não	Não	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não	
29	mai-10	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	1200	1966	Sim	Não	2,0	Não	Não	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não	
30	nov-10	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	1200	1966	Sim	Não	2,0	Não	Não	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não	
31	dez-01	São Paulo	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não	690	1967	Sim	Não	7,0	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Não	Não	Não	
32	ago-02	São Paulo	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não	690	1967	Sim	Não	7,0	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não	
33	mar/03	São Paulo	Não	Não	Sim	Não	Não	Não	690	1967	Sim	Não	7,0	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não	
34	mai/03	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim	690	1967	Sim	Não	7,0	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	
35	ago/11	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	690	1967	Sim	Não	7,0	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	
36	out/11	São Paulo	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não	690	1967	Sim	Não	7,0	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	
37	abr/12	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim	690	1967	Sim	Não	7,0	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	
38	fev/13	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	690	1967	Sim	Não	7,0	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	
39	out-13	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	690	1967	Sim	Não	7,0	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	
40	mar-14	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	690	1967	Sim	Não	7,0	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	
41	mar-15	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	690	1967	Sim	Não	7,0	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	
42	out-15	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	690	1967	Sim	Não	7,0	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	
43	jul-02	São Paulo	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	1300	1950	Sim	Não	10,0	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Não	Não	Não	
44	jan-03	São Paulo	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	1300	1950	Sim	Não	10,0	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não	
45	out-05	São Paulo	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Não	1300	1950	Sim	Não	10,0	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não	
46	dez-05	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1300	1950	Sim	Não	10,0	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	
47	jan-06	São Paulo	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não	1300	1950	Sim	Não	10,0	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	
48	jan-06	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	1300	1950	Sim	Não	10,0	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	
49	mar-06	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	1300	1950	Sim	Não	10,0	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	
50	jul-08	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	1300	1950	Sim	Não	10,0	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	
51	mar-08	São Paulo	Não	Não	Sim	Sim	Não	Sim	1300	1950	Sim	Não	10,0	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	
52	out-08	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim	1300	1950	Sim	Não	10,0	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	
53	jun-09	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	1300	1950	Sim	Não	10,0	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	
54	set-09	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	1300	1950	Sim	Não	10,0	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	
55	jan-10	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	1300	1950	Sim	Não	10,0	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	
56	mai-10	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	1300	1950	Sim	Não	10,0	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	
57	dez-10	São Paulo	Não	Não	Sim	Sim	Não	Sim	1300	1950	Sim	Não	10,0	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	
58	mar-11	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	1300	1950	Sim	Não	10,0	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	
59	jul-11	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	1300	1950	Sim	Não	10,0	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	
60	nov-11	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	1300	1950	Sim	Não	10,0	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	
61	mar-12	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	1300	1950	Sim	Não	10,0	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	
62	jul-12	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	1300	1950	Sim	Não	10,0	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	
63	nov-12	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	1300	1950	Sim	Não	10,0	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	
64	mar-13	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	1300	1950	Sim	Não	10,0	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	
65	jul-13	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	1300	1950	Sim	Não	10,0	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	
66	dez-10	São Paulo	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não	1300	1950	Sim	Não	10,0	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	
67	dez-15	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	1300	1950	Sim	Não	10,0	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	
68	mai-16	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	1300	1950	Sim	Não	10,0	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	

ID	Data Registro	IDENTIFICAÇÃO Cidade	GERENC CONAMA / CETESB						DADOS DO POSTO		Contexto geológico			FASE VAPOR		FASE RETIDA		LNAPL		Dissolv		Remediação ?	Remediação Z Nsatu?	Remediação Z Sat?	
			AvP	IC	ID	Artx	PI	REM	ME	Área m2	Data instala	Sed.	Rocha alterada	ZN Sat (m)	Detectado ?	Delimitado ?	Detectado ?	Delimitado ?	Detectado ?	Delimit ?	Detectado ?				Delimitada ?
69	out-16	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1300	1950	Sim	Não	10,0	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim	Sim			Sim
70	jul-17	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	1300	1950	Sim	Não	10,0	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim	Sim			Sim
71	fev-18	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	1300	1950	Sim	Não	10,0	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim	Sim			Sim
72	out-12	Franca	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	600	1977	Sim	Não	9,0	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
73	out-12	Franca	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não	Não	600	1977	Sim	Não	9,0	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
74	jul-13	Franca	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	600	1977	Sim	Não	9,0	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
75	set-13	Franca	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	600	1977	Sim	Não	9,0	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
76	nov-13	Franca	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	600	1977	Sim	Não	9,0	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
77	abr-15	Franca	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	Sim	600	1977	Sim	Não	9,0	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
78	out-15	Franca	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	600	1977	Sim	Não	9,0	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
79	mar-16	Franca	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim	600	1977	Sim	Não	9,0	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
80	jun-16	Franca	Não	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	600	1978	Sim	Não	9,0	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
81	ago-16	Franca	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	600	1979	Sim	Não	9,0	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
82	mai-17	Franca	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	600	1977	Sim	Não	9,0	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
83	mai-12	Osasco	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não	Não	1280	1997	Sim	Não	1,1	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim
84	jul-13	Osasco	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim	1280	1997	Sim	Não	1,1	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
85	dez-13	Osasco	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim	1280	1997	Sim	Não	1,1	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
86	mai-14	Osasco	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	1280	1997	Sim	Não	1,1	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
87	out-14	Osasco	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	1280	1997	Sim	Não	1,1	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
88	jun-15	Osasco	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	1280	1997	Sim	Não	1,1	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
89	out-15	Osasco	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	1280	1997	Sim	Não	1,1	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
90	nov-07	Cubatão	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	9000	2004	Sim	Não	1,0	Não	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não
91	jan-08	Cubatão	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	9000	2004	Sim	Não	1,0	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
92	ago-08	Cubatão	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não	Não	9000	2004	Sim	Não	1,0	Não	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
93	mar-12	Cubatão	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	9000	2004	Sim	Não	1,0	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
94	ago-12	Cubatão	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	9000	2004	Sim	Não	1,0	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
95	jan-14	Cubatão	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim	Não	9000	2004	Sim	Não	1,0	Não	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
96	fev-14	Cubatão	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim	Não	9000	2004	Sim	Não	1,0	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
97	mar-14	Cubatão	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	9000	2004	Sim	Não	1,0	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
98	ago-14	Cubatão	Não	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	9000	2004	Sim	Não	1,0	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
99	nov-14	Cubatão	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	9000	2004	Sim	Não	1,0	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
100	dez-15	Cubatão	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	9000	2004	Sim	Não	1,0	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
101	mai-16	Cubatão	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	9000	2004	Sim	Não	1,0	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
102	abr-07	Limeira	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	916	1979	Não	Sim	10,0	Sim	Não	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
103	out-07	Limeira	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não	Não	916	1979	Não	Sim	10,0	Sim	Não	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
104	nov-07	Limeira	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	916	1979	Não	Sim	10,0	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
105	abr-08	Limeira	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	916	1979	Não	Sim	10,0	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
106	jul-08	Limeira	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	916	1979	Não	Sim	10,0	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
107	dez-08	Limeira	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	916	1979	Não	Sim	10,0	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
108	jun-09	Limeira	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	916	1979	Não	Sim	10,0	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
109	dez-09	Limeira	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	916	1979	Não	Sim	10,0	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
110	jun-09	Limeira	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	916	1979	Não	Sim	10,0	Não	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
111	ago-09	Limeira	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	916	1979	Não	Sim	10,0	Não	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
112	nov-09	Limeira	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	916	1979	Não	Sim	10,0	Não	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
113	fev-10	Limeira	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	916	1979	Não	Sim	10,0	Não	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
114	mai-10	Limeira	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	916	1979	Não	Sim	10,0	Não	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
115	dez-10	Limeira	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	916	1979	Não	Sim	10,0	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
116	jan-11	Limeira	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	916	1979	Não	Sim	10,0	Não	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
117	mai-11	Limeira	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	916	1979	Não	Sim	10,0	Não	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
118	jul-11	Limeira	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim	916	1979	Não	Sim	10,0	Não	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
119	nov-11	Limeira	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim	916	1979	Não	Sim	10,0	Não	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
120	mai-12	Limeira	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	916	1979	Não	Sim	10,0	Não	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
121	set-12	Limeira	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	916	1979	Não	Sim	10,0	Não	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
122	mar-13	Limeira	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	916	1979	Não	Sim	10,0	Não	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
123	mai-16	Limeira	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	916	1979	Não	Sim	10,0	Não	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
124	dez-16	Limeira	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	916	1979	Não	Sim	10,0	Não	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
125	nov-09	São Paulo	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não	Não	917	1970	Sim	Não	4,0						Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
126	out-12	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	Não	917	1970	Sim	Não	4,0						Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
127	jan-13	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	917	1970	Sim	Não	4,0						Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
128	mar-13	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	917	1970	Sim	Não	4,0						Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
129	mai-13	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	917	1970	Sim	Não	4,0						Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
130	ago-13	São Paulo	Não	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	917	1970	Sim	Não	4,0						Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
131	set-13	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	Não	917	1970	Sim	Não	4,0						Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
132	dez-13	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	917	1970	Sim	Não	4,0						Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
133	mar-14	São Paulo	Não	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	917	1970	Sim	Não	4,0						Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
134	mai-14	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	917	1970	Sim	Não	4,0						Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
135	ago-14	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	917	1970	Sim	Não	4,0						Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
136	fev-15	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	917	1970	Sim	Não	4,0						Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

ID	Data Registro	IDENTIFICAÇÃO Cidade	GERENC CONAMA / CETESB						DADOS DO POSTO		Contexto geológico			FASE VAPOR		FASE RETIDA		LNAPL		Dissolv		Remediação Z Nsatu?	Remediação Z Sat?	
			AvP	IC	ID	Artx	PI	REM	ME	Área m2	Data instala	Sed.	Rocha alterada	ZN Sat (m)	Detectado ?	Delimitado ?	Detectado ?	Delimitado ?	Detectado ?	Delimit ?	Detectado ?			Delimitada ?
137	mar-15	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	917	1970	Sim	Não	4,0										
138	jun-15	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	917	1970	Sim	Não	4,0							Sim	Sim		
139	ago-15	São Paulo	Não	Não	Sim	Não	Não	Não	Sim	917	1970	Sim	Não	4,0							Sim	Sim		
140	nov-15	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	917	1970	Sim	Não	4,0							Sim	Sim		
141	out-99	São Paulo	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	1135	1973	Sim	Não	1,8										
142	out-01	São Paulo	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não	Não	1135	1973	Sim	Não	1,8	Sim				Sim	Não	Sim	Sim		
143	out-02	São Paulo	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não	Não	1135	1973	Sim	Não	1,8	Sim	Não			Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Não
144	mai-05	São Paulo	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não	Não	1135	1973	Sim	Não	1,8	Sim	Não			Sim	Não	Sim	Sim		
145	mar-06	São Paulo	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não	Não	1135	1973	Sim	Não	1,8	Sim	Não			Sim	Não	Sim	Sim		
146	fev-07	São Paulo	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	1135	1974	Sim	Não	1,8	Sim	Não			Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	
147	mai-07	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	1135	1975	Sim	Não	1,8	Sim	Não			Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não
148	abr-07	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	1135	1976	Sim	Não	1,8	Sim	Não			Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não
149	jun-07	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	1135	1973	Sim	Não	1,8	Sim	Não			Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não
150	ago-07	São Paulo	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não	Não	1135	1973	Sim	Não	1,8	Não	Não			Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não
151	mai-08	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	1135	1973	Sim	Não	1,8					Sim	Não	Sim	Sim		
152	nov-08	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	1135	1973	Sim	Não	1,8	Não	Não			Sim	Não	Sim	Sim		
153	jun-09	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	1135	1973	Sim	Não	1,8	Não	Não			Sim	Não	Sim	Sim		
154	dez-09	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	1135	1973	Sim	Não	1,8	Não	Não			Sim	Não	Sim	Sim		
155	ago-10	São Paulo	Não	Não	Sim	Não	Sim	Não	Não	1135	1973	Sim	Não	1,8	Não	Não			Sim	Não	Sim	Sim		
156	out-10	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim	1135	1973	Sim	Não	1,8	Não	Não			Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
157	dez-10	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1135	1973	Sim	Não	1,8	Não	Não			Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
158	fev-12	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	1135	1973	Sim	Não	1,8	Não	Não			Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
159	abr-12	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	1135	1973	Sim	Não	1,8	Não	Não			Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
160	jun-12	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim	1135	1973	Sim	Não	1,8	Não	Não			Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
161	ago-12	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	1135	1973	Sim	Não	1,8	Não	Não			Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
162	fev-13	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1135	1973	Sim	Não	1,8					Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
163	mar-13	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	1135	1973	Sim	Não	1,8					Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
164	jun-00	São Paulo	Sim	Sim	Não	Sim	Não	Não	Não	450	1970	Sim	Não	4,0										
165	jun-01	São Paulo	Não	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	450	1970	Sim	Não	4,0										
166	abr-03	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	Não	450	1970	Sim	Não	4,0	Sim				Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
167	jul-03	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim	Sim	450	1970	Sim	Não	4,0	Sim	Sim			Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
168	dez-03	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	450	1970	Sim	Não	4,0	Sim	Sim			Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
169	jan-04	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	450	1970	Sim	Não	4,0	Sim	Sim			Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
170	mar-04	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	450	1970	Sim	Não	4,0	Sim	Sim			Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
171	mai-04	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	450	1970	Sim	Não	4,0	Sim	Sim			Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
172	jul-04	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	450	1970	Sim	Não	4,0	Sim	Sim			Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
173	set-04	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	450	1970	Sim	Não	4,0	Sim	Sim			Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
174	nov-04	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	450	1970	Sim	Não	4,0	Sim	Sim			Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
175	jan-05	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	450	1970	Sim	Não	4,0	Sim	Sim			Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
176	mar-05	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	450	1970	Sim	Não	4,0	Sim	Sim			Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
177	mai-05	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	450	1970	Sim	Não	4,0	Sim	Sim			Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
178	jul-05	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	450	1970	Sim	Não	4,0	Sim	Sim			Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
179	set-05	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	450	1970	Sim	Não	4,0	Sim	Sim			Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
180	nov-05	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	450	1970	Sim	Não	4,0	Sim	Sim			Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
181	jan-06	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	450	1970	Sim	Não	4,0	Sim	Sim			Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
182	jun-06	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	450	1970	Sim	Não	4,0	Sim	Sim			Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
183	fev-07	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	450	1970	Sim	Não	4,0	Sim	Sim			Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
184	mar-07	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	450	1970	Sim	Não	4,0	Sim	Sim			Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
185	abr-07	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	450	1970	Sim	Não	4,0	Sim	Sim			Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
186	mai-07	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	450	1970	Sim	Não	4,0	Sim	Sim			Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
187	jun-07	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	450	1970	Sim	Não	4,0	Sim	Sim			Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
188	jul-07	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	450	1970	Sim	Não	4,0	Sim	Sim			Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
189	ago-07	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	450	1970	Sim	Não	4,0	Sim	Sim			Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
190	set-07	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	450	1970	Sim	Não	4,0	Sim	Sim			Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
191	out-07	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	450	1970	Sim	Não	4,0	Sim	Sim			Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
192	nov-07	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	450	1970	Sim	Não	4,0	Sim	Sim			Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
193	dez-07	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	450	1970	Sim	Não	4,0	Sim	Sim			Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
194	jan-08	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	450	1970	Sim	Não	4,0	Sim	Sim			Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
195	fev-08	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	450	1970	Sim	Não	4,0	Não	Não			Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
196	mar-08	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	450	1970	Sim	Não	4,0	Não	Não			Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
197	abr-08	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	450	1970	Sim	Não	4,0	Não	Não			Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
198	mai-08	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	450	1970	Sim	Não	4,0	Não	Não			Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
199	jun-08	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	450	1970	Sim	Não	4,0	Não	Não			Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
200	jul-08	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	450	1970	Sim	Não	4,0	Não	Não			Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
201	ago-08	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	450	1970	Sim	Não	4,0	Não	Não			Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
202	set-08	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	450	1970	Sim	Não	4,0	Não	Não			Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
203	out-08	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	450	1970	Sim	Não	4,0	Não	Não			Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
204	nov-08	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	450	1970	Sim	Não	4,0	Não	Não			Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim

ID	Data Registro	Cidade	IDENTIFICAÇÃO						GERENC CONAMA / CETESB		DADOS DO POSTO		Contexto geológico			FASE VAPOR		FASE RETIDA		LNAPL		Dissolv		Remediação ?	Remediação Z Nsatu?	Remediação Z Sat?
			AvP	IC	ID	Artx	PI	REM	ME	Área m2	Data instala	Sed.	Rocha alterada	ZN Sat (m)	Detectado ?	Delimitado ?	Detectado ?	Delimitado ?	Detectado ?	Delimitado ?	Detectado ?	Delimitado ?				
205	dez-08	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	450	1970	Sim	Não	4,0	Não	Não	Não	Não	Sim							
206	mar-09	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	450	1970	Sim	Não	4,0	Não	Não	Não	Não	Sim							
207	mar-10	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	450	1970	Sim	Não	4,0	Não	Não	Não	Não	Sim							
208	set-10	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	450	1970	Sim	Não	4,0	Não	Não	Não	Não	Sim							
209	mai-11	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	450	1970	Sim	Não	4,0	Não	Não	Não	Não	Sim							
210	jun-13	São Paulo	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não	Sim	450	1970	Sim	Não	2,2	Sim	Não	Não	Não	Sim							
211	set-13	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	450	1970	Sim	Não	2,2	Sim	Não	Não	Não	Sim							
212	mar-03	São Sebastião	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	1064	1989	Sim	Não	1,0	Sim	Não	Não	Não	Sim							
213	nov-03	São Sebastião	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não	Não			Sim	Não	1,0	Sim	Não	Não	Não	Sim				Sim			
214	mar-04	São Sebastião	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim	Não			Sim	Não	1,0	Sim	Não	Não	Não	Sim				Sim			
215	jul-06	São Sebastião	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não			Sim	Não	1,0	Sim	Não	Não	Não	Sim				Sim			
216	dez-06	São Sebastião	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim			Sim	Não	1,0	Sim	Não	Não	Não	Sim				Sim			
217	jun-07	São Sebastião	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim			Sim	Não	1,0	Sim	Não	Não	Não	Sim				Sim			
218	dez-07	São Sebastião	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim			Sim	Não	1,0	Sim	Não	Não	Não	Sim				Sim			
219	jun-08	São Sebastião	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim			Sim	Não	1,0	Sim	Não	Não	Não	Sim				Sim			
220	abr-04	Atibaia	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	9000	2000	Não	Sim	6,5	Sim	Não	Não	Não	Sim				Sim			
221	jun-04	Atibaia	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	9000	2000	Não	Sim	6,5	Não	Não	Não	Não	Sim				Sim			
222	nov-07	Atibaia	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não	Sim	9000	2000	Não	Sim	6,5	Sim	Não	Não	Não	Sim				Sim			
223	dez-07	São Paulo	Sim	Sim	Não	Não	Não	Sim	Sim	770	1993	Sim	Não	1,3	Sim	Não	Não	Não	Sim				Sim			
224	dez-00	Sorocaba	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	Sim	700	1998	Sim	Não	1,3	Sim	Não	Não	Sim				Sim				
225	mar-01	Sorocaba	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	Sim	700	1998	Sim	Não	1,3	Sim	Não	Não	Sim				Sim				
226	nov-01	Sorocaba	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	700	1998	Sim	Não	1,3	Sim	Não	Não	Sim				Sim				Sim
227	abr-02	Sorocaba	Não	Não	Não	Sim	Não	Não	Sim	700	1998	Sim	Não	1,3	Sim	Não	Não	Sim				Sim				
228	jul-02	Sorocaba	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	700	1998	Sim	Não	1,3	Sim	Não	Não	Sim				Sim				Sim
229	ago-02	Sorocaba	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	700	1998	Sim	Não	1,3	Sim	Não	Não	Sim				Sim				Sim
230	set-02	Sorocaba	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	700	1998	Sim	Não	1,3	Sim	Não	Não	Sim				Sim				Sim
231	out-02	Sorocaba	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	700	1998	Sim	Não	1,3	Sim	Não	Não	Sim				Sim				Sim
232	nov-02	Sorocaba	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	700	1998	Sim	Não	1,3	Sim	Não	Não	Sim				Sim				Sim
233	dez-02	Sorocaba	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	700	1998	Sim	Não	1,3	Sim	Não	Não	Sim				Sim				Sim
234	jan-03	Sorocaba	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	700	1998	Sim	Não	1,3	Sim	Não	Não	Sim				Sim				Sim
235	fev-03	Sorocaba	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	700	1998	Sim	Não	1,3	Sim	Não	Não	Sim				Sim				Sim
236	mar-03	Sorocaba	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	700	1998	Sim	Não	1,3	Sim	Não	Não	Sim				Sim				Sim
237	abr-03	Sorocaba	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	700	1998	Sim	Não	1,3	Sim	Não	Não	Sim				Sim				Sim
238	mai-03	Sorocaba	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	700	1998	Sim	Não	1,3	Sim	Não	Não	Sim				Sim				Sim
239	jun-03	Sorocaba	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	700	1998	Sim	Não	1,3	Sim	Não	Não	Sim				Sim				Sim
240	jul-03	Sorocaba	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	700	1998	Sim	Não	1,3	Sim	Não	Não	Sim				Sim				Sim
241	ago-03	Sorocaba	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	700	1998	Sim	Não	1,3	Sim	Não	Não	Sim				Sim				Sim
242	set-03	Sorocaba	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	700	1998	Sim	Não	1,3	Sim	Não	Não	Sim				Sim				Sim
243	out-03	Sorocaba	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	700	1998	Sim	Não	1,3	Sim	Não	Não	Sim				Sim				Sim
244	nov-03	Sorocaba	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	700	1998	Sim	Não	1,3	Sim	Não	Não	Sim				Sim				Sim
245	dez-03	Sorocaba	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	700	1998	Sim	Não	1,3	Sim	Não	Não	Sim				Sim				Sim
246	jan-04	Sorocaba	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	700	1998	Sim	Não	1,3	Sim	Não	Não	Sim				Sim				Sim
247	fev-04	Sorocaba	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	700	1998	Sim	Não	1,3	Sim	Não	Não	Sim				Sim				Sim
248	mar-04	Sorocaba	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	700	1998	Sim	Não	1,3	Sim	Não	Não	Sim				Sim				Sim
249	abr-04	Sorocaba	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	700	1998	Sim	Não	1,3	Sim	Não	Não	Sim				Sim				Sim
250	mai-04	Sorocaba	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	700	1998	Sim	Não	1,3	Sim	Não	Não	Sim				Sim				Sim
251	ago-04	Sorocaba	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	700	1998	Sim	Não	1,3	Sim	Não	Não	Sim				Sim				Sim
252	set-04	Sorocaba	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	700	1998	Sim	Não	1,3	Sim	Não	Não	Sim				Sim				Sim
253	out-04	Sorocaba	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	700	1998	Sim	Não	1,3	Sim	Não	Não	Sim				Sim				Sim
254	nov-04	Sorocaba	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	700	1998	Sim	Não	1,3	Sim	Não	Não	Sim				Sim				Sim
255	dez-04	Sorocaba	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não	Sim	700	1998	Sim	Não	1,3	Sim	Não	Não	Sim				Sim				Sim
256	fev-03	Cabrália Paulista	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	20000	1972	Não	Sim	5,0	Não	Não	Não	Não	Sim				Sim			
257	abr-03	São Paulo	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	907	1973	Sim	Não	4,0	Sim	Não	Não	Não	Sim				Sim			
258	abr-09	São Paulo	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não	Não	907	1973	Sim	Não	4,0	Sim	Não	Não	Não	Sim				Sim			Não
259	out-09	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	907	1973	Sim	Não	4,0	Sim	Não	Não	Não	Sim				Sim			
260	abr-10	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	907	1973	Sim	Não	4,0	Sim	Não	Não	Não	Sim				Sim			
261	out-10	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	907	1973	Sim	Não	4,0	Sim	Não	Não	Não	Sim				Sim			
262	abr-11	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	907	1973	Sim	Não	4,0	Sim	Não	Não	Não	Sim				Sim			
263	fev-03	São Paulo	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	252	1963	Sim	Não	3,0	Sim	Não	Não	Não	Sim				Sim			Não
264	mar-10	São Paulo	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não	Não	252	1963	Sim	Não	3,0	Sim	Não	Não	Não	Sim				Sim			Não
265	jun-12	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	252	1963	Sim	Não	3,0	Sim	Não	Não	Não	Sim				Sim			Não
266	fev-13	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	252	1963	Sim	Não	3,0	Sim	Não	Não	Não	Sim				Sim			Não
267	set-13	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	252	1963	Sim	Não	3,0	Sim	Não	Não	Não	Sim				Sim			Não
268	jul-13	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	252	1963	Sim	Não	3,0	Sim	Não	Não	Não	Sim				Sim			Não
269	jul-13	Sumaré	Não	Sim	Não	Não	Não	Sim	Não	1250	1995	Sim	Não	6,3	Sim	Não	Não	Não	Sim				Sim			Não
270	ago-13	Sumaré	Não	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	1250	1995	Sim	Não	6,3	Não	Não	Não	Não	Sim				Sim			Não
271	ago-14	Sumaré	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	1250	1995	Sim	Não	6,3	Não	Não	Não	Não	Sim				Sim			Não
272	out-14	Sumaré	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	1250	1995	Sim	Não	6,3	Não	Não	Não	Não	Sim				Sim			Não

ID	Data Registro	IDENTIFICAÇÃO		GERENC CONAMA / CETESB						DADOS DO POSTO		Contexto geológico			FASE VAPOR		FASE RETIDA		LNAPL		Dissolv		Remediação ?	Remediação Z Nsatu?	Remediação Z Sat?
		Cidade	AvP	IC	ID	Artx	PI	REM	ME	Área m2	Data instala	Sed.	Rocha alterada	ZN Sat (m)	Detectado ?	Delimitado ?	Detectado ?	Delimitado ?	Detectado ?	Delimit ?	Detectado ?	Delimitada ?			
273	abr-15	Sumaré	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	1250	1995	Sim	Não	6,3	Não	Não			Não	Não	Sim	Não			
274	jan-16	Sumaré	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	1250	1995	Sim	Não	6,3	Não	Não			Não	Não	Sim	Sim			
275	mar-16	Sumaré	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	1250	1995	Sim	Não	6,3	Não	Não			Não	Não	Sim	Sim			
276	dez-16	Sumaré	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	1250	1995	Sim	Não	6,3	Não	Não			Não	Não	Sim	Sim			
277	ago-09	São Paulo	Não	Sim	Não	Não	Não	Sim	Não	920	1977	Sim	Não	1,2							Sim	Sim		Sim	
278	jun-12	São Paulo	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não	Sim	920	1977	Sim	Não	1,2							Sim	Sim			
279	mar-13	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	Não	920	1977	Sim	Não	1,2	Sim				Sim	Sim	Sim	Não			
280	mar-13	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	Não	920	1977	Sim	Não	1,2	Sim				Sim	Sim	Sim	Sim			
281	out-13	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	920	1977	Sim	Não	1,2					Sim	Sim	Sim	Sim			
282	mai-14	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	920	1977	Sim	Não	1,2							Sim	Sim			
283	out-14	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	920	1977	Sim	Não	1,2							Sim	Sim			
284	mai-15	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	920	1977	Sim	Não	1,2							Sim	Sim			
285	nov-15	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	920	1977	Sim	Não	1,2							Sim	Sim			
286	fev-16	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	920	1977	Sim	Não	1,2							Sim	Sim			
287	jul-07	Campinas	Não	Sim	Não	Não	Não	Sim	Não	380	1975	Sim	Não	2,7	Sim				Não	Não	Sim	Sim		Sim	
288	ago-11	Campinas	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não	Sim	380	1975	Sim	Não	2,7							Sim	Sim			
289	out-11	Campinas	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	380	1975	Sim	Não	2,7							Sim	Sim			
290	abr-14	Campinas	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	380	1975	Sim	Não	2,7							Sim	Sim			
291	dez-14	Campinas	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	380	1975	Sim	Não	2,7							Sim	Sim			
292	fev-02	São Paulo	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	300	1980	Sim	Não	8,2	Sim				Não	Não	Sim	Sim			
293	jun-02	São Paulo	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não	Não	300	1980	Sim	Não	8,2	Sim				Não	Não	Sim	Sim			
294	fev-05	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	300	1980	Sim	Não	8,2							Sim	Sim			
295	mar-07	São Paulo	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não	Não	300	1980	Sim	Não	8,2	Sim				Não	Não	Sim	Sim			
296	jul-07	São Paulo	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não	Não	300	1980	Sim	Não	8,2	Sim				Não	Não	Sim	Sim			
297	ago-08	São Paulo	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não	Não	300	1980	Sim	Não	8,2	Sim				Não	Não	Sim	Sim			
298	jul-04	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	Não	300	1980			8,2											
299	dez-04	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	300	1980			8,2										Sim	
300	set-06	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	300	1980			8,2							Sim	Sim		Sim	
301	nov-06	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	300	1980			8,2							Sim	Sim		Sim	
302	mar-07	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	300	1980			8,2							Sim	Sim		Sim	
303	jun-07	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	300	1980			8,2							Sim	Sim		Sim	
304	set-07	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	300	1980			8,2							Sim	Sim		Sim	
305	dez-07	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	300	1980			8,2							Sim	Sim		Sim	
306	abr-08	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	300	1980			8,2							Sim	Sim		Sim	
307	jul-08	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	300	1980			8,2							Sim	Sim		Sim	
308	out-08	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	300	1980			8,2							Sim	Sim		Sim	
309	jan-09	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	300	1980			8,2							Sim	Sim		Sim	
310	abr-09	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	300	1980			8,2							Sim	Sim		Sim	
311	ago-09	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	300	1980			8,2							Sim	Sim		Sim	
312	nov-09	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	300	1980			8,2							Sim	Sim		Sim	
313	fev-10	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	300	1980			8,2							Sim	Sim		Sim	
314	mai-10	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	300	1980			8,2							Sim	Sim		Sim	
315	set-10	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	300	1980			8,2							Sim	Sim		Sim	
316	dez-10	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	300	1980			8,2							Sim	Sim		Sim	
317	mar-11	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	300	1980			8,2							Sim	Sim		Sim	
318	jun-11	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	300	1980			8,2							Sim	Sim		Sim	
319	set-11	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	300	1980			8,2							Sim	Sim		Sim	
320	jan-12	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	300	1980			8,2							Sim	Sim		Sim	
321	abr-12	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	300	1980			8,2							Sim	Sim		Sim	
322	jul-12	São Paulo	Não	Não	Sim	Não	Sim	Sim	Não	300	1980			8,2			Sim	Sim			Sim	Sim		Sim	
323	out-12	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	300	1980			8,2							Sim	Sim		Sim	
324	mar-13	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	300	1980			10,0							Sim	Sim			
325	out-13	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	300	1980			10,0							Sim	Sim			
326	abr-14	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	300	1980			10,0							Sim	Sim			
327	out-14	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	300	1980			10,0							Sim	Sim			
328	out-04	São Paulo	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	8000	1966	Não	Sim	6,5	Sim				Não	Não	Sim	Sim			
329	dez-04	São Paulo	Não	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	8000	1966	Não	Sim	6,5	Sim				Não	Não	Sim	Sim			
330	jan-05	São Paulo	Não	Não	Não	Sim	Não	Não	Sim	8000	1966	Não	Sim	6,5	Sim				Não	Não	Sim	Sim			
331	fev-05	Rio claro	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	1690	1999	Não	Sim	11,0					Não	Não	Sim	Sim			
332	mar-06	Rio claro	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não	Não	1690	1999	Não	Sim	11,0	Não				Não	Não	Sim	Sim			
333	jan-07	Rio claro	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim	Não	1690	1999	Não	Sim	11,0	Não				Não	Não	Sim	Sim		Sim	
334	fev-07	Rio claro	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1690	1999	Não	Sim	11,0	Sim				Não	Não	Sim	Sim		Sim	
335	mar-07	Rio claro	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1690	1999	Não	Sim	11,0	Sim				Não	Não	Sim	Sim		Sim	
336	abr-07	Rio claro	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1690	1999	Não	Sim	11,0	Sim				Não	Não	Sim	Sim		Sim	
337	mai-07	Rio claro	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1690	1999	Não	Sim	11,0	Não				Não	Não	Sim	Sim		Sim	
338	jun-07	Rio claro	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1690	1999	Não	Sim	11,0	Não				Não	Não	Sim	Sim		Sim	
339	jul-07	Rio claro	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1690	1999	Não	Sim	11,0	Não				Não	Não	Sim	Sim		Sim	
340	jul-07	Rio claro	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1690	1999	Não	Sim	11,0	Não				Não	Não	Sim	Sim		Sim	

ID	Data Registro	Cidade	GERENC CONAMA / CETESB						DADOS DO POSTO		Contexto geológico			FASE VAPOR		FASE RETIDA		LNAPL		Dissolv		Remediação ?	Remediação Z Nsatu?	Remediação Z Sat?	
			AvP	IC	ID	Artx	PI	REM	ME	Área m2	Data instala	Sed.	Rocha alterada	ZN Sat (m)	Detectado ?	Delimitado ?	Detectado ?	Delimitado ?	Detectado ?	Delimit ?	Detectado ?				Delimitada ?
341	jun-09	Rio claro	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	1690	1999	Não	Sim	10,5	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não	
342	out-09	Rio claro	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	1690	1999	Não	Sim	10,5	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não	
343	mar-10	Rio claro	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	1690	1999	Não	Sim	10,5	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não	
344	jul-10	Rio claro	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	1690	1999	Não	Sim	10,5	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não	
345	jun-10	São Paulo	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	1280	2002	Sim	Não	5,0	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não			
346	jun-10	São Paulo	Não	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	1280	2002	Sim	Não	5,0	Sim	Não	Sim	Não	Não	Não	Sim	Não			
347	dez-12	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	1280	2002	Sim	Não	5,0	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não			
348	abr-13	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	1280	2002	Sim	Não	5,0	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não			
349	jul-15	São Paulo	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Não	1280	2002	Sim	Não	5,0	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não			
350	jul-15	São Paulo	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	1280	2002	Sim	Não	5,0	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não			
351	fev-16	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1280	2002	Sim	Não	4,2	Não	Não	Não	Não	Não	Não		Sim	Sim		
352	jan-17	São Paulo	Não	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	1280	2002	Sim	Não	4,2	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não			
353	mar-17	São Paulo	Não	Não	Não	Sim	Não	Não	Sim	1280	2002	Sim	Não	4,2	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não			
354	fev-05	Limeira	Não	Sim	Não	Não	Não	Sim	Não	2000	2002	Sim	Não	7,5								Sim	Sim		
355	mai-05	Limeira	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	2000	2002	Sim	Não	7,5	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não			
356	mar-06	Limeira	Não	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	2000	2002	Sim	Não	7,5							Sim	Sim			
357	jun-06	Limeira	Não	Não	Não	Sim	Não	Não	Não	2000	2002	Sim	Não	7,5							Sim	Sim			
358	mai-07	Limeira	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	2000	2002	Sim	Não	7,5	Sim	Sim					Sim	Sim			
359	ago-07	Limeira	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	2000	2002	Sim	Não	7,5	Sim	Sim			Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	
360	set-07	Limeira	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	2000	2002	Sim	Não	7,5	Sim	Sim			Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
361	nov-07	Limeira	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	2000	2002	Sim	Não	7,5	Sim	Sim			Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
362	fev-08	Limeira	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	2000	2002	Sim	Não	7,5	Sim	Sim			Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
363	mar-08	Limeira	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	2000	2002	Sim	Não	7,5	Sim	Sim			Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
364	mar-08	Limeira	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	2000	2002	Sim	Não	7,5	Sim	Sim			Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
365	jun-08	Limeira	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	2000	2002	Sim	Não	7,5	Sim	Sim			Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
366	jul-08	Limeira	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	2000	2002	Sim	Não	7,5	Sim	Sim			Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
367	dez-08	Limeira	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	2000	2002	Sim	Não	7,5	Sim	Sim			Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
368	jun-09	Limeira	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	2000	2002	Sim	Não	7,5	Sim	Sim			Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
369	nov-09	Limeira	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	2000	2002	Sim	Não	7,5	Sim	Sim			Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
370	ago-10	Limeira	Não	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	2000	2002	Sim	Não	7,8	Sim	Sim			Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
371	nov-10	Limeira	Não	Não	Sim	Não	Sim	Não	Não	2000	2002	Sim	Não	7,8	Sim	Sim			Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
372	jun-11	Limeira	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	2000	2002	Sim	Não	7,8	Sim	Sim			Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
373	ago-11	Limeira	Não	Não	Sim	Não	Não	Não	Sim	2000	2002	Sim	Não	7,8	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
374	out-11	Limeira	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim	2000	2002	Sim	Não	7,8	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
375	jan-04	Salto	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	3000	2000	Sim	Não	7,5									Sim	Sim	
376	mar-04	Salto	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	3000	2000	Sim	Sim	7,5									Sim	Sim	
377	mar-07	Salto	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não	Sim	3000	2000	Sim	Sim	7,5	Não	Não			Não	Não	Sim	Sim			
378	mar-04	São Paulo	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	600	1972	Sim	Não	8,2	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não			
379	abr-04	São Paulo	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não	Não	600	1972	Sim	Não	8,2	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim			
380	jul-04	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	600	1972	Sim	Não	6,7	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não
381	abr-04	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	600	1972	Sim	Não	6,7	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
382	mai-04	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	600	1972	Sim	Não	6,7	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
383	jun-04	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	600	1972	Sim	Não	6,7	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
384	jul-04	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	600	1972	Sim	Não	6,7	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
385	ago-04	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	600	1972	Sim	Não	6,7	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
386	set-04	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	600	1972	Sim	Não	6,7	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
387	out-04	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	600	1972	Sim	Não	6,7	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
388	nov-04	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	600	1972	Sim	Não	6,7	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
389	dez-04	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	600	1972	Sim	Não	6,7	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
390	jan-05	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	600	1972	Sim	Não	6,7	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
391	mai-05	São Paulo	Não	Não	Sim	Não	Não	Não	Sim	600	1972	Sim	Não	6,7	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
392	mai-05	São Paulo	Não	Não	Não	Sim	Não	Não	Sim	600	1972	Sim	Não	6,7	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
393	fev-03	São Paulo	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	2700	1971	Sim	Não	0,9	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não	Sim	Não			
394	jul-04	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	2700	1971	Sim	Não	0,9	Sim	Sim						Sim	Sim		
395	set-06	São Paulo	Não	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	2700	1971	Sim	Não	0,9	Sim	Não			Não	Não	Sim	Sim			
396	fev-07	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	2700	1971	Sim	Não	0,9	Sim	Sim						Sim			Sim
397	mar-07	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	2700	1971	Sim	Não	0,9	Sim	Sim			Sim	Sim	Sim	Sim			
398	mar-07	São Paulo	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não	Não	2700	1971	Sim	Não	0,9	Sim	Sim			Sim	Sim	Sim	Sim			
399	abr-07	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	2700	1971	Sim	Não	0,9	Sim	Sim						Sim	Sim		
400	mai-07	São Paulo	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não	Não	2700	1971	Sim	Não	0,9	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim			
401	fev-08	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	2700	1971	Sim	Não	0,9	Sim	Sim			Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
402	fev-08	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	2700	1971	Sim	Não	0,9	Sim	Sim			Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
403	mar-08	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	2700	1971	Sim	Não	0,9	Sim	Sim			Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
404	abr-08	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	2700	1971	Sim	Não	0,9	Sim	Sim			Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
405	jul-08	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	2700	1971	Sim	Não	0,9	Sim	Sim			Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
406	ago-08	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	2700	1971	Sim	Não	0,9	Sim	Sim			Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
407	set-08	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	2700	1971	Sim	Não	0,9	Sim	Sim			Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
408	nov-08	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	2700	1971	Sim	Não	0,9	Sim	Sim			Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

ID	Data Registro	IDENTIFICAÇÃO Cidade	GERENC CONAMA / CETESB						DADOS DO POSTO		Contexto geológico			FASE VAPOR		FASE RETIDA		LNAPL		Dissolv		Remediação Z Nsatu?	Remediação Z Sat?	Remediação Z Sat?	
			AvP	IC	ID	Artx	PI	REM	ME	Área m2	Data instala	Sed.	Rocha alterada	ZN Sat (m)	Detectado ?	Delimitado ?	Detectado ?	Delimitado ?	Detectado ?	Delimit ?	Detectado ?				Delimitada ?
477	jul-06	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	500	1972	Sim	Não		Sim	Não			Sim	Sim					Sim
478	ago-06	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	500	1972	Sim	Não		Sim	Não			Sim	Sim					Sim
479	set-06	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	500	1972	Sim	Não		Sim	Não			Sim	Sim					Sim
480	out-06	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	500	1972	Sim	Não		Sim	Não			Sim	Sim					Sim
481	nov-06	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	500	1972	Sim	Não		Sim	Não			Sim	Sim					Sim
482	dez-06	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	500	1972	Sim	Não		Sim	Não			Sim	Sim					Sim
483	jul-07	Mogi das Cruzes	Não	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não	13250	1997	Sim	Não	1,9	Não	Não	Sim	Não	Não	Não	Sim	Não			
484	out-07	Mogi das Cruzes	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	13250	1997	Sim	Não	1,9							Sim	Não	Sim		
485	abr-08	Mogi das Cruzes	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não	Não	13250	1997	Sim	Não	1,9	Não	Não	Sim	Não			Sim	Não			
486	nov-09	Mogi das Cruzes	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não	Não	13250	1997	Sim	Não	2,0	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim			
487	ago-10	Mogi das Cruzes	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim	Não	13250	1997	Sim	Não	2,0	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim			
488	set-10	Mogi das Cruzes	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	13250	1997	Sim	Não		Não	Não				Sim	Sim				
489	nov-10	Mogi das Cruzes	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	13250	1997	Sim	Não							Sim	Sim				Sim
490	jun-11	Mogi das Cruzes	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	13250	1997	Sim	Não							Sim	Sim				Sim
491	set-11	Mogi das Cruzes	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	13250	1997	Sim	Não							Sim	Sim				Sim
492	mai-12	Mogi das Cruzes	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não	Sim	13250	1997	Sim	Não		Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
493	mar-08	São Paulo	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	46000	1979	Sim	Não												
494	ago-08	São Paulo	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não	Não	46000	1979	Sim	Não	4,3	Sim	Não	Sim	Não			Sim	Não			
495	jul-09	São Paulo	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não	Não	46000	1979	Sim	Não								Sim	Não			
496	dez-10	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	46000	1979	Sim	Não								Sim	Não			
497	abr-11	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	46000	1979	Sim	Não								Sim	Não			
498	out-11	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	46000	1979	Sim	Não								Sim	Não			
499	abr-12	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	46000	1979	Sim	Não								Sim	Não			
500	mai-00	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	700	1967	Sim	Não										Sim		Sim
501	jul-03	São Paulo	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não	700	1967	Sim	Não	7,6	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim		Sim
502	abr-05	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim	Não	700	1967	Sim	Não								Sim	Não			
503	jun-05	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	700	1967	Sim	Não								Sim	Não			Sim
504	jul-05	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	700	1967	Sim	Não								Sim	Não			Sim
505	ago-05	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	700	1967	Sim	Não								Sim	Não			Sim
506	set-05	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	700	1967	Sim	Não								Sim	Não			Sim
507	out-05	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	700	1967	Sim	Não								Sim	Não			Sim
508	nov-05	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	700	1967	Sim	Não								Sim	Não			Sim
509	dez-05	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	700	1967	Sim	Não								Sim	Não			Sim
510	jan-06	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	700	1967	Sim	Não								Sim	Não			Sim
511	fev-06	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	700	1967	Sim	Não								Sim	Não			Sim
512	mai-06	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	700	1967	Sim	Não	7,6	Sim	Não	Sim	Não	Não	Sim	Não				Sim
513	fev-00	Osasco	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não	Não	1050	1989	Não	Sim	1,0											
514	mar-00	Osasco	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1050	1989	Não	Sim							Sim	Sim				Sim
515	ago-02	Osasco	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1050	1989	Não	Sim							Sim	Sim				Sim
516	jun-03	Osasco	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1050	1989	Não	Sim							Sim	Sim				Sim
517	ago-03	Osasco	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1050	1989	Não	Sim		Sim						Sim	Não			Sim
518	set-03	Osasco	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1050	1989	Não	Sim								Sim	Não			Sim
519	nov-03	Osasco	Não	Não	Sim	Sim	Não	Sim	Não	1050	1989	Não	Sim	1,0			Sim	Sim			Sim	Sim			Sim
520	fev-04	Osasco	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1050	1989	Não	Sim								Sim	Não			Sim
521	abr-04	Osasco	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1050	1989	Não	Sim								Sim	Não			Sim
522	mai-04	Osasco	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1050	1989	Não	Sim								Sim	Não			Sim
523	jun-04	Osasco	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1050	1989	Não	Sim	1,0							Sim	Não			Sim
524	jul-04	Osasco	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1050	1989	Não	Sim								Sim	Não			Sim
525	ago-04	Osasco	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não	Não	1050	1989	Não	Sim	1,0							Sim	Não			Sim
526	mar-05	Osasco	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1050	1989	Não	Sim								Sim	Não			Sim
527	abr-05	Osasco	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1050	1989	Não	Sim								Sim	Não			Sim
528	mai-05	Osasco	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1050	1989	Não	Sim								Sim	Não			Sim
529	jun-05	Osasco	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1050	1989	Não	Sim								Sim	Não			Sim
530	jul-05	Osasco	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1050	1989	Não	Sim								Sim	Não			Sim
531	ago-05	Osasco	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1050	1989	Não	Sim								Sim	Não			Sim
532	set-05	Osasco	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1050	1989	Não	Sim								Sim	Não			Sim
533	out-05	Osasco	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1050	1989	Não	Sim								Sim	Não			Sim
534	nov-05	Osasco	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1050	1989	Não	Sim								Sim	Não			Sim
535	dez-05	Osasco	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1050	1989	Não	Sim								Sim	Não			Sim
536	fev-05	São Paulo	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não	Não	600	1975	Sim	Não	6,0											
537	jan-07	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	600	1975	Sim	Não	6,0	Sim		Sim	Não	Não	Sim	Sim				
538	ago-07	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	600	1975	Sim	Não								Sim	Sim			Sim
539	nov-07	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	600	1975	Sim	Não								Sim	Sim			Sim
540	jan-08	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	600	1975	Sim	Não								Sim	Sim			Sim
541	fev-08	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	600	1975	Sim	Não								Sim	Sim			Sim
542	mar-08	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	600	1975	Sim	Não								Sim	Sim			Sim
543	abr-08	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	600	1975	Sim	Não								Sim	Sim			Sim
544	mai-08	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	600	1975	Sim	Não								Sim	Sim			Sim

ID	Data Registro	IDENTIFICAÇÃO Cidade	GERENC CONAMA / CETESB						DADOS DO POSTO		Contexto geológico			FASE VAPOR		FASE RETIDA		LNAPL		Dissolv		Remediação Z Nsatu?	Remediação Z Sat?	
			AvP	IC	ID	Artx	PI	REM	ME	Área m2	Data instala	Sed.	Rocha alterada	ZN Sat (m)	Detectado ?	Delimitado ?	Detectado ?	Delimitado ?	Detectado ?	Delimit ?	Detectado ?			Delimitada ?
545	jun-08	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	600	1975	Sim	Não		Sim									
546	jul-08	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	600	1975	Sim	Não		Sim									Sim
547	ago-08	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	600	1975	Sim	Não		Sim									Sim
548	set-08	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	600	1975	Sim	Não		Sim									Sim
549	out-08	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	600	1975	Sim	Não		Sim									Sim
550	nov-08	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	600	1975	Sim	Não		Sim									Sim
551	dez-08	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	600	1975	Sim	Não		Sim									Sim
552	jan-09	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	600	1975	Sim	Não		Sim									Sim
553	fev-09	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	600	1975	Sim	Não		Sim									Sim
554	mar-09	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	600	1975	Sim	Não		Sim									Sim
555	abr-09	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	600	1975	Sim	Não		Sim									Sim
556	mai-09	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	600	1975	Sim	Não		Sim									Sim
557	jun-09	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	600	1975	Sim	Não		Sim									Sim
558	out-09	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	600	1975	Sim	Não		Sim									Sim
559	dez-09	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	600	1975	Sim	Não		Sim									Sim
560	jan-10	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	600	1975	Sim	Não		Sim									Sim
561	mar-10	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	600	1975	Sim	Não		Sim									Sim
562	jun-10	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	600	1975	Sim	Não		Sim									Sim
563	jul-10	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	600	1975	Sim	Não		Sim									Sim
564	ago-10	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	600	1975	Sim	Não		Sim									Sim
565	set-10	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	600	1975	Sim	Não		Sim									Sim
566	jan-11	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	600	1975	Sim	Não		Sim									Sim
567	fev-11	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	600	1975	Sim	Não		Sim									Sim
568	mar-11	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	600	1975	Sim	Não		Sim									Sim
569	abr-11	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	600	1975	Sim	Não		Sim									Sim
570	mai-11	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	600	1975	Sim	Não		Sim									Sim
571	jun-11	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	600	1975	Sim	Não		Sim									Sim
572	dez-11	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	600	1975	Sim	Não		Sim									Sim
573	fev-12	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	600	1975	Sim	Não		Sim					Sim	Sim			Sim
574	set-06	Campos de jordão	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	1000	1975	Não	Sim	2,0	Sim			Sim	Não	Sim	Sim			
575	mar-07	Campos de jordão	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não	Não	1000	1975	Não	Sim	2,0	Sim			Sim	Sim	Sim	Sim			
576	out-07	Campos de jordão	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1000	1975	Não	Sim					Sim	Sim	Sim	Sim	Sim		
577	nov-07	Campos de jordão	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1000	1975	Não	Sim					Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	
578	jan-08	Campos de jordão	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1000	1975	Não	Sim					Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	
579	fev-08	Campos de jordão	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1000	1975	Não	Sim					Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	
580	mar-08	Campos de jordão	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1000	1975	Não	Sim					Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	
581	abr-08	Campos de jordão	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1000	1975	Não	Sim					Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	
582	mai-08	Campos de jordão	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1000	1975	Não	Sim					Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	
583	jun-08	Campos de jordão	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1000	1975	Não	Sim					Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	
584	jul-08	Campos de jordão	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1000	1975	Não	Sim					Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	
585	ago-08	Campos de jordão	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1000	1975	Não	Sim					Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	
586	set-08	Campos de jordão	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1000	1975	Não	Sim					Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	
587	out-08	Campos de jordão	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1000	1975	Não	Sim					Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	
588	nov-08	Campos de jordão	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1000	1975	Não	Sim					Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	
589	dez-08	Campos de jordão	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1000	1975	Não	Sim					Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	
590	jan-09	Campos de jordão	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1000	1975	Não	Sim					Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	
591	jan-10	Campos de jordão	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1000	1975	Não	Sim					Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	
592	abr-10	Campos de jordão	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1000	1975	Não	Sim					Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	
593	jun-10	Campos de jordão	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1000	1975	Não	Sim					Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	
594	jul-10	Campos de jordão	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1000	1975	Não	Sim					Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	
595	set-10	Campos de jordão	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1000	1975	Não	Sim					Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	
596	out-10	Campos de jordão	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1000	1975	Não	Sim					Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	
597	jan-11	Campos de jordão	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1000	1975	Não	Sim					Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	
598	fev-11	Campos de jordão	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1000	1975	Não	Sim					Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	
599	mar-11	Campos de jordão	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1000	1975	Não	Sim					Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	
600	abr-11	Campos de jordão	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1000	1975	Não	Sim		Sim				Sim	Sim	Não	Sim	Não	
601	set-11	Campos de jordão	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1000	1975	Não	Sim		Sim				Sim	Sim	Não	Sim	Não	
602	mar-12	Campos de jordão	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1000	1975	Não	Sim		Sim				Sim	Sim	Não	Sim	Não	
603	jan-13	Campos de jordão	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1000	1975	Não	Sim		Sim				Sim	Sim	Não	Sim	Não	
604	jun-06	Cotia	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	1600	1991	Não	Sim	3,4	Sim		Não	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	
605	jun-07	Cotia	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não	Não	1600	1991	Não	Sim	3,4	Sim		Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	
606	set-07	Cotia	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1600	1991	Não	Sim	3,4	Sim		Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	
607	out-07	Cotia	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1600	1991	Não	Sim	3,4	Sim		Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	
608	nov-07	Cotia	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim	Não	1600	1991	Não	Sim	3,4	Sim		Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	
609	nov-07	Cotia	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1600	1991	Não	Sim	3,4	Sim		Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	
610	dez-07	Cotia	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1600	1991	Não	Sim	3,4	Sim		Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	
611	jan-08	Cotia	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1600	1991	Não	Sim	3,4	Sim		Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	
612	fev-08	Cotia	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1600	1991	Não	Sim	3,4	Sim		Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	

ID	Data Registro	IDENTIFICAÇÃO Cidade	GERENC CONAMA / CETESB						DADOS DO POSTO		Contexto geológico			FASE VAPOR		FASE RETIDA		LNAPL		Dissolv		Remediação Z Nsatu?	Remediação Z Sat?	
			AvP	IC	ID	Artx	PI	REM	ME	Área m2	Data instala	Sed.	Rocha alterada	ZN Sat (m)	Detectado ?	Delimitado ?	Detectado ?	Delimitado ?	Detectado ?	Delimit ?	Detectado ?			Delimitada ?
613	mar-08	Cotia	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1600	1991	Não	Sim	3,4	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim
614	abr-08	Cotia	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1600	1991	Não	Sim	3,4	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim
615	mai-08	Cotia	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1600	1991	Não	Sim	3,4	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim
616	jun-08	Cotia	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1600	1991	Não	Sim	3,4	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim
617	jul-08	Cotia	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1600	1991	Não	Sim	3,4	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim
618	ago-08	Cotia	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1600	1991	Não	Sim	3,4	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim
619	set-08	Cotia	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1600	1991	Não	Sim	3,4	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim
620	out-08	Cotia	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1600	1991	Não	Sim	3,4	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim
621	nov-08	Cotia	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1600	1991	Não	Sim	3,4	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim
622	dez-08	Cotia	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1600	1991	Não	Sim	3,4	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim
623	jan-09	Cotia	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1600	1991	Não	Sim	3,4	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim
624	fev-09	Cotia	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1600	1991	Não	Sim	3,4	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim
625	mar-09	Cotia	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1600	1991	Não	Sim	3,4	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim
626	abr-09	Cotia	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1600	1991	Não	Sim	3,4	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim
627	mai-09	Cotia	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1600	1991	Não	Sim	3,4	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim
628	jun-09	Cotia	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1600	1991	Não	Sim	3,4	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim
629	jul-09	Cotia	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1600	1991	Não	Sim	3,4	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim
630	out-09	Cotia	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1600	1991	Não	Sim	3,4	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim
631	set-10	Cotia	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1600	1991	Não	Sim	3,4	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim
632	mar-11	Cotia	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1600	1991	Não	Sim	3,4	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim
633	set-11	Cotia	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1600	1991	Não	Sim	3,4	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim
634	mar-12	Cotia	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1600	1991	Não	Sim	3,4	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim
635	jan-04	São Paulo	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	1750	1997	Sim	Não	2,3	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Sim		
636	fev-04	São Paulo	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não	Não	1750	1997	Sim	Não	2,3	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim		
637	fev-04	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim	Não	1750	1997	Sim	Não	2,7	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
638	mar-04	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1750	1997	Sim	Não	2,7	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
639	abr-04	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1750	1997	Sim	Não	2,7	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
640	mai-04	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1750	1997	Sim	Não	3,3	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
641	jun-04	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1750	1997	Sim	Não	3,3	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
642	jul-04	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1750	1997	Sim	Não	3,3	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
643	ago-04	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1750	1997	Sim	Não	3,3	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
644	set-04	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1750	1997	Sim	Não	2,7	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
645	out-04	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1750	1997	Sim	Não	2,7	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
646	nov-04	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1750	1997	Sim	Não	2,7	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
647	dez-04	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1750	1997	Sim	Não	2,7	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
648	jan-05	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1750	1997	Sim	Não	2,7	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
649	fev-05	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1750	1997	Sim	Não	2,7	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
650	mar-05	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1750	1997	Sim	Não	2,7	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
651	abr-05	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1750	1997	Sim	Não	2,7	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
652	mai-05	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1750	1997	Sim	Não	2,7	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
653	jun-05	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1750	1997	Sim	Não	2,7	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
654	jul-05	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1750	1997	Sim	Não	2,7	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
655	ago-05	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1750	1997	Sim	Não	2,7	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
656	set-05	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1750	1997	Sim	Não	2,7	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
657	out-05	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1750	1997	Sim	Não	2,7	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
658	nov-05	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1750	1997	Sim	Não	2,7	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
659	dez-05	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1750	1997	Sim	Não	2,7	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
660	jan-06	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1750	1997	Sim	Não	2,7	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
661	fev-06	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1750	1997	Sim	Não	2,7	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
662	mar-06	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1750	1997	Sim	Não	2,7	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
663	abr-06	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1750	1997	Sim	Não	2,7	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
664	mai-06	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1750	1997	Sim	Não	2,7	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
665	jun-06	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1750	1997	Sim	Não	2,7	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
666	jun-06	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1750	1997	Sim	Não	2,7	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
667	jul-06	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1750	1997	Sim	Não	2,7	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
668	ago-06	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1750	1997	Sim	Não	2,7	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
669	set-06	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1750	1997	Sim	Não	2,7	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
670	out-06	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1750	1997	Sim	Não	2,7	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
671	nov-06	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1750	1997	Sim	Não	2,7	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
672	dez-06	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1750	1997	Sim	Não	2,7	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
673	jan-07	São Paulo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	1750	1997	Sim	Não	2,7	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
674	out-98	Santo André	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	350	1970	Sim	Não	6,5	Não	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
675	nov-98	Santo André	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	350	1970	Sim	Não	6,5	Não	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
676	mar-99	Santo André	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	350	1970	Sim	Não	6,5	Não	Não	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
677	ago-00	Santo André	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	350	1970	Sim	Não	6,5	Não	Não	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
678	dez-00	Santo André	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	350	1970	Sim	Não	6,5	Não	Não	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
679	ago-01	Santo André	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	350	1970	Sim	Não	6,5	Não	Não	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
680	dez-01	Santo André	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	350	1970	Sim	Não	6,5	Não	Não	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

ID	Data Registro	Cidade	IDENTIFICAÇÃO							GERENC CONAMA / CETESB		DADOS DO POSTO		Contexto geológico			FASE VAPOR		FASE RETIDA		LNAPL		Dissolv		Remediação ?	Remediação Z Nsatu?	Remediação Z Sat?
			AvP	IC	ID	Artx	PI	REM	ME	Área m2	Data instala	Sed.	Rocha alterada	ZN Sat (m)	Detectado ?	Delimitado ?	Detectado ?	Delimitado ?	Detectado ?	Delimit ?	Detectado ?	Delimitada ?					
681	ago-02	Santo André	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	350	1970	Sim	Não	6,50					Sim	Sim			Sim			Sim	
682	dez-02	Santo André	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	350	1970	Sim	Não	6,50					Sim	Sim			Sim			Sim	
683	ago-03	Santo André	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	350	1970	Sim	Não	6,50					Sim	Sim			Sim			Sim	
684	dez-03	Santo André	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	350	1970	Sim	Não	6,50					Sim	Sim			Sim			Sim	
685	set-06	Santo André	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não	Não	350	1970	Sim	Não	6,50	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim				Sim	
686	abr-07	Santo André	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	350	1970	Sim	Não	6,50							Sim	Sim			Sim	Sim	
687	jun-07	Santo André	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	350	1970	Sim	Não	6,50							Sim	Sim				Sim	
688	ago-07	Santo André	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	350	1970	Sim	Não	6,50	Sim	Sim			Sim	Sim	Sim	Sim				Sim	
689	set-07	Santo André	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	350	1970	Sim	Não	6,50	Sim	Sim	Sim		Sim	Sim	Sim	Sim				Sim	
690	out-07	Santo André	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	350	1970	Sim	Não	6,50	Sim	Sim	Sim		Sim	Sim	Sim	Sim				Sim	
691	nov-07	Santo André	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	350	1970	Sim	Não	6,50	Sim	Sim	Sim		Sim	Sim	Sim	Sim				Sim	
692	dez-07	Santo André	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	350	1970	Sim	Não	6,50	Sim	Sim	Sim		Sim	Sim	Sim	Sim				Sim	
693	jan-08	Santo André	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	350	1970	Sim	Não	6,50	Não	Não							Sim			Sim	
694	fev-08	Santo André	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	350	1970	Sim	Não	6,50	Sim	Sim	Sim		Sim	Sim	Sim	Sim				Sim	
695	mar-08	Santo André	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	350	1970	Sim	Não	6,50	Sim	Sim	Sim		Sim	Sim	Sim	Sim				Sim	
696	abr-08	Santo André	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	350	1970	Sim	Não	6,50	Sim	Sim	Sim		Não	Não			Sim			Sim	
697	mai-08	Santo André	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	350	1970	Sim	Não	6,50	Sim	Sim	Sim		Não	Não			Sim			Sim	
698	jun-08	Santo André	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Não	350	1970	Sim	Não	6,50	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Sim				Sim	
699	jul-08	Santo André	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	350	1970	Sim	Não	6,50	Sim	Sim	Sim						Sim			Sim	
700	ago-08	Santo André	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	350	1970	Sim	Não	6,50	Não	Não							Sim			Sim	
701	set-08	Santo André	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	350	1970	Sim	Não	6,50	Sim	Sim	Sim						Sim			Sim	
702	out-08	Santo André	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	350	1970	Sim	Não	6,50	Sim	Sim	Sim						Sim			Sim	
703	nov-08	Santo André	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	350	1970	Sim	Não	6,50	Sim	Sim	Sim						Sim			Sim	
704	dez-08	Santo André	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	350	1970	Sim	Não	6,50	Sim	Sim	Sim						Sim			Sim	
705	jan-09	Santo André	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	350	1970	Sim	Não	6,50	Sim	Sim	Sim						Sim			Sim	
706	fev-09	Santo André	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	350	1970	Sim	Não	6,50	Sim	Sim	Sim						Sim			Sim	
707	mar-09	Santo André	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	350	1970	Sim	Não	6,50	Sim	Sim	Sim						Sim			Sim	
708	abr-09	Santo André	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	350	1970	Sim	Não	6,50	Sim	Sim	Sim						Sim			Sim	
709	jun-09	Santo André	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	350	1970	Sim	Não	6,50	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim					Sim	
710	jul-09	Santo André	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	350	1970	Sim	Não	6,50	Sim	Sim	Sim				Sim	Sim				Sim	
711	out-09	Santo André	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	350	1970	Sim	Não	6,50	Sim	Sim	Sim						Sim		Sim	Sim	
712	nov-09	Santo André	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	350	1970	Sim	Não	6,50	Sim	Sim	Sim						Sim		Sim	Sim	
713	jan-10	Santo André	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	350	1970	Sim	Não	6,50	Sim	Sim	Sim						Sim		Sim	Sim	
714	mar-10	Santo André	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	350	1970	Sim	Não	6,50	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim					Sim	
715	abr-10	Santo André	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	350	1970	Sim	Não	6,50	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim					Sim	
716	jun-10	Santo André	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	350	1970	Sim	Não	6,50	Não	Não							Sim		Sim	Sim	
717	jul-10	Santo André	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	350	1970	Sim	Não	6,50	Não	Não							Sim		Sim	Sim	
718	set-10	Santo André	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	350	1970	Sim	Não	6,50	Não	Não							Sim		Sim	Sim	
719	out-10	Santo André	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	350	1970	Sim	Não	6,50	Não	Não							Sim		Sim	Sim	
720	dez-10	Santo André	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	350	1970	Sim	Não	6,50	Não	Não							Sim		Sim	Sim	
721	abr-11	Santo André	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	350	1970	Sim	Não	6,50	Não	Não						Sim		Sim	Sim	Sim	
722	jun-11	Santo André	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	350	1970	Sim	Não	6,50	Não	Não						Sim		Sim	Sim	Sim	
723	jul-11	Santo André	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	350	1970	Sim	Não	6,50	Não	Não						Sim		Sim	Sim	Sim	
724	ago-11	Santo André	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	350	1970	Sim	Não	6,50	Não	Não						Sim		Sim	Sim	Sim	
725	mai-12	Santo André	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	350	1970	Sim	Não	6,50	Não	Não						Sim		Sim	Sim	Sim	