

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

INVESTIGAÇÃO CONFIRMATÓRIA DE ÁREA CONTAMINADA – ESTUDO DE
CASO DE UM CONJUNTO HABITACIONAL DE INTERESSE SOCIAL

Giovana Lamano Loria

Buri, SP
2023

GIOVANA LAMANO LORIA

INVESTIGAÇÃO CONFIRMATÓRIA DE ÁREA CONTAMINADA – ESTUDO DE CASO DE
UM CONJUNTO HABITACIONAL DE INTERESSE SOCIAL

Trabalho de conclusão de curso apresentado
como requisito parcial para a obtenção do
título de Bacharel em Engenharia Ambiental
pela Universidade Federal de São Carlos.

Orientador(a): Profa. Dra. Cláudia Marisse
dos Santos Rotta

Buri - SP
2023

Lamano Loria, Giovana

Investigação confirmatória de área contaminada: estudo de caso de um conjunto habitacional de interesse social. / Giovana Lamano Loria -- 2023.
80f.

TCC (Graduação) - Universidade Federal de São Carlos, campus Lagoa do Sino, Buri
Orientador (a): Cláudia Marisse dos Santos Rotta
Banca Examinadora: Jacqueline Zanin Lima, Liana Carolina Carvalho Rocha
Bibliografia

1. Gerenciamento de áreas contaminadas. 2. Contaminação do solo e águas subterrâneas. 3. Investigação de área contaminada. I. Lamano Loria, Giovana. II. Título.

Ficha catalográfica desenvolvida pela Secretaria Geral de Informática (SIn)

DADOS FORNECIDOS PELO AUTOR

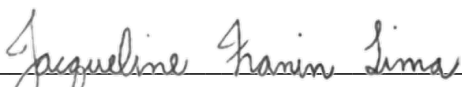
Bibliotecário responsável: Lissandra Pinhatelli de Britto - CRB/8 7539

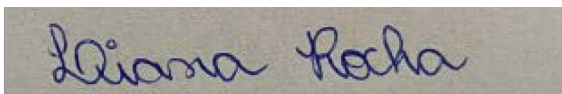
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL

Folha de Aprovação

Assinatura dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Trabalho de Conclusão de Curso do(a) candidato(a) Giovana Lamano Loria, realizada em 16/03/2023:

Profa. Dra. Cláudia Marisse dos Santos Rotta – Orientador(a)
Centro de Ciências da Natureza – UFSCar – Campus Lagoa do Sino.


Dra. Jacqueline Zanin Lima


Ma. Liana Carolina Carvalho Rocha
W3 Ambiental

Dedico esta monografia à minha avó Maria Aparecida Rosa Sant'anna, professora admirável, que me incentivou a leitura e aos estudos desde minha infância, e de certa forma contribuiu para o meu crescimento que me fez chegar até aqui.

AGRADECIMENTOS

Grata ao meu pai, que foi minha inspiração ao escolher a Engenharia, à minha mãe que sempre me incentivou à correr atrás dos meus objetivos, à minha irmã pelo seu carinho e apoio perante as minhas decisões, e ao meu sobrinho querido que trouxe alegria e esperança em tempos de COVID-19.

Agradeço à todos os meus mestres que tive a honra de conhecer e contribuíram para minha formação acadêmica.

Agradeço em especial a minha orientadora Claudia Rotta, por toda sua paciência, bondade e disposição para que eu pudesse concluir esse trabalho final.

Agradeço em especial a empresa L3 Engenharia Ambiental por possibilitar a execução deste trabalho científico.

E por fim ao Leandro, obrigada pelo seu companheirismo mesmo que à distância, pelo seu apoio em todos os fins de semana dedicado aos estudos e principalmente pela sua paciência durante esses anos.

RESUMO

Estudos relacionados a contaminação do solo e das águas subterrâneas estão se tornando cada vez mais relevantes no contexto mundial, devido ao aumento do número de áreas afetadas. No estado de São Paulo, as atividades industriais são responsáveis pelo registro de 1294 áreas contaminadas, representando 20% do total. Neste contexto, o presente trabalho possui como objetivo o estudo de uma área suspeita de contaminação, no município de Guarulhos (SP), que, no passado, abrigou uma atividade industrial de fabricação de plástico por extrusão, e, atualmente, está em processo de ocupação residencial. O desenvolvimento deste trabalho, após o levantamento de dados pré-existentes, baseou-se na realização da investigação confirmatória, regida por diferentes normas nacionais e orientações da CETESB. Dentre as diferentes etapas metodológicas, destacaram-se a realização de sondagens manuais para a amostragem do solo e instalação de poços de monitoramento de água subterrânea, seguidas da realização de análises químicas desses componentes. Os resultados obtidos foram analisados frente aos valores orientadores da CETESB, e apresentaram concentrações maiores que o aceitável em amostras de água subterrânea de 6 poços de monitoramento, indicando presença de contaminantes na área de estudo. Uma vez que não existem, atualmente, fontes ativas nem evidências de atividades que possam causar contaminação na área em estudo, concluiu-se que as concentrações acima dos valores orientadores são decorrentes da atividade industrial que existiu no passado. Entretanto, a análise crítica da metodologia empregada, baseada em recomendações existentes na bibliografia científica e apresentadas por órgãos ambientais, indicaram a necessidade de estudos mais detalhados, incluindo o uso de técnicas e análises não utilizadas nesse estudo. Dessa forma, seriam obtidos de dados suficientes para a realização adequada da avaliação de risco à saúde humana e para a proposição de um projeto de recuperação de área contaminada.

Palavras-chave: Gerenciamento de áreas contaminadas; contaminação do solo e águas subterrâneas; investigação de área contaminada.

ABSTRACT

Studies related to soil and groundwater contamination are becoming increasingly relevant in the global context, due to the increase in the number of affected areas. In the state of São Paulo, industrial activities are responsible for the registration of 1294 contaminated areas, representing 20% of the total. In this context, the present work aims to study an area suspected of contamination in the municipality of Guarulhos (SP), which, in the past, housed an industrial activity of plastic manufacturing by extrusion, and is currently under residential occupation. The development of this work, after the survey of pre-existing data, was based on the confirmatory investigation, governed by different national standards and CETESB's orientation. Among the different methodological steps, manual drilling for soil sampling and installation of groundwater monitoring wells were highlighted, followed by chemical analyses of these components. The results obtained were analyzed against CETESB orientation values, and showed concentrations higher than acceptable in groundwater samples from 6 monitoring wells, indicating the presence of contaminants in the study area. Since there are currently no active sources or evidence of activities that could cause contamination in the study area, it was concluded that the concentrations above the guideline values are due to the industrial activity that existed in the past. However, a critical analysis of the methodology used, based on existing recommendations in the scientific literature and presented by environmental agencies, indicated the need for more detailed studies, including the use of techniques and analyses not used in this study. In this way, sufficient data would be obtained to adequately perform the human health risk assessment and to propose a reclamation project for a contaminated area.

Keywords: Management of contaminated areas; soil and groundwater contamination; contaminated area investigation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Etapas do gerenciamento de áreas contaminadas.....	20
Figura 2 – Modelo conceitual utilizado no GAC	23
Figura 3 – Procedimentos para avaliação preliminar.....	24
Figura 4 - Fase de investigação confirmatória.....	25
Figura 5 – Localização da área de estudo.....	28
Figura 6 – Situação atual da área de estudo.	30
Figura 7 – Área de estudo Conjunto Habitacional Social.	30
Figura 8 – Fases de desenvolvimento do trabalho	32
Figura 9 – Sondagem com trado manual helicoidal.....	35
Figura 10 - Camadas de solo em trado helicoidal durante sondagem.....	35
Figura 11 – Poço de monitoramento instalado	36
Figura 12 – Localização dos poços de monitoramento	38
Figura 13 – Amostras de solo subsuperficial	39
Figura 14 - Amostragem de água subterrânea por baixa vazão.....	40
Figura 15 – Modelo conceitual da área de estudo.....	44
Figura 16 - Mapa potenciométrico	47
Figura 17 – Resultados Analíticos de águas Subterrâneas X Poços de Monitoramento	59

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Informações geográficas - poços de monitoramento	37
Tabela 2 – Sumarização das informações relativas ao modelo conceitual da área de estudo.....	43
Tabela 3 – Características dos poços de monitoramento.	45
Tabela 4 - Resultados dos parâmetros físico-químicos medidos em campo.	48
Tabela 5 - Concentrações das substâncias químicas de interesse no solo.....	50
Tabela 6 – Concentrações das substâncias químicas de interesse na água subterrânea	55

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT Associação Brasileira de Normas Técnica
CETESB Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CONAMA Conselho Nacional de Meio Ambiente
IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
NA Nível de água subterrânea
PM Poço de monitoramento
VI Valores de Intervenção
SQI Substância química de interesse
GAC Gerenciamento de áreas contaminadas

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1. Poluição	14
2.2. Áreas contaminadas	15
2.3. Principais fontes de contaminação	16
2.4. Impactos resultantes da contaminação	18
2.5. Gerenciamento de áreas contaminadas	19
2.5.1 <i>Modelo conceitual do GAC</i>	22
2.5.2 <i>Avaliação preliminar</i>	23
2.5.3 <i>Investigação confirmatória</i>	24
2.5.3.1 <i>Substâncias químicas de interesse (SQIs) e valores orientadores</i>	26
3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	28
3.1. Histórico de ocupação	29
3.2. Caracterização do meio físico	31
4. METODOLOGIA	32
4.1 Escolha e delimitação da área de estudo	32
4.2 Levantamento de dados pré-existent	33
4.3 Elaboração do modelo conceitual	33
4.4 Investigação confirmatória	33
4.4.1 <i>Instalação dos poços de monitoramento de água subterrânea</i>	34
4.4.2 <i>Amostragem de solo</i>	39
4.4.3 <i>Amostragem de água subterrânea</i>	39
4.4.4 <i>Análises laboratoriais</i>	40
4.5 Análise dos resultados	41
5. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	42
5.1. Modelo conceitual	42
5.2 Investigação confirmatória	45
5.2.1 <i>Aspectos hidrogeológicos</i>	45
5.2.2 <i>Parâmetros físico-químicos in situ de águas subterrâneas</i>	48
5.2.3 <i>Resultados analíticos</i>	49
5.2.3.1 <i>Resultados analíticos de solo</i>	49
5.2.3.2 <i>Resultados analíticos de água subterrânea</i>	54
5.3. Análise geral dos resultados	60
6. CONCLUSÃO	62

1. INTRODUÇÃO

A industrialização brasileira a partir da década de 50 contribuiu para a formação de grandes cidades e centros metropolitanos, mas deixou rastros traduzidos nas questões ambientais urbanas, com foco na destinação de resíduos industriais, descomissionamento e degradação de resíduos industriais e/ou áreas poluídas. Constituiu-se, assim, mais um dos ciclos econômicos brasileiros acompanhados da predação ambiental (GUNTHER, 2006).

Já na década de 1980, evidenciou-se o processo de desativação crescente de instalações produtivas em regiões urbano-industriais, fenômeno conhecido como desindustrialização (SÀNCHEZ, 2001). Esse êxodo industrial das metrópoles, rumo às cidades do interior e estados com menor tradição industrial, impulsionou o crescimento das cidades de porte médio, originou pólos industriais setoriais e deixou, no local da evasão produtiva, instalações e equipamentos abandonados (GUNTHER, 2006).

A situação de abandono de áreas ou instalações resultou em depreciação do capital imobilizado no local ou no entorno imediato, influenciando a ocupação irregular e o surgimento de atividades marginais, e deteriorando a paisagem urbana. A ocorrência de áreas contaminadas, por sua vez, além dos impactos negativos atribuídos às áreas abandonadas, representa risco à saúde humana devido à exposição da população aos contaminantes ali presentes (GUNTHER, 2006).

O solo e as águas subterrâneas tem sido afetados negativamente desde que a poluição de origem industrial começou a se manifestar. As substâncias nocivas introduzidas no solo ali permanecem de forma quase sempre silenciosa e lentamente podem migrar para os lençóis de água subterrânea, ou mesmo mananciais superficiais, e afetar a biota. (SANCHEZ, 2001).

Tendo em vista esse cenário, no estado de São Paulo, os primeiros passos para uma abordagem sistemática e estruturada dos problemas representados pelas áreas poluídas foram dados em 1993, quando foi lançado o programa de cooperação técnica entre a Cetesb e a *Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit* (GTZ), entidade governamental alemã, focada em cooperação técnica em prol do desenvolvimento, que culminou na criação do Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas (SANCHEZ, 2004).

Durante vários anos esta tarefa coube exclusivamente à CETESB, porém a partir do momento em que os municípios passaram a assumir com mais efetividade a responsabilidade pelos assuntos de interesse local, conforme estabelecido pela Constituição Federal, e os temas ambientais começaram a adquirir maior relevância, as áreas contaminadas também começaram a fazer parte do rol das preocupações do nível municipal, ao qual competem as questões relativas ao uso e à ocupação do solo (MORINAGA, 2013).

No estado de São Paulo, de acordo com CETESB (2020), apesar dos postos de combustíveis compreenderem a principal fonte de contaminação nas áreas urbanas, num total de 4523 registros, que equivalem a 70% do total; em segundo lugar encontram-se as atividades industriais, com 1294 registros, representando 20% do total.

Neste contexto, este trabalho possui como objetivo o estudo de uma área suspeita de contaminação, no município de Guarulhos (SP). A área de estudo, no passado, abrigou uma atividade industrial de fabricação de plástico por extrusão, e, atualmente, está em processo de ocupação residencial. Uma vez que estudos preliminares indicaram a suspeita de contaminação da água subterrânea, houve a necessidade de realização de uma investigação confirmatória, cujos resultados são apresentados nesse trabalho, tendo estes sido desenvolvidos durante as atividades de estágio obrigatório da autora, junto a empresa L3 Engenharia Ambiental.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Poluição

No Brasil, a Lei Federal nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que institui a Política Nacional do Meio Ambiente, em seu art. 3º, Inciso III, entende-se por poluição:

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; (BRASIL, 1981).

Em âmbito estadual, temos a criação da Lei do estado de São Paulo nº 997 de 31 de maio de 1976, que dispõe sobre a instituição do sistema de prevenção e controle da poluição do meio ambiente. No Artigo 2º da citada Lei, tem-se:

Considera-se poluição do meio ambiente a presença, o lançamento ou a liberação, nas águas, no ar ou no solo, de toda e qualquer forma de matéria ou energia, com intensidade, em quantidade, de concentração ou com características em desacordo com as que forem estabelecidas em decorrência desta lei, ou que tornem ou possam tornar as águas, o ar ou no solo:

I - impróprios, nocivos ou ofensivos à saúde;

II - inconvenientes ao bem-estar público;

III - danosos aos materiais, à fauna e à flora;

IV - prejudiciais à segurança, ao uso e gozo da propriedade e às atividades normais da comunidade. (SÃO PAULO, 1976).

Ressalta-se que os termos poluição e contaminação são considerados como sinônimos quando tratados nas legislações ambientais brasileiras.

Além do conceito estar inserido nas legislações brasileiras, o mesmo foi abordado por diferentes autores em seus trabalhos. Para Braga et al. (2002), poluição pode ser definido como:

(...) uma alteração indesejável nas características físicas, químicas ou biológicas da atmosfera, litosfera ou hidrosfera que cause ou possa causar prejuízo à saúde, à sobrevivência ou às atividades dos seres humanos e outras espécies, ou ainda deteriorar materiais. (BRAGA et al. (2002).

Valle (2004), por sua vez, descreve o termo de forma similar, colocando o homem como agente responsável pela poluição:

(...) poluição ambiental define-se como toda ação ou omissão do homem que, pela descarga de material ou energia atuando sobre as águas, o solo, o ar, causa um desequilíbrio nocivo, seja ele de curto ou longo prazo, sobre o meio ambiente. VALLE (2004).

Para James e Mendes (2004), o termo poluição define-se como:

(...) poluição é qualquer alteração de suas propriedades físicas, químicas e biológicas que possam importar em prejuízo à saúde, à segurança e ao bem estar das populações, causar dano à flora e à fauna ou comprometer o seu uso para fins sociais e econômicos. (JAMES E MENDES, 2004).

Nota-se que ao definir o conceito de poluição há alto grau de subjetividade, gerando muitas ambiguidades, levando a interpretações diferentes por profissionais da mesma especialidade. Porém, tal fato não confere os diferentes significados dos termos como conceito errado: “o que ocorre é a existência de conceitos adotados no meio técnico que ora se aproximam e ora se distanciam.” (CERRI NETO, 2009).

2.2. Áreas contaminadas

O portal internacional *EUGRIS* que oferece informações e serviços sobre gestão do solo e da água na Europa define área contaminada como:

(...) a presença de substâncias em níveis que não estariam normalmente presentes. Essas substâncias podem ser elementos químicos, compostos orgânicos, gases como o dióxido de carbono ou metano, ou até mesmo nutrientes de plantas como nitrogênio e fósforo. A presença dessas substâncias em níveis elevados pode, ou não, ser prejudicial. No entanto, o termo áreas contaminadas é mais frequentemente usado para descrever a área onde há pelo menos uma suspeita de que a contaminação possa ser prejudicial aos seres humanos, água, edifícios ou ecossistema.” (EUGRIS, 2022).

Segundo o IPT (2016), em alguns países da Europa, a definição de áreas contaminadas se diferencia:

Na União Europeia, a área contaminada é definida como sendo uma localização que, como resultado da atividade humana, oferece um risco inaceitável para a saúde humana e aos ecossistemas. Um local contaminado (contaminated site) é um problema em áreas restritas ao redor da fonte, onde há uma ligação direta com a fonte de contaminação. A França, por exemplo, define área contaminada como um local que apresenta um risco real ou potencial, de longa duração para a saúde humana ou ao ambiente, como resultado da poluição de um determinado meio, resultante da atividade humana anterior ou atual. (IPT, 2016).

Na América do Norte, a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA), define área contaminada (em inglês *brownfield sites*), como uma propriedade cuja expansão, redensificação ou reutilização pode ser complicada pela presença ou presença potencial de uma substância perigosa, poluente ou contaminante (USEPA, 2022).

No Brasil, não há em âmbito federal classificação e definição de áreas contaminadas, entretanto, a CETESB (2021) propôs uma definição ampla do termo “área contaminada”, com o objetivo de englobar as possíveis formas de ocorrência e impactos gerados por contaminação:

Uma área contaminada (AC) tem como definição uma área onde existe ou existiu fonte de contaminação primária e, como resultado, contém quantidades de matéria ou concentrações de substâncias, em ao menos um dos compartimentos do meio ambiente, capazes de causar danos aos bens a proteger. (CETESB, 2021).

Nessa área, os poluentes ou contaminantes podem se concentrar em diferentes compartimentos do meio ambiente (solo, sedimentos, rochas, águas subterrâneas). E conseqüentemente trazer riscos e/ou danos nos bens a proteger. Segundo a CETESB (2001):

Os poluentes ou contaminantes podem ser transportados a partir desses meios, propagando-se por diferentes vias, como, por exemplo, o ar, o próprio solo, as águas subterrâneas e superficiais, alterando suas características naturais ou qualidades e determinando impactos negativos e/ou riscos sobre os bens a proteger, localizados na própria área ou em seus arredores. (CETESB, 2001).

A Política Nacional do Meio Ambiente (Lei 6.938/81) define como bens a proteger:

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

2.3. Principais fontes de contaminação

Uma vez determinado o conceito de área contaminada, fica evidente a importância de se estabelecer as principais fontes de contaminação. Segundo a CETESB (2001):

As áreas contaminadas e os problemas gerados devido à existência destas podem ser originados a partir de uma enorme quantidade de tipos de fontes potenciais de contaminação, pois na maioria das atividades humanas são geradas substâncias, resíduos e/ou efluentes com potencial para contaminar os diferentes compartimentos do meio ambiente, destacando-se, neste estudo, o solo e as águas subterrâneas. (CETESB, 2001).

O relatório americano *Protecting the Nation's Ground Water from Contamination* lista mais de 30 fontes de contaminação das águas subterrâneas e do solo (OTA, 1984). No livro *Contaminant Hydrogeology*, o autor Fetter (2008) classificou em seis categorias as fontes de contaminação:

- Categoria I - Fontes projetadas para descarregar substâncias no subsolo: fossas sépticas e fossas negras, poços de injeção de substâncias perigosas, aplicação de efluentes, lodos de tratamento, resíduos oleosos de refinarias.

- Categoria II: Fontes destinada a armazenar, tratar e/ou eliminar substâncias: aterros sanitários, lixões, lagoas de armazenamento e tratamento, resíduos de mineração, tanques de armazenamento subterrâneos.

- Categoria III - Fontes Projetadas para Reter Substâncias Durante o Transporte: oleodutos, caminhões, trens, tubulações para transporte de efluentes.

- Categoria IV - Fontes de descarga de substância como consequência de outra atividade planejada: atividades de irrigação de lavoura, aplicação de pesticidas e fertilizantes, percolação de poluentes atmosféricos.

- Categoria V - Fontes como condutor para contaminar um aquífero: poços de monitoramento mal construídos, poços de produção de petróleo.

- Categoria VI - Fontes de ocorrência natural cuja descarga é criada e/ou exacerbada pela atividade humana: lixiviação natural,

- Intrusão de água salgada, interação entre águas subterrâneas e superficiais contaminadas.

No Brasil, em âmbito estadual, a CETESB (2022) divide as fontes de contaminação em três categorias, sendo elas:

- Fonte de contaminação potencial: se trata de uma fonte que é uma utilidade, tais como: uma máquina, um equipamento, um dreno, um tanque, uma tubulação, um poço ou um local utilizado para armazenar ou dispor materiais, que existe ou que existiu dentro de uma área com potencial de contaminação (AP), a partir da qual pode ser liberada quantidade significativa de substâncias para os compartimentos do meio ambiente, tornando-os contaminados;

- Fonte de contaminação primária: área ou ponto onde ocorreu ou está ocorrendo o evento de contaminação ambiental (vazamentos em tanques ou tubulações, derrames propositais ou acidentais, descarte de resíduos, infiltração de despejos ou emissões atmosféricas);

- Fonte de contaminação secundária: parte do meio físico contaminado que atua como fonte secundária de contaminação para outra parte do meio físico (solo contaminado por metais que são lixiviados para as águas subterrâneas; águas subterrâneas contaminadas que geram vapores de substâncias voláteis para a zona não saturada).

2.4. Impactos resultantes da contaminação

Sanchez (2001) identifica quatro principais impactos em relação a áreas contaminadas, sendo eles: risco à saúde humana e aos ecossistemas, risco à segurança dos indivíduos e da propriedade, redução do valor imobiliário da propriedade e restrições ao desenvolvimento urbano.

As áreas contaminadas podem representar diversos riscos à saúde pública, muitas vezes não tão evidentes, através de substâncias que podem entrar em contato direto com a pele, por ingestão ou inaladas quando fixadas em substâncias sólidas; pela emissão de gases nocivos que são inalados pelas pessoas expostas; através da contaminação das águas subterrâneas ou mesmo das redes de água potável, pelo processo de infiltração do solo; a vegetação pode ser afetada (hortas irrigadas com águas contaminadas ou cultivadas em solo contaminado), trazendo o consumo de alimentos contaminados, dentre outros (SILVA,2020).

Um problema geralmente citado e de grande importância é a contaminação do solo e das águas subterrâneas. As substâncias nocivas acumuladas no solo podem permanecer nele por muito tempo, com a possibilidade de poluir lentamente águas subterrâneas e/ou superficiais, e, conseqüentemente, afetar indiretamente o meio biótico. As águas subterrâneas quando contaminadas podem trazer comprometimento de aquífero ou de reservas importantes, além de comprometer o abastecimento público e domiciliar (SANCHEZ, 2001).

Em aspecto econômico, os solos contaminados configuram um problema. Inicialmente, estes tratam do resgate de uma dívida que representa o passivo ambiental acumulado durante décadas de atividade industrial, como decorrência de práticas então consideradas legais ou toleradas. Outro problema econômico, por sua vez, está na desvalorização dessas propriedades (SANCHEZ, 2001).

A existência de áreas contaminadas pode trazer dificuldades ao desenvolvimento urbano. Em decorrência do processo de realocação industrial (seja

por constrangimentos físicos, seja por questões econômicas e financeiras, dada a longevidade dos empreendimentos), muitas áreas industriais antigas são convertidas em terrenos baldios urbanos, perdendo suas funções industriais e trazendo restrições quando reincorporadas ao desenvolvimento urbano, uma vez que o solo encontra-se contaminado (FINAMORE, 2007).

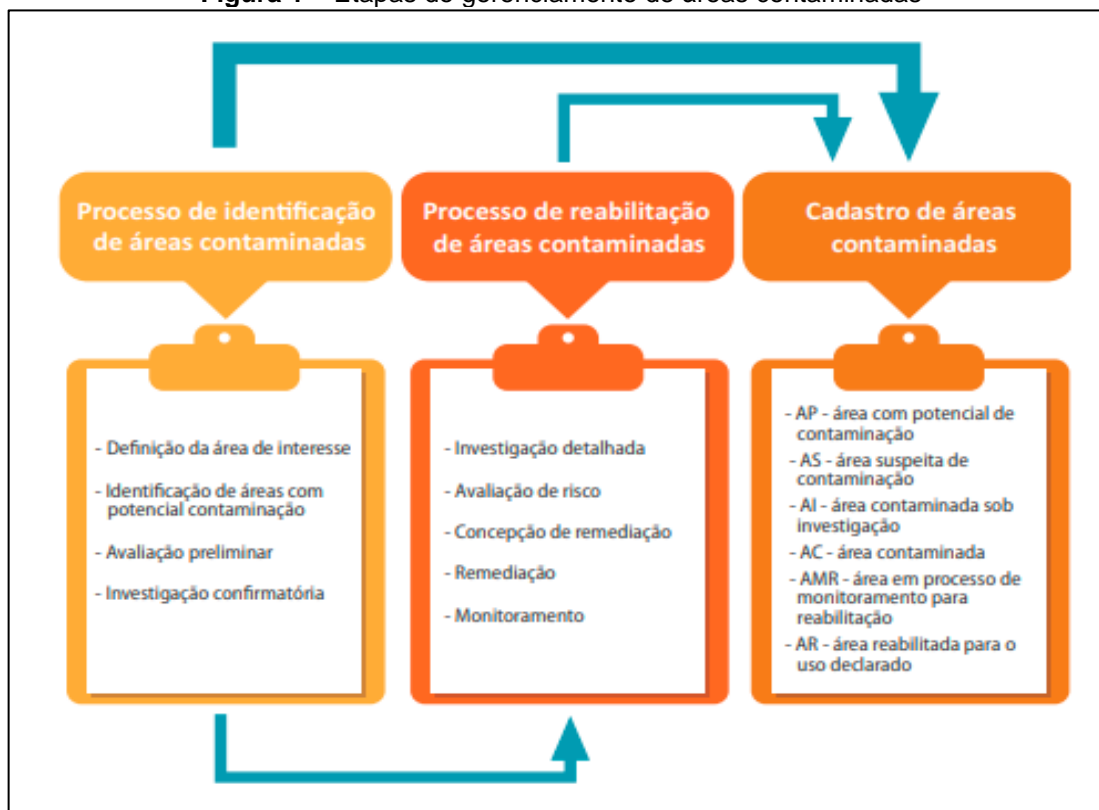
2.5. Gerenciamento de áreas contaminadas

O Gerenciamento de Áreas Contaminadas (GAC) consiste em um conjunto de ações relacionadas à identificação, caracterização e implementação de medidas de intervenção em áreas contaminadas localizadas em uma região de interesse, visando eliminar ou minimizar os danos e/ou riscos aos bens a proteger gerados pelos contaminantes nelas contidos (SÃO PAULO, 2013).

Nesse contexto, pode-se dizer que o gerenciamento de áreas contaminadas deve envolver duas etapas principais para compreensão do problema. A primeira etapa é a identificação da contaminação, e a segunda, se refere à reabilitação. O processo do GAC deve ser concluído com a reabilitação da área para o uso pretendido, e com a comunicação ao órgão ambiental durante o processo de gestão (IPT, 2014).

A metodologia de gerenciamento de áreas contaminadas estipulada no Manual da CETESB, no Decreto Estadual Nº 59.263 de 2013, e na Resolução Conama Nº 420, é baseada em etapas sequenciais apresentadas resumidamente na Figura 1.

Figura 1 – Etapas do gerenciamento de áreas contaminadas



Fonte: MORAES et al. (2014).

A Resolução CONAMA nº 420/2009, dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas. Essa resolução apresenta também que os órgãos ambientais devem desenvolver métodos de gestão de áreas contaminadas de forma a levar em consideração as seguintes etapas:

I - Identificação: etapa em que serão identificadas áreas suspeitas de contaminação com base em avaliação preliminar, e, para aquelas em que houver indícios de contaminação, deve ser realizada uma investigação confirmatória, às expensas do responsável, segundo as normas técnicas ou procedimentos vigentes

II - Diagnóstico: etapa que inclui a investigação detalhada e avaliação de risco, às expensas do responsável, segundo as normas técnicas ou procedimentos vigentes, com objetivo de subsidiar a etapa de intervenção, após a investigação confirmatória que tenha identificado substâncias químicas em concentrações acima do valor de investigação.

III - Intervenção: etapa de execução de ações de controle para a eliminação do perigo ou redução, a níveis toleráveis, dos riscos identificados na etapa de diagnóstico, bem como o monitoramento da eficácia das ações executadas, considerando o uso atual e futuro da área, segundo as normas técnicas ou procedimentos vigentes. (CONAMA, 2009).

A identificação de área contaminada é realizada através de análises químicas dos parâmetros de interesse a partir de amostras coletadas no meio físico local. Tais

parâmetros são conhecidos como Substâncias Químicas de Interesse (SQIs) e devem ter suas concentrações comparadas a valores de referência apresentados pelo órgão ambiental regente no local (IPT, 2014). No estado de São Paulo, os valores de referência são definidos pela CETESB.

A NBR 16.210/2013 (ABNT, 2013), por sua vez, define o gerenciamento de áreas contaminadas como um conjunto de medidas que buscam assegurar o conhecimento das características das áreas contaminadas e dos impactos decorrentes da contaminação, proporcionando os instrumentos necessários à tomada de decisão quanto às formas de intervenção mais adequadas, visando reduzir, para níveis aceitáveis, os riscos a que estão sujeitos a população e o meio ambiente, em decorrência de exposição às substâncias provenientes dessas áreas.

Já a CETESB (2021), define o gerenciamento de áreas contaminadas de forma similar à norma NBR 16.210/2013, citando que esse visa minimizar os riscos a que estão sujeitos a população e o meio ambiente, em virtude da existência das mesmas, por meio de um conjunto de medidas que assegurem o conhecimento das características dessas áreas e dos impactos por elas causados, proporcionando os instrumentos necessários à tomada de decisão quanto às formas de intervenção mais adequadas.

A metodologia do gerenciamento de áreas contaminadas proposta pela CETESB se divide em duas etapas: o Processo de Identificação de Áreas Contaminadas e o Processo de Reabilitação de Áreas Contaminadas. O Processo de Identificação de Áreas Contaminadas (AC) consiste em um conjunto de etapas que tem por objetivos identificar e caracterizar riscos ou danos aos bens a proteger, possibilitando a decisão sobre a necessidade de adoção de medidas de intervenção. Esse processo é constituído por cinco etapas:

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

As demais etapas pertencem ao Processo de Reabilitação de Áreas Contaminadas, que buscam implementar as medidas de intervenção em AC, com o objetivo de viabilizar o uso proposto e implementá-lo de forma segura (CETESB, 2021).

Ressalta-se que as informações obtidas nas duas etapas devem ser armazenadas em um Cadastro de Áreas Contaminadas e Reabilitadas, que possui fins publicitários às ações de GAC na região de interesse e possui forma de subsidiar o planejamento, a fiscalização e demais ações necessárias por parte do órgão ambiental gerenciador (CETESB, 2021).

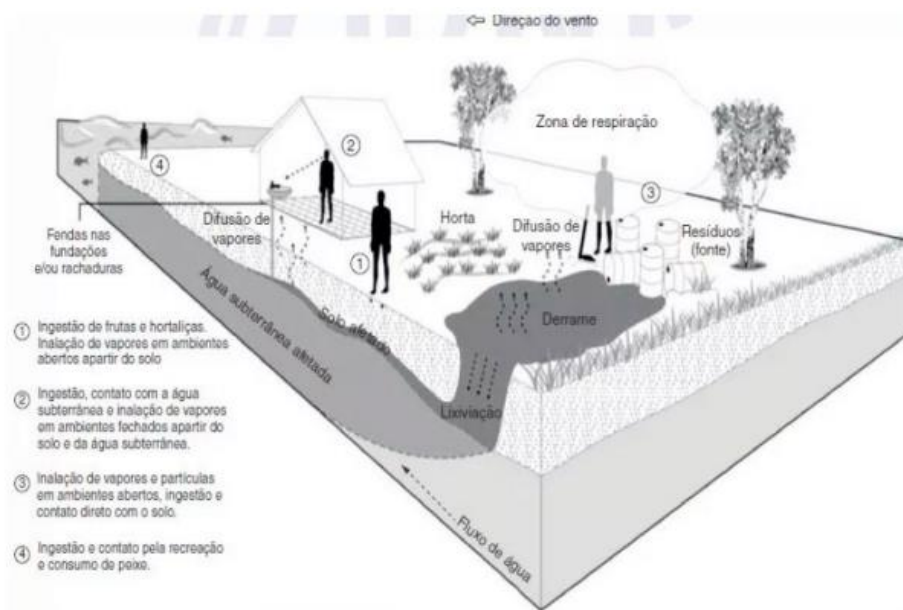
2.5.1 Modelo conceitual do GAC

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2013), a norma NBR 16210, tem em sua estrutura a sugestão de como desenvolver um modelo conceitual, que por definição é a representação escrita ou gráfica de um determinado sistema ambiental, integrando os processos químicos, físicos e biológicos, que contribuem para o transporte dos contaminantes a partir das fontes através das vias que os levam até os receptores potenciais (SILVA, 2020).

O modelo conceitual auxilia o estudo das áreas que passam pela fase de avaliação preliminar e constitui um recurso muito útil em todas as fases do GAC. Ele deve conter informações suficientes para auxiliar na concepção de cenários de exposição atuais e futuros. Todas as informações utilizadas na elaboração do modelo devem ser devidamente referenciadas (SILVA, 2020).

A Figura 2 apresenta um exemplo de modelo conceitual utilizado no GAC na qual podem ser observadas diferentes fontes de contaminação; perfil dos materiais geológicos, incluindo a zona saturada; indicação da movimentação e transporte dos contaminantes nos materiais geológicos e na atmosfera; e formas direta e indiretas de contaminação do meio biótico.

Figura 2 – Modelo conceitual utilizado no GAC



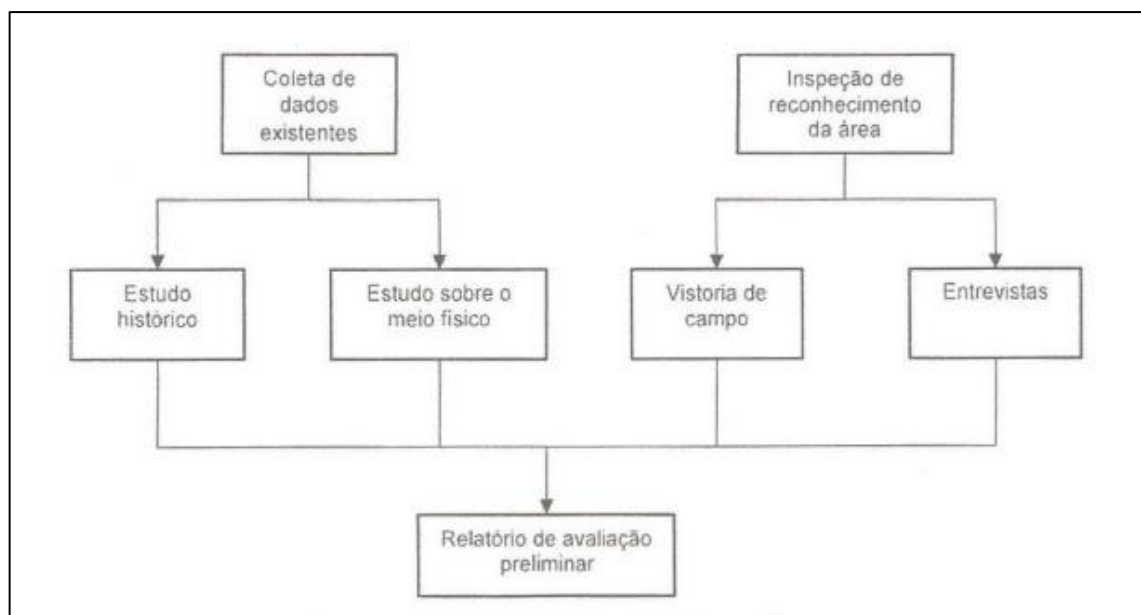
Fonte: Silva (2020).

2.5.2 Avaliação preliminar

A Avaliação Preliminar corresponde a etapa inicial do GAC e está referenciada na norma ABNT NBR 15515-1:2007, que estabelece os critérios mínimos para avaliação preliminar do passivo ambiental, objetivando identificar indícios de contaminação na área (ABNT, 2011).

Esta etapa representa um diagnóstico inicial a partir de coleta de dados existentes (estudo histórico e sobre o meio físico), inspeção de reconhecimento da área (usos pretéritos, motivo da paralisação do funcionamento de atividades humanas), informações históricas do local (usos pretéritos) e entrevistas de reconhecimento (ABNT, 2011).

A Figura 3 ilustra o procedimento para a avaliação preliminar.

Figura 3 – Procedimentos para avaliação preliminar.

Fonte: ABNT (2011).

A inspeção de reconhecimento visa realizar entrevistas com pessoas que conheçam o histórico da área avaliada e, talvez, possuam informações complementares aos dados existentes, que auxiliem a identificar eventuais passivos ambientais. A vistoria também possibilita ao profissional verificar o local, suas instalações atuais, e eventuais indícios de contaminação. As áreas de entorno, dependendo de seus usos, também podem configurar potenciais passivos ambientais, por isso, são também consideradas nesta etapa (SILVA, 2020).

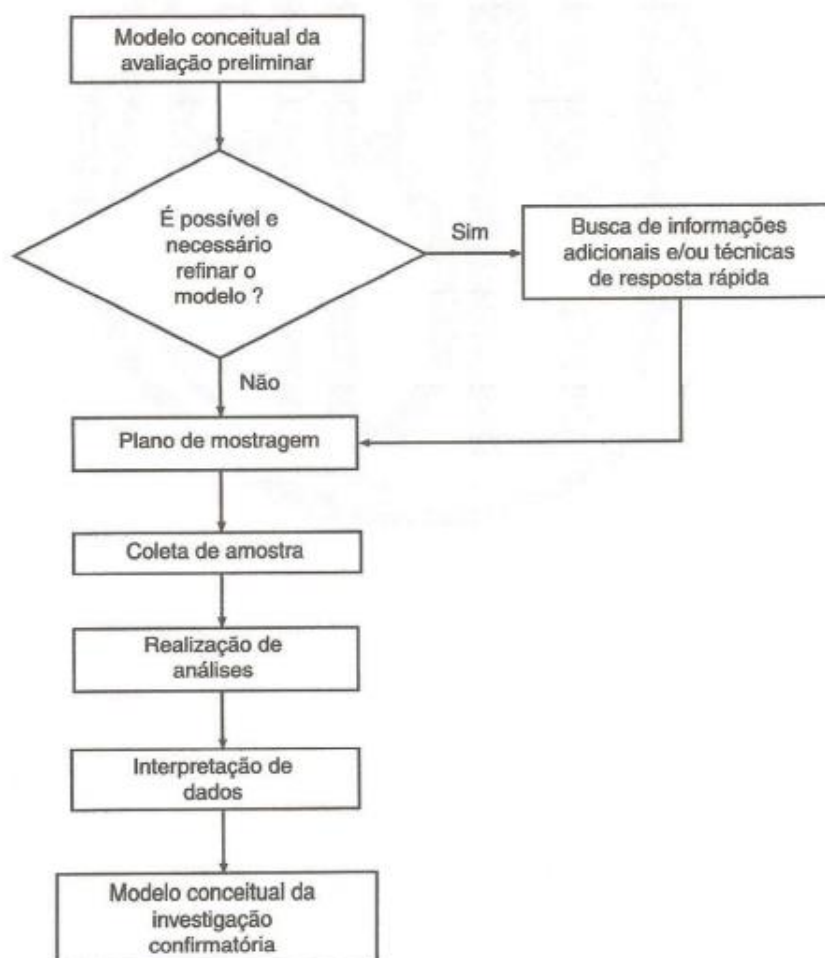
As informações geradas embasarão as decisões futuras a serem tomadas, podendo ser estas relacionadas à liberação da área para o uso pretendido, ou mesmo relativa à necessidade de elaboração de uma Investigação Confirmatória ou Detalhada, a fim de confirmar ou detalhar a contaminação (SILVA, 2020).

2.5.3 Investigação confirmatória

Esta etapa é orientada pela norma ABNT NBR 15.515-2/2011, a qual estabelece os requisitos necessários para o desenvolvimento de uma investigação confirmatória em áreas onde foram identificados indícios reais ou potenciais de contaminação do solo e da água subterrânea após a realização da avaliação preliminar, conforme ABNT NBR 15.515 -1/2007 (ABNT, 2011).

A metodologia utilizada para conduzir a fase de investigação confirmatória compreende as seguintes etapas principais: plano de amostragem, coleta de amostras de solo e de água subterrânea, realização de análises químicas e interpretação dos resultados (CETESB). A Figura 4 esquematiza os diferentes passos dessa etapa.

Figura 4 - Fase de investigação confirmatória



Fonte: ABNT (2011).

As atividades que compreendem a metodologia empregada na investigação confirmatória são orientadas pelas normas descritas abaixo:

- ABNT NBR 15492: Sondagem de reconhecimento para fins de qualidade ambiental;
- ABNT NBR 15495-1: Poços de monitoramento de águas subterrâneas em aquíferos granulados – Parte 1: Projeto e construção;
- ABNT NBR 15495-2: Poços de monitoramento de águas subterrâneas em aquíferos granulados – Parte 2: Desenvolvimento;

- ABNT NBR 15847: Amostragem de água subterrânea em poços de monitoramento – Métodos de purga.

A caracterização do cenário de contaminação, a ser definido a partir da investigação confirmatória, inicia-se pela realização de sondagens e instalação de poços de monitoramento de águas subterrâneas nas proximidades dos locais onde foram verificados potenciais passivos ambientais na etapa de Avaliação Preliminar. A quantidade de pontos em cada local é definida de acordo com as características do terreno e dos contaminantes provavelmente existentes (CETESB, 2021).

A partir das sondagens e dos poços de monitoramento, é realizada a amostragem de solo e águas subterrâneas, a fim de verificar se estes meios possuem alterações na qualidade ambiental (CETESB, 2021).

A escolha dos compostos a serem analisados deve ser definida de acordo com as características do potencial passivo existente na área. A comprovação de alteração de qualidade ambiental se dará através da comparação dos resultados analíticos obtidos com os padrões de referência definidos pelo CONAMA 420/2009, ou pelo órgão ambiental regente na área de estudo (SILVA, 2020).

A área será considerada contaminada se as concentrações de substâncias químicas de interesse ambiental estiverem acima de um dado limite denominado *valor de intervenção*, indicando a existência de um risco potencial de efeito deletério sobre a saúde humana, havendo necessidade de uma ação imediata na área, a qual inclui uma investigação detalhada e a adoção de medidas emergenciais, visando a minimização das vias de exposição como a restrição do acesso de pessoas à área e suspensão do consumo de água subterrânea (CETESB, 2001).

2.5.3.1 Substâncias químicas de interesse (SQIs) e valores orientadores

Segundo Cetesb (2021), as substâncias químicas de interesse são “as substâncias presentes na fonte de contaminação potencial, ou primária, identificada na área em avaliação, que por suas características e quantidades liberadas, são capazes de gerar a contaminação dos compartimentos do meio ambiente”.

Em âmbito federal, a Resolução CONAMA nº 420 de 28 de dezembro de 2009, dispõe sobre os valores orientadores que estabelecem critérios para solo residencial, agrícola e industrial como valores de referência de qualidade (VRQ), Valor de Prevenção (VP) e valor de Intervenção (VI) além dos valores máximos permitidos para água subterrânea (CONAMA, 2009).

De maneira similar, a CETESB publicou uma tabela “*Valores Orientadores para Solos e Águas Subterrâneas*”, baseada nos padrões de potabilidade e em análises toxicológicas. Esses valores contemplam concentrações de substâncias químicas derivadas por meio de critérios numéricos e dados existentes na literatura científica internacional, para subsidiar ações de prevenção e controle da poluição, visando à proteção da qualidade dos solos e das águas subterrâneas e o gerenciamento de áreas contaminadas (CETESB, 2021).

Tanto na tabela organizada pela CETESB e CONAMA, são definidos três valores orientadores para solo e água subterrânea: valor de referência de Qualidade (VRQ), Valor de Prevenção (VP) e Valor de Intervenção (VI):

I -Valores de Referência de Qualidade (VRQ): concentração de determinada substância no solo ou na água subterrânea, que define um solo como limpo ou a qualidade natural da água subterrânea

II - Valor de Prevenção (VP): concentração de determinada substância, acima da qual podem ocorrer alterações prejudiciais à qualidade do solo e da água subterrânea. Este valor indica a qualidade de um solo capaz de sustentar as suas funções primárias, protegendo-se os receptores ecológicos e a qualidade das águas subterrâneas. Para a manutenção da multifuncionalidade do solo deve-se considerar três fatores: a proteção da biota do solo, a proteção da água subterrânea e a proteção à saúde humana. Dentre os três critérios, o valor de prevenção acaba sendo o mais restritivo.

III - Valor de Intervenção (VI): concentração de determinada substância no solo ou na água subterrânea, acima da qual existem riscos à saúde. (CETESB, 2001).

Ainda sobre os valores de intervenção, para a CETESB, as concentrações definidas para o solo são derivadas da criação de uma lista de Avaliação de Risco à Saúde Humana. Quanto que para as águas subterrâneas, os valores de intervenção foram definidos a partir dos padrões nacionais de potabilidade e aceitação ao consumo humano, que têm como base os valores para consumo humano calculados pela Organização Mundial da Saúde (ANA; CETESB, 2011).

3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo deste trabalho compreende o Conjunto Habitacional de Interesse Social Pimentas I, localizado no município de Guarulhos, estado de São Paulo (Figura 5).

Figura 5 – Localização da área de estudo



Fonte: Próprio autor.

O interesse na mesma se justifica pois, no passado, a região era ocupada por uma indústria de fabricação de produtos plásticos por extrusão. Com o fechamento da indústria, a área foi concedida à Prefeitura Municipal de Guarulhos, sendo destinada

a fins de uso habitacional, o que gerou a demanda por estudos ambientais que comprovaram a existência de indícios de contaminação e risco à saúde humana, o que, por sua vez, demandou estudos mais detalhados.

3.1. Histórico de ocupação

Antigamente, a área de estudo era ocupada por uma indústria de fabricação de plástico por método extrusivo, embora não haja informações sobre o início das operações do empreendimento.

Após o fechamento da indústria, em 2005, a área foi declarada como de utilidade pública e passou a ser da Prefeitura Municipal de Guarulhos, com o objetivo de ser utilizada para implantação do Conjunto Habitacional de Interesse Social.

Já iniciadas as obras, em 2008, a Prefeitura solicitou à CETESB um parecer técnico referente à implantação do Conjunto Habitacional de Interesse Social Pimentas I, que seria baseado em um relatório de Investigação Detalhada. Tal relatório identificou contaminação por compostos inorgânicos (metais) tanto em solo quanto em água subterrânea. Ao analisa-lo, o órgão ambiental exigiu estudos complementares devido a constatação de contaminação, resultando na solicitação formal para paralisação das obras.

Tais estudos complementares deveriam incluir uma campanha de monitoramento de água subterrânea de todos os poços do local, junto de relatórios de técnicos de revisão/reinstalação de poços de monitoramento e amostragem de água subterrânea para avaliar o uso futuro pretendido na área.

Atualmente a área se encontra inutilizada, apenas com a estrutura em concreto inacabada das unidades dos edifícios habitacionais, e com ocupações irregulares de pessoas em situação de rua. As Figuras 6 e 7 abaixo demonstram a atual situação do local.

Figura 6 – Situação atual da área de estudo.



Fonte: Próprio autor.

Figura 7 – Área de estudo Conjunto Habitacional Social.



Fonte: Próprio autor.

3.2. Caracterização do meio físico

Quanto a Geologia, a região em que a área de estudo está inserida encontra-se sobre a unidade do Grupo Taubaté que é constituído pelas Formações Resende (arenitos, conglomerados, diamictitos e lamitos), Tremembé (argilitos, folhelhos, margas e calcários dolomíticos) e São Paulo (arenitos, argilitos, siltitos e arenitos conglomeráticos) (IBGE, 2019).

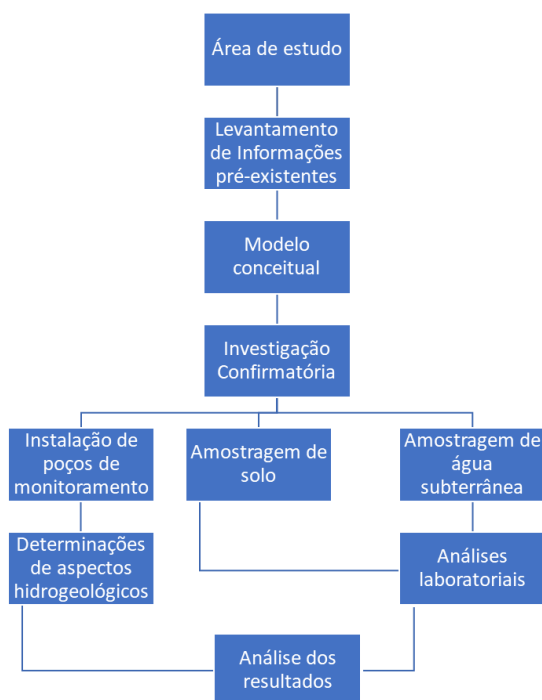
A área de estudo propriamente dita, situa-se sobre a Formação Resende, sendo esta unidade composta por diamictito, conglomerados de leques aluviais com leitos de arenitos grossos a finos, lamito arenoso, siltito e argilitos lacustres, localmente com estratificação cruzada acanalada (IBGE, 2019).

Quanto à geomorfologia, a área de estudo está inserida na unidade Planalto das Colinas de São Paulo que se constitui por colinas elaboradas em depósitos sedimentares da bacia de São Paulo. Tais colinas apresentam baixo aprofundamento de incisões e densidade de drenagem mediana, ocupando as imediações dos interflúvios dos principais rios da Região Metropolitana de São Paulo. Por estar quase completamente ocupada pelo sítio urbano da cidade de São Paulo e municípios limítrofes, resta pequena área de cobertura vegetal sobre os solos Podzólicos Vermelho-Amarelos. Ravinamentos dominam encostas convexas, sujeitas a um escoamento superficial difuso facilitado pela camada espessa do colúvio vermelho-amarelo (IBGE, 2019).

4. METODOLOGIA

O desenvolvimento deste trabalho seguiu as etapas apresentadas no fluxograma da Figura 8. Ressalta-se que as etapas práticas, tanto de campo quanto de escritório, foram realizadas durante as atividades de estágio obrigatório da autora, realizado junto a empresa L3 Engenharia Ambiental.

Figura 8 – Fases de desenvolvimento do trabalho



Fonte: Próprio autor.

4.1 Escolha e delimitação da área de estudo

A primeira etapa de desenvolvimento desse estudo compreendeu a escolha e delimitação da área de estudo. Conforme já apresentado, esta compreende o Conjunto Habitacional de Interesse Social Pimentas I, localizado no município de Guarulhos – SP.

A escolha da mesma justifica-se pela presença de contaminação do solo e da água subterrânea, determinada em análises preliminares, que demandou a necessidade de novos estudos ambientais.

Ressalta-se que a liberação da área para a implementação do novo uso pretendido, o de conjunto habitacional, está condicionada aos resultados dos novos estudos ambientais.

4.2. Levantamento de dados pré-existent

Uma vez delimitada a área de estudo, teve início a etapa de levantamento de informações e dados pré-existent. Nesta etapa foi realizada pesquisa bibliográfica em documentos disponibilizados, especialmente relatórios de fiscalizações ambientais antigos.

Além disso, verificou-se que a área já possuía poços de monitoramento instalados, entretando, todos encontravam-se obstruídos e/ou desaparecidos. Foram realizadas visitas ao local e vistorias, confirmando o desaparecimento dos mesmos. Em decorrência, a CETESB solicitou a reinstalação de poços de monitoramento, assim como a realização de novas investigações ambientais.

4.3. Elaboração do modelo conceitual

Com base nas informações e dados obtidos na etapa anterior, foi elaborado o modelo conceitual, que compreendeu a representação gráfica do empreendimento investigado, das características do meio físico e dos processos físicos, químicos e biológicos que determinam o transporte de contaminantes da(s) fonte(s) até os potenciais receptores presentes na área estudada.

Ressalta-se que para a elaboração do modelo conceitual foram identificados a área fonte, fontes primárias e secundárias de contaminação, bem como os mecanismos de liberação e suas vias de transporte. Para identificar receptores expostos ou potencialmente expostos, foi considerada a área de interesse da ocupação atual e seu entorno.

4.4. Investigação confirmatória

Uma vez identificados possíveis passivos ambientais na área de estudo, com base nas informações pré-existent, e elaborado o modelo conceitual, deu-se início à etapa de investigação confirmatória, cujo objetivo era confirmar a existência ou não de contaminação nos meios de interesse.

A investigação confirmatória deu-se através da instalação de poços para o monitoramento da qualidade da água subterrânea; da amostragem do solo e da água subterrânea, seguida de análises laboratoriais para a realização de análises químicas.

A instalação dos poços de monitoramento foi realizada conforme as preconizações dispostas nas normativas técnicas da ABNT NBR 15.495-1 e 15.495-2

4.4.1 Instalação dos poços de monitoramento de água subterrânea

A execução das sondagens, amostragens de solo e implantação da rede de poços de monitoramento de água subterrânea objetivaram a avaliação da qualidade do solo e da qualidade da água subterrânea, bem como a caracterização geológica da área por meio da identificação e descrição do perfil litológico do solo, baseada em análises tátil-visuais.

As sondagens e instalação dos poços foram realizadas à montante e a jusante da área ocupada pela indústria no passado, próximo ao rio que atravessa o local, dispostos de maneira próxima a área suspeita de contaminação. Os poços de montante foram locados, com uma distância segura de influência do rio, já os poços de jusante foram distribuídos próximo à área de disposição de modo que a pluma de contaminante pudesse ser identificada se fosse confirmada a presença de contaminantes. Foram executadas 13 sondagens a trado manual de 6" com posterior instalação de 13 poços de monitoramento, utilizando-se revestimento de tubo PVC geomecânico de 2" de diâmetro, com 3 metros de seção filtrante.

Ainda sobre a construção dos poços, o espaço anelar entre o furo de sondagem e o revestimento foi preenchido por pré-filtro selecionado, composto por areia lavada com granulometria variando de 1,0 a 2,0 mm até aproximadamente 1,0 m acima do início da seção filtrante. Foi realizado um selo de bentonita de 0,5 m de espessura. O restante da seção ao redor do tubo foi preenchido por solo e em 30 cm de profundidade foi realizada proteção sanitária em cimento.

Ressalta-se que, durante todo o processo de sondagem e instalação de poços, foi realizada a coleta de amostras de solo a cada metro perfurado, seguida da caracterização tátil-visual, e elaboração do perfil descritivo das sondagens.

As Figuras 9 e 10 apresentam a realização da sondagem com trado manual, enquanto a Figura 11 apresenta os detalhes externos de um poço de monitoramento.

Figura 9 – Sondagem com trado manual helicoidal



Fonte: Próprio autor.

Figura 10 - Camadas de solo em trado helicoidal durante sondagem



Fonte: Próprio autor.

Figura 11 – Poço de monitoramento instalado



Fonte: Próprio autor.

Após a instalação dos poços também foram medidas a profundidade do poço, nível d'água e cota topográfica. Para o levantamento topográfico utilizou-se equipamento de nível óptico, a fim de identificar a cota de cada poço de monitoramento, sendo determinado o valor de 100 metros como cota base. Desse modo, obteu-se as cargas hidráulicas, o que permitiu a elaboração do Mapa de Potenciométrico.

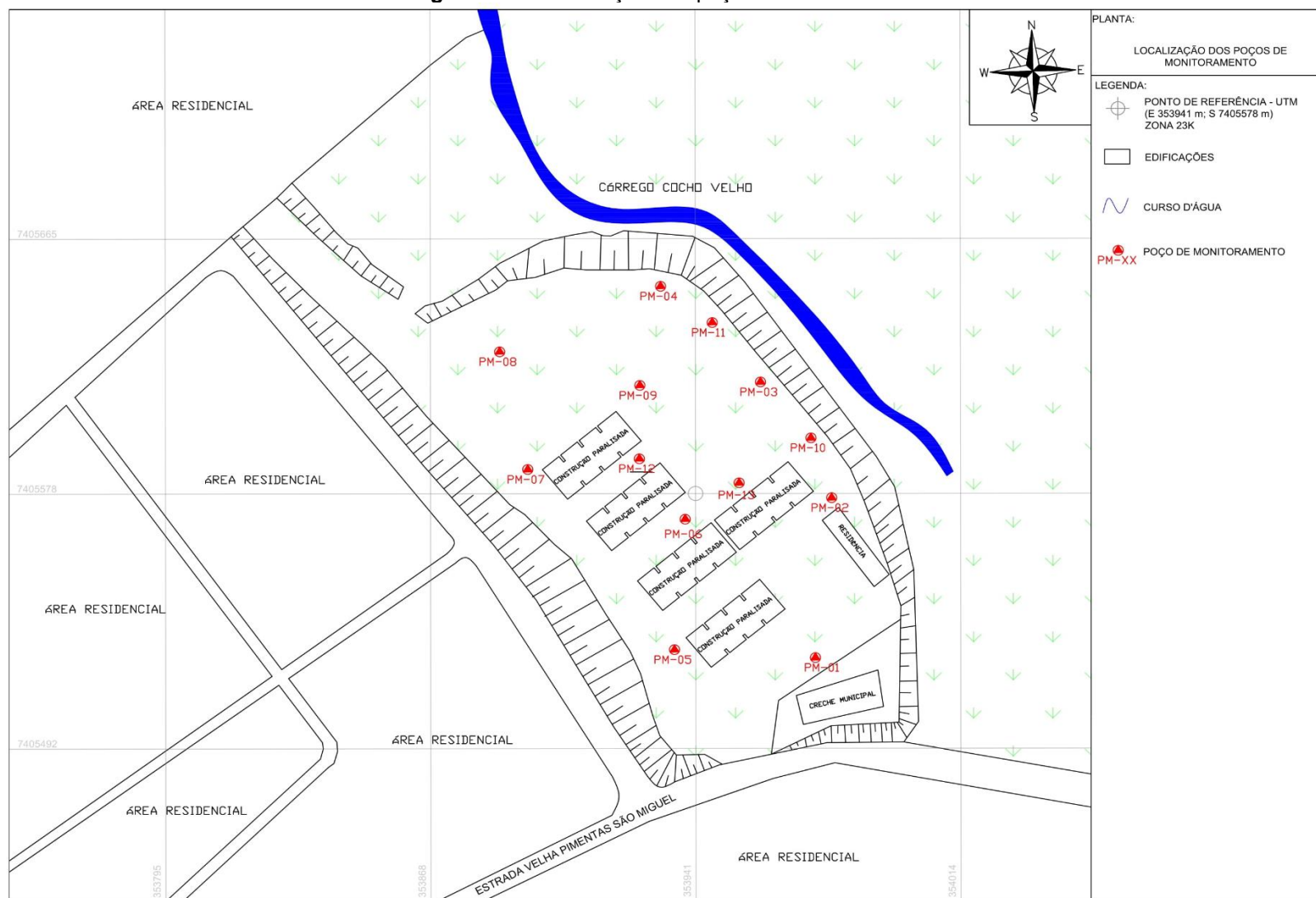
A Tabela 1 indica as coordenadas geográficas dos poços de monitoramento, e a Figura 12 ilustra a localização dos mesmos na área de estudo.

Tabela 1 – Informações geográficas - poços de monitoramento

Poço	Longitude	Latitude
PM-01	353958	7405527
PM-02	354001	7405573
PM-03	353986	7405614
PM-04	353947	7405658
PM-05	353940	7405517
PM-06	353931	740555
PM-07	353891	7405593
PM-08	353874	7405622
PM-09	353931	7405610
PM-10	353999	7405592
PM-11	353970	7405632
PM-12	353912	7405577
PM-13	353964	7405576

Fonte: Próprio autor

Figura 12 – Localização dos poços de monitoramento



Fonte: Próprio autor.

4.4.2 Amostragem de solo

Parte das amostras de solo coletadas a cada 1 metro de sondagem, foram acondicionadas em sacos de plásticos para solo, identificadas e armazenadas em isopor com gelo, a uma temperatura inferior a 4°C.

Esse processo foi baseado nos procedimentos estabelecidos pela normativa técnica da ABNT NBR 16.434. Durante a execução da amostragem, não foi identificada existência de oleosidade e iridescência, ou quaisquer outros indícios visuais de contaminação no solo. Posteriormente, selecionou-se para envio ao laboratório uma amostra de solo por sondagem executada.

A escolha das amostras de solo que seriam analisadas em laboratório baseou-se nas características das fontes primárias de contaminação e em evidências visuais de contaminação, tais como cor e odor das amostras. A Figura 13 representa o acondicionamento das amostras de solo subsuperficial.

Figura 13 – Amostras de solo subsuperficial



Fonte: Próprio autor.

4.4.3 Amostragem de água subterrânea

A amostragem de água subterrânea foi realizada pelo método de baixa vazão (*low flow*), de acordo com o procedimento estabelecido pela norma ABNT NBR 15.847/2010. O método de baixa vazão (*low flow*) baseia-se na amostragem por meio

da adoção de uma baixa velocidade de entrada de água na bomba de bexiga, sendo o controle da vazão acompanhado pelo rebaixamento do nível d'água durante o bombeamento. Em adição à amostragem, durante o bombeamento, através de uma sonda multiparâmetro em campo, foram controlados os seguintes parâmetros: pH, Condutividade Elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$), Oxigênio Dissolvido ($\text{mg O}_2/\text{L}$), Temperatura ($^{\circ}\text{C}$) e Potencial de Oxi-redução (mV).

As amostras coletadas foram acondicionadas em frascos de vidro de 40 mL, com preservante de ácido clorídrico e vedadas corretamente. As amostras foram acondicionadas e transportadas em recipiente térmico (*cooler*) resfriado a 4°C , e encaminhadas ao laboratório. A Figura 14 representa a amostragem da água subterrânea pelo método baixa vazão.

Figura 14 - Amostragem de água subterrânea por baixa vazão



Fonte: Próprio autor.

4.4.4 Análises laboratoriais

As amostras de solo e água subterrânea destinaram-se as análises de todos os parâmetros que constam na lista de valores orientadores da Decisão de Diretoria Nº 256 da CETESB (2016), com exceção de furanos e dioxinas. As amostras de água subterrânea também foram comparadas com branco de campo, viagem e equipamento.

O branco de campo é usado para a verificação de contaminações ambientais que podem ser adicionadas às amostras durante os procedimentos de coleta. O branco de viagem verifica a ocorrência de contaminação durante o transporte (laboratório – campo – laboratório). Já os procedimentos de branco de equipamento podem ser usados tanto para avaliar a eficiência da lavagem dos equipamentos de coleta em laboratório como em campo (“rinsagem”). No caso da realização em campo, serve para verificar a eficiência da lavagem realizada nos equipamentos entre os pontos de coleta, minimizando a possibilidade de contaminação cruzada (ANA; CETESB, 2011)

4.5 Análise dos resultados

Após a obtenção dos resultados gerados nas diferentes etapas metodológicas, os mesmos foram analisados de forma conjunta com o objetivo de determinar e caracterizar o cenário de contaminação da área de estudo. Para isso, foram utilizados os valores de referência da “*Lista Valores Orientadores para Avaliação de Solos e Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo*”, conforme estabelecido pela CETESB, 2016.

Ressalta-se que nesse trabalho utilizou-se como valores de referência apenas os valores de intervenção (VI), desconsiderando o valor de referência de qualidade (VRQ) e o valor de prevenção (VP), uma vez que o local de estudo será utilizado para ocupação habitacional, e, frente à legislação, se faz necessária apenas a avaliação do risco à saúde humana.

Além da interpretação dos resultados, também foram realizadas análises quanto a adequabilidade e qualidade da metodologia empregada e dos resultados obtidos, com o objetivo de melhorar a execução de trabalhos futuros.

5. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

5.1. Modelo conceitual

A partir dos diferentes dados obtidos em documentos, e informações levantadas em visita de campo, foi identificada a fonte potencial de contaminação primária, sendo está a antiga indústria de fabricação de plástico por extrusão, existente na área até o ano de 2007, assim como suas instalações e processos.

Em relação às fontes secundárias de contaminação, supôs-se que estas correspondiam ao solo subsuperficial contaminado, assim como uma possível pluma de contaminantes dissolvidos em água subterrânea. Essa teoria seria avaliada posteriormente, a partir dos resultados da etapa de Investigação Confirmatória.

Quanto aos possíveis receptores em caso comprovado de contaminação, foram considerados os moradores irregulares das edificações não finalizadas do conjunto habitacional, além dos funcionários e crianças que frequentam uma escola próxima.

As vias de exposição aos contaminantes a considerar, reais e hipotéticas, compreendem a ingestão de partículas de solo; contaminação via cutânea; inalação de vapores e ingestão de água subterrânea local.

Uma vez que os potenciais contaminantes atinjam o solo, os mesmos podem ser lixiviados em profundidade pela ação da água das chuvas infiltrada, que recarrega o aquífero local, assim como por oscilações do nível de água subterrânea.

Com base no cenário de potencial contaminação descrito, foi possível elaborar a Tabela 2 que apresenta resumidamente as informações de um modelo conceitual representativo das condições da área de estudo.

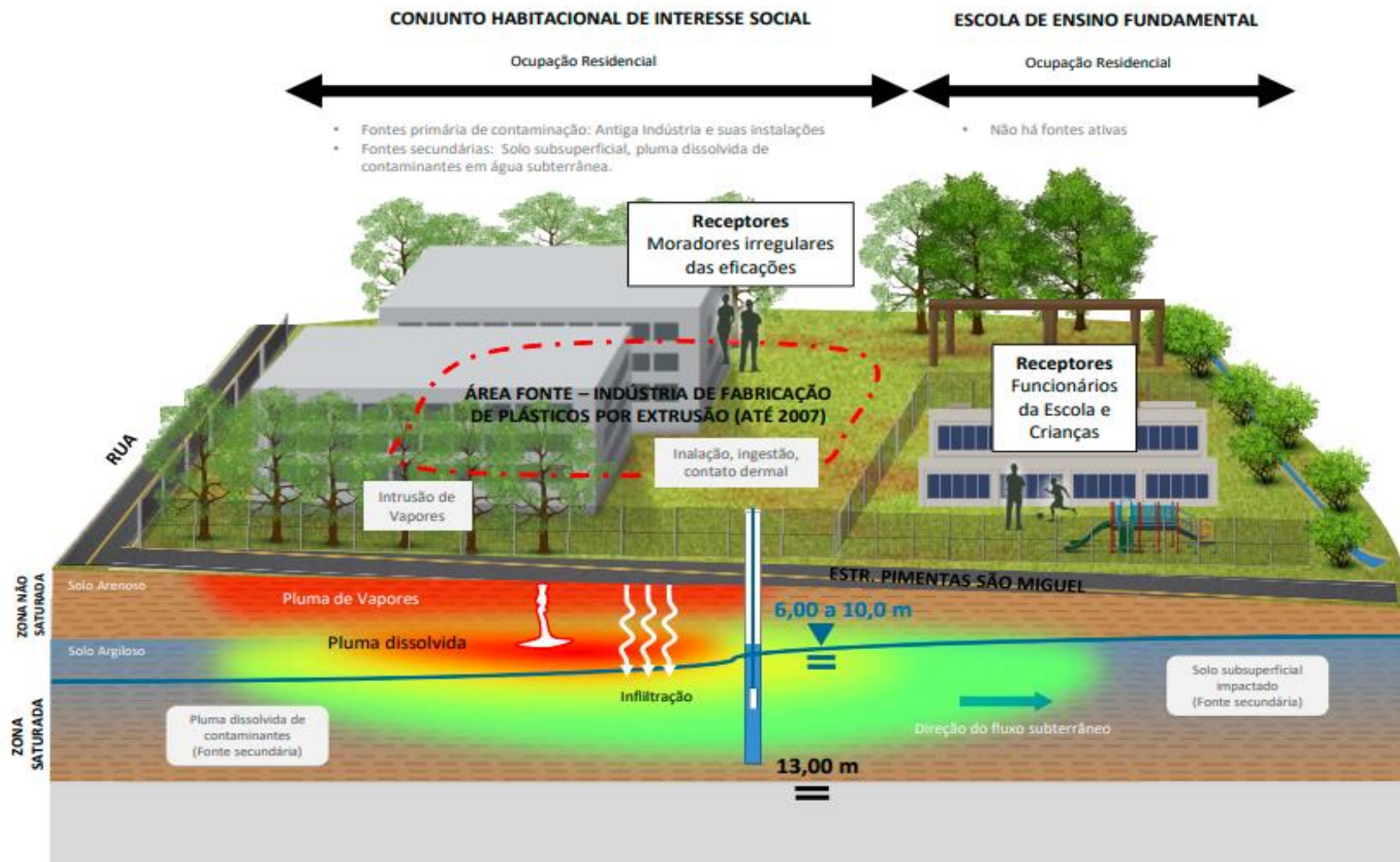
Tabela 2 – Sumarização das informações relativas ao modelo conceitual da área de estudo

Fontes primárias	Mecanismos primários de liberação	Fontes secundárias	Mecanismos secundários de liberação	Via de transporte dos contaminantes	Receptores
Antiga indústria de fabricação de plástico por extrusão	Infiltração no solo	Solo subsuperficial e Água Subterrânea contaminados	Lixiviação e solubilização	Solo e Água subterrânea	Moradores irregulares das edificações, funcionários da escola e crianças

Fonte: Próprio autor

A Figura 15, por sua vez, compreende a representação gráfica do Modelo Conceitual Inicial do Conjunto Habitacional de Interesse Social, contendo todas as informações levantadas na Tabela 2, assim como dados relacionados aos materiais geológicos (ao solo, especificamente), e à água subterrânea. Por este, fica evidente a hipótese levantada de que a fonte de contaminação primária identificada corresponde à resquícios da atividade industrial que ali se desenvolveu no passado.

Figura 15 – Modelo conceitual da área de estudo



Fonte: Próprio autor e L3 Engenharia Ambiental.

5.2 Investigação confirmatória

5.2.1 Aspectos hidrogeológicos

As sondagens realizadas para instalação dos poços de monitoramento permitiram a caracterização dos materiais geológicos amostrados, de modo que foi verificado que as classes de solo predominantes, conforme os perfis litológicos obtidos, eram Latossolos Vermelhos Distroférricos A e Latossolos Vermelhos Distroférricos e Acriférricos A. Tais características podem ser confirmadas a partir dos perfis construtivos dos poços de monitoramento (Apêndice A), que apresentam alterações pouco significativas na cor e na fração argilosa.

Para determinar a direção de fluxo preferencial da água subterrânea, foram utilizados dados medidos em campo relativos as cotas topográficas dos poços de monitoramento, e a profundidade do topo da água em relação à superfície do terreno. A partir desses valores, determinou-se a carga hidráulica, e a partir destas, foi elaborado o mapa potenciométrico, que permitiu determinar a direção do fluxo preferencial da água subterrânea (Figura 16). Os resultados obtidos nessa etapa estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Características dos poços de monitoramento.

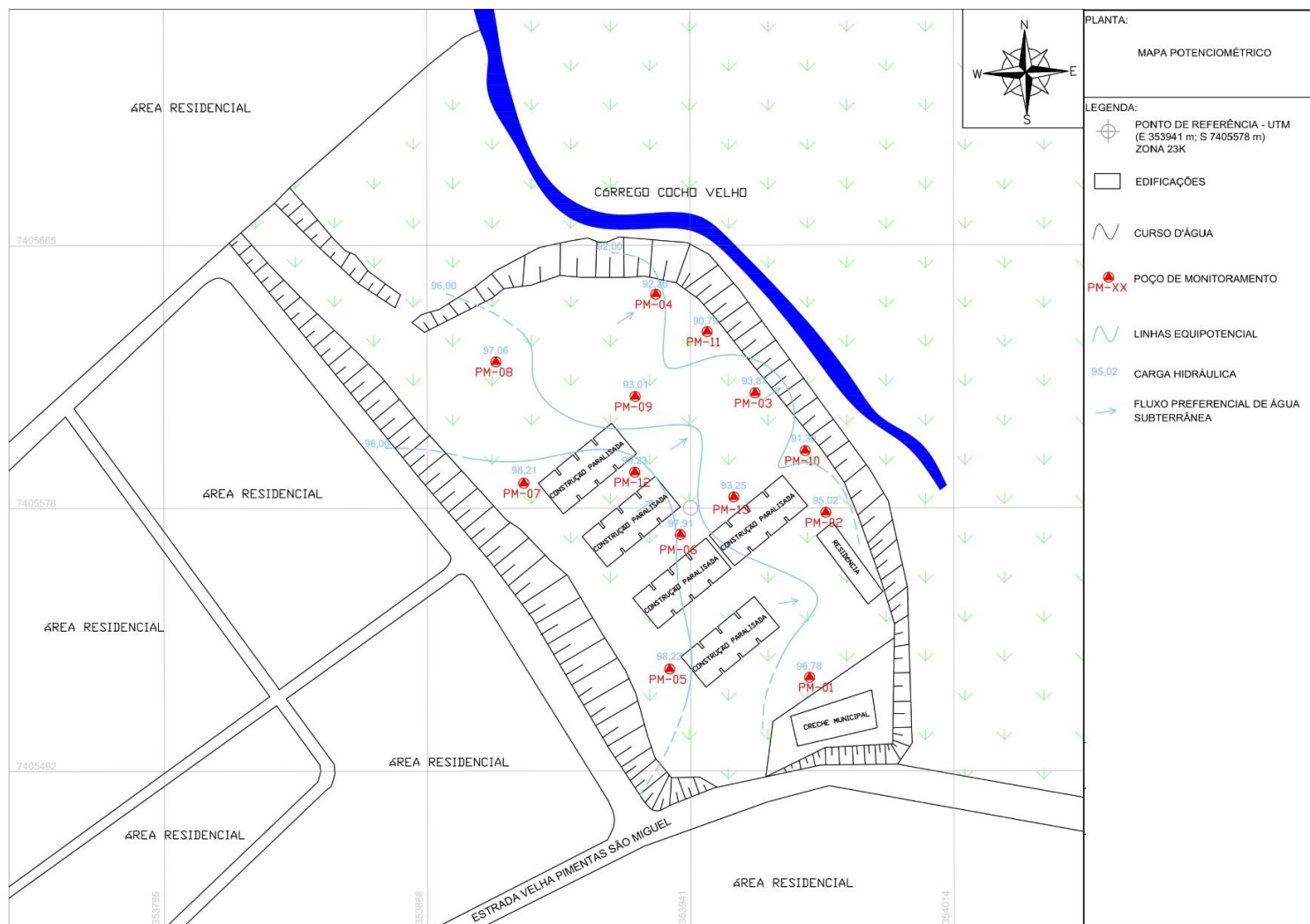
Poço de monitoramento	Nível d'água (m)	Profundidade perfurada (m)	Cota Topográfica (m)	Carga Hidráulica (m)
PM-01	3,22	5,60	100,00	96,88
PM-02	4,56	9,02	99,58	95,02
PM-03	5,43	7,93	99,30	93,87
PM-04	6,30	10,02	98,56	92,26
PM-05	1,82	3,60	100,05	98,23
PM-06	2,15	5,06	100,06	97,91
PM-07	1,88	5,38	100,09	98,21
PM-08	2,68	5,53	99,74	97,06
PM-09	7,38	5,48	100,39	93,01
PM-10	8,13	9,05	99,43	91,33
PM-11	8,67	10,09	99,46	90,79
PM-12	1,05	3,20	100,28	99,23

Poço de monitoramento	Nível d'água (m)	Profundidade perfurada (m)	Cota Topográfica (m)	Carga Hidráulica (m)
PM-13	6,72	10,84	99,97	93,25

Fonte: Próprio autor

Foi verificado que o nível freático detectado em profundidade oscila entre 1,05 m a 8,67 m. Pelas características, o aquífero é considerado um lençol freático livre, com porosidade primária, e litologia de granulometria média. O mapa potenciométrico local demonstra que o fluxo da água subterrânea da área apresenta direção preferencial no sentido de Sudoeste a Noroeste, conforme visualiza-se na Figura 16.

Figura 16 - Mapa potenciométrico.



Fonte: Próprio autor.

5.2.2 Parâmetros físico-químicos *in situ* de águas subterrâneas

Os resultados dos parâmetros físico-químicos medidos *in situ* durante a coleta das amostras de águas subterrâneas nos poços de monitoramento encontram-se na Tabela 4.

Tabela 4 - Resultados dos parâmetros físico-químicos medidos em campo.

Poço	Condutividade (µS/cm)	Temperatura (°C)	Turbidez (NTU)	pH	O.D. (mg/L)	Potencial de Oxi-Redução (mV)
PM-01	365,33	24,42	138,00	7,68	4,22	378,93
PM-02	196,33	22,30	97,00	6,31	2,75	324,00
PM-03	191,67	21,68	77,00	5,88	2,96	204,80
PM-04	377,67	20,68	144,00	5,03	2,71	130,57
PM-05	456,33	24,61	122,00	5,68	3,97	160,03
PM-06	454,00	22,10	144,00	5,70	4,32	312,60
PM-07	155,33	21,70	119,00	6,83	2,92	208,40
PM-08	175,67	22,33	88,00	6,53	3,22	297,40
PM-09	197,33	23,43	96,00	6,34	3,43	307,13
PM-10	193,00	21,52	97,00	5,93	3,17	245,40
PM-11	123,33	21,41	101,33	5,33	3,20	187,20
PM-12	1124,33	22,31	152,33	6,34	2,48	178,40
PM-13	295,33	26,40	97,00	6,64	2,17	293,80

Fonte: Próprio autor.

As amostras apresentaram valores de pH característicos de um ambiente levemente ácido, dentro da faixa típica para pH em águas subterrâneas.

As temperaturas medidas durante a coleta das amostras de água subterrânea variaram entre 20,6 e 26,4 °C. Esta variação pode estar ligada à variação da temperatura ambiente no momento da amostragem.

A condutividade elétrica é a capacidade que a água possui de conduzir corrente elétrica, que está diretamente relacionada com a quantidade de carga mineral presente na água. Os valores de condutividade elétrica obtidos a partir das medições realizadas na área variaram entre 1124,00 e 123,33 µS/cm. Entretanto, verifica-se que

o valor elevado de 1124,00 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ocorreu apenas no poço PM-12, e que os demais valores determinados não ultrapassaram 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

As concentrações de oxigênio dissolvido, por fim, variaram entre 2,17 a 4,32 mg/L, sendo considerados habituais para águas subterrâneas.

5.2.3 Resultados analíticos

Uma vez que a área está inserida no estado de São Paulo, os resultados das análises químicas dos parâmetros determinados nas amostras de solo e água subterrânea foram comparados aos "Valores Orientadores para Avaliação de Solos e Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo", conforme estabelecido na Decisão de Diretoria nº 256 de 22 de novembro de 2016 da CETESB.

5.2.3.1 Resultados analíticos de solo

Os resultados das análises das amostras de solo encontram-se na Tabela 5. Tais resultados foram comparados com os Valores Orientadores da CETESB (CETESB, 2021). Considerando que a área investigada está localizada em zona urbana do município de Guarulhos, foram utilizados como referência os valores de intervenção (VIs) para **solo (e uso) residencial**.

Analisando os resultados citados, foi verificado que os resultados analíticos de todas as amostras de solo estão abaixo dos Valores de Intervenção para uso residencial definidos pela CETESB (2021), indicando que não há restrição ao uso residencial em função das concentrações encontradas.

Tabela 5 - Concentrações das substâncias químicas de interesse no solo

Compostos	Amostras (µg/Kg)													Limites de quantificação	Valores de Intervenção (µg/Kg)			
	PM-01	PM-02	PM-03	PM-04	PM-05	PM-06	PM-07	PM-08	PM-09	PM-10	PM-11	PM-12	PM-13		Residencial	Industrial	Agrícola	
Metais totais	Cromo hexavalente	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40	0,400	3,2	-	0,4
	Mercúrio	<10	52	21	37	<10	53	<10	50	<10	<10	<10	46	20	10	900	7000	1200
	Antimônio	<250	<250	<250	<250	<250	<250	<250	<250	<250	<250	<250	<250	<250	50	10000	25000	5000
	Arsênio	<250	<250	<250	<250	<250	<250	<250	<250	<250	<250	<250	<250	<250	250	55000	150000	35000
	Bário	219955	9370	3226	5436	21903	3829	6579	16480	5591	33019	3704	5744	3255	25	1300000	7300000	500000
	Boro	6145	3660	7376	10142	5468	18711	9438	7677	5542	10086	12097	9142	3504	250	-	-	-
	Cadmio	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	50	14000	160000	3600
	Chumbo	21735	3545	2436	3739	2309	2894	3093	4594	2981	3049	2355	3456	2409	250	240000	4400000	150000
	Cobalto	11538	<150	<150	<150	<150	<150	<150	<150	<150	<150	<150	<150	<150	150	65000	90000	35000
	Cobre	6582	6050	2950	3955	7557	8666	5356	14921	4483	11827	6024	5102	1563	250	2100000	10000000	760000
	Cromo total	9935	16417	17633	22434	19483	32548	9849	12193	11079	15180	28457	22222	4861	250	300000	400000	150000
	Molibdênio	1774	663	547	600	<250	978	388	417	344	574	1072	727	258	250	29000	180000	11000
	Níquel	4545	2992	1389	1654	4138	2133	1549	2656	1404	6846	2232	2772	1045	250	480000	3800000	190000
	Prata	<250	<250	<250	<250	<250	<250	<250	<250	<250	<250	<250	<250	<250	250	50000	100000	25000
	Selênio	272	605	<250	359	<250	<250	<250	<250	<250	437	<250	<250	<250	250	81000	640000	24000
	Zinco	29018	7766	5472	7790	24477	12217	10234	16739	6458	40113	9637	9542	3444	250	7000000	10000000	1900000
	SVOC	Acenafteno	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	2,5	-	-	-
Acenaftileno		<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	2,5	-	-	-	
Antraceno		<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	2,5	4600000	10000000	2300000	
Benzo (a) Antraceno		<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	2,5	7000	22000	1600	
Benzo (a) Pireno		<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	2,5	800	2700	200	
Benzo (b) Fluoranteno		<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	2,5	7200	25000	2000	
Benzo (g,h,i) Perileno		<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	2,5	-	-	-	
Benzo (k) Fluoranteno		<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	2,5	75000	240000	27000	
Criseno		<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	2,5	600000	1600000	95000	
Dibenzo (a,h) Antraceno		<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	2,5	800	2900	300	
Fenantreno		<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	2,5	40000	95000	15000	
Fluoreno		<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	2,5	-	-	-	
Naftaleno		<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	2,5	1800	5900	1100	
Pireno		<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	2,5	-	-	-	
Hexaclorobutadieno		<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	25	-	-	-	
1,2,3,4-Tetraclorobenzeno	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	2,5	-	-	-		
SVOC	1,2,3,5-Tetraclorobenzeno	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	1,5	-	-	-	
	1,2,4,5-Tetraclorobenzeno	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	2,5	600	3600	300	
	2,2,3,4,4,5,5-	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	2,5	-	-	-	
	2,2,3,4,4,5-	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	2,5	-	-	-	
	2,2,4,4,5,5-	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	2,5	-	-	-	
	2,2,4,5,5-	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	2,5	-	-	-	
	2,2,5,5-	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	2,5	-	-	-	
	2,3,4,4,5-	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	2,5	-	-	-	
	2,3,4,5-Tetraclorofenol	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	2,5	75000	50000	7000	
2,3,4,6-Tetraclorofenol	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	2,5	85000	480000	34000		
SVOC	2,4,4-Triclorobifenil (PCB 28)	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	2,5	-	-	-	
	PCB's Total (Bifenilas,	<17,5	<17,5	<17,5	<17,5	<17,5	<17,5	<17,5	<17,5	<17,5	<17,5	<17,5	<17,5	17,5	30	120	10	
	2,4,5-Triclorofenol	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	25	170000	96000	68000	
	2,4,6-Triclorofenol	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	25	1600	9600	600	
	2,4-Diclorofenol	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	25	1500	8500	500	
	2,4-Dimetilfenol	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	2,5	-	-	-	
	2,4-Dinitrofenol	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	25	-	-	-	
	2,4-Dinitrotolueno	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	25	-	-	-	
	2,6-Dinitrotolueno	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	25	-	-	-	
	2-Clorofenol	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	25	1700	9400	600	
	2-Cloronaftaleno	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	25	-	-	-	
	2-Metilnaftaleno	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	2,5	-	-	-	
2-Nitroanilina	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	25	-	-	-		
2-Nitrofenol	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	25	-	-	-		

Compostos	Amostras (µg/Kg)													Limites de quantificação	Valores de Intervenção (µg/Kg)			
	PM-01	PM-02	PM-03	PM-04	PM-05	PM-06	PM-07	PM-08	PM-09	PM-10	PM-11	PM-12	PM-13		Residencial	Industrial	Agrícola	
3,4-Diclorofenol	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	25	3000	6000	1000	
3-Nitroanilina	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	25	-	-	-	
4,6-Dinitro-2-metilfenol	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	25	-	-	-	
SVOC	4-Bromofenil fenil éter	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	25	-	-	-	
	4-Cloro-3-metilfenol	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	25	-	-	-	
	4-Cloroanilina	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	25	-	-	-	
	4-Clorofenil fenil éter	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	25	-	-	-	
	4-Nitroanilina	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	25	-	-	-	
	4-Nitrofenol	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	25	-	-	-	
	Aldrin	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	2,5	800	6000	400
	Anilina	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	2,5	700	3200	150
	BHC-alfa(HCH Alfa)	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	1,5	20	40	2
	BHC-beta(HCH Beta)	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	1,5	60	200	10
	BHC-delta(HCH Delta)	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	1,5	-	-	-
	BHC-gama (lindano)	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	1,5	60	200	8
	Bis(2-Cloroetil)éter	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	25	-	-	-
	Bis(2-Cloroetoxi)metano	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	25	-	-	-
	Bis(2-Cloroisopropil)éter	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	25	-	-	-
	Butilbenzilftalato	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	25	-	-	-
	Carbazol	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	25	-	-	-
SVOC	Carbofuran	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	2,5	700	3800	300	
	cis-Clordano	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	2,5	-	-	-	
	Dibenzofurano	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	25	-	-	-	
	Dieldrin	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	2,5	800	5900	300
	Dietilxilftalato (DEHP)	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	25	250000	730000	36000
	Dietilftalato	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	2,5	100000	550000	33000
	Dimetilftalato	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	2,5	1600	3000	500
	Di-n-butilftalato	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	25	140000	850000	44000
	Di-n-octilftalato	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	25	-	-	-
	EndossulfanI(Alfa)	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	2,5	-	-	-
	EndossulfanII(Beta)	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	2,5	-	-	-
	Endossulfansulfato	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	2,5	-	-	-
	Endrincetona	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	2,5	-	-	-
	Endrin	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	2,5	2500	17000	800
	Fenol	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	25	65000	370000	24000
	Fluoranteno	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	2,5	-	-	-
	Heptacloro	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	2,5	-	-	-
SVOC	Heptacloro Hepoxido	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	2,5	-	-	-	
	Hexaclorobenzeno	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	2,5	-	-	-	
	Hexaclorociclopentadieno	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	25	-	-	-	
	Hexacloroetano	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	25	-	-	-	
	Indeno(1,2,3-cd)pireno	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	2,5	-	-	-
	m-Cresol(3-Metilfenol)	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	5	-	-	-
	Metoxicloro	2,5	< 2,5	2,5	< 2,5	< 2,5	2,5	2,5	< 2,5	2,5	< 2,5	< 2,5	2,5	2,5	2,5	-	-	-
	Mirex	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	5	-	-	-
	Nitrobenzeno	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	25	-	-	-
	N-nitrosodimetilamina	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	25	-	-	-
	N-nitrosodi-n-propilamina	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	25	-	-	-
	o,p'-DDD	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	2,5	-	-	-
	o,p'-DDE	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	2,5	-	-	-
	o,p'-DDT	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	2,5	-	-	-
	p,p'-DDD	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	2,5	-	-	-
	p,p'-DDE	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	2,5	-	-	-
	p,p'-DDT	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	2,5	-	-	-
SVOC	o-Cresol(2-Metilfenol)	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	25	-	-	-	
	p -Cresol(4-Metilfenol)	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	25	-	-	-	
	Cresóis Totais	< 55	< 55	< 55	< 55	< 55	< 55	< 55	< 55	< 55	< 55	< 55	< 55	55	33000	190000	14000	

Compostos	Amostras (µg/Kg)													Limites de quantificação	Valores de Intervenção (µg/Kg)			
	PM-01	PM-02	PM-03	PM-04	PM-05	PM-06	PM-07	PM-08	PM-09	PM-10	PM-11	PM-12	PM-13		Residencial	Industrial	Agrícola	
Pentaclorofenol	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25	25	600	1900	70	
Trans-Clordano	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	2,5	-	-	-	
Aldrin+Dieldrin	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	5	-	-	-	
Clordano(cis+trans)	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	5	-	-	-	
Endrinaldeído	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	2,5	-	-	-	
DDT	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	5	22000	82000	5500	
DDD	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	5	7500	23000	1000	
DDE	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	5	8500	82000	1200	
Endossulfan (soma)	< 7,5	< 7,5	< 7,5	< 7,5	< 7,5	< 7,5	< 7,5	< 7,5	< 7,5	< 7,5	< 7,5	< 7,5	< 7,5	7,5	12000	66000	4700	
VOCS	Benzeno	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	2	80	200	20	
	Tolueno	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	5	14000	80000	5600	
	Etilbenzeno	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	5	600	1400	200	
	o-Xileno	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	5	-	-	-	
	m,p-Xileno	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	10	-	-	-	
	Xileno Total	< 15	< 15	< 15	< 15	< 15	< 15	< 15	< 15	< 15	< 15	< 15	< 15	< 15	15	3200	19000	12000
	Naftaleno	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	5	1800	5900	1100
	1,1-Dicloroetano	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	5	600	1700	100
	1,1,1,2-Tetracloroetano	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	5	-	-	-
	1,1,1-Tricloroetano	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	5	120000	690000	140000
	1,1,2,2-Tetracloroetano	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	5	-	-	-
	1,1,2-Tricloroetano	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	5	-	-	-
	1,1-Dicloroetano	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	5	3800	22000	2800
1,1-Dicloropropeno	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	5	-	-	-	
VOCS	1,2,3-Triclorobenzeno	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	5	1100	6100	400	
	1,2,3-Tricloropropano	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	5	-	-	-	
	1,2,4-Triclorobenzeno	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	5	1000	8400	4000	
	1,2,4-Trimetilbenzeno	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	5	-	-	-	
	1,2-Dibromo-3-Cloropropano	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	5	-	-	-	
	1,2-Dibromoetano	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	5	-	-	-	
	1,2-Diclorobenzeno	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	5	11000	84000	9200	
	1,2-Dicloroetano	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	5	30	90	10	
	1,2-Dicloroetenocis	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	5	200	1100	80	
	1,2-Dicloroetenotrans	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	5	1000	5400	700	
1,2-Dicloroetano(cis+trans)	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	10	-	-	-		
1,2-Dicloropropano	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	5	-	-	-		
VOCS	1,3,5-Triclorobenzeno	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	5	-	-	-	
	1,3,5-Trimetilbenzeno	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	5	-	-	-	
	1,3-Diclorobenzeno	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	5	-	-	-	
	2,2-Dicloropropano	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	5	-	-	-	
	2-Butanona(Metiletacetona)	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	5	-	-	-	
	2-Clorotolueno	< 5	5	< 5	5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	5	-	-	-	
	Acetatodevinila	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	5	-	-	-	
	Acetona	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	5	-	-	-	
	Bromobenzeno	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	5	-	-	-	
	Bromoclorometano	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	5	-	-	-	
	Bromodiclorometano	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	5	-	-	-	
	Bromoformio	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	5	-	-	-	
	Bromometano	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	5	-	-	-	
	Chumbo tetraetil	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	5	-	-	-	
VOCS	Cis-1,3-Dicloropropeno	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	5	-	-	-	
	cis-1,4-Dicloro-2-buteno	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	5	-	-	-	
	Cloreto de Vinila	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	2	10	30	1	
	Clorobenzeno	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	5	1300	8300	1600	
	Cloroetano	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	5	-	-	-	
	Clorofórmio	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	5	800	4500	100	
	Clorometano	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	5	-	-	-	
	Dibromoclorometano	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	5	-	-	-	

Compostos	Amostras (µg/Kg)													Limites de quantificação	Valores de Intervenção (µg/Kg)		
	PM-01	PM-02	PM-03	PM-04	PM-05	PM-06	PM-07	PM-08	PM-09	PM-10	PM-11	PM-12	PM-13		Residencial	Industrial	Agrícola
Dibromometano	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	5	-	-	-
Diclorometano (cloreto de metileno)	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	5	400	2100	100
Dissulfeto de Carbono(Sulfetode carbono)	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	5	-	-	-
Dicloroeteno(somatória de1,1+1,2 cis +1,2trans)	< 15	< 15	< 15	< 15	< 15	< 15	< 15	< 15	< 15	< 15	< 15	< 15	< 15	15	-	-	-
Estireno	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	5	60000	480000	50000
Iodometano	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	5	-	-	-
Isopropilbenzeno (Cumeno)	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	5	-	-	-
n-Butilbenzeno	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	5	-	-	-
n-Propilbenzeno	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	5	-	-	-
Piridina	< 5000	< 5000	< 5000	< 5000	< 5000	< 5000	< 5000	< 5000	< 5000	< 5000	< 5000	< 5000	< 5000	5000	-	-	-
sec-Butilbenzeno	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	5	-	-	-
tert-Butilbenzeno	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	5	-	-	-
Tetracloro de Carbono	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	5	100	400	30
Tetracloroeteno (Tetracloroetileno)	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	5	800	4600	600
Trans-1,3-Dicloropropeno	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	5	-	-	-
Trans-1,4-Dicloro-2-buteno	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	5	-	-	-
Tricloroeteno (Tricloetileno)	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	5	40	200	30
Triclorofluorometano	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	5	-	-	-
1,4-Diclorobenzeno	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	5	600	2100	300
2-Hexanona(N-Butil-Metil-Cetona)	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	5	-	-	-
4-Clorotolueno	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	5	-	-	-
4-metil-2-Pentanona	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	5	-	-	-
1,3-Dicloropropano	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	5	-	-	-
Diclorodifluorometano	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	5	-	-	-
p-IsopropiltoluenoHexaclorobutadieno	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	5	-	-	-

< : valores abaixo do nível de quantificação do equipamento

Valores em negro: acima do nível de quantificação e abaixo dos valores de intervenção

Valores em vermelho: acima do nível de intervenção estabelecidos pela CETESB

5.2.3.2. Resultados analíticos de água subterrânea

As amostras de água subterrânea foram analisadas quanto a todos os parâmetros que constam na lista de valores orientadores da Decisão de Diretoria Nº 256/2016/E da CETESB, com exceção de furanos e dioxinas.

A Tabela 6 apresenta as concentrações dos parâmetros avaliados a partir das amostras coletadas.

Tabela 6 – Concentrações das substâncias químicas de interesse na água subterrânea

Compostos		Amostras (µg.L ⁻¹)															LQ	VI (µg.L ⁻¹)	
		PM-01	PM-02	PM-03	PM-04	PM-05	PM-06	PM-07	PM-08	PM-09	PM-10	PM-11	PM-12	PM-13	Branco de campo	Branco de Equipamento			Branco de Viagem
Compostos inorgânicos	Antimônio	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	1,000	5
	Arsênio	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	1,010	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	1,000	10
	Bário	2875,000	69,000	81,000	686,000	939,000	395,000	70,000	139,000	96	107	464	399	163	<1,000	6,390	<1,000	100,000	700
	Boro	20,000	9,000	3,000	10,000	7,000	<1,000	59,000	6,000	6	6	<1,000	3	111	5,74	4,76	5,74	1,000	2400
	Cádmio	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	1,000	5
	Chumbo	8,270	9,600	19,810	92,010	106,840	280,660	3,580	1,770	1,520	23,880	1,860	29,530	9,940	<1,000	<1,000	<1,000	1,000	10
	Cobalto	4,940	9,920	7,480	4,900	65,210	10,840	2,250	5,41	5,446	8,179	4,259	5,0600	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	1,000	70
	Cobre	3,000	6,500	5,720	4,610	23,020	10,790	<1,000	3,08	3,297	8,179	1,359	1,47	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	1,000	2000
	Cromo	<1,000	1,183	<1,00000	1,590	1,500	1,740	<1,000	<1,000	<1,000	1,2120	1,419	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	1,000	50
	Mercúrio	<0,100	0,100	<0,100	0,606	<0,100	0,390	<0,100	<0,100	<0,10000	<0,10000	0,360	0,10000	<0,10000	<0,10000	<0,10000	<0,10000	0,100	1
	Molibdênio	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	1,000	30
	Níquel	1,830	<1,000	1,230	2,530	10,100	2,770	<1,000	1,570	1,4770	1,231	<1,000	2,36100	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	1,000	70
	Nitrato	<0,045	<0,045	<0,045	<0,045	<0,045	<0,045	<0,045	2,1	<0,045	0,154	<0,045	4,8	0,100	<0,045	<0,045	<0,045	0,045	-
	Condutividade	365,33	196,33	191,67	377,67	456,33	454,00	155,33	175,67	197,33	193,00	123,33	1124,33	295,33	16,31	16,31	16,31	1,470	-
	Prata	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	1,000	50
Selênio	<1,000	<1,000	1,017	<1,000	1,0170	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	1,300	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	1,000	10	
Zinco	70,820	28,642	35,078	31,088	35,078	45,511	17,518	26,905	24, 906	42,814	70,820	9,580	2,401	3,407	5,290	3,255	10,000	1800	
Compostos inorgânicos dissolvidos	Antimônio Dissolvido	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	1,194	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	1,000	5	
	Arsênio Dissolvido	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	1,000	10	
	Bário Dissolvido	<1,000	43,394	43,608	<1,000	145,690	56,867	52,031	56,035	44, 465	29,24	3,315	2543,900	73,346	<1,000	<1,000	<1,000	1,000	700
	Boro Dissolvido	341,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	4,143	1,325	<1,000	<1,000	<1,000	100,000	2400
	Cádmio Dissolvido	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	1,000	5
	Chumbo Dissolvido	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	10,079	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	1,000	10
	Cobalto Dissolvido	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	1,281	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	1,000	70
	Cobre Dissolvido	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	28,745	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	1,000	2000
	Cromo Dissolvido	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	1,004	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	1,000	50
	Mercúrio Dissolvido	<0,100	<0,100	<0,100	<0,100	<0,100	<0,100	<0,100	<0,100	<0,100	<0,100	<0,100	<0,100	<0,100	<0,100	<0,100	<0,100	0,100	1
	Molibdênio Dissolvido	55,169	<1,000	<1,000	35,972	<1,000	3,632	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	3,222	1,484	<1,000	<1,000	<1,000	1,000	30
	Níquel Dissolvido	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	34,290	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	1,000	70
	Prata Dissolvido	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	1,000	50
	Selênio Dissolvido	240,000	<1,000	<1,000	129,025	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	100,000	10
Zinco Dissolvido	<1,000	5,211	1,710	<1,000	10,341	41,660	3,025	4,137	4,653	7,580	4,110	2,419	4,195	<1,000	<1,000	<1,000	1,000	1800	
BTEX	Benzeno	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	1,000	5
	Estireno	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	1,000	20
	Etilbenzeno	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	1,000	300
	Tolueno	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<3,000	<3,000	1,000	700
	Xilenos	<3,000	<3,000	<3,000	<3,000	<3,000	<3,000	<3,000	<3,000	<3,000	<3,000	<3,000	<3,000	<3,000	<3,000	<0,010	<0,010	3,000	500
Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos	Antraceno	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,001	<0,001	0,010	900
	Benzo(a)antraceno	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	0,4
	Benzo(b)fluoranteno	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	0,4
	Benzo(k)fluoranteno	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,010	<0,010	0,001	4,1
	Benzo(g,h,i)perileno	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,001	<0,001	0,010	NA
	Benzo(a)pireno	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	0,7

Compostos		Amostras ($\mu\text{g.L}^{-1}$)															LQ	VI ($\mu\text{g.L}^{-1}$)		
		PM-01	PM-02	PM-03	PM-04	PM-05	PM-06	PM-07	PM-08	PM-09	PM-10	PM-11	PM-12	PM-13	Branco de campo	Branco de Equipamento			Branco de Viagem	
	Criseno	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	41	
	Dibenzo(a,h)antraceno	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,010	<0,010	0,001	0,04	
	Fenantreno	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,001	<0,001	0,010	140	
	Indeno(1,2,3-cd)pireno	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<1,000	<1,000	0,001	0,4	
	Naftaleno	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	1,000	60	
Benzenos Clorados	Clorobenzeno(mono)	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<0,500	<0,500	1,000	120	
	1,2-Diclorobenzeno	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<1,000	<1,000	0,500	1000	
	1,4-Diclorobenzeno	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	1,000	300	
	1,2,3-Triclorobenzeno	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<0,500	<0,500	1,000	20	
	1,2,4-Triclorobenzeno	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,050	<0,050	1,000	20	
	1,3,5-Triclorobenzeno	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	0,050	20
	1,2,4,5-Tetraclorobenzeno	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,0030	<0,0030	0,050	1,8	
	Hexaclorobenzeno	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<1,000	<1,000	0,003	0,2	
Etanos clorados	1,1-Dicloroetano	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	1,000	53	
	1,2-Dicloroetano	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	1,000	10	
	1,1,1-Tricloroetano	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<0,500	<0,500	1,000	2000	
Etenos clorados	Cloreto de vinila	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<1,000	<1,000	0,500	2	
	1,1-Dicloroetano	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	1,000	30	
	1,2-Dicloroetano - cis	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	1,000	50	
	1,2-Dicloroetano - trans	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	1,000	50	
	Tricloroetano	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	1,000	20	
	Tetracloroetano	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	1,000	40	
Metanos Clorados	Cloreto de metileno /Diclorometano	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	1,000	20	
	Clorofórmio	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	1,000	300	
	Tetracloroeto de carbono	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<0,050	<0,050	1,000	4	
Fenóis clorados	2-Clorofenol(o)	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	0,050	30	
	2,4-Diclorofenol	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,500	<0,500	0,050	18	
	3,4-Diclorofenol	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	0,500	10,5	
	2,4,5-Triclorofenol	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,0500	<0,0500	0,500	600	
	2,4,6-Triclorofenol	<0,0500	<0,0500	<0,0500	<0,0500	<0,0500	<0,0500	<0,0500	<0,0500	<0,0500	<0,0500	<0,0500	<0,0500	<0,0500	<0,0500	<0,050	<0,050	0,050	200	
	2,3,4,5-Tetraclorofenol	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	0,050	10,5
	2,3,4,6-Tetraclorofenol	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	0,050	180
	Pentaclorofenol (PCP)	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<1,000	<1,000	0,050	9	
Fenóis não clorados	Cresóis totais	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<0,500	<0,500	<1,000	600	
	Fenol	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	0,500	900	
Ésteres Ftálicos	BIS(2-etilexil)ftalato	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	0,564	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	0,754	0,812	<0,500	<0,500	<0,500	0,500	8	
	Dietilftalato	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	0,500	4,8	
	Dimetilftalato	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	1,4069	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	0,500	14	
	Di-n-butilftalato	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	0,500	600	
Pesticidas e outros	Aldrin	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	0,128	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	0,030	0,030	
	Dieldrin	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	0,003	0,030	
	Eldrin	<0,030	<0,030	<0,030	0,260	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	0,030	0,600	
	Carbonofurano	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	1,000	7,000	

Compostos	Amostras ($\mu\text{g.L}^{-1}$)													LQ	VI ($\mu\text{g.L}^{-1}$)				
	PM-01	PM-02	PM-03	PM-04	PM-05	PM-06	PM-07	PM-08	PM-09	PM-10	PM-11	PM-12	PM-13			Branco de campo	Branco de Equipamento	Branco de Viagem	
Endosulfan I + II + Sulfato	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	20,000
4,4 DDD	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	1,000
4,4 DDE	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	1,000
4,4 DDT	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	1,000
BHC -alfa	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	0,030	0,500
BHC - beta	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	0,030	0,170
BHC - gama	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	0,003	2,000
PCBs Indicadores	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	0,007	3,500
Anilina	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	0,500	42,000
Tributilestanho	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	0,050	0,090

< : valores abaixo do nível de quantificação do equipamento

Valores em negrito: acima do nível de quantificação e abaixo dos valores de intervenção

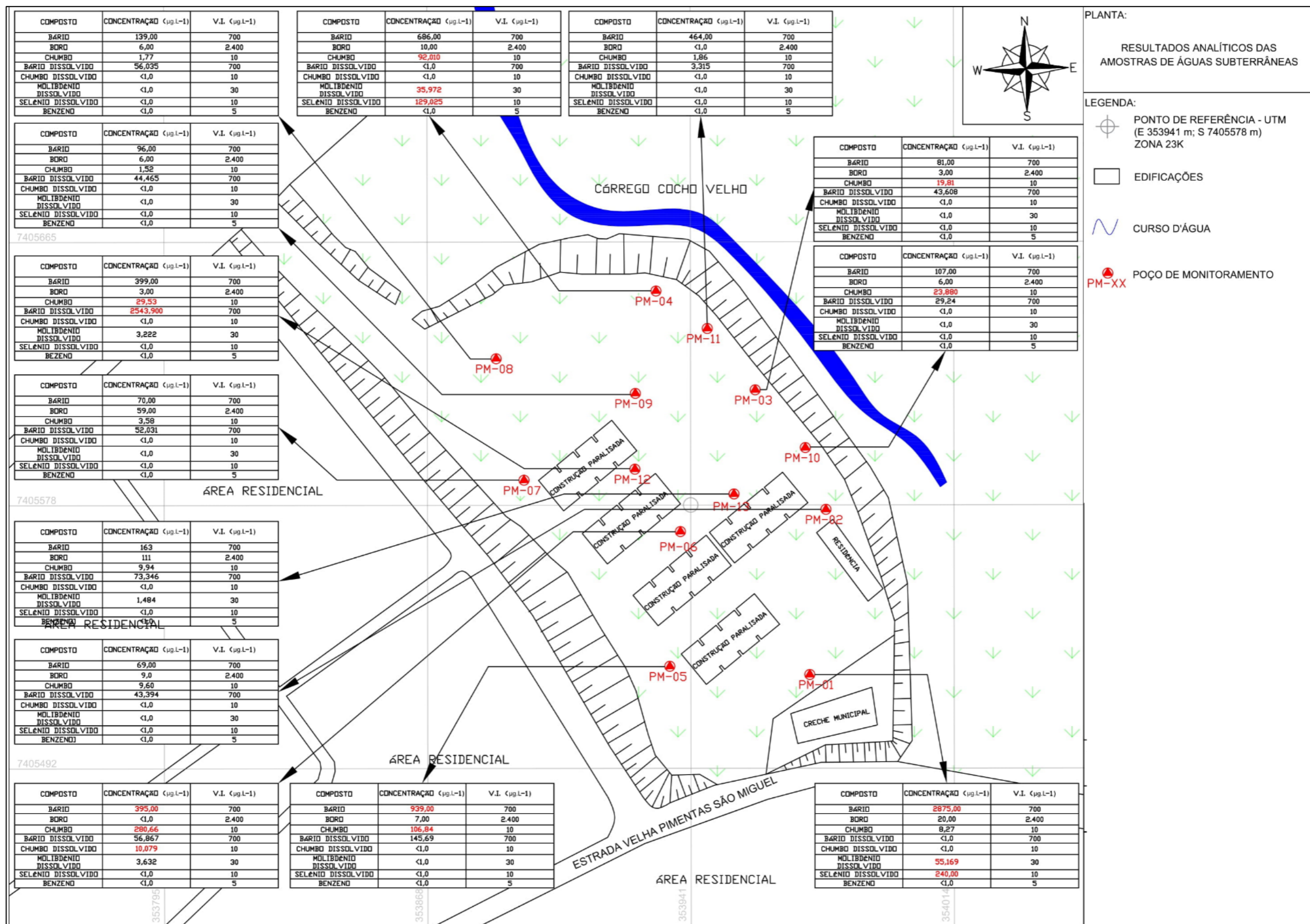
Valores em vermelho: acima do nível de intervenção estabelecidos pela CETESB

Em relação aos componentes de avaliação da qualidade da água subterrânea, os resultados analíticos indicaram a existência de concentrações superiores aos Valores de Intervenção (VI) estabelecidos pela CETESB nos pontos de amostragem:

- **PM-01:** Bário, Molibdênio dissolvido e Selênio dissolvido;
- **PM-03:** Chumbo;
- **PM-04:** Chumbo, Molibdênio dissolvido e Selênio dissolvido;
- **PM-05:** Bário e Chumbo;
- **PM-06:** Chumbo e Chumbo dissolvido;
- **PM-10:** Chumbo;
- **PM-12:** Chumbo e Bário dissolvido.

A Figura 17 indica as concentrações de substâncias químicas de interesse (SQIs) em conjunto com as que apresentaram concentrações acima dos valores de intervenção nos poços de monitoramento.

Figura 17 – Resultados Analíticos de águas Subterrâneas X Poços de Monitoramento



Fonte: L3 Engenharia Ambiental.

5.3. Análise geral dos resultados

A partir da análise conjunta de todos os resultados gerados ao longo deste trabalho, verificou-se que os resultados analíticos das amostras de solo não indicaram a existência de concentrações superiores aos VIs definidos pela Lista de Valores Orientadores da CETES (2016) quanto ao uso residencial.

Já nas amostras de água subterrânea foram identificadas concentrações acima dos VIs definidos pela Lista de Valores Orientadores da CETESB (2016), para os parâmetros Bário, Bário dissolvido, Molibdênio dissolvido, Selênio dissolvido e Chumbo nos PM-01, PM-03, PM-04, PM-05, PM-06, PM-10 e PM-12.

Entretanto, evidencia-se que os poços de monitoramento que apresentaram contaminantes nas águas subterrânea, também apresentaram valores superiores ao de limite de quantificação nas amostras de solo, embora inferiores ao de intervenção para uso de solo residencial. Com isso, tem-se a hipótese que as substâncias contaminantes presentes no solo foram lixiviadas ao longo do perfil, até atingir a água subterrânea.

Atualmente, não há fontes poluidoras ativas no local e nem evidências de atividades que possam causar contaminação na área em estudo, o que dificultou a investigação; mas permitiu determinar que os parâmetros que apresentaram concentrações acima dos VIs são decorrentes dos usos pretéritos.

Os Latossolos vermelhos, presentes na área de estudo, caracterizam-se por serem profundos, porosos ou muito porosos (EMBRAPA, 2009). Caso a alta porosidade dos solos da área de estudo tivesse sido avaliada, e comprovada, esta estaria relacionada à facilidade de mobilização do contaminante no perfil do solo, até atingir o lençol freático.

Para determinar e compreender melhor o comportamento dos elementos de interesse no solo, seriam necessárias análises complementares sobre o mesmo, que determinassem parâmetros como granulometria, condutividade hidráulica, capacidade de troca catiônica (CTC), tipo de argilomineral, pH e Eh.

Ademais, o uso da geofísica para realizar estudos sobre as propriedades físicas do solo subterrâneo, como por exemplo ensaios de perfilagem geológica de poços, poderá auxiliar na metodologia de investigação, deixando o posicionamento dos poços de monitoramento em torno da área mais adequados e auxiliando na construção da pluma de contaminação.

Apesar de a metodologia de investigação confirmatória adotada ter me mostrado oportuna para confirmar a existência de contaminação, esta ainda deixou algumas lacunas sobre como a contaminação se instalou na área de estudo. Dentre as razões para isso destacam-se:

- ausência de informações confiáveis sobre a operação e os produtos utilizados durante o funcionamento da fábrica de produção de plástico, de modo que os dados obtidos eram provenientes de fontes secundárias, que não indicavam o uso de substâncias inorgânicas na cadeia produtiva.
- ausência de conhecimento e informações concretas sobre todos usos pretéritos do local.

6. CONCLUSÃO

Os trabalhos realizados, sobretudo o que diz respeito a instalação de 13 poços de monitoramento, foram importantes na identificação dos focos de contaminação, visto que não foi possível definir com precisão a localização das fontes primárias devido a alteração de uso da área investigada.

Após a instalação dos poços, foram realizadas análises químicas nas matrizes de solo e água subterrânea, cujos resultados permitiram concluir que a área encontrase contaminada, com concentrações superiores ao valores de intervenção nas águas subterrâneas para os metais potencialmente tóxicos Bário, Molibdênio, Selênio e Chumbo.

Tanto as normas ABNT NBR 15.515-2/2011 como as orientações da CETESB apresentam o passo a passo detalhado para a realização da investigação das áreas contaminadas, porém, no local de estudo, os serviços realizados por empresas de consultoria, os quais deveriam subsidiar o gerenciamento das áreas contaminadas, não contemplam adequadamente todas as informações ambientais necessárias. Exemplos disso compreendem as lacunas sobre o uso pretérito do local, e a falta de estudos complementares para entender o comportamento da contaminação no solo.

Confirmada a contaminação da área de estudo, entende-se que se faz necessário realizar a próxima etapa do gerenciamento, intitulada como investigação detalhada. Nesta etapa seria ampliada a malha de poços de monitoramento, determinada as dimensões da área afetada, delimitada a pluma de contaminação, e melhor caracterizados os compartimentos do meio físico, sobretudo ao se adotar técnicas complementares como o uso de geofísica. Dessa forma, seriam obtidos dados suficientes para a realização adequada da avaliação de risco à saúde humana e para a proposição de um projeto de recuperação da área contaminada.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUA (Brasil); COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Guia nacional de coleta de preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos.** Brasília, DF: ANA; São Paulo: CETESB, 2011. 327 p. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/laboratorios/publicacoes/guia-nacional-coleta-2012.pdf>. Acesso em: 15. Nov.2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.515 -2/2011 - Passivo ambiental em solo e água subterrânea.** Rio de Janeiro, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16.210/2013: Modelo conceitual no gerenciamento de áreas contaminadas — Procedimento.** Rio de Janeiro, 2002.

BRAGA, B.; HESPANHOL, I.; CONEJO, J.G.L.; BARROS, M.T.; SPENCER, M.; PORTO, M.; NUCCI, N.; JULIANO, N.; EIGER, S. *Introdução a Engenharia Ambiental.* São Paulo: Prentice Hall, 305 p., 2002.

BRASIL. Lei n. 6.938, de 31 de agosto de 1981. Diário Oficial da União, Poder Legislativo, Brasília, DF, 2 set. 1981. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm>. Acesso em: 10. Nov. 2022.

CETESB/GTZ. **Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas.** 2ª ed. São Paulo: CETESB, 2001. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br>. Acesso em: 07 jul. 2022.

CETESB (São Paulo). **Relatório de estabelecimento de valores orientadores para solos e águas subterrâneas no estado de São Paulo.** São Paulo, 2001. 232 p. Disponível em: < <https://cetesb.sp.gov.br/areas-contaminadas/wp-content/uploads/sites/17/2020/12/2001-Relato%CC%81rio-de-Estabelecimento-de-Valores-Orientadores-para-Solos-e-A%CC%81guas-Subterra%CC%82neas-no-Estado-de-Sa%CC%83o-Paulo.pdf>>. Acesso em: 10.nov.2023

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Decisão de Diretoria Nº 256/2016/E, DE 22 DE NOVEMBRO DE 2016.** Dispõe sobre a aprovação dos “Valores Orientadores para Solos e Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo – 2016” e dá outras providências. São Paulo: Cetesb, 2016. Disponível em: < <https://www.cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/2014/12/DD-256-2016-E-Valores-Orientadores-Dioxinas-e-Furanos-2016-Intranet.pdf>>. Acesso em: 18. Dez. 2022.

CETESB/GTZ. **Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas.** 3ª ed. São Paulo: CETESB, 2021. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br>. Acesso em: 10 nov. 2022.

CERRI NETO, M.; FERREIRA, G. C. Poluição: incompatibilidades entre conceitos legal e técnico. **Geociências**. v. 28, n. 2, p. 165-180, 2009.

CONAMA. **Resolução nº 420**. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional Do Meio Ambiente, 28 de dez. de 2009. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/areas-contaminadas/wp-content/uploads/sites/17/2017/09/resolucao-conama-420-2009-gerenciamento-de-acr.pdf>>. Acesso em: 27. out. 2022.

FETTER, C. W. **Contaminant Hydrogeology**. Illinois: Waveland Pr Inc, 30 ago. 2008.

FINAMORE, R. **Gestão de áreas contaminadas e conflitos ambientais: O caso da Cidade dos Meninos**. 2007. 118 f. Dissertação de mestrado (Planejamento Energético) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Rio de Janeiro, 2007.

GÜNTHER, Wanda Maria Risso. **Áreas contaminadas no contexto da gestão urbana**. São Paulo em Perspectiva, v. 20, n. abr.-ju 2006, p. 105-117, 2006Tradução . . Acesso em: 06 fev. 2023.

IBGE. BDIA: banco de dados de informações ambientais. Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <https://bdiaweb.ibge.gov.br>. Acesso em: 10.dez.2022.

OTTA. **Protecting the Nation's Groundwater From Contamination**. Washington, DC:

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

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

SANCHEZ. **Desengenharia. O passivo ambiental na desativação de empreendimentos industriais**. São Paulo: Edusp, 2001

SÃO PAULO (Estado). Decreto Estadual nº 59.263, de 5 de junho de 2013. Regulamenta a Lei nº 13.577, de 8 de julho de 2009, que dispõe sobre diretrizes e procedimentos para a proteção da qualidade do solo e gerenciamento de áreas contaminadas, e dá providências correlatas. Diário Oficial do Estado, São Paulo, 6 jun. 2013

SÃO PAULO (Estado). **Decreto-lei n° 997, 31 mai. 1976.**

SILVA, J.L.L. Introdução à química ambiental e gerenciamento de áreas contaminadas. 1º ed. – Recife: Centro de Formação dos Servidores e Empregados Públicos do Poder Executivo Estadual, 2020. 74p. Disponível em <https://www.cefospe.pe.gov.br/images/media/1665419987_Apostila%20Introducao%20a%20Quimica%20Ambiental.pdf > Acesso em: 20 jan. 2023.

U.S. Congress, Office of Technology Assessment, out. 1984.

USEPA – United States Environmental Protection Agency. Brownfields and land revitalization. Disponível em: . Acesso em: 2 dez. 2022

VALLE, Cyro Eyer do. Qualidade Ambiental: ISO 14000. 5º ed.. São Paulo: SENAC, 2004.

MORINAGA, Carlos Minoru. Áreas Contaminadas e a construção da paisagem pós-industrial na cidade de São Paulo. 2013. 201 p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

APÊNDICE A – Poços construtivos

EQUIPAMENTO DE SONDAGEM UTILIZADO: TRADO MANUAL HELICOIDAL
 DIÂMETRO DA PERFURAÇÃO: 6"



L3 ENGENHARIA
 AMBIENTAL

PERFIL CONSTRUTIVO PM-01

DADOS DE AMOSTRAS COLETADAS				POÇO DE MONITORAMENTO	LITOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA
PROF. (m)	AMOSTRA (SOLO)	N.A (m)	VOC (ppm)			
0,00			0			SOLO ARENO-ARGILOSO VERMELHO ACINZENTADO
1,00			0			
2,00			0		SOLO ARGILOSO MARROM AVERMELHADO	
3,00			0			
4,00		3,60				PROFUNDIDADE FINAL 5,60 METROS
5,00						
6,00						
7,00						
8,00						
9,00						

- | | |
|------------------------------------|-----------------------|
| 0,30-2,60m TUBO LISO GEOMECÂNICO | 1,10-1,60m BETONITA |
| 2,60-5,60m TUBO FILTRO GEOMECÂNICO | 1,60-5,60m PRÉ-FILTRO |
| 0,40-1,10m PREENCHIMENTO/SOLO | |

OBS:

EQUIPAMENTO DE SONDAGEM UTILIZADO: TRADO MANUAL HELICOIDAL
 DIÂMETRO DA PERFURAÇÃO: 6"



L3 ENGENHARIA
 AMBIENTAL

PERFIL CONSTRUTIVO PM-02

DADOS DE AMOSTRAS COLETADAS				POÇO DE MONITORAMENTO	LITOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA
PROF. (m)	AMOSTRA (SOLO)	N.A (m)	VOC (ppm)			
0,00			0		SOLO ARENO-ARGILOSO VERMELHO ACINZENTADO	<p>PROFUNDIDADE FINAL 9,02 METROS</p>
1,00			0			
2,00			0			
3,00			0		SOLO ARGILOSO MARROM AVERMELHADO	
4,00			0			
5,00			0			
6,00			0		SOLO ARGILOSO VERMELHO ALARANJADO	
7,00			0			
8,00		8,17	0			
9,00						

- 0,30-6,02m TUBO LISO GEOMECÂNICO
- 6,02-9,02m TUBO FILTRO GEOMECÂNICO
- 0,40-4,50m PREENCHIMENTO/SOLO
- 4,50 - 5,02m BETONITA
- 5,02-9,02m PRÉ-FILTRO

OBS:

EQUIPAMENTO DE SONDAGEM UTILIZADO: TRADO MANUAL HELICOIDAL

DIÂMETRO DA PERFURAÇÃO: 6"



L3 ENGENHARIA
AMBIENTAL

PERFIL CONSTRUTIVO PM-03

DADOS DE AMOSTRAS COLETADAS				POÇO DE MONITORAMENTO	LITOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA
PROF. (m)	AMOSTRA (SOLO)	N.A (m)	VOC (ppm)			
0,00			0			SOLO ARENO-ARGILOSO VERMELHO ACINZENTADO
1,00			0			
2,00			0			
3,00			0		SOLO ARGILOSO MARROM AVERMELHADO	
4,00			0			
5,00			0		SOLO ARGILOSO VERMELHO ALARANJADO	
6,00		5,86	0			
7,00						PROFUNDIDADE FINAL 7,93 METROS
8,00						
9,00						

- 0,30-4,93m TUBO LISO GEOMECÂNICO
- 4,93-7,93m TUBO FILTRO GEOMECÂNICO
- 0,40-3,43m PREENCHIMENTO/SOLO
- 3,43 - 3,93m BETONITA
- 3,93-7,93m PRÉ-FILTRO

OBS:

EQUIPAMENTO DE SONDAGEM UTILIZADO: TRADO MANUAL HELICOIDAL
 DIÂMETRO DA PERFURAÇÃO: 6"



L3 ENGENHARIA
 AMBIENTAL

PERFIL CONSTRUTIVO PM-04

DADOS DE AMOSTRAS COLETADAS				POÇO DE MONITORAMENTO	LITOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA
PROF. (m)	AMOSTRA (SOLO)	N.A (m)	VOC (ppm)			
0,00			0			SOLO ARENO-ARGILOSO VERMELHO ACINZENTADO
1,00			0			
2,00			0			
3,00			0			
4,00			0			SOLO ARGILOSO MARROM AVERMELHADO
5,00			0			
6,00			0			
7,00			0			SOLO ARGILOSO VERMELHO ALARANJADO
8,00			0			
9,00		9,01	0			
10,00			0			

PROFUNDIDADE FINAL 10,02 METROS

- 0,30-7,02m TUBO LISO GEOMECÂNICO
- 7,02-10,02m TUBO FILTRO GEOMECÂNICO
- 0,40-5,52m PREENCHIMENTO/SOLO
- 5,52 - 6,02m BETONITA
- 6,02-10,02m PRÉ-FILTRO

OBS:

EQUIPAMENTO DE SONDAAGEM UTILIZADO: TRADO MANUAL HELICOIDAL
 DIÂMETRO DA PERFURAÇÃO: 6"



L3 ENGENHARIA
 AMBIENTAL

PERFIL CONSTRUTIVO PM-05

DADOS DE AMOSTRAS COLETADOS				POÇO DE MONITORAMENTO	LITOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA
PROF. (m)	AMOSTRA (SOLO)	N.A (m)	VOC (ppm)			
0,00			0			SOLO ARENO-ARGILOSO VERMELHO ACINZENTADO
1,00			0			
2,00		1,82			SOLO ARGILOSO MARROM AVERMELHADO	
3,00						
4,00						PROFUNDIDADE FINAL 3,60 METROS
5,00						
6,00						
7,00						
8,00						
9,00						

- | | |
|------------------------------------|-----------------------|
| 0,30-1,10m TUBO LISO GEOMECÂNICO | 0,10-0,60m BETONITA |
| 1,10-3,60m TUBO FILTRO GEOMECÂNICO | 0,60-3,60m PRÉ-FILTRO |
| 0,0-0,10m PREENCHIMENTO/SOLO | |

OBS:

EQUIPAMENTO DE SONDAGEM UTILIZADO: TRADO MANUAL HELICOIDAL
 DIÂMETRO DA PERFURAÇÃO: 6"



L3 ENGENHARIA
 AMBIENTAL

PERFIL CONSTRUTIVO PM-06

DADOS DE AMOSTRAS COLETADOS				POÇO DE MONITORAMENTO	LITOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA
PROF. (m)	AMOSTRA (SOLO)	N.A (m)	VOC (ppm)			
0,00			0			SOLO ARENO-ARGILOSO VERMELHO ACINZENTADO
1,00			0			
2,00			0			
		2,80				SOLO ARGILOSO MARROM AVERMELHADO
3,00						
4,00						
5,00						
						PROFUNDIDADE FINAL 5,06 METROS
6,00						
7,00						
8,00						
9,00						

- | | |
|------------------------------------|-----------------------|
| 0,30-2,06m TUBO LISO GEOMECÂNICO | 0,56-1,06m BETONITA |
| 2,06-5,06m TUBO FILTRO GEOMECÂNICO | 1,06-5,06m PRÉ-FILTRO |
| 0,40-0,56m PREENCHIMENTO/SOLO | |

OBS:

EQUIPAMENTO DE SONDAGEM UTILIZADO: TRADO MANUAL HELICOIDAL
 DIÂMETRO DA PERFURAÇÃO: 6"



L3 ENGENHARIA
 AMBIENTAL

PERFIL CONSTRUTIVO PM-07

DADOS DE AMOSTRAS COLETADAS				POÇO DE MONITORAMENTO	LITOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA
PROF. (m)	AMOSTRA (SOLO)	N.A (m)	VOC (ppm)			
0,00			0			SOLO ARENO-ARGILOSO VERMELHO ACINZENTADO
1,00			0			
2,00		2,31	0			
3,00					SOLO ARGILOSO MARROM AVERMELHADO	
4,00						
5,00						
6,00						PROFUNDIDADE FINAL 5,38 METROS
7,00						
8,00						
9,00						

- 0,30-2,38m TUBO LISO GEOMECÂNICO
- 2,38-5,38m TUBO FILTRO GEOMECÂNICO
- 0,40-0,88m PREENCHIMENTO/SOLO
- 0,88-1,38m BETONITA
- 1,38-5,38m PRÉ-FILTRO

OBS:

EQUIPAMENTO DE SONDAGEM UTILIZADO: TRADO MANUAL HELICOIDAL
 DIÂMETRO DA PERFURAÇÃO: 6"



L3 ENGENHARIA
 AMBIENTAL

PERFIL CONSTRUTIVO PM-08

DADOS DE AMOSTRAS COLETADAS				POÇO DE MONITORAMENTO	LITOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA
PROF. (m)	AMOSTRA (SOLO)	N.A (m)	VOC (ppm)			
0,00			0			SOLO ARENO-ARGILOSO VERMELHO ACINZENTADO
1,00			0			
2,00			0			
3,00		3,13			SOLO ARGILOSO MARROM AVERMELHADO	
4,00						
5,00						
6,00						
7,00						PROFUNDIDADE FINAL 5,53 METROS
8,00						
9,00						

- | | |
|------------------------------------|-----------------------|
| 0,30-2,53m TUBO LISO GEOMECÂNICO | 1,03-1,53m BETONITA |
| 2,53-5,53m TUBO FILTRO GEOMECÂNICO | 1,53-5,53m PRÉ-FILTRO |
| 0,40-1,03m PREENCHIMENTO/SOLO | |

OBS:

EQUIPAMENTO DE SONDAGEM UTILIZADO: TRADO MANUAL HELICOIDAL
 DIÂMETRO DA PERFURAÇÃO: 6"



L3 ENGENHARIA
 AMBIENTAL

PERFIL CONSTRUTIVO PM-09

DADOS DE AMOSTRAS COLETADOS				POÇO DE MONITORAMENTO	LITOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA
PROF. (m)	AMOSTRA (SOLO)	N.A (m)	VOC (ppm)			
0,00			0			SOLO ARENO-ARGILOSO VERMELHO ACINZENTADO
1,00			0			
2,00			0			
3,00		2,97				SOLO ARGILOSO MARROM AVERMELHADO
4,00						
5,00						
6,00						PROFUNDIDADE FINAL 5,48 METROS
7,00						
8,00						
9,00						

- | | |
|------------------------------------|-----------------------|
| 0,30-2,48m TUBO LISO GEOMECÂNICO | 0,98-1,48m BETONITA |
| 2,48-5,48m TUBO FILTRO GEOMECÂNICO | 1,48-5,48m PRÉ-FILTRO |
| 0,40-0,98m PREENCHIMENTO/SOLO | |

OBS:

EQUIPAMENTO DE SONDAGEM UTILIZADO: TRADO MANUAL HELICOIDAL
 DIÂMETRO DA PERFURAÇÃO: 6"



L3 ENGENHARIA
 AMBIENTAL

PERFIL CONSTRUTIVO PM-10

DADOS DE AMOSTRAS COLETADAS				POÇO DE MONITORAMENTO	LITOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA
PROF. (m)	AMOSTRA (SOLO)	N.A (m)	VOC (ppm)			
0,00			0			SOLO ARENO-ARGILOSO VERMELHO ACINZENTADO
1,00			0			
2,00			0			
3,00			0			
4,00			0			SOLO ARGILOSO MARROM AVERMELHADO
5,00			0			
6,00			0			
7,00			0			SOLO ARGILOSO VERMELHO ALARANJADO
8,00		8,30	0			
9,00						PROFUNDIDADE FINAL 9,05 METROS
10,00						

- 0,30-7,02m TUBO LISO GEOMECÂNICO
- 7,02-10,02m TUBO FILTRO GEOMECÂNICO
- 0,40-5,52m PREENCHIMENTO/SOLO
- 5,52 - 6,02m BETONITA
- 6,02-10,02m PRÉ-FILTRO

OBS:

EQUIPAMENTO DE SONDAGEM UTILIZADO: TRADO MANUAL HELICOIDAL
 DIÂMETRO DA PERFURAÇÃO: 6"



**L3 ENGENHARIA
 AMBIENTAL**

PERFIL CONSTRUTIVO PM-11

DADOS DE AMOSTRAS COLETADAS				POÇO DE MONITORAMENTO	LITOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA
PROF. (m)	AMOSTRA (SOLO)	N.A (m)	VOC (ppm)			
0,00			0			
1,00			0			
2,00			0			
3,00			0			
4,00			0			
5,00			0			
6,00			0			
7,00			0			
8,00			0			
9,00		9,07				
10,00						PROFUNDIDADE FINAL 10,09 METROS

- 0,30-7,09m TUBO LISO GEOMECÂNICO
- 7,09-10,09m TUBO FILTRO GEOMECÂNICO
- 0,40-5,59m PREENCHIMENTO/SOLO
- 5,59 - 6,09m BETONITA
- 6,09-10,09m PRÉ-FILTRO

OBS:

EQUIPAMENTO DE SONDAGEM UTILIZADO: TRADO MANUAL HELICOIDAL
 DIÂMETRO DA PERFURAÇÃO: 6"



L3 ENGENHARIA
 AMBIENTAL

PERFIL CONSTRUTIVO PM-12

DADOS DE AMOSTRAS COLETADAS				POÇO DE MONITORAMENTO	LITOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA
PROF. (m)	AMOSTRA (SOLO)	N.A (m)	VOC (ppm)			
0,00			0			SOLO ARENO-ARGILOSO VERMELHO ACINZENTADO
1,00			0			
2,00		1,69				SOLO ARGILOSO MARROM AVERMELHADO
3,00						
4,00						
5,00						
6,00						
7,00						
8,00						
9,00						

- | | |
|------------------------------------|-----------------------|
| 0,30-1,20m TUBO LISO GEOMECÂNICO | 0,10-0,70m BETONITA |
| 1,20-3,20m TUBO FILTRO GEOMECÂNICO | 0,70-3,20m PRÉ-FILTRO |
| 0,0-0,10m PREENCHIMENTO/SOLO | |

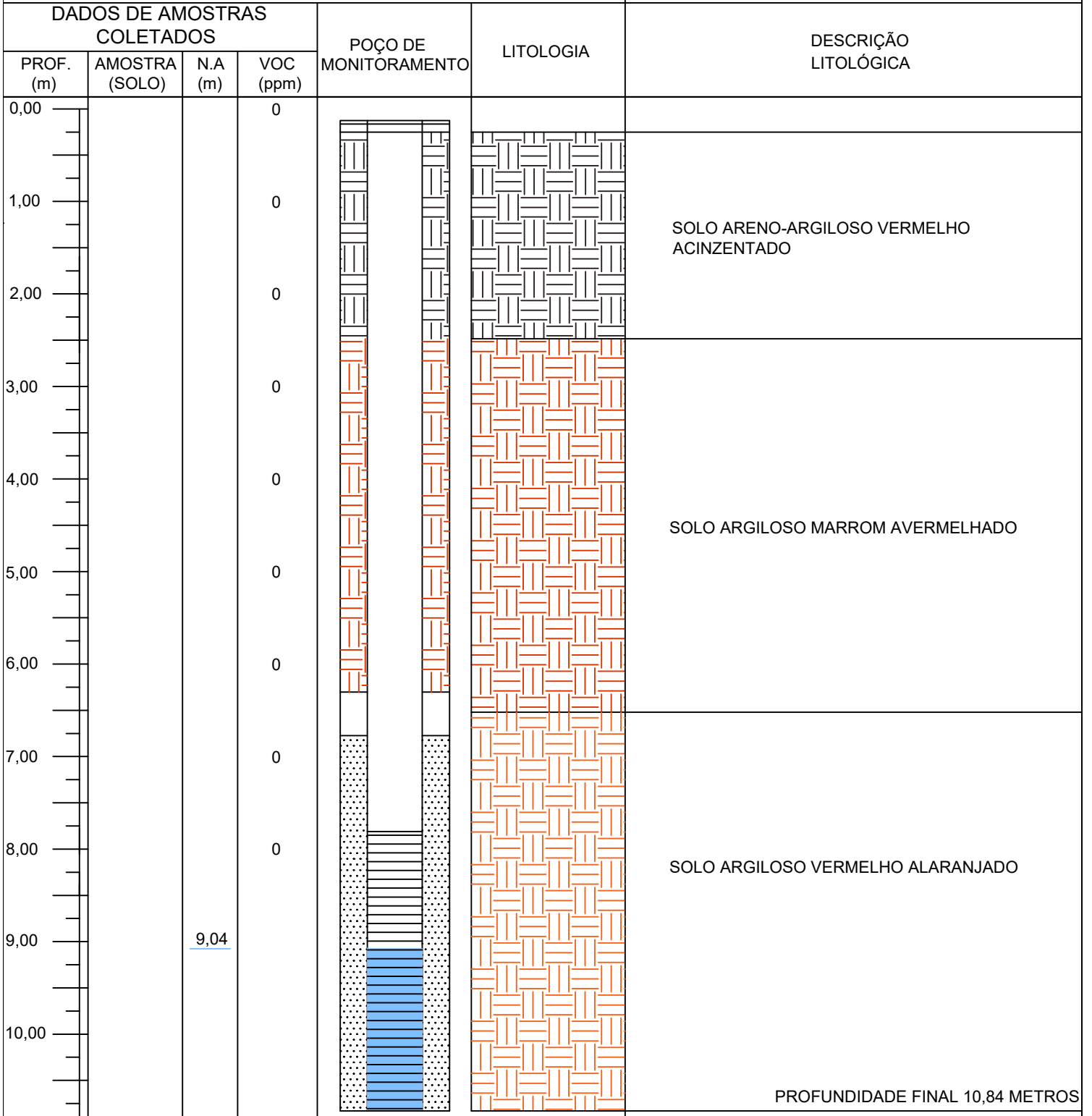
OBS:

EQUIPAMENTO DE SONDAÇÃO UTILIZADO: TRADO MANUAL HELICOIDAL
 DIÂMETRO DA PERFURAÇÃO: 6"



L3 ENGENHARIA
 AMBIENTAL

PERFIL CONSTRUTIVO PM-13



PROFUNDIDADE FINAL 10,84 METROS

- 0,30-7,84m TUBO LISO GEOMECÂNICO
- 7,84-10,84m TUBO FILTRO GEOMECÂNICO
- 0,40-6,34m PREENCHIMENTO/SOLO
- 6,34 - 6,84m BETONITA
- 6,84-10,84m PRÉ-FILTRO

OBS: