

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA POLITÉCNICA

Dario Bruno Fischer Silva

**Investigação confirmatória para desativação
de Estação Elevatória de Esgotos**

São Paulo

2022

INVESTIGAÇÃO CONFIRMATÓRIA
PARA DESATIVAÇÃO DE ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTOS

Versão Original

Monografia apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo como parte dos requisitos para a obtenção de certificado de conclusão do curso de MBA em Gestão de Áreas Contaminadas, Desenvolvimento Urbano Sustentável e Revitalização de Brownfields.

Orientador: Luiz Carlos Kauffman
Marasco Ferrari

São Paulo

2022

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catálogo-na-publicação

Fischer Silva, Dario Bruno

INVESTIGAÇÃO CONFIRMATÓRIA PARA DESATIVAÇÃO DE ESTAÇÃO
ELEVATÓRIA DE ESGOTOS / D. B. Fischer Silva -- São Paulo, 2022.

42 p.

Monografia (MBA em MBA em Gestão de Áreas Contaminadas,
Desenvolvimento Urbano Sustentável e Revitalização de Brownfields) - Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia
Química.

1.Áreas Contaminadas 2.Águas Subterrâneas 3.Solos I.Universidade de
São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia Química II.t.

Agradeço aos meus pais Maria Célia dos Santos Silva e Daniel Silva por terem me ensinado desde pequeno que o trabalho árduo frutifica. À Sabesp pelo suporte técnico e por todo o incentivo e apoio na conclusão deste trabalho. Ao orientador Prof. Luiz Carlos Kauffman Marasco Ferrari por ter me colocado no caminho do conhecimento e apontado a direção da boa ciência. À Renata Cardoso por compartilhar o conhecimento e experiência na área de gestão de áreas contaminadas. Ao Marcelo Borlina Pires por toda a colaboração e ter me incentivado a seguir em frente e não desistir diante desta jornada para o conhecimento.

RESUMO

Fischer Silva, Dario Bruno. Investigação Confirmatória para desativação de Estação Elevatória de Esgotos. 2022. 43 f. Monografia (MBA em Gestão de Áreas Contaminadas, Desenvolvimento Urbano Sustentável e Revitalização de Brownfields) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2022.

Nesta monografia analisou-se o relatório da investigação confirmatória para fins de desativação de uma Estação Elevatória de Esgotos, localizada na região central da cidade de São Paulo. Este trabalho consiste na análise crítica do relatório da investigação confirmatória realizada em 2018. O método empregado foi a análise de cada etapa da investigação confirmatória; se foram empregadas as melhores alternativas e métodos de investigação. Os resultados foram no sentido de que a investigação confirmatória seguiu todas as etapas determinadas pelo órgão ambiental. A conclusão, porém, foi no sentido de que poços adicionais de monitoramento poderiam ser instalados para um melhor mapeamento da área investigada.

Palavras-chaves: Áreas Contaminadas. Águas Subterrâneas. Solos.

.

ABSTRACT

Fischer Silva, Dario Bruno. Confirmatory Investigation for the deactivation of a Sewage Pumping Station. 2022. 43 f. Monografia (MBA em Gestão de Áreas Contaminadas, Desenvolvimento Urbano Sustentável e Revitalização de Brownfields) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2022.

This monograph analyzed the report of the confirmatory investigation for the purpose of deactivating a Sewage Pumping Station, located in the central region of the city of São Paulo. This work consists of the critical analysis of the confirmatory investigation report carried out in 2018. The method used was the analysis of each stage of the confirmatory investigation; whether the best alternatives and investigation methods were used. The results were in the sense that the confirmatory investigation followed all the steps determined by the environmental agency. The conclusion, however, was that additional monitoring wells could be installed for better mapping of the investigated area.

Keywords: Contaminated areas. Groundwater. Soils.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	8
2.	OBJETIVOS.....	10
3.	JUSTIFICATIVA.....	10
4.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
4.1	Introdução	11
4.2	Dispositivos legais.....	12
5.	MATERIAIS E MÉTODOS.....	14
5.1	Resultados da Avaliação Preliminar	14
5.2	Atividades Realizadas	20
5.2.1	Investigação de Solo – Metodologia Multi-Incremento	21
5.2.2	Investigação de Solo – Sondagens e Amostragem de Solo Direct Push.....	23
5.3	Instalação de poços de monitoramento	24
5.4	Levantamento Planialtimétrico.....	26
5.5	Monitoramento do nível d'água do aquífero freático	26
5.6	Amostragem da água subterrânea.....	28
5.7	Aspectos Fisiográficos.....	28
5.7.1	Geologia e Hidrogeologia Regional	28
5.7.2	Geologia Local	30
5.7.3	Hidrogeologia Local.....	32
5.8	Valores de Referência Adotados	32
6.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
6.1	Solo.....	33
6.1.1	Resultados das Análises Químicas do Solo - Amostragem Multi-Incremento... 33	
6.1.2	Resultados das Análises Químicas do Solo – Direct Push.....	34
6.2	Água subterrânea.....	35
6.2.1	Parâmetros físico-químicos da água subterrânea	35
6.2.2	Resultados das Análises Químicas da Água Subterrânea	36
6.3	Conclusões do relatório	37
6.3.1	Solo	38
6.3.2	Água Subterrânea:	39
7.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	40
8.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42

1. INTRODUÇÃO

É cada vez mais evidente que, com o aumento e expansão das áreas urbanas e o inevitável aumento dos custos de implantação e manutenção das indústrias nas grandes áreas metropolitanas, tem ocorrido um êxodo industrial para pequenas e médias cidades. Trata-se de fenômeno que, segundo Sanchez (2001), tem se acelerado nos últimos anos, devido às mudanças estruturais na economia mundial.

Silva (2002) ratifica essa percepção e nos informa que, em 1980, em São Paulo, apenas 46% das indústrias localizadas nos eixos ferroviários e dos principais rios ainda permaneciam ativas e que, destas, aproximadamente 21% tinham outros usos que não o industrial.

As áreas que as indústrias abandonam são chamadas de *brownfields* e se caracterizam como espaços vazios, degradados, subutilizados ou abandonados (Günter, 2006; Morinaga et al., 2008; SVMA, 2012). Os *brownfields*, podem apresentar contaminação do solo e água subterrânea, dependendo do uso que lhe era dado anteriormente pelas indústrias que lá estavam instaladas.

Áreas consideradas *Brownfields* são extremamente comuns na região metropolitana da cidade de São Paulo uma vez que a sua exploração econômica remonta há uma época em que não havia uma grande preocupação ambiental.

A contaminação dos *brownfields* se operacionalizou, na maioria dos casos, lentamente, ao longo de anos ou décadas e, também na maioria das vezes, com baixas doses de exposição a poluentes químicos perigosos. No entanto, apesar da lentidão no processo de contaminação, os efeitos à saúde humana, segundo Günter (2006), podem incluir doenças crônico-degenerativas, distúrbios respiratórios, hepáticos, renais, cardiovasculares, reprodutivos e neurológicos, além do câncer, o qual pode surgir muito tempo depois da exposição. É devido principalmente a esses riscos à saúde pública que o Estado tem intensificado medidas de fiscalização e remediação ambiental dessas áreas.

Cabe ao administrador público, consciente desse problema, diante de áreas degradadas ou contaminadas, efetuar um planejamento urbano com medidas que remediem o problema ambiental de tal sorte que o novo uso da área não traga à população novos ou maiores riscos.

Nos grandes centros urbanos do mundo de modo geral e na área metropolitana da cidade de São Paulo em especial, o crescimento de novos empreendimentos residenciais e comerciais intensificou a procura por áreas para construção que, muitas vezes, encontram nos *brownfields* alternativas economicamente mais viáveis.

Alguns desses empreendimentos imobiliários são realizados de forma precipitada, inadequada e potencialmente perigosa, sem qualquer preocupação quanto à existência de uma possível contaminação do solo, dos aquíferos ou das instalações, se reaproveitadas. Para inibir ações como essas foram tomadas iniciativas voltadas para a recuperação de áreas contaminadas e/ou deterioradas e nortear a gestão de reuso dessas áreas.

Apesar de não serem exatamente indústrias, mas sim prestadoras de serviço, as empresas de saneamento básico, principalmente na área de coleta e tratamento de esgotos, podem criar *brownfields*, devido a diversos fatores. Conforme os anos se passam, novas tecnologias e aprimoramentos dos processos de tratamento surgem, além da ampliação das redes de coleta. Devido a esses novos processos e novos traçados, algumas áreas como estações de tratamento de esgotos ou ainda elevatórias de esgotos, que estão localizadas ao longo dos coletores de esgotos, podem ser desativadas pois perdem a sua função.

Atualmente a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – SABESP possui uma Estação Elevatória de Esgotos (EEE) que, devido à expansão e modernização da rede coletora tiveram seus esgotos encaminhados para tratamento por novas vias, e consequentemente, tiveram as suas atividades encerradas. Trata-se da EEE Tamanduateí.

Esta EEE recebia uma quantidade considerável de esgotos provenientes da região metropolitana de São Paulo e tinha uma estrutura de grandes dimensões ao lado do rio Tamanduateí, próximo à confluência com o rio Tietê, no município de São Paulo – SP.

O processo de desativação de uma Estação Elevatória de Esgotos tem que obedecer a diversas normas sendo, no Estado de São Paulo, as mais importantes as emanadas pela Companhia de

Tecnologia de Saneamento Ambiental - CETESB, ligada à Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Estado de São Paulo - SIMA. Uma Estação Elevatória de Esgoto (EEE) é considerada uma atividade potencialmente geradora de áreas contaminadas, segundo a Decisão de Diretoria nº 038/2017/C de 07.02.2017, da CETESB, e devido a isso quando há necessidade de encerramento das suas atividades faz-se necessário executar o plano de desativação e declaração para encerramento.

O plano de desativação de uma EEE deve ser precedido por algumas etapas. São as principais a Avaliação Ambiental Preliminar e, quando há indícios de possível contaminação, a Investigação Confirmatória. O estudo realizado nessa Monografia busca avaliar a investigação confirmatória realizada na Estação Elevatória de Esgoto Tamanduateí.

2. OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo geral descrever e avaliar a investigação confirmatória realizada para desativação e encerramento de atividade da EEE, localizada na região central do município de São Paulo - SP.

3. JUSTIFICATIVA

A EEE Tamanduateí foi construída e operou da década de 1980 até a década de 2020 e por ela foi transportado para tratamento na Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) de Barueri/SP grande parte dos esgotos de São Paulo. Essa EEE recebia esgotos da região central de SP e os elevava para o coletor que os encaminhava para a ETE Barueri. Porém, com a construção de um novo interceptor na região, na mesma cota de chegada na EEE e que também envia para a ETE Barueri, não houve mais a necessidade de elevar esses esgotos para uma cota mais alta, eliminando assim a necessidade da EEE Tamanduateí.

Quando do projeto da desativação houve por parte da Sabesp a preocupação de que a área pudesse estar contaminada. Isso decorre principalmente do fato de que durante muitos anos as indústrias da região jogavam nos esgotos produtos químicos. Os estudos realizados pela Sabesp

para a desativação buscavam avaliar se essa preocupação era verdadeira ou não. Este trabalho descreve e avalia como foi realizada a investigação confirmatória para a desativação desta área.

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 Introdução

A preservação ambiental é hoje uma preocupação mundial. Com o passar do tempo foi conquistando espaço dentro de uma contínua e crescente pressão sobre os recursos naturais. No setor industrial não foi diferente: foram desenvolvidos procedimentos de contabilização do Passivo Ambiental, ao lado de normas técnicas e diretrizes que estabelecem rotinas para a desativação destes empreendimentos industriais.

Passivo Ambiental representa toda e qualquer obrigação destinada única e exclusivamente a promover investimentos em prol de ações relacionadas a extinção ou amenização dos danos causados ao meio ambiente, inclusive percentual do lucro do exercício, com destinação compulsória, direcionado a investimentos na área ambiental (Malafaia, 2004).

Para Oneto (2011), locais contaminados tornam-se inviáveis para utilização, pois prejudicam a saúde pública e transmitem materiais perigosos ao meio ambiente. O descomissionamento é, portanto, um método que propõe agregar a desativação e a limpeza desses locais através de um plano completo, que inclui desde a pesquisa sobre o histórico da área e possíveis pontos de toxicidade até a retirada e disposição final de resíduos, perigosos ou não.

No Brasil e na imensa maioria dos países pelo mundo, o fato incontroverso é que as empresas estão sujeitas às leis e normas vigentes do país. É, portanto, imperioso que a revisão bibliográfica do presente estudo parta das normas que tratam do assunto. A seguir serão expostas as principais normas que tratam do encerramento das atividades de uma Estação Elevatória de Esgotos.

4.2 Dispositivos legais

Segundo a Constituição Federal do Brasil de 1988, art. 225, todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado e o dever de defendê-lo e protegê-lo para as presentes e futuras gerações.

A Lei Federal 6.938/1981, regulamentada pelo Decreto 99.274/1990, define, a Política Nacional do Meio Ambiente, a qual obriga o poluidor a recuperar e/ou indenizar danos causados em virtude da contaminação do meio, determinando que são responsáveis legais e solidários pela remediação de uma área contaminada: o causador da contaminação e seus sucessores; o proprietário da área; o superficiário; o detentor da posse efetiva; e quem dela se beneficiar direta ou indiretamente.

A Lei Federal nº 6.766/1979 define as competências do Estado e do Município sobre a questão do parcelamento de solo, a qual proíbe o emprego de material nocivo no aterramento de terrenos, e o loteamento em áreas poluídas, até seu saneamento.

Ainda em âmbito Federal, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), em sua Resolução nº 420, de 28 de dezembro de 2009, estabeleceu no capítulo IV as diretrizes para o gerenciamento de áreas contaminadas:

Art. 23. Para o gerenciamento de áreas contaminadas, o órgão ambiental competente deverá instituir procedimentos e ações de investigação e de gestão.

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, as expensas do responsável, segundo as normas técnicas ou procedimentos vigentes.

Art. 24. Será considerada Área Suspeita de Contaminação – AS, pelo órgão ambiental competente, aquela em que, após a realização de uma avaliação preliminar, forem observados indícios da presença de contaminação ou identificadas condições que possam representar perigo.

Parágrafo único. Quando a concentração de uma substância for reconhecida pelo órgão ambiental competente como de ocorrência natural, a área não será

considerada contaminada sob investigação, entretanto será necessária à implementação de ações específicas de proteção à saúde humana pelo poder público competente. (CONAMA, 2009, n/p.).

No âmbito do Estado de São Paulo, a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB publicou a Decisão de Diretoria nº 038/2017/c, de 07 fevereiro de 2017, onde:

Com base no artigo 56 do Decreto nº 59.263/2013, a desativação, total ou parcial, bem como a desocupação dos empreendimentos onde foram desenvolvidas Atividades Potencialmente Geradoras de Áreas Contaminadas e sujeitos ao licenciamento ambiental, deverá ser precedida de comunicação da suspensão ou o encerramento das atividades no local à CETESB.

Essa comunicação deverá ser formalizada junto à CETESB por meio de solicitação de Parecer Técnico sobre Plano de Desativação do Empreendimento, por meio da emissão de boleto via site da CETESB, recolhendo o valor estipulado no artigo 74 do Decreto nº 8468/1976. O Plano de Desativação do Empreendimento deverá ser enviado em arquivo digital, em formato pdf, à CETESB especificando:

- a) A indicação das atividades a serem encerradas e as que permanecerão em funcionamento;*
- b) A localização em planta das atividades a serem encerradas;*
- c) A identificação dos produtos, matérias primas e outros insumos a serem removidos, indicando o estado físico, as quantidades, a forma de acondicionamento e o destino a ser dado;*
- d) A caracterização dos resíduos, a indicação das quantidades, o acondicionamento atual e a indicação do tratamento ou destino a ser dado aos mesmos;*
- e) A identificação e o destino a ser dado para os equipamentos existentes;*
- f) A caracterização e o destino dos materiais que comporão os entulhos provenientes de eventuais demolições;*
- g) A caracterização e o destino dos solos provenientes das obras de escavação;*
- h) A apresentação de Relatório de Avaliação Preliminar, realizada em consonância com o item 4.1.3 deste Procedimento;*
- i) A apresentação de Relatório de Investigação Confirmatória, realizada em consonância com o item 4.1.4 deste Procedimento.*

Essa é, em apertada síntese, o arcabouço legal geral que rege o controle/fiscalização estatal sobre as áreas contaminadas, sem prejuízo das legislações específicas e das municipais considerando a competência concorrente dos Entes Federativos.

5. MATERIAIS E MÉTODOS

De modo geral, o relatório de Investigação Confirmatória deve conter as seguintes informações:

1. Resultado da Avaliação Preliminar
2. Planta de investigações e amostragens e justificativas
3. Descrição de métodos
4. Sondagens e Geologia
5. Poços de monitoramento
6. Resultados
7. Interpretação dos resultados, conclusões e recomendações
8. Anexos, documentos legais

A seguir passamos a expor o trabalho realizado na investigação confirmatória e, ao final, faremos uma análise crítica do trabalho.

5.1 Resultados da Avaliação Preliminar

A área sob estudo está localizada na Avenida do Estado, na altura do número 474, Bairro do Bom Retiro, município de São Paulo. O imóvel consiste em uma Estação Elevatória de Esgoto (EEE – Tamanduateí), que ocupa uma área aproximada de 1.521 m². **Na Figura 01** está apresentado o mapa de localização da área de interesse.

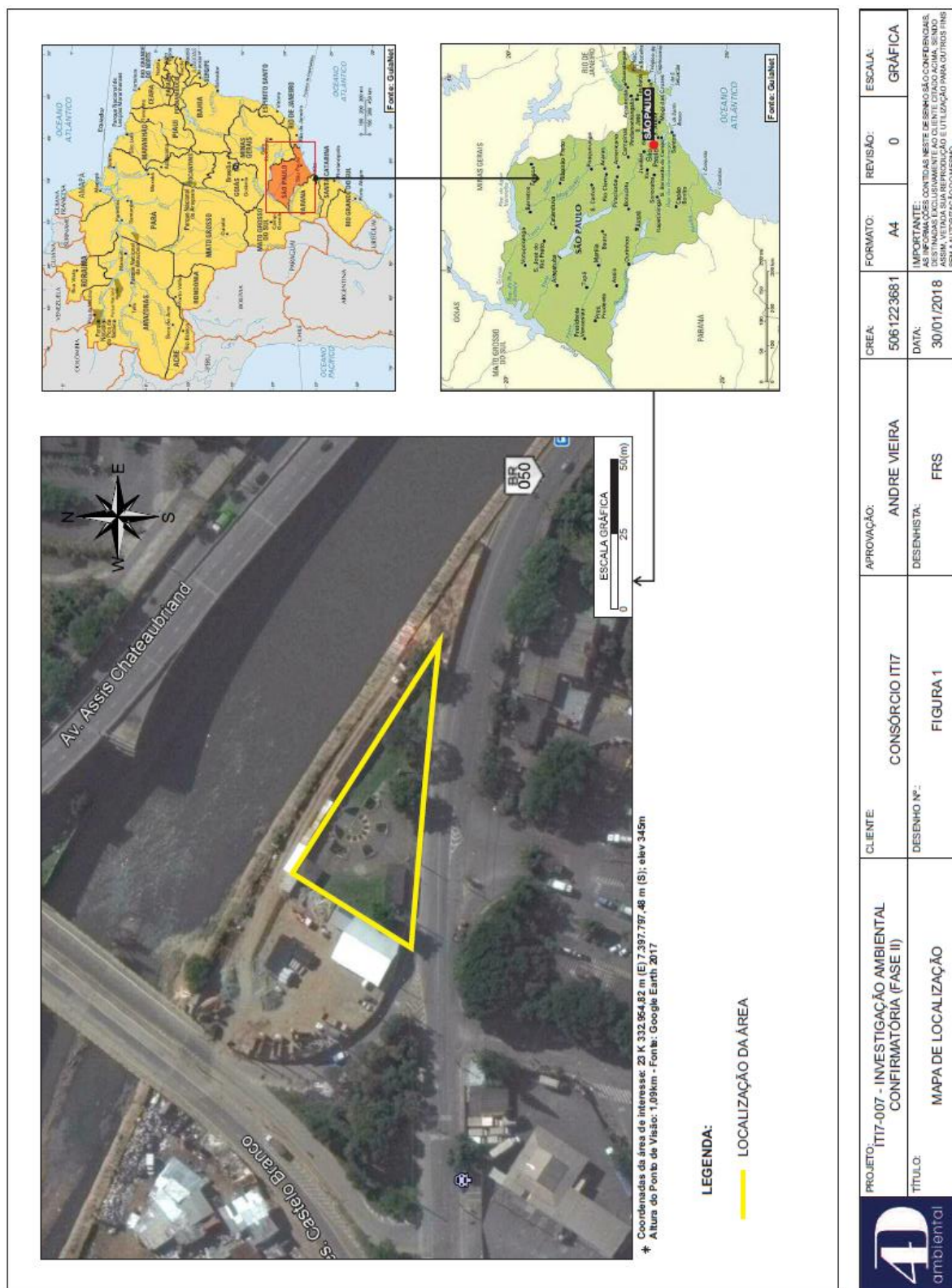


Figura 1 – Mapa de localização

Fonte: Relatório de Investigação Ambiental Confirmatória da EEE Tamandateí, 4D Ambiental, 2018

O local pertencia à Prefeitura Municipal de São Paulo até meados da década de 80, sendo concedido à Sabesp para desenvolver no local as atividades de recebimento de efluentes, através da instalação de uma estação elevatória de esgoto. Não foram identificados documentos que pudessem fornecer informações acerca das transações de compra e venda do imóvel.

As instalações de recebimento de efluentes sanitários e industriais localizavam-se na porção central do terreno, imediatamente após o portão de acesso pela Avenida do Estado. A estrutura de recebimento de efluentes, denominada Estação Elevatória de Esgoto, tinha aproximadamente 15 metros de profundidade abaixo do nível do piso e operava com equipamentos mecanizados (bombas, dutos e grades), onde era realizada a separação do material sólido contido no efluente.

Na porção sul do imóvel, junto ao portão de acesso, estava localizada a área que abrigava o transformador e os painéis elétricos de distribuição de energia, os quais forneciam eletricidade para o imóvel e suas instalações.

Na porção que se estende do centro ao extremo leste do imóvel, observou-se que não havia qualquer tipo de ocupação. Entretanto, de acordo com as informações obtidas durante a visita técnica, parte da referida área foi utilizada como local de armazenamento provisório do solo proveniente das escavações para interligação subterrânea do sistema de captação de esgoto, bem como de resíduos oriundos do fundo das calhas dos Rios Tietê e Tamanduateí.

Na porção oeste do imóvel foi identificada uma pequena área coberta, a qual era utilizada para armazenamento de materiais diversos. Adjacente à esta área coberta, na direção sul, existia uma área aberta com vegetação rasteira que se estende até o limite sul do imóvel, onde foram detectados indícios de armazenamento de materiais e, em pontos específicos, manchas esparsas sobre o solo. **Na Figura 02** está apresentado o Layout da área de interesse.

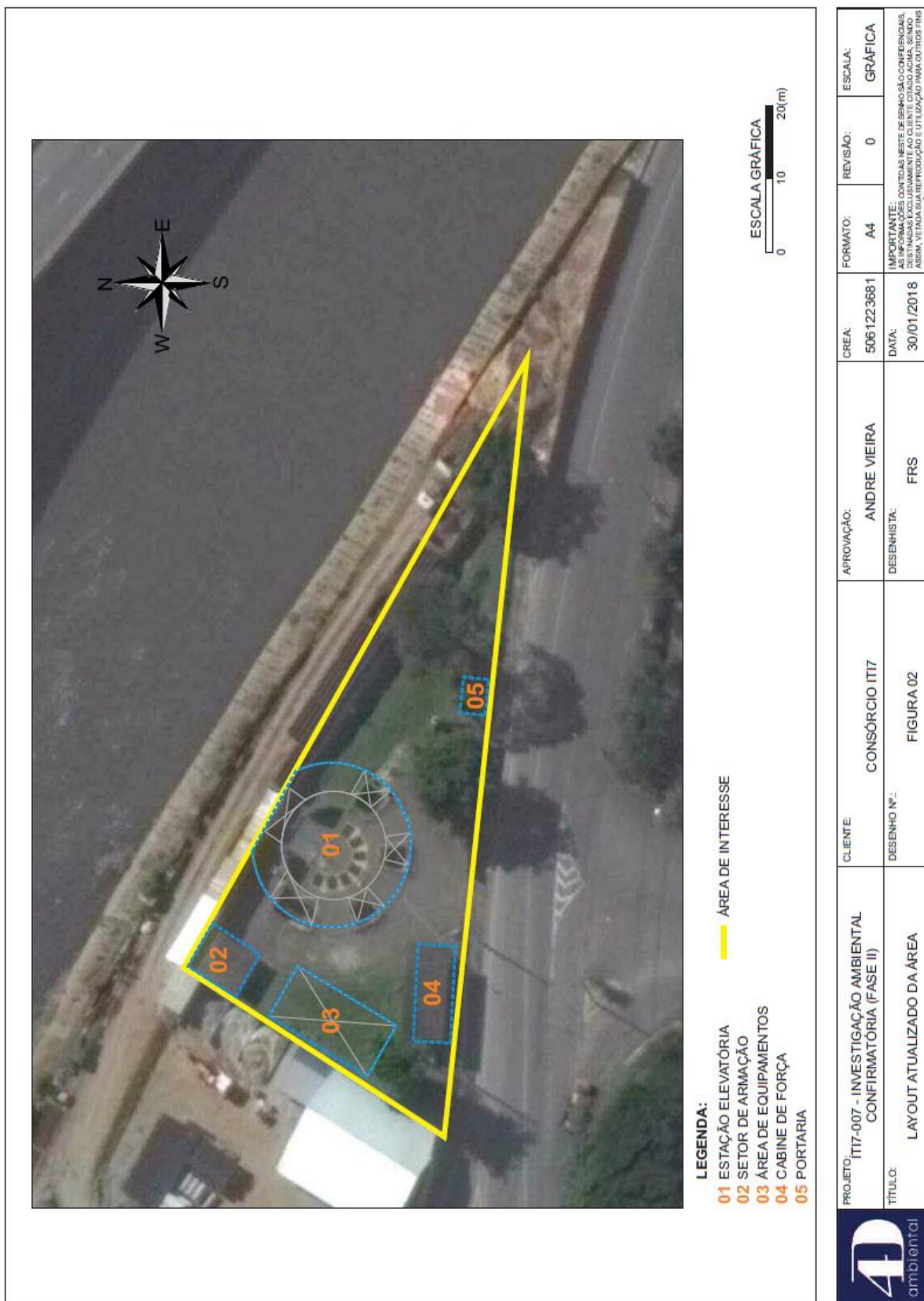


Figura 2 – Layout da área

Fonte: Relatório de Investigação Ambiental Confirmatória da EEE Tamanduateí, 4D Ambiental, 2018

Em dezembro de 2017 foi realizada uma Avaliação Ambiental Preliminar no imóvel de interesse pela empresa 4D Ambiental, contratada pela SABESP. Durante esta etapa de trabalho foram realizadas as seguintes atividades:

1. Levantamento em documentação do histórico de ocupação e operação, cartório de registro de imóveis, entrevista com antigos ocupantes/locatários;
2. Consulta a matrícula do imóvel e licenças disponíveis;
3. Estudo do meio físico;
4. Inspeção da área, para a identificação de “Áreas com Potencial de Impacto” e indicação de escopo de serviços de investigação da qualidade de solo e água subterrânea.

Como resultado desta etapa de trabalho, foram obtidas as seguintes conclusões:

Identificação de 03 (três) AS (Áreas Suspeitas de Contaminação) dentro da área de interesse através da Avaliação Ambiental Preliminar. Na **Figura 3** está apresentado o *Layout* da área de interesse com a indicação das áreas suspeitas supracitadas e estão indicadas na **Tabela 1** que pode ser observada após a figura 3:

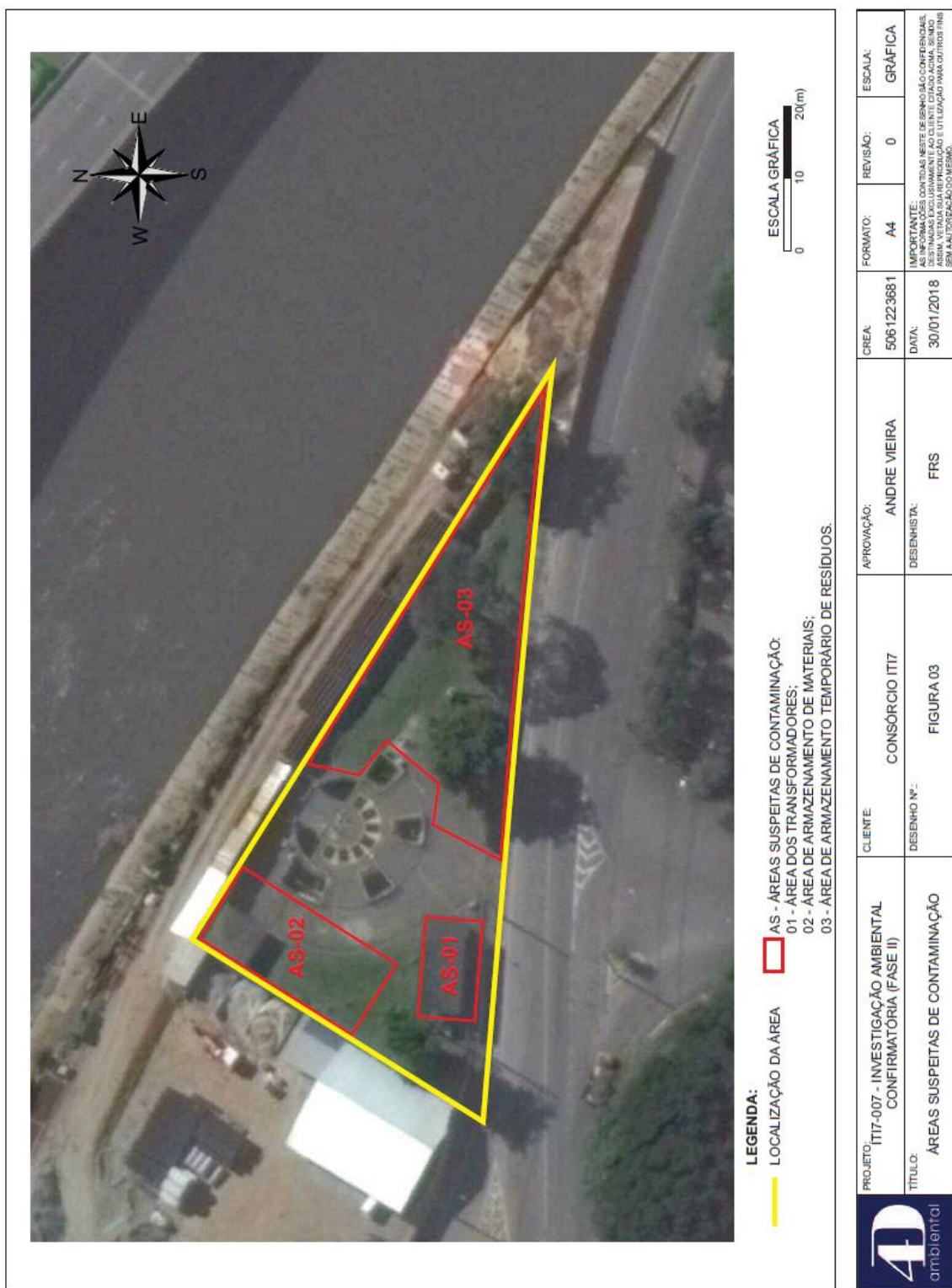


Figura 3 – Áreas suspeitas de contaminação

Fonte: Relatório de Investigação Ambiental Confirmatória da EEE Tamanduateí, 4D Ambiental, 2018

Tabela 1 – Áreas Suspeitas de Contaminação Identificadas (AS).

Área Contaminada sob Investigação	Fonte	Meio	Receptores potenciais
AS-01 – Área do transformador.	Bifenilas Policloradas (PCBs)	Solo	Trabalhadores comerciais e trabalhadores de obra
AS-02 – Área de armazenamento de materiais.	Hidrocarbonetos, solventes orgânicos, metais, Dioxinas e Furanos	Solo e Água Subterrânea	Trabalhadores comerciais e trabalhadores de obra
AS-03 – Área de armazenamento temporário de resíduos sólidos	Hidrocarbonetos, solventes orgânicos, metais, Dioxinas e Furanos	Solo e Água Subterrânea	Trabalhadores comerciais e trabalhadores de obra

De acordo com o relatório de Avaliação Ambiental Preliminar, realizado pela empresa 4D Ambiental (2017) durante as avaliações dos documentos disponíveis para consulta na CETESB, verificou-se a existência de contaminação no solo por Dioxinas e Furanos, tanto na porção superficial quanto na porção profunda, na unidade da empresa LOGA (Logística Ambiental de São Paulo), localizada ao lado oposto da Avenida do Estado, à montante do imóvel sob estudo. Em relação a água subterrânea, verificou-se que há contaminação por Cloreto de Vinila e Cis-dicloroeteno na porção sudeste do terreno ocupado pela LOGA.

Diante do cenário encontrado, o estudo citado recomendou a realização de uma Investigação Confirmatória, conforme as preconizações do “Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas” da CETESB (2001) e da Decisão de Diretoria nº103/2007/C/E da CETESB, (2007), com a realização de sondagens para coleta de amostras de solo e instalação de poços de monitoramento para coleta de amostras de água subterrânea, com o objetivo de confirmar ou não a existência de contaminação no solo e na água subterrânea nestas áreas.

5.2 Atividades Realizadas

Sondagens de reconhecimento e amostragem de solo.

Realizou-se a investigação de solo superficial na área de interesse de forma a abranger as 03 (três) Áreas Suspeitas de Contaminação (AS), indicadas no relatório de Avaliação Ambiental Preliminar.

5.2.1 Investigação de Solo – Metodologia Multi-Incremento

Segundo o relatório, foram realizadas 25 (vinte e cinco) sondagens para amostragem de solo em 02 (duas) profundidades - 0,30 m e 1,00 m, com o objetivo de identificar qualquer impacto quanto a qualidade do solo na região entre a porção central da área em direção ao extremo leste do imóvel, ou seja, na Área Suspeita de Contaminação – AS-03, identificada na Avaliação Ambiental Preliminar. A definição da Unidade de Decisão (UD), restringiu-se a área de disposição temporário de resíduo e carregamento de caminhões.

Foi realizada amostragem seguindo a metodologia de Multi-Incremento, para avaliação quanto aos parâmetros Compostos Orgânicos Voláteis (VOC), Compostos Orgânicos Semi-Voláteis (SVOC), Hidrocarbonetos Totais de Petróleo (TPH) e Metais.

Ainda segundo o relatório de Investigação Confirmatória, realizado pela empresa 4D Ambiental, *a estratégia de amostragem Multi-Incremento aumenta a confiabilidade e defensibilidade dos dados reduzindo sua variabilidade quando comparada com a estratégia de amostragem convencional. Poucas amostras com resultados não detectados são esperadas quando utilizado o Multi-Incremento, mitigando assim os problemas causados pelo uso de dados censurados e diminuindo assim a chance de perder uma contaminação significativa. Adicionalmente, os níveis de confiança estatística e incerteza na decisão, que exigiria um grande número de análises discretas, podem muitas vezes ser obtidos com algumas poucas amostras Multi-Incremento.*

As amostras foram enviadas para o laboratório de análises químicas. Na **Figura 04** é possível observar em detalhes as sondagens realizadas para as amostras de Multi-Incremento.

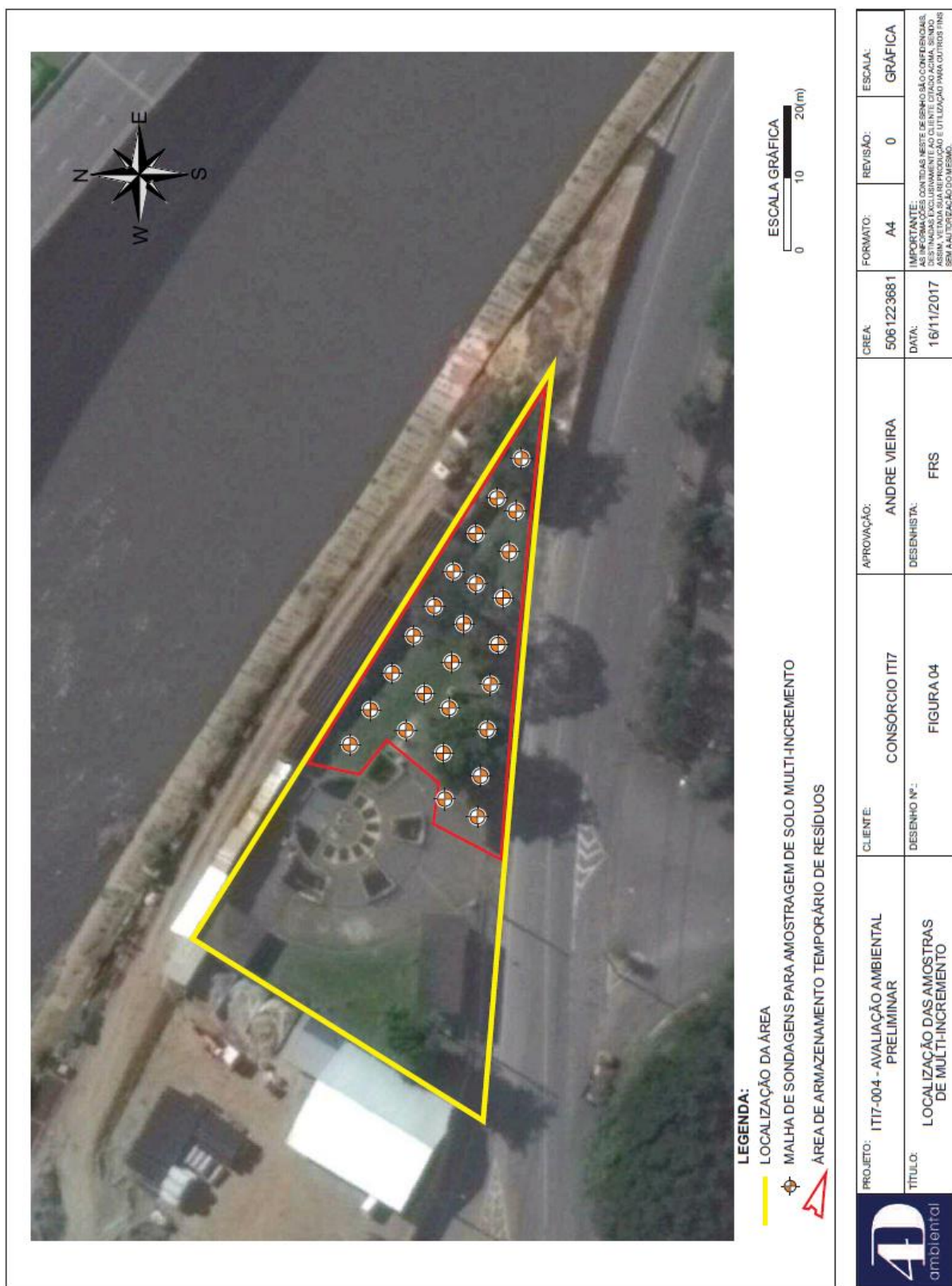


Figura 4 – Localização das amostras de Multi-Incremento

Fonte: Relatório de Investigação Ambiental Confirmatória da EEE Tamanduateí, 4D Ambiental, 2018

Tabela 2 – Identificação das Amostras de Multi-Incremento

Unidade de Decisão	Área	Quantidade de Amostras	Profundidade (m)	Amostras Multi-Incremento
UD-MI	Armazenamento temporário de resíduos sólidos	25	0,3	UD-MI (0,30 m)
UD-MI	Armazenamento temporário de resíduos sólidos	25	1,00	UD-MI (1,00 m)

5.2.2 Investigação de Solo – Sondagens e Amostragem de Solo Direct Push

Foram realizadas 07 (sete) sondagens de reconhecimento de solo, distribuídos na área de interesse de forma a abranger as duas Áreas Suspeitas de Contaminação AS-01 e AS-02, indicadas no relatório de Avaliação Ambiental Preliminar. As sondagens foram identificadas de ST-01 a ST-05 e SR-01 a SR-02, onde as “STs” foram sondagens mais profundas e as ‘SRs’ foram sondagens mais rasas.

Em cada sondagem, foram coletadas amostras de solo para análises químicas quanto aos seguintes parâmetros: Compostos Orgânicos Voláteis (VOC), Compostos Orgânicos Semi-Voláteis (SVOC), Hidrocarbonetos Totais de Petróleo (TPH_{fp}) e Metais, com exceção das sondagens SR-01 e SR-02, localizadas na porção sul (área de transformador – AS-01), onde foram coletadas amostras de solo para análise da presença de Bifenilas Policloradas (PCBs).

Dessa forma, as amostras foram coletadas conforme apresentado na tabela abaixo:

Tabela 3 – Profundidade de Coleta das Amostras de Solo – Direct Push

Sondagem	Data de coleta	Amostras para Metais	Amostras para VOC,SVOC e TPH _{fp}
ST-01	13/12/2017	0,50 m	1,25 m
ST-02	12/12/2017	0,50 m	2,00 m
ST-03	13/12/2017	0,50 m	2,00 m
ST-04	15/12/2017	0,50 m	1,50 m
ST-05	14/12/2017	0,50 m	3,50 m
Sondagem	Data de coleta	Amostras para PCB's	
SR-01	15/12/2016	0,30 m	
SR-02		0,30 m	

5.3 Instalação de poços de monitoramento

Nos mesmos locais das sondagens de reconhecimento ST-01 à ST-05, foram instalados 05 (cinco) poços de monitoramento, os quais foram denominados de PM-01 a PM-05. Os poços foram instalados em profundidades que atingiram até 7,50 metros abaixo da superfície e . variaram de 1,10 a 2 metros abaixo do nível d'água. Na **Figura 05** é apresentada a localização dos poços de monitoramento instalados na área.

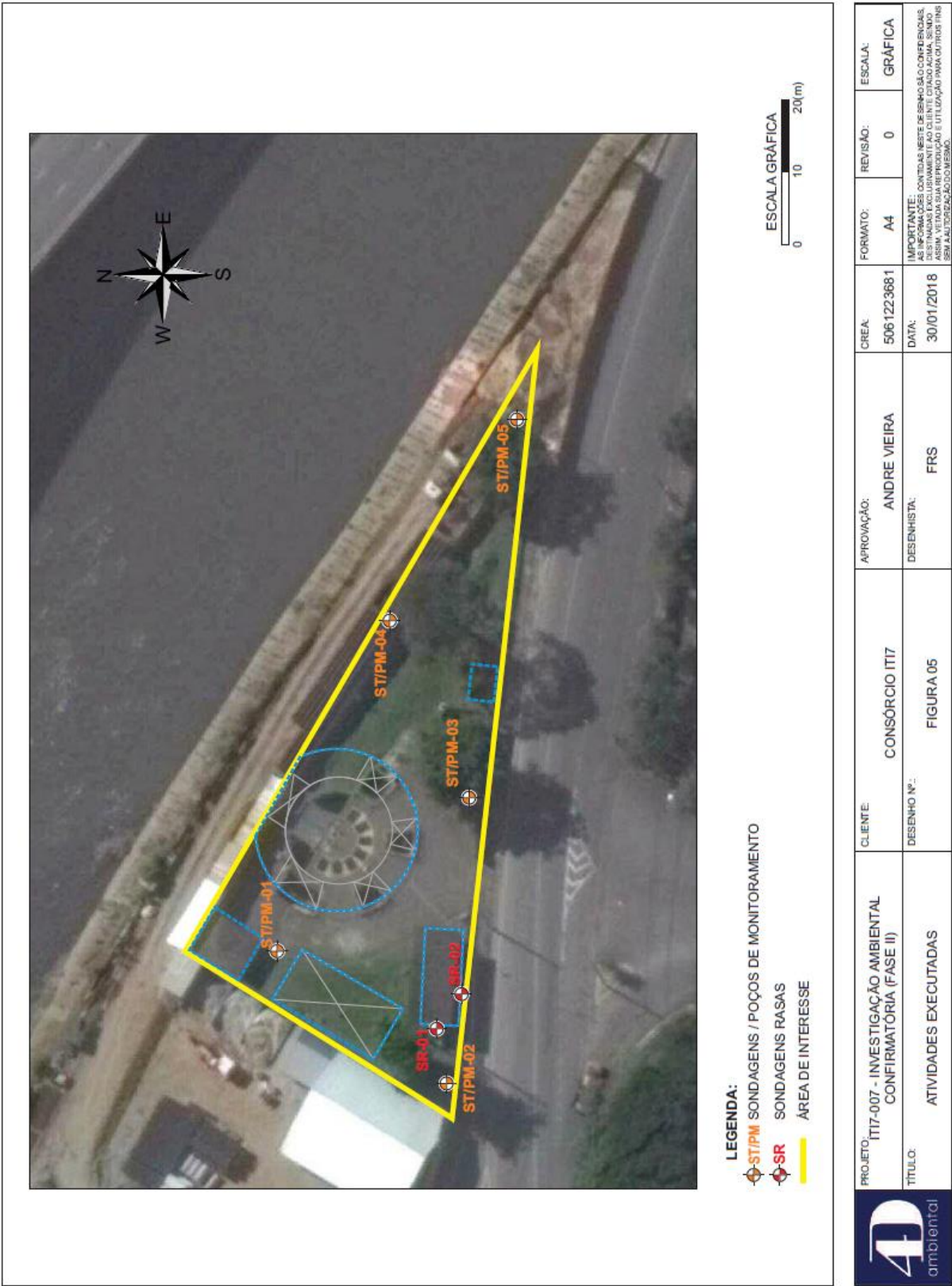


Figura 5 – Atividades Executadas
 Fonte: Relatório de Investigação Ambiental Confirmatória da EEE Tamanduateí, 4D Ambiental, 2018

5.4 Levantamento Planialtimétrico

O levantamento planialtimétrico das sondagens e poços de monitoramento teve por finalidade obter as localizações exatas dos pontos de coleta de solo e água subterrânea, segundo suas coordenadas georreferenciadas e cotas altimétricas. Na **Tabela 4** abaixo estão apresentadas as coordenadas geográficas (UTM – SIRGAS 2000) das sondagens e poços de monitoramento, bem como, suas respectivas cotas altimétricas.

Tabela 4 – Coordenadas Georreferenciadas e Cotas Altimétricas das sondagens realizadas

Ponto	UTM - Norte	UTM – Leste	Cota
ST-01 e PM-01	7397820,376	332925,824	723,289
ST-02 e PM-02	7397797,044	332907,615	722,939
ST-03 e PM-03	7397793,940	332946,966	722,979
ST-04 e PM-04	7397804,882	332971,344	723,363
ST-05 e PM-05	7397787,382	332999,045	723,385
SR-01	7397798,331	332915,133	722,831
SR-02	7397794,879	332919,847	722,810

5.5 Monitoramento do nível d'água do aquífero freático

Após a instalação dos poços de monitoramento, desenvolvimento e recuperação dos níveis d'água nos mesmos, foi realizado o monitoramento do nível do aquífero freático local.

A partir dos dados obtidos, a empresa 4D Ambiental calculou as cargas hidráulicas dos poços de monitoramento, através da diferença entre as cotas topográficas e os níveis d'água dos poços instalados. Os valores foram interpolados em curvas equipotenciais, permitindo a elaboração de um mapa potenciométrico de fluxo, o qual contempla o nível raso do aquífero livre em estudo. Na **Tabela 5** constam as cargas hidráulicas do aquífero em função das medições de nível d'água realizadas após a estabilização do aquífero freático, levando-se em consideração a cota da boca do tubo dos poços de monitoramento, enquanto a **figura 6** apresenta o mapa potenciométrico obtido.

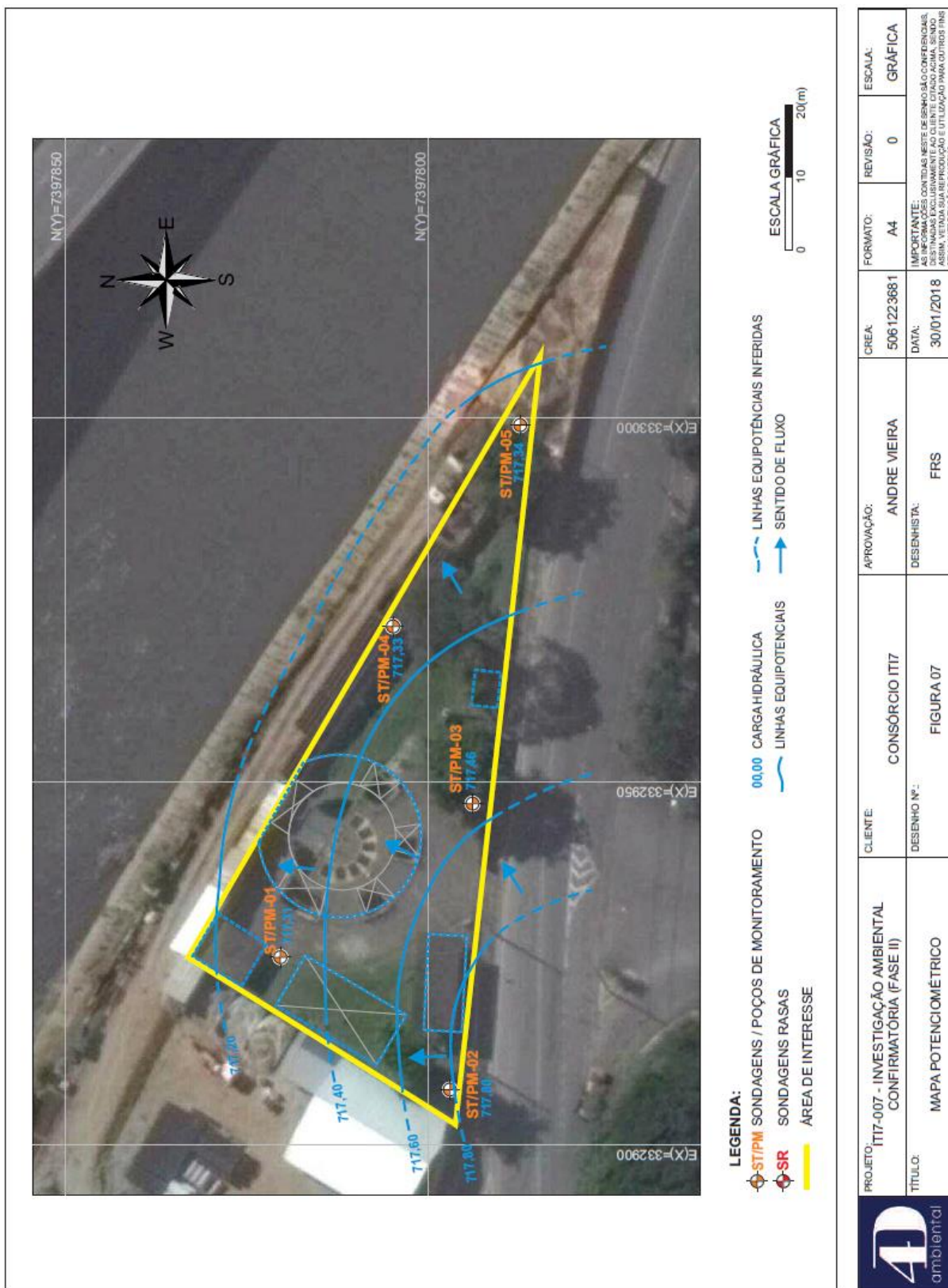


Figura 6 – Mapa Potenciométrico

Fonte: Relatório de Investigação Ambiental Confirmatória da EEE Tamanduateí, 4D Ambiental, 2018

Tabela 5 – Carga Hidráulica do Aquífero (dezembro de 2017).

Poços	N.A (m)	Profundidade do Poço(m)	Cota do Poço(m)	Carga Hidráulica (m)
PM-01	5,95	7,50	723,256	717,31
PM-02	5,12	6,10	722,919	717,80
PM-03	5,47	7,10	722,931	717,46
PM-04	5,94	7,20	723,266	717,33
PM-05	6,00	7,40	723,335	717,34

5.6 Amostragem da água subterrânea

Para a amostragem da água subterrânea utilizou-se o método de baixa vazão (*low-flow method*). Durante o procedimento de amostragem foram monitorados e registrados os parâmetros físico-químicos da água: pH, potencial redox (Eh), oxigênio dissolvido (OD), condutividade elétrica (CE), turbidez e temperatura (T).

5.7 Aspectos Fisiográficos

5.7.1 Geologia e Hidrogeologia Regional

Sob o contexto regional, a área em estudo encontra-se sobre sedimentos Cenozoicos (aluviões e Formações Itaquaquecetuba, São Paulo, Tremembé e Resende) e rochas Pré-Cambrianas (Complexo Embu), aqui classificadas por ordem crono-estratigráfica (Atlas Ambiental do Estado de São Paulo, adaptado de Rodrigues (1998), como segue:

Sedimentos Cenozóicos - Nesta unidade estão agrupados todos os depósitos sedimentares de idades terciária e quaternária.

Regionalmente afloram sedimentos Quaternários, ligados a aluviões, com areias inconsolidadas de granulação variável, argilas e cascalheiras fluviais, subordinadamente em depósitos de calha e/ou terraços. Localmente ocorre a deposição de sedimentos típicos de ambientes fluviais de baixa energia, como argilas e areias finas.

Dentre os depósitos terciários destacam-se:

- Formação Itaquaquecetuba: conglomerados e areias, com lamitos e argilitos subordinados;
- Formação São Paulo: arenitos grossos conglomeráticos, com granodecrescência ascendente até siltitos e argilito, por vezes ricas em matéria orgânica;
- Formação Tremembé: sedimentos argilosos e siltosos;
- Formação Resende: lamitos, arenitos e conglomerados.

Suítes Graníticas Indiferenciadas - Nesta unidade encontram-se agrupados granitos, granodioritos, monzogranitos e granitóides indiferenciados.

Grupo São Roque e Grupo Serra do Itaberaba - Nesta unidade encontram-se dois grupos litoestratigráficos, com a ocorrência de metassedimentos de natureza diversificada e metavulcânicas básicas, divididas e representadas pelas seguintes litologias: metárcoseos, metagrauvacas, quartzitos, metasiltitos, ortoanfibolitos, metavulcânicas básicas, rochas calcossilicáticas e intercalações de filitos, metarenitos e metaconglomerados, sedimentos clastoquímicos, vulcano sedimentares, micaxistos, anfibolitos e metacalcários.

Complexo Embu - Nesta unidade, composta por uma grande variedade litológica, encontram-se agrupadas as rochas mais antigas (Pré-Cambrianas) situadas na área do município. Caracteriza-se por gnaisses graníticos, biotita-gnaisses migmatitizados, migmatitos heterogêneos em geral de estrutura estromática, com paleossomas diversos (xistoso, gnáissico ou anfibolítico), xistos, mica-xistos, filitos, corpos lenticulares de anfibolitos, quartzitos e rochas calciossilicatadas.

Os sistemas aquíferos na região podem ser divididos de acordo com as litologias que os abrigam: o Sistema Aquífero Cristalino, o Sistema Aquífero São Paulo e o Sistema Cenozóico.

O Sistema Aquífero Cristalino desenvolve-se nas rochas do embasamento cristalino pré-cambriano, mostrando duas diferentes formas de fluxo para suas águas subterrâneas: na parte superior do maciço rochoso, a água percola a rocha alterada, como num aquífero poroso, pelos interstícios de seus minerais; já nas zonas mais profundas, onde ocorre a rocha sã, o fluxo d'água

se dá através das juntas e fraturas abertas que seccionam a rocha.

O Sistema Aquífero São Paulo, situado nos sedimentos terciários, assenta-se sobre o Sistema Cristalino e apresenta maiores vazões específicas com relação ao seu embasamento. Seu fluxo é caracterizado como do tipo poroso, livre.

Além desses, o Aquífero Cenozoico, formado pelos depósitos aluviais, caracteriza-se como uma unidade hidrogeológica com extensão limitada, sedimentar, permeável por porosidade granular, livre e descontínua. Como esse sistema não possui caráter regional, suas características associam-se às formas de ocorrência e natureza locais dos solos e sedimentos que a compõem.

Este aquífero poroso, formado por sedimentos e solos superficiais e de alteração derivados de rochas granitoides pré-cambrianas, possui fluxo predominantemente sub-horizontal e varia segundo a declividade topográfica local.

5.7.2 Geologia Local

De acordo com o relatório da empresa 4D Ambiental (2018), o material encontrado durante a realização das sondagens é predominantemente formado por uma camada de aterro argilo arenoso de coloração marrom avermelhado, com presença de entulho e profundidade aproximada de 3,40 metros. Logo abaixo da camada de aterro, foi identificada uma camada de areia fina e de coloração cinza escuro com aproximadamente 1,00 metro de espessura. Sotoposto à porção arenosa identificada, particularmente nos locais das sondagens ST-01, ST-03, ST-04 e ST-05, foi ainda identificada uma camada de silte argiloso, dotado de coloração cinza esverdeado, correspondente aos sedimentos da Formação São Paulo.

O nível de água subterrânea do aquífero freático local encontrado durante as sondagens realizadas, variou entre 5,00 m a 5,50 m. Os perfis geológicos estão apresentados na **Figura 07**.

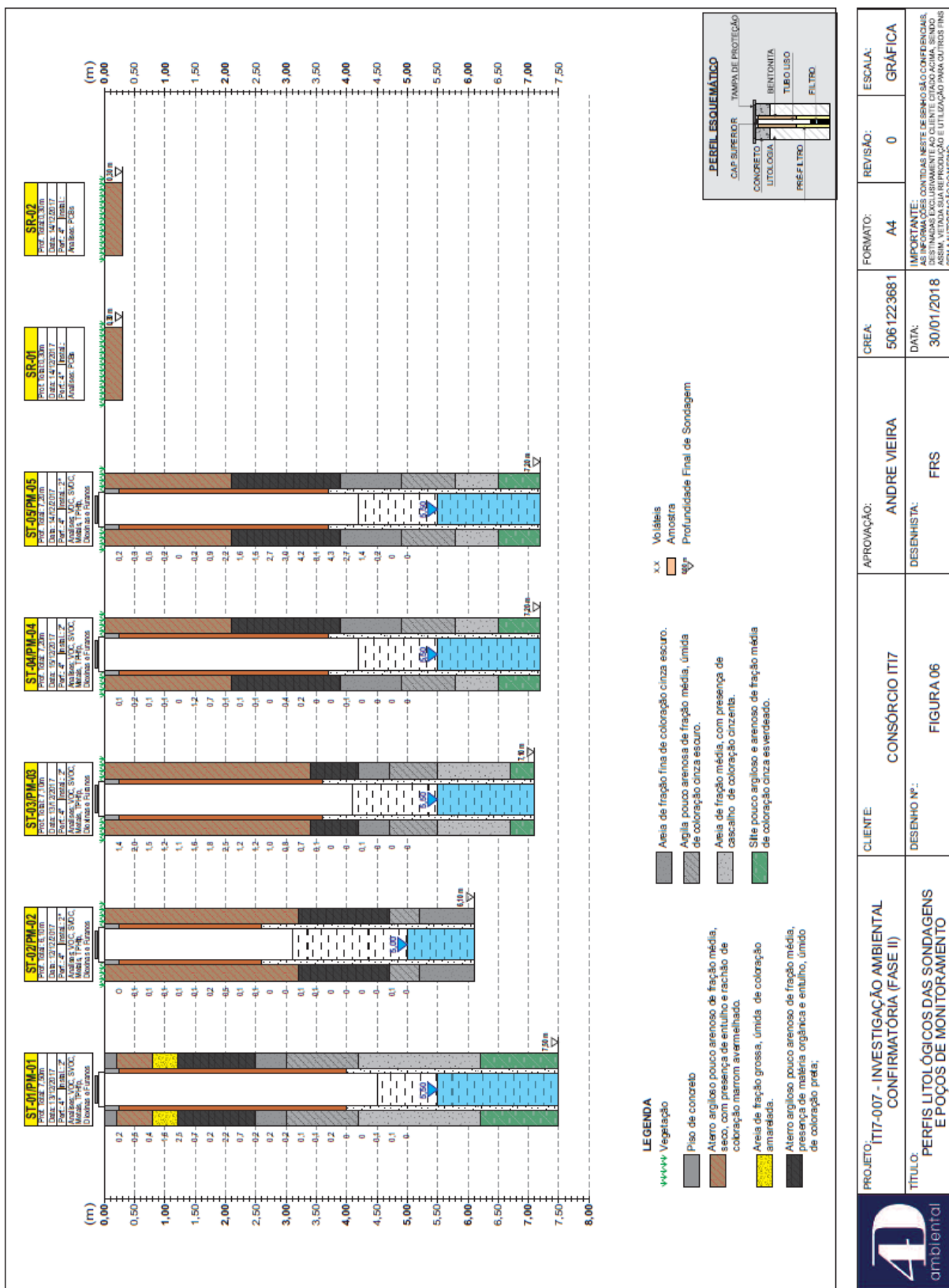


Figura 7 – Perfis Litológicos das Sondagens e poços de Monitoramento

Fonte: Relatório de Investigação Ambiental Confirmatória da EEE Tamanduateí, 4D Ambiental, 2018

5.7.3 Hidrogeologia Local

De acordo com o relatório da investigação confirmatória, com o levantamento planialtimétrico realizado, foi possível determinar a carga hidráulica do aquífero raso e, com base nas mesmas, foi elaborado um mapa potenciométrico local que pode ser visualizado na **Figura 06**.

No mapa potenciométrico a água subterrânea do aquífero freático local, de maneira geral, tem uma componente principal com a direção sudoeste-nordeste e sentido nordeste, convergindo para o Rio Tamanduateí.

5.8 Valores de Referência Adotados

Os resultados analíticos obtidos nas amostras de solo e água subterrânea foram comparados com os valores ambientais de referência, listados a seguir:

- **CETESB (2016):** Valores de intervenção para solo e água subterrânea de áreas industriais estabelecidos pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB), atualizados pela Decisão de Diretoria CETESB nº 256/2016/E, em 22 de novembro de 2016;
- **Environmental Protect Agency – US EPA (2017):** Valores atualizados US EPA para metas de remediação preliminares (RSLs) emitidas pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (USEPA), Regiões 3, 6 e 9, para solo industrial e água (tap water);
- **Dutch List – Soil Remediation Circular - 2013:** Valores de intervenção para Águas Subterrâneas, Valores de Intervenção para remediação do solo, Níveis Indicativos para contaminação severa, correção do tipo de solo e regulamentos de mediação.

Para a comparação dos resultados obtidos com os valores ambientais de referência, a investigação confirmatória estabeleceu a ordem de primazia para a CETESB e na ausência de referências nacionais, a comparação foi realizada com os valores da EPA (2017) e Lista Holandesa (2013, Dutch List).

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Solo

No relatório de investigação confirmatória foram apresentados os resultados analíticos dos compostos/elementos que tiveram concentrações detectadas nas amostras de solo coletadas e analisadas. Durante a execução das sondagens não foram observados indícios de alteração na qualidade das amostras de solo coletadas, estando, portanto, de acordo com os parâmetros de conformidade estabelecidos pela CETESB (2016).

6.1.1 Resultados das Análises Químicas do Solo - Amostragem Multi-Incremento

Referente ao estudo realizado na UD-MI (Unidade de Decisão Multi-Incremento), foram coletadas 2 (duas) amostras de solo, nomeadas UD-MI (0,30m) e UD-MI (1,00m), coletadas em duas profundidades (0,30 m e 1,00 m), distribuídas na área de interesse AS-03.

Compostos Orgânicos Voláteis (VOC) e Hidrocarbonetos Totais de Petróleo

Não foram detectadas concentrações acima dos limites de quantificação dos métodos analíticos do laboratório e, conseqüentemente, acima dos valores de intervenção adotados para os Compostos Orgânicos Voláteis (VOC) e para os Hidrocarbonetos Totais de Petróleo (TPH_{f/p}), o que atende as determinações da CETESB (2016).

Compostos Orgânicos Semi-Voláteis (SVOC)

Em relação as análises químicas das amostras de solo analisadas, foram detectadas concentrações para os compostos Fenantreno, Fluoranteno, Pireno, Benzo(a)antraceno, Criseno, Benzo(b)fluoranteno e Benzo(a)pireno, os quais pertencem ao grupo de Compostos Orgânicos Semi-Voláteis (SVOC). As concentrações detectadas se encontram abaixo dos limites de intervenção adotados (CETESB, 2016 e EPA, 2017).

Metais

Nas amostras de solo avaliadas foram detectadas concentrações dos seguintes metais: Bário, Chumbo, Cobre, Cromo e Zinco, porém todas as concentrações identificadas encontram-se notadamente abaixo dos limites de intervenção adotados (CETESB, 2016).

6.1.2 Resultados das Análises Químicas do Solo – Direct Push

Nesta segunda etapa de coleta de amostras de solo, realizaram-se a perfuração de sete pontos de sondagens, distribuídos na área de interesse de forma a abranger as duas Áreas Suspeitas de Contaminação AS-01 e AS-02, indicadas no relatório de Avaliação Ambiental Preliminar.

Compostos Orgânicos Semi-Voláteis (SVOC):

Em relação as análises químicas referentes aos Compostos Orgânicos Semi-Voláteis (SVOC), foram detectadas concentrações dos seguintes compostos: Naftaleno, 2- Metilnaftaleno, Acenaftileno, Acenafteno, Dibenzofurano, Fluoreno, Fenantreno, Antraceno, Fluoranteno, Pireno, Benzo(a)antraceno, Criseno, Benzo(b)fluoranteno, Benzo(k)fluoranteno, Benzo(a)pireno, Indeno (1,2,3-cd)pireno, Dibenzo(a,h)antraceno e Benzo(g,h,i)perileno, em praticamente todas as amostras de solo analisadas. Todas as concentrações detectadas encontram-se notadamente abaixo dos limites de intervenção adotados (CETESB, 2016 e EPA, 2017).

Metais:

Foram detectadas concentrações dos seguintes Metais nas amostras de solo avaliadas: Bário, Chumbo, Cobre, Cromo, Mercúrio, Níquel e Zinco, porém todas as concentrações detectadas encontram-se notadamente abaixo dos valores de intervenção adotados (Cetesb, 2016)

Compostos Orgânicos Voláteis (VOC) e Hidrocarbonetos Totais de Petróleo:

Não foram detectadas concentrações acima dos limites de quantificação dos métodos analíticos do laboratório e, conseqüentemente, acima dos valores de intervenção adotados para os

Compostos Orgânicos Voláteis (VOC) e para os Hidrocarbonetos Totais de Petróleo (TPH/p).

Bifenilas Policloradas (PCBs):

Em relação às análises químicas de Bifenilas Policloradas (PCBs), foram coletadas duas amostras rasas, nomeadas SR-01 e SR-02. Diante dos resultados obtidos, não foram detectadas concentrações acima dos limites de quantificação do laboratório e, conseqüentemente, acima dos valores de intervenção adotados (CETESB, 2016 e EPA, 2017).

6.2 Água subterrânea

6.2.1 Parâmetros físico-químicos da água subterrânea

Os parâmetros físico-químicos da água subterrânea, medidos durante o procedimento de amostragem, são apresentados na **Tabela 6** a seguir.

Tabela 6 – Parâmetros Físico-Químicos da Água Subterrânea

Poços de Monitoramento	N.A. (m)	Temperatura (°C)	Condutividade (µS/cm)	ORP(mV)	pH	OD (mg/L)	Turbidez (NTU)
PM-01	5,96	23,1	900	-80,0	6,80	3,35	331
PM-02	5,12	23,9	812	-27,7	6,79	0,90	44
PM-03	5,47	24,2	238	-70,3	6,63	0,90	238
PM-04	5,94	23,8	1450	-102,8	7,01	1,30	122
PM-05	6,00	23,8	696	-30,1	6,68	1,40	16

A água subterrânea obtida a partir da maioria dos poços de monitoramento amostrados, apresentou característica predominantemente neutra, os valores de pH variaram entre 6,63 (PM-03) e 7,01 (PM-04).

Os valores de condutividade elétrica obtidos variaram entre 238 µS/cm (PM-01) e 1450µS/cm (PM-04). Os valores obtidos mostram-se elevados em todos os poços de monitoramento quando comparados ao valor considerado pela CETESB (100 µS/cm, website CETESB), a partir do

qual sugerem alteração na qualidade da água subterrânea.

Quanto ao Oxigênio Dissolvido, os valores obtidos durante a amostragem de água subterrânea variaram entre 0,90 mg/L (PM-02 e PM-03) e 3,35 mg/L (PM-01). Os valores obtidos encontram-se, em sua maior parte, superiores a 1,0 mg/L, indicando característica aeróbia do aquífero freático local. Entretanto, de acordo com o relatório, tal condição pode estar relacionada às ocorrências de chuvas que antecederam as atividades de amostragem, implicando no aumento do fluxo do aquífero freático local.

No que diz respeito ao parâmetro Potencial de Oxi-Redução (ORP), os valores variaram entre -102,8 mV (PM-04) e -27,7 mV (PM-02). Todos os valores obtidos são negativos, indicando que o meio sob estudo está submetido à condição redutora.

Quanto aos valores de temperatura da água subterrânea, foi obtida variação entre 23,1°C e 24,2°C, valores aceitáveis para águas subterrâneas.

Em relação aos valores de Turbidez da água subterrânea, os dados obtidos variaram entre 16 NTU (PM-05) e 331 NTU (PM-01), valores considerados normais e que denotam a condição do aquífero freático local constituído por sedimentos de matriz argilosa e arenosa.

6.2.2 Resultados das Análises Químicas da Água Subterrânea

O resumo dos resultados analíticos obtidos a partir das amostras de água subterrânea foi apresentado no relatório. Na amostragem de água subterrânea nos poços de monitoramento não foram detectados indícios de alteração na qualidade da água subterrânea.

Compostos Orgânicos Voláteis (VOC) e Hidrocarbonetos Totais de Petróleo

Não foram detectadas concentrações acima dos limites de quantificação dos métodos analíticos do laboratório e, conseqüentemente, acima dos valores de intervenção adotados para os Compostos Orgânicos Voláteis (VOC) e para os Hidrocarbonetos Totais de Petróleo (TPH_{fp}).

Compostos Orgânicos Semi-Voláteis (SVOC)

Concentrações de Fenol foram detectadas nas amostras dos poços de monitoramento PM-03 (59,9 µg/L) e PM-04 (14,3 µg/L), entretanto tais concentrações encontram-se notadamente abaixo do limite de intervenção adotado (900 µg/L – CETESB, 2016). Os referidos poços de monitoramentos estão localizados na antiga área de armazenamento temporário de resíduos sólidos (porção centro ao extremo leste da unidade – AS-03).

Metais

Concentrações de Bário Total foram detectadas em todos os poços de monitoramento avaliados, entretanto todas as concentrações detectadas encontram-se abaixo do limite de intervenção adotado (700 µg/L – Cetesb, 2016).

Concentrações de Boro Total foram detectadas em todos os poços de monitoramento: PM-01 (100,3 µg/L), PM-02 (168,2 µg/L), PM-03 (186 µg/L), PM-04 (193,8 µg/L) e PM-05 (216,7 µg/L), entretanto todas as concentrações detectadas encontram-se abaixo do limite de intervenção adotado (2.400 µg/L - Cetesb, 2016).

Concentração de Cobre Total foi detectada nas amostras dos poços de monitoramento: PM-02 (15,3 µg/L) e PM-03 (17,4 µg/L), mas encontram-se abaixo do limite de intervenção adotado (2.000 µg/L– CETESB, 2016).

Dioxinas e Furanos

Em relação às análises de Dioxinas e Furanos, não foram detectadas concentrações acima dos limites de quantificação do laboratório, consequentemente acima dos valores de intervenção adotados.

6.3 Conclusões do relatório

Diante dos resultados obtidos nesta etapa de Investigação Ambiental Confirmatória a empresa 4D Ambiental concluiu:

- *Localmente o material encontrado durante a realização das sondagens é*

predominantemente formado por uma camada de aterro argilo arenoso de coloração marrom avermelhado, com presença de entulho e profundidade aproximada de 3,40 metros. Logo abaixo da camada de aterro, foi identificada uma camada de areia fina e de coloração cinza escuro com aproximadamente 1,00 metro de espessura. Sotoposto à porção arenosa identificada, particularmente nos locais das sondagens ST-01, ST-03, ST-04 e ST-05, foi ainda identificada uma camada de silte argiloso, dotado de coloração cinza esverdeado, correspondente aos sedimentos da Formação São Paulo.;

- O fluxo da água subterrânea do aquífero freático local possui uma componente principal, com a direção sudoeste-nordeste e sentido nordeste, convergindo para o Rio Tamanduateí;*
- Durante a execução das atividades, não foram observados quaisquer tipos de indícios de alterações na qualidade do solo e da água subterrânea;*

6.3.1 Solo

Amostragem pelo método Multi-Incremento

- Nas amostras compostas obtidas através da metodologia Multi-Incremento realizada na AS-03, foram identificadas concentrações de Compostos Orgânicos Semi-Voláteis (Fenantreno, Fluoranteno, Pireno, Benzo(a)antraceno, Criseno, Benzo(b)fluoranteno e Benzo(a)pireno), porém tais concentrações encontram-se notadamente abaixo dos valores de intervenção adotados;*
- Quanto aos Metais: Bário, Chumbo, Cobalto, Cobre, Cromo, Níquel e Zinco, foram identificados em boa parte das amostras de solo enviadas ao laboratório. Entretanto, todas as concentrações identificadas encontram-se notadamente abaixo dos limites de intervenção adotados (Cetesb, 2016);*
- Quanto aos Hidrocarbonetos Totais de Petróleo (TPHfp), foram identificadas concentrações em todas as amostras de solo enviadas ao laboratório. Entretanto, todas as concentrações identificadas encontram-se notadamente abaixo dos limites de*

intervenção adotados (Lista Holandesa, 2013); e

- *Não foram detectadas concentrações acima dos limites de quantificação dos métodos analíticos do laboratório e, conseqüentemente, acima dos valores de intervenção adotados para os Compostos Orgânicos Voláteis (VOC).*

Amostragem pelo método Direct Push

- *Em relação Compostos Orgânicos Semi-Voláteis (SVOC), foram detectadas concentrações de Naftaleno, 2-Metilnaftaleno, Acenaftileno, Acenafteno, Dibenzofurano, Fluoreno, Fenantreno, Antraceno, Fluoranteno, Pireno, Benzo(a)antraceno, Criseno, Benzo(b)fluoranteno, Benzo(k)fluoranteno, Benzo(a)pireno, Indeno(1,2,3-cd)pireno, Dibenzo(a,h)antraceno e Benzo(g,h,i)perileno, em praticamente todas as amostras de solo analisadas. Importante ressaltar que tais concentrações encontram-se notadamente abaixo dos limites de intervenção adotados (CETESB, 2016 e EPA, 2017);*
- *Foram detectadas concentrações dos seguintes Metais: Bário, Chumbo, Cobre, Cromo, Mercúrio, Níquel e Zinco, porém todas as concentrações detectadas encontram-se notadamente abaixo do valor de referência adotado (Cetesb, 2016);*
- *Referente aos Hidrocarbonetos Totais de Petróleo (TPHfp), foram detectadas concentrações em todas as amostras de solo analisadas, entretanto tais concentrações encontram-se abaixo dos limites de intervenção adotado (Lista Holandesa,2013); e*
- *Quanto as análises dos Compostos Orgânicos Voláteis (VOC) e Bifenilas Policloradas (PCBs), não foram detectadas concentrações acima dos limites de quantificação do laboratório e, conseqüentemente, acima dos valores de intervenção adotados (CETESB, 2016 e EPA, 2017).*

6.3.2 Água Subterrânea:

- *Em relação aos Compostos Orgânicos Semi-Voláteis (SVOC), foi detectada concentração de Fenol, nas amostras dos poços de monitoramentos PM-03 (59,9*

$\mu\text{g/L}$) e PM-04 (14,3 $\mu\text{g/L}$), entretanto as concentrações encontram-se abaixo do limite de intervenção adotado (CETESB, 2016). Os referidos poços de monitoramentos estão localizados na antiga área de armazenamento temporário de resíduos sólidos (porção centro a leste da unidade – AS-03);

- *Concentrações de Boro, foram detectadas em todos os poços de monitoramento analisados, entretanto todas as concentrações detectadas encontram-se notadamente abaixo do limite de intervenção adotado (CETESB, 2016);*
- *Concentração de Cobre foi detectada somente nas amostras dos poços de monitoramento: PM-02 e PM-03, porém tal concentrações encontram-se abaixo do limite de intervenção adotado (CETESB, 2016);*
- *Para as análises referente Compostos Orgânicos Voláteis (VOC), Hidrocarbonetos Totais de Petróleo (TPH_{fp}) e Dioxinas e Furanos, não foram detectadas concentrações acima dos limites de quantificação do laboratório e, consequentemente, acima dos valores de intervenção adotados.*

Dessa forma, entendeu-se que não existe alteração na qualidade do solo e água subterrânea local, estando a mesma isenta de qualquer tipo de contaminação ambiental nas matrizes analisadas.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar da investigação confirmatória ter sido realizada com excelência técnica, há alguns pontos a serem observados. A Avaliação Preliminar partiu do pressuposto que os possíveis contaminantes estavam localizados em apenas 3 áreas: Área do Transformador (AS-01), Área de Armazenamento de Materiais (AS-02) e Área de Armazenamento Temporário, porém a Área de Recebimento de Efluentes não foi levada em consideração como possível área contaminante.

Como sabemos, o esgoto da cidade de São Paulo não é composto apenas por resíduos domésticos. Existe uma parcela deste resíduo, proveniente de indústrias e comércios, que muitas vezes podem ser altamente contaminantes. No caso específico da EEE Tamanduateí

temos que considerar sua antiguidade, por volta de 30 anos, e o alto grau de industrialização do seu entorno. Com isso, a Avaliação Preliminar e consequentemente a Investigação Confirmatória pecaram ao não considerar a estação elevatória em si como possível área contaminante do entorno, uma vez que, por mais seguras que sejam as barreiras de contenção, pode ser que tenha havido algum vazamento de esgotos da elevatória.

Por conta de não considerar a área do poço da EEE na Avaliação Preliminar, a Investigação Confirmatória pode ter ficado incompleta, não abordando todas as possíveis áreas fonte de contaminação.

Outro ponto a ser considerado é referente a localização dos poços de monitoramento. Nenhum poço de monitoramento ou coleta de amostra foi executado a jusante da EEE. Segundo imagens aéreas haveria a possibilidade técnica da perfuração de poços de monitoramento a jusante da EEE.

Ainda com relação aos poços, podem ser questionadas as suas profundidades, uma vez que o poço da estação elevatória tem 15 metros de profundidade, enquanto que a profundidade máxima dos poços de monitoramento fica em 7,5 m, segundo a **figura 7**.

Apesar dos pontos levantados acima, a Investigação Confirmatória para desativação da EEE Tamanduateí e que aqui se avalia, está dentro das normas acadêmicas e legais pois, formalmente, é composta por todos os seus elementos: Resultado da avaliação preliminar; Planta da investigação, amostragem e justificativa, Descrição de métodos, Sondagens e geologia; Poços de monitoramento; Resultados; Interpretação dos resultados, conclusões, recomendações, anexos e documentos legais. Sendo assim, foi possível dar andamento ao processo de desativação da área.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). Procedimento para Gerenciamento de Áreas Contaminadas. Decisão de Diretoria no 38/2017/C. São Paulo: CETESB, 2017.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA). Regional Screening Levels for Chemical Contaminants at Superfund Sites, 2016.

HABERMANN, M.; GOUVEIA, N. Requalificação urbana em áreas contaminadas na cidade de São Paulo. Estudos Avançados, São Paulo, v. 28, n. 82, p. 129-137, 2014. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142014000300008>. Acesso em: Setembro de 2021.

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

ONETO, M. A. Estudo da elaboração do plano de descomissionamento para desativação de empreendimentos. Trabalho de Graduação em Engenharia Civil – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2011. 54 p.

PINTO, N. da M.M.; BRUNA, G.C. Formação do passivo industrial no solo de São Paulo. "XII Seminário Internacional de Investigación en Urbanismo, São Paulo-Lisboa, 2020". Lisboa: Faculdade de Arquitetura da Universidade de Lisboa, 2020.

SANCHEZ, L. E. Desengenharia. O passivo ambiental na desativação de empreendimentos Industriais. São Paulo, Edusp, 2001.

VALENTIM, L. S. O. *Requalificação urbana, contaminação do solo e riscos à saúde* São Paulo: Annablume; Fapesp, 2007.

GÜNTER, M. R. W. Áreas contaminadas no contexto da gestão urbana. *São Paulo em Perspectiva*, v.20, n.2, p.105-17, 2006.

MORINAGA, C. M. et al. As potencialidades e limitações da aplicação de instrumentos urbanísticos de incentivo para a revitalização de áreas contaminadas na cidade de São Paulo. In: MOERI, E. N.; RODRIGUES, D.; NIETERS, A. (Ed.) *Áreas contaminadas, remediação e revitalização: estudos de caso nacionais e internacionais*. São Paulo: Instituto Ekos Brasil/GTZ, 2008. v.4.

4D AMBIENTAL. Relatório de Investigação Ambiental Confirmatória da Estação Elevatória de Esgotos Tamanduateí, São Paulo, 2018.