

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA POLITÉCNICA

GABRIELA BARBOSA MARTELETO

**Análise da situação ambiental do lixão localizado no Jardim Satélite Íris no município
de Campinas – SP**

São Paulo

2022

Análise da situação ambiental do lixão localizado no Jardim Satélite Íris no município de Campinas – SP

Versão Corrigida

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

Orientadora: Profa. Carolina Afonso Pinto

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

Martelete, Gabriela

Análise da situação ambiental do lixão localizado no Jardim Satélite Íris no município de Campinas – SP / G. Martelete -- São Paulo, 2022.

87 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.Resíduos 2.Lixão 3.Aterro 4.Contaminação 5.Contaminação Ambiental
I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia Química II.t.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer aos meus pais, Sabrina e Carlos Augusto, por me proporcionarem a oportunidade de ser quem sou atualmente, pelo apoio e incentivo para sempre lutar pelos meus sonhos.

À minha irmã, Carolina, a qual fez parte dessa trajetória ao meu lado.

Ao meu noivo, José Geraldo, pelo amor, pelo apoio, pelo incentivo, pela força e pelas revisões da minha monografia.

Ao Chicão, pelo apoio, pelas sugestões, pelo conhecimento adquirido em diversas conversas, pela amizade e pelo carinho.

Ao diretor do Departamento de Limpeza Urbana, Alexandre Gonçalves, pelo fornecimento de imagens e arquivos referente ao objeto de estudo desta monografia e, também, por ter me acolhido como estagiária e ter passado seu conhecimento sobre Resíduos Sólidos Urbanos.

RESUMO

Barbosa Marteleto, Gabriela. Análise da situação ambiental do lixão localizado no Jardim Satélite Íris no município de Campinas – SP. 2022. 88 f. Monografia (MBA em Gestão de Áreas Contaminadas, Desenvolvimento Urbano Sustentável e Revitalização de Brownfields) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2022.

O Brasil apresenta há décadas, problemas na disposição final de resíduos sólidos urbanos. Muitos foram dispostos em aterros não controlados e lixões, trazendo prejuízos ao meio ambiente e à população de seu entorno. O presente trabalho tratou de analisar a situação ambiental de uma área, no município de Campinas, utilizada como lixão de resíduos na década de 1980. Para isso, foram pesquisadas informações referentes aos estudos ambientais realizados na área. A área apresentou contaminação das águas superficiais por compostos nitrogênio amoniacal, alumínio, arsênio, bário, cádmio, cobre, ferro, manganês, zinco, nitrato, DBO, em concentrações acima dos valores de referência utilizadas devido a lixiviação dos resíduos dispostos e também por compostos orgânicos sintéticos típicos de resíduos industriais (1,2 dicloroetano, cloreto de vinila, clorofórmio, tetracloroetano, tricloroetano); das águas subterrâneas por sais, nutrientes e compostos organoclorados, sendo: chumbo, fluoreto, manganês, ferro total, alumínio, boro, bário, cobalto, cromo, níquel, naftaleno, 1,2 dicloroetano, benzeno, cloreto de vinila, coliformes totais e bactérias heterotróficas e do solo por PCBs, zinco, cádmio, chumbo e cobre provenientes do descarte irregular de resíduos domiciliares e industriais. Atualmente a área permanece contaminada e assim, deve-se avaliar a necessidade de prosseguimentos às ações ambientais diante dos impactos ambientais provocados pela contaminação, pelo fato de apresentar risco à saúde humana, já que a área é densamente habitada.

Palavras-chave: Resíduos. Lixão. Aterro. Contaminação. Contaminação Ambiental.

RESUMO

Barbosa Marteleto, Gabriela. Análise da situação ambiental do lixão localizado no Jardim Satélite Íris no município de Campinas – SP. 2022. 88 f. Monografia (MBA em Gestão de Áreas Contaminadas, Desenvolvimento Urbano Sustentável e Revitalização de Brownfields) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2022.

O Brasil apresenta há décadas, problemas na disposição final de resíduos sólidos urbanos. Muitos foram dispostos em aterros não controlados e lixões, trazendo prejuízos ao meio ambiente e à população de seu entorno. O presente trabalho tratou de analisar a situação ambiental de uma área, no município de Campinas, utilizada como lixão de resíduos na década de 1980. Para isso, foram pesquisadas informações referentes aos estudos ambientais realizados na área. A área apresentou contaminação das águas superficiais por compostos nitrogênio amoniacal, alumínio, arsênio, bário, cádmio, cobre, ferro, manganês, zinco, nitrato, DBO, em concentrações acima dos valores de referência utilizadas devido a lixiviação dos resíduos dispostos e também por compostos orgânicos sintéticos típicos de resíduos industriais (1,2 dicloroetano, cloreto de vinila, clorofórmio, tetracloroetano, tricloroetano); das águas subterrâneas por sais, nutrientes e compostos organoclorados, sendo: chumbo, fluoreto, manganês, ferro total, alumínio, boro, bário, cobalto, cromo, níquel, naftaleno, 1,2 dicloroetano, benzeno, cloreto de vinila, coliformes totais e bactérias heterotróficas e do solo por PCBs, zinco, cádmio, chumbo e cobre provenientes do descarte irregular de resíduos domiciliares e industriais. Atualmente a área permanece contaminada e assim, deve-se avaliar a necessidade de prosseguimentos às ações ambientais diante dos impactos ambientais provocados pela contaminação, pelo fato de apresentar risco à saúde humana, já que a área é densamente habitada.

Palavras-chave: Resíduos. Lixão. Aterro. Contaminação. Contaminação Ambiental.

ABSTRACT

Barbosa Marteleto, Gabriela. Environmental analysis of the dump site located at Jardim Satélite in the city of Campinas -SP. 2022. 88 f. Monografia (MBA em Gestão de Áreas Contaminadas, Desenvolvimento Urbano Sustentável e Revitalização de Brownfields) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2022.

For decades, Brazil has presented problems with the final disposal of solid urban residues. Many have been disposed at in irregular landfills or in public or private land, polluting the environment and causing health problems to the local population. The work presented, reviews the environmental conditions of a site in the city of Campinas, used as a dump in the 80's. Information has been gathered from previous environmental studies done in the area corresponding to the Preliminary Environmental Evaluation. The area presented contamination of superficial waters for residues of nitrogen amonniacal, aluminium, arsenic, barium, cadmium, copper, iron, manganese, zinc nitrate, DBO, in concentrations above the reference numbers used due to the leaching process of the disposed residues and also for the synthetic organic compounds typical of industrial residues such as 1,2 dichloroethane, vinyl chloride, chloroform, tetrachloroethene (trichloroethene); from underground waters for salts, nutrients, organochlorine compounds such as: lead, fluorine, manganese, total iron, aluminium, boron, barium, cobalt, chrome, nickel, naphtalene, 1,2 dichloroethane, benzene, vinyl chloride, total coliforms and heterotrophic bacteria and soil by PCBs, zinc, cadmium, lead and copper deriving from the irregular disposal of household and industrial residues. Currently, the area remains contaminated. Therefore, the need to evaluate the continuation of environmental actions must be addressed, due to the impact caused by contamination because it presents a risk to human health, since the area is densely inhabited.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Descarga de resíduos na frente de operação do aterro sanitário Delta A, Campinas - SP (TECAM, 2013).	14
Figura 2 - Espalhamento dos resíduos descarregados na frente de operação do aterro sanitário Delta A, Campinas - SP (TECAM, 2013).	15
Figura 3 - Cobertura dos resíduos descarregados na frente de operação do aterro sanitário Delta A, Campinas - SP (TECAM, 2013).	15
Figura 4 - Leitura dos piezômetros para monitoramento geotécnico do aterro sanitário Delta A, Campinas - SP (TECAM, 2013).	15
Figura 5 - Descarga de resíduos a céu aberto, diretamente no solo, sem critérios técnicos para disposição de resíduos no lixão do Jardim Satélite Íris (DLU, 1983).	16
Figura 6 - Ocorrência de água e Distribuição das águas doces (CETESB, 2021).	18
Figura 7 – Fontes de poluição e suas migrações (CETESB, 2021).	19
Figura 8 - Fluxograma com as etapas de Gerenciamento de Áreas Contaminadas (CETESB, 2021)	19
Figura 9 - Disposição Final Adequada x Inadequada de RSU no Brasil (ABRELPE, 2020). ..	23
Figura 10 - Cenário da disposição de RSU nos municípios brasileiros no ano de 2017 (Brasil, 2019).	24
Figura 11 - Descarga de resíduos no lixão de Gramacho (Kirilos, 2012).	25
Figura 12 - Descarga de resíduos no lixão da Estrutural (Marques, 2020).	25
Figura 13 - Localização do Lixão do Jardim Satélite Íris, Campinas – SP (MARTELETO, 2021).	26
Figura 14 - Mapa de localização e vias de acesso ao lixão (GEOKLOCK, 1994).	28
Figura 15 - Lixão do Jardim Satélite Íris (MARTELETO, 2021).	29
Figura 16 - Lixão Jardim Satélite Íris (MARTELETO, 2021).	29
Figura 17 - Delimitação inicial da disposição dos resíduos no lixão (GEOKLOCK, 1994). ..	31
Figura 18 - Mapa de localização dos poços de monitoramento instalados (GEOKLOCK, 1994).	33
Figura 19 - Instalação de Poço de Monitoramento. (DLU, 1994).	33
Figura 20 - Sondagem a trado. (DLU, 1994).	34
Figura 21 - Mapa de localização das sondagens a trado (GEOKLOCK, 1994).	34
Figura 22 - Mapa de localização dos pontos de amostragem de água (GEOKLOCK, 1994). ..	35
Figura 23 - Amostragem de águas subterrâneas. (DLU, 1994).	35
Figura 24 - Amostragem de águas superficiais. (DLU, 1994).	35
Figura 25 - Mapa de Localização das trincheiras e pontos de amostragem de percolados (GEOKLOCK, 1994).	36
Figura 26 - Abertura de trincheiras. (DLU, 1994).	36
Figura 27 - Amostragem de líquidos percolados. (DLU, 1994).	37
Figura 28 - Abertura de trincheira. (DLU, 2008).	39
Figura 29 - Sondagem para instalação de PM e amostragem de água subterrânea por baixa vazão. (DLU, 2008).	40

Figura 30 - Análise dos resíduos encontrados no local. (DLU, 2008).....	40
Figura 31 - Análise dos resíduos encontrados nas trincheiras. (DLU, 2008).....	40
Figura 32 - Resíduos amostrados para análise de laboratório. (DLU, 2008).	41
Figura 33 - Redisposição dos Resíduos (REGEA, 2008).	60

LISTA DE TABELAS

Tabela A - Levantamento dos poços de monitoramento antigos - Aterro Pirelli.....	32
Tabela B - Resumo dos poços de monitoramento instalados	32
Tabela C - Aspectos Construtivos dos Poços de Monitoramento Instalados	38
Tabela D - Levantamento dos resíduos depositados no aterro Pirelli.....	42
Tabela E - Resultados Analíticos das Amostras dos Resíduos - Aterro Pirelli (GEOKLOCK, 1994).	45
Tabela F - Resultados Analíticos da Lixiviação - Aterro Pirelli. (GEOKLOCK, 1994).	46
Tabela G - Resultados Analíticos da Solubilização - Aterro Pirelli. (GEOKLOCK, 1994). ...	47
Tabela H - Resultado Analítico das Águas Subterrâneas - Aterro Pirelli. (GEOKLOCK, 1994).	49
Tabela I - Resultados Analíticos das Águas Superficiais - Aterro Pirelli. (GEOKLOCK, 1994).	50
Tabela J - Principais Unidades Geológicas da Área de Estudo (do topo para a base).....	51
Tabela K - Concentrações detectadas acima dos valores de referência estabelecidos pela NBR 10.004 nos ensaios de solubilização (mg/L) e Classificação dos Resíduos.	52
Tabela L - Áreas e Volumes estimados dos resíduos depositados no lixão do Jardim Satélite Íris.	52
Tabela M - Resultados detectados das amostras de solos cima dos valores de referência. (Regea, 2008).....	53
Tabela N - Parâmetros Físico-Químicos Medidos em Campo - Amostras de Águas Superficiais. (Regea, 2008).	54
Tabela O - Parâmetros Físico-Químicos Medidos em Campo - Amostras de Águas Subterrâneas. (Regea, 2008).....	55
Tabela P - Maiores concentrações obtidas (inorgânicos). (Regea, 2008).	58
Tabela Q - Maiores concentrações obtidas (orgânicos). (Regea, 2008).	58
Tabela R - Depósitos de Resíduos Sólidos Contaminados - Volumes Removidos e Transportados (*).	60

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
AC	Áreas Contaminadas
BTX	Benzeno, Tolueno e Xileno
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
DAEE	Departamento de Águas e Energia Elétrica
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DD	Decisão de Diretoria
DLU	Departamento de Limpeza Urbana
DQO	Demanda Química de Oxigênio
GAC	Gerenciamento de Áreas Contaminadas
MCA	Modelo Conceitual da Área
PCB	Bifenilas Policloradas
PNRS	Política Nacional dos Resíduos Sólidos
PM	Poço de Monitoramento
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
SQI	Substância Química de Interesse
SVOC	Compostos Orgânicos Semivoláteis
TOC	Carbono Orgânico Total
VOC	Compostos Orgânicos Voláteis

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. OBJETIVOS	13
3. JUSTIFICATIVA	13
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
4.1. DISPOSIÇÃO FINAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS	14
4.2. CONTAMINAÇÃO DE SOLO, ÁGUA SUBTERRÂNEA E ÁGUA SUPERFICIAL	16
4.3. ETAPAS DE INVESTIGAÇÃO AMBIENTAL	19
4.4. SITUAÇÃO DOS LIXÕES NO BRASIL	23
4.5. LIXÃO DO JARDIM SATÉLITE ÍRIS, CAMPINAS - SP	26
5. MATERIAIS E MÉTODOS	28
5.1. INFORMAÇÕES DA ÁREA	28
5.2. CARACTERIZAÇÃO DE RISCO AMBIENTAL DO ANTIGO ATERRO SANITÁRIO “PIRELLI” - CSD – GEOKLOCK GEOLOGIA E ENGENHARIA AMBIENTAL LTDA – 1994	30
5.3. INVESTIGAÇÃO DE PASSIVO AMBIENTAL PARA ATENDIMENTO ÀS EXIGÊNCIAS DA CETESB NO ANTIGO ATERRO PIRELLI, CAMPINAS-SP (2008) e INVESTIGAÇÃO AMBIENTAL DETALHADA, AVALIAÇÃO DE RISCO TOXICOLÓGICO À SAÚDE HUMANA E PROJETO BÁSICO DE REMEDIAÇÃO – ANTIGO ATERRO PIRELLI, CAMPINAS-SP (2009)	37
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	42
6.1. CARACTERIZAÇÃO DE RISCO AMBIENTAL DO ANTIGO ATERRO SANITÁRIO “PIRELLI” - CSD – GEOKLOCK GEOLOGIA E ENGENHARIA AMBIENTAL LTDA – 1994	42
6.2. INVESTIGAÇÃO DE PASSIVO AMBIENTAL PARA ATENDIMENTO ÀS EXIGÊNCIAS DA CETESB NO ANTIGO ATERRO PIRELLI, CAMPINAS-SP (2008) e INVESTIGAÇÃO AMBIENTAL DETALHADA, AVALIAÇÃO DE RISCO TOXICOLÓGICO À SAÚDE HUMANA E PROJETO BÁSICO DE REMEDIAÇÃO – ANTIGO ATERRO PIRELLI, CAMPINAS-SP (2009)	51
6.3. PARECER TÉCNICO Nº 072/19/IPGS	61
7. CONCLUSÕES	62
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64
ANEXO A – DESENHO 01	66
ANEXO B – DESENHO 02	68
ANEXO C – DESENHO 03	72

ANEXO D – DESENHO 04.....	74
ANEXO E – DESENHO 05	76
ANEXO F – DESENHO 06	78
ANEXO G – DESENHO 08.....	80
ANEXO H – DESENHO 7.1.....	82
ANEXO I – AUTORIZAÇÃO DO DIRETOR DO DLU	84
ANEXO J – DECLARAÇÃO DE VISTA DE PROCESSO FÍSICO	86

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, no Brasil, tem sido abordada cada vez mais a problemática dos resíduos sólidos urbanos, pois, com os processos de industrialização cada vez mais difundidos, há um aumento no consumo de matérias primas para transformação em produtos e, conseqüentemente, maior geração de resíduos, sendo esses aproveitados ou não. (DE NARDI & PORTO, 2020).

Os resíduos e os rejeitos devem receber o tratamento correto, a destinação e a disposição adequada, sendo, também, necessária a redução na geração dos mesmos, para se poder tratar o problema na fonte. Para isso, faz-se necessário o uso de tecnologias de tratamento para os resíduos e aterros sanitários para disposição dos rejeitos. (PNRS, 2010).

Com o início da proposição da Lei Federal nº 12.305/2010 para instituir a Política Nacional dos Resíduos Sólidos Urbanos, começou a abordagem sobre a gestão integrada e o gerenciamento ambientalmente adequado dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSUs), visando como objetivo principal a “não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos” (PNRS, 2010, art. 7, inciso II).

Verifica-se, a necessidade de colocar esse objetivo em prática, porém, pelo custo e pela precariedade de cidades pequenas, ainda se observa a disposição inadequada de resíduos através da deposição dos mesmos diretamente no solo e a céu aberto, em áreas denominadas “lixões”. Com esse tipo de disposição, há a contaminação do solo e das águas superficiais e subterrâneas do local, gerando assim, passivos ambientais e riscos à população vizinha ao local, à fauna e à flora.

A PNRS veio com o intuito de trazer uma nova gestão de resíduos sólidos, a qual prevê a redução da geração, o tratamento dos resíduos e a disposição final adequada dos rejeitos, fechando-se, assim, o ciclo da sustentabilidade. A lei é extremamente necessária para que não haja a degradação exacerbada do meio ambiente e a contaminação de bens de sobrevivência dos seres vivos. Contudo, verifica-se a dificuldade de diversos municípios quanto ao cumprimento da lei devido à falta de recursos ou problemas diversos locais.

O processo de extinção de lixões pelo país, estabelecido pela Lei Federal nº 12.305/2010, sofreu diversas prorrogações de prazos, levando em consideração o tamanho dos municípios,

sendo prorrogado até 2024, conforme o Novo Marco Legal do Saneamento Básico, instituído pela Lei Federal nº 14.026/2021.

Segundo o Panorama dos Resíduos Sólidos Urbanos de 2020, ainda há a disposição inadequada de 40,5% dos resíduos coletados no Brasil, sendo que a região Sudeste, de maior poder aquisitivo e de melhores tecnologias, ainda apresenta uma parcela de 27,3% de resíduos dispostos inadequadamente, sendo a porcentagem mais baixa quando comparada às outras regiões do país. (ABRELPE, 2020).

Campinas apresenta um grande passivo ambiental referente à área de deposição de resíduos orgânicos, de origem domiciliar, e de resíduos industriais, localizado no Jd. Satélite Íris. Essa área começou a ser utilizada como depósito de diversos resíduos em 1974 e teve seu encerramento em 1984, porém não foram realizados trabalhos de cunho ambiental. Com o passar dos anos, essa área foi sendo ocupada, à princípio pelos catadores que ali trabalhavam, e, posteriormente, pela população de baixa renda em geral. Atualmente é um bairro com alto grau de urbanização e com grande concentração populacional. (CSD/GEO, 1994).

O bairro no entorno dessa área está densamente habitado e, atualmente, apresenta um bom grau de urbanização, o que faz com que seja necessária alguma medida para diminuir ou evitar o contato dos contaminantes com a população residente.

2. OBJETIVOS

Este trabalho tem por objetivo apresentar a situação ambiental do lixão localizado no Jardim Satélite Íris no município de Campinas, através de uma revisão dos trabalhos existentes sobre a área contaminada citada, e avaliar diante dos dados existentes, a problemática da exposição da população aos contaminantes presentes na área abaixo de suas construções, devido à disposição de diversos tipos de resíduos no local.

3. JUSTIFICATIVA

A justificativa deste trabalho se dá pelo fato do local a ser analisado ser uma área altamente habitada e urbanizada, contaminada por resíduos orgânicos e industriais, e por não ter recebido tratamento ou medidas de engenharia para se evitar o contato da população com os contaminantes e evitar que a pluma de contaminação se espalhe. É de grande importância este trabalho pelo fato de trazer à tona uma área totalmente contaminada, degradada e abandonada, que traz impactos nas vidas dos moradores do local e ao redor, além de levantar discussões

técnicas a respeito de como se pode reestabelecer o uso da área e diminuir o risco à saúde humana.

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1. DISPOSIÇÃO FINAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

A disposição dos resíduos deve ser realizada de forma adequada para o meio ambiente e para a saúde pública, portanto, deve ocorrer em aterros sanitários. Porém, no Brasil e em diversos países, ainda há a disposição em aterros controlados e em lixões.

Os Aterros Sanitários são áreas de disposição de resíduos sólidos urbanos (RSU) no solo com técnicas de engenharia, como a execução de impermeabilização da base com manta, drenagem de base, drenagem de águas pluviais, cobertura dos resíduos, instalação de instrumentação e monitoramento das águas e do solo e geotécnico, que visam minimizar os impactos ambientais através do confinamento dos RSU ao menor volume e área, com cobertura de solo, repetindo-se várias camadas. (ABNT, 2010) Essas áreas apresentam projetos e planejamentos, os quais são orientados por normas, a fim de se proteger o meio ambiente de contaminação e amenizar os impactos dessas atividades tanto à população quanto à fauna e à flora da região do entorno, portanto, são áreas controladas.

As figuras 1 a 4 mostram a operação do aterro sanitário Delta A, localizado no município de Campinas – SP, no ano de 2013 e o monitoramento ambiental e geotécnico realizado.



Figura 1 - Descarga de resíduos na frente de operação do aterro sanitário Delta A, Campinas - SP (TECAM, 2013).



Figura 2 - Espalhamento dos resíduos descarregados na frente de operação do aterro sanitário Delta A, Campinas - SP (TECAM, 2013).



Figura 3 - Cobertura dos resíduos descarregados na frente de operação do aterro sanitário Delta A, Campinas - SP (TECAM, 2013).



Figura 4 - Leitura dos piezômetros para monitoramento geotécnico do aterro sanitário Delta A, Campinas - SP (TECAM, 2013).

Os Aterros Controlados são áreas de disposição de resíduos de forma parecida a aterros sanitários, porém, com menor controle e rigurosidade, não apresentam camada de impermeabilização na base, fazendo com que os resíduos tenham contato direto com o solo e

as camadas de solo intermediárias não costumam apresentar a compactação adequada, sendo assim, não apresentam os mecanismos de proteção ambiental apropriados. (IWAI, 2012).

Os Lixões são áreas de deposição de resíduos inadequadas, onde os mesmos são descartados de forma descontrolada, sem nenhum tipo de impermeabilização da base, camadas de solo e compactação. São áreas propícias a poluição do solo, das águas superficiais e subterrâneas através do lixiviado (chorume) e do ar e, também, à proliferação de vetores causadores de diversas doenças. Como não há controle nenhum, há a possibilidade de se encontrar diversos tipos de resíduos, desde os resíduos domiciliares até resíduos de serviços de saúde e resíduos industriais. (IWAI, 2012). A figura 5 ilustra a operação de um lixão.



Figura 5 - Descarga de resíduos a céu aberto, diretamente no solo, sem critérios técnicos para disposição de resíduos no lixão do Jardim Satélite Íris (DLU, 1983).

4.2. CONTAMINAÇÃO DE SOLO, ÁGUA SUBTERRÂNEA E ÁGUA SUPERFICIAL

De acordo com a Resolução CONAMA nº 420/2009, a contaminação é a:

Presença de substância(s) química(s) no ar, água ou solo, decorrentes de atividades antrópicas, em concentrações tais que restrinjam a utilização desse recurso ambiental para os usos atual ou pretendido, definidas com base em avaliação de risco à saúde humana, assim como aos bens a proteger, em cenário de exposição padronizado ou específico.

Solo é um produto de alteração de rochas, sedimentos ou de outros solos, materiais originais que passaram por processos naturais do meio ambiente. É considerado um meio heterogêneo e complexo. Apresenta capacidade depurativa, a qual imobiliza parte das impurezas e substâncias depositadas nele, funcionando como um filtro, porém, é limitada. Ao atingir esse valor

limitante, pode-se ocorrer alteração da qualidade do solo pelo acúmulo dessas substâncias, gerando-se, assim, a poluição do mesmo. (CETESB, 2021c).

O solo foi e ainda é utilizado como receptor de substâncias provenientes de diversas atividades humanas, que ao longo dos anos, foram sofrendo evoluções, ressaltando-se as revoluções industriais, as quais intensificaram a produção de diversos bens de consumo e, paralelamente, a geração de resíduos resultantes dessa produção. Não havia controle no descarte desses resíduos, os quais eram despejados diretamente no solo, gerando problemas de contaminação, além da intensificação do uso dos recursos naturais. Ao se falar de poluição do solo, percebe-se que ainda é de conhecimento e tratamento recente, não tendo sido plenamente discutida, porém, por apresentar valor econômico, tem ganhado atenção e participação na agenda política dos países desenvolvidos. (CETESB, 2021c).

A contaminação do solo pode levar à contaminação das águas subterrâneas, pois o poluente entra em contato com a superfície do solo e pode ser arrastado pelos ventos, adsorvido ou carregado pelas águas superficiais e pelo lixiviado, que infiltra no mesmo, chegando a camadas inferiores. Ao se atingir as águas subterrâneas, esses poluentes serão carregados pelo fluxo dessas águas se espalhando por diversas direções e regiões, impactando locais que não estão próximos ou dentro da área diretamente contaminada. (CETESB, 2021c).

O volume de água presente no planeta Terra é constante e está dividido em água salgada, a qual representa 97,5% do total, e água doce, 2,5%, sendo essa última a água disponível para consumo e desenvolvimento das atividades essenciais aos seres vivos. Da parcela de água doce, tem-se disponível 0,6% do total, excluindo-se as águas congeladas nos polos. A figura 6 ilustra a ocorrência de água no planeta e as porcentagens de água doce. (CETESB, 2021a).

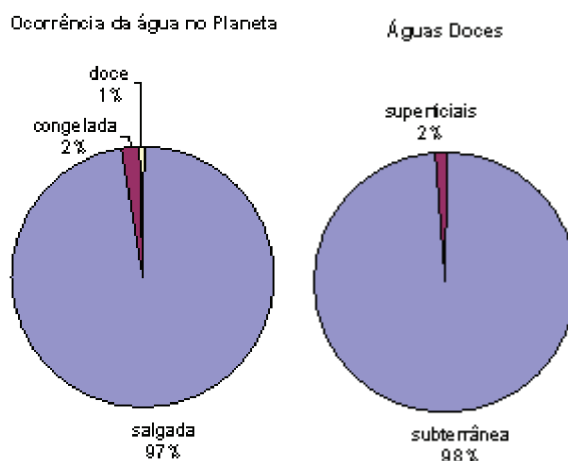


Figura 6 - Ocorrência de água e Distribuição das águas doces (CETESB, 2021).

A demanda por recursos hídricos vem aumentando em virtude da industrialização e da necessidade de abastecer a crescente população, se explorando as águas subterrâneas devido à sua abundância e à sua qualidade, quando comparada às águas superficiais, as quais também sofrem problemas de contaminação e de escassez em determinadas localidades. Assim, as águas subterrâneas têm se tornado um ponto estratégico no desenvolvimento econômico da sociedade, devido a isso, são bens a proteger. (CETESB, 2021a).

Ao se tratar da poluição das águas subterrâneas, observa-se maior dificuldade quando comparadas às águas superficiais pela proteção que o solo oferece, mas é necessário salientar que, quando esse filtro não consegue reter as substâncias nocivas, as águas subterrâneas serão atingidas. Lixões e aterros mal operados são exemplos de fontes potenciais de contaminação dessas águas. (CETESB, 2021a).

As águas subterrâneas, quando poluídas requerem elevado consumo de recursos financeiros e humanos para sua remediação, portanto, é necessário tomar-se medidas preventivas a fim de se proteger esses bens através da definição de critérios de qualidade e de valores orientadores. (CETESB, 2021a).

A figura 7 ilustra um exemplo do processo de contaminação do solo e das águas subterrâneas.

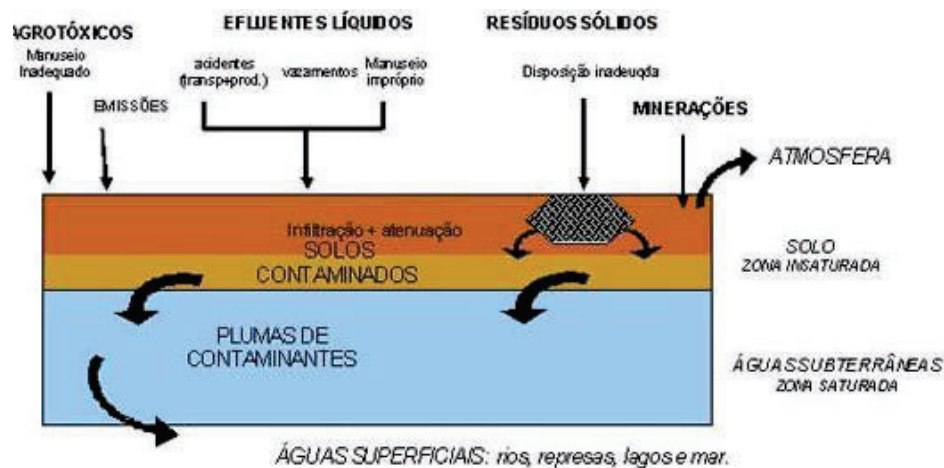


Figura 7 – Fontes de poluição e suas migrações (CETESB, 2021).

4.3. ETAPAS DE INVESTIGAÇÃO AMBIENTAL

O Gerenciamento de Áreas Contaminadas (GAC) é baseado em uma metodologia estratégica de etapas sequenciais, em que as informações obtidas numa etapa embasam as etapas seguintes, sendo, portanto, necessário realizar todas as etapas. A figura 8 ilustra a sequência e a interligação das etapas de GAC. São realizadas investigações com o intuito de identificação e caracterização das áreas contaminadas nas regiões de interesse e, quando necessário, implementação das medidas de intervenção.

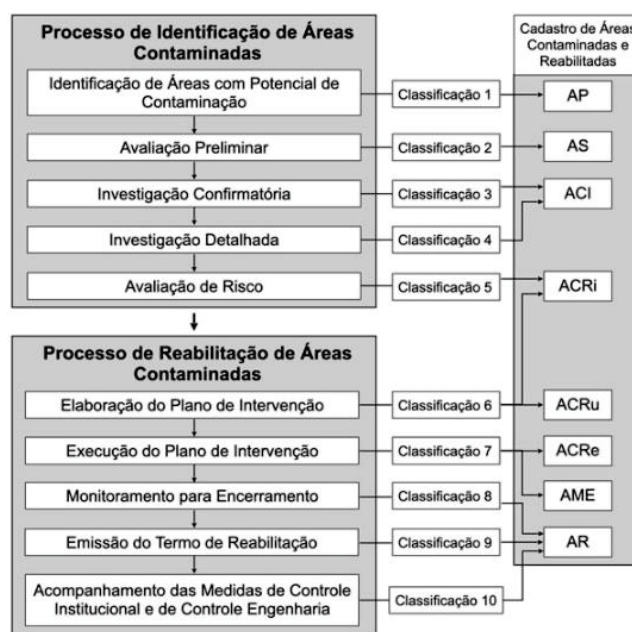


Figura 8 - Fluxograma com as etapas de Gerenciamento de Áreas Contaminadas (CETESB, 2021)

A investigação ambiental é composta por três etapas: Avaliação Preliminar, Investigação Confirmatória e Investigação Detalhada, as quais são subsequentes à Identificação de Áreas com Potencial de Contaminação. (CETESB, 2021b).

A avaliação preliminar é a etapa seguinte da etapa de Identificação de Áreas com Potencial de Contaminação e, tem como objetivo, a identificação dos fatos, das evidências, dos indícios ou das incertezas que façam com que haja suspeita de contaminação em determinada região do meio ambiente. Essa etapa engloba a realização de um levantamento de informações através de documentos existentes sobre a área e a coleta de informações em campo, por meio de inspeções ao local e entrevistas. (CETESB, 2021b).

A Cetesb apresenta uma lista com as principais atividades componentes da avaliação preliminar, conforme descrito abaixo:

- ✓ identificar as fontes de contaminação potenciais;
- ✓ identificar as substâncias químicas de interesse (SQI);
- ✓ constatar situações que permitam suspeitar da existência de fontes de contaminação primárias dentro da área em avaliação;
- ✓ constatar situações que permitam suspeitar da existência de contaminação nos compartimentos do meio ambiente;
- ✓ descrever as hipóteses de liberação das SQI a partir das fontes de contaminação potenciais identificadas para os compartimentos do meio ambiente;
- ✓ verificar a possibilidade de a área em avaliação ser atingida por contaminação gerada em fonte de contaminação externa, por fonte de contaminação difusa ou apresentar contaminação por fonte de contaminação natural;
- ✓ identificar os bens a proteger;
- ✓ identificar os caminhos de exposição potenciais;
- ✓ definir o modelo conceitual inicial da área (MCA 1);
- ✓ propor nova classificação da AP;
- ✓ verificar a necessidade de realização da etapa de Investigação Confirmatória;
- ✓ propor plano preliminar da etapa de Investigação Confirmatória;
- ✓ identificar os responsáveis legais solidários.

A partir dos resultados da avaliação preliminar, pode-se concluir se há indícios, fatos, evidências ou incertezas que gerem suspeitas de existência de contaminação no local, assim, a

área passará a ser classificada em Área com Suspeita de Contaminação (AS), deixando de ser uma Área com Potencial de Contaminação (AP). Portanto, é de extrema importância salientar que a avaliação preliminar deve ser realizada de forma adequada e com o máximo de informações possíveis, pois a etapa de investigação confirmatória é baseada nisso e, consequentemente, todas as etapas seguintes. (CETESB, 2021b).

A Investigação Confirmatória é responsável pela identificação de dados e situações que confirmem ou não a existência de contaminação no local em avaliação. A execução dessa etapa é baseada em investigação de pontos estratégicos definidos a partir da avaliação preliminar, utilizando-se métodos de investigação diretos, ou seja, amostragem dos pontos definidos para a determinação das características, das concentrações e das quantidades de Substâncias Químicas de Interesse presentes. (CETESB, 2021b).

A Cetesb apresenta uma lista com as principais atividades componentes da investigação confirmatória, conforme descrito abaixo:

- ✓ elaborar o plano definitivo de Investigação Confirmatória;
- ✓ executar o plano definitivo de Investigação Confirmatória;
- ✓ revisar as hipóteses de liberação das SQI a partir das fontes de contaminação primárias para os compartimentos do meio ambiente;
- ✓ verificar a possibilidade de a área em avaliação ser atingida por contaminação gerada em fonte de contaminação externa, em fonte de contaminação difusa ou apresentar fonte de contaminação natural;
- ✓ identificar os bens a proteger que podem ser efetivamente atingidos pela contaminação;
- ✓ identificar os caminhos de exposição;
- ✓ definir o segundo modelo conceitual (MCA 2);
- ✓ propor nova classificação da área em avaliação;
- ✓ verificar a necessidade de continuidade do GAC;
- ✓ propor plano preliminar para a execução da etapa de Investigação Detalhada;
- ✓ identificar os responsáveis legais e solidários.

Caso seja confirmada a presença de alguma SQI com concentração acima dos valores orientadores em, no mínimo, um dos pontos analisados, a área passará a ser classificada como Área Contaminada sob Investigação (ACI). As informações obtidas nessa etapa subsidiam o

planejamento das etapas seguintes, principalmente o de Investigação Detalhada, portanto, verifica-se a importância de se ter uma boa avaliação preliminar e uma boa investigação confirmatória. (CETESB, 2021b).

A Investigação Detalhada tem como intuito a caracterização das fontes de contaminação primárias e das contaminações nos pontos determinados, para a obtenção das plumas de contaminação – espaços onde há massa ou concentração das SQI que podem causar riscos acima dos limites aceitáveis aos bens a proteger da área em avaliação ou na sua vizinhança – identificadas e confirmadas na etapa anterior. (CETESB, 2021b).

A Cetesb apresenta uma lista com as principais atividades componentes da investigação detalhada, conforme descrito abaixo:

- ✓ Elaborar o plano definitivo de Investigação Detalhada;
- ✓ Executar o plano definitivo de Investigação Detalhada;
- ✓ Descrever as características das fontes de contaminação primária e secundária e das plumas de contaminação;
- ✓ Identificar os bens a proteger que podem ser atingidos por contaminações;
- ✓ Caracterizar os caminhos potenciais e reais de exposição;
- ✓ Definir o terceiro modelo conceitual da área (MCA 3);
- ✓ Propor nova classificação da área em avaliação;
- ✓ Verificar a necessidade de continuidade do Gerenciamento de Áreas Contaminadas;
- ✓ Propor plano preliminar para a execução da etapa de Avaliação de Risco;
- ✓ Identificar os responsáveis legais e solidários.

Os dados encontrados na etapa de Investigação Detalhada embasam a execução das etapas subsequentes, especialmente, no planejamento da etapa de Avaliação de Risco.

Verifica-se a importância de se executar cada etapa de forma cuidadosa e com o maior nível de detalhes possíveis, para que, nas etapas seguintes, se possa ter um planejamento adequado e realista, evitando-se, assim, a necessidade de retrabalho.

Caso seja constatado risco, deverá ser elaborado e aprovado pelo órgão ambiental o Plano de Intervenção, no qual deverá contemplar todas as medidas necessárias para o uso da área de forma segura.

4.4. SITUAÇÃO DOS LIXÕES NO BRASIL

Foi criado no Brasil, o Programa Nacional Lixão Zero, em 2019, para a implementação da Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), com o intuito de eliminar os lixões e apoiar os municípios com soluções mais adequadas de destinação final dos resíduos sólidos urbanos. Ainda há 40,5% desses, segundo o Panorama dos Resíduos Sólidos Urbanos de 2020 e a figura 9, sendo descartados de forma imprópria e sem controle diretamente no solo e sem a cobertura e compactação adequadas. (BRASIL, 2021).

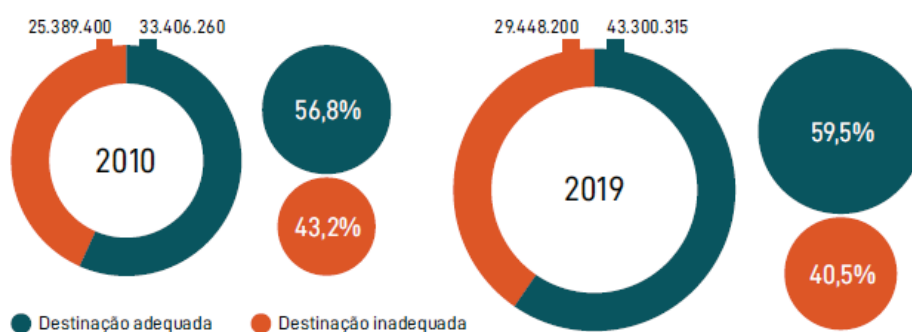


Figura 9 - Disposição Final Adequada x Inadequada de RSU no Brasil (ABRELPE, 2020).

Houve uma melhora na disposição final adequada de resíduos no período de 2010 a 2019, pela figura 9, porém, ainda há grande parte dos RSU sendo destinados de forma incorreta e descontrolada. (ABRELPE, 2020).

Após a publicação da PNRS, pela Lei Federal nº 12.305/2010, o prazo para a erradicação dos lixões era o ano de 2014, porém, devido a diversos fatores limitantes como falta de verbas e dificuldades na gestão da limpeza pública, sofreu alterações e, atualmente, está entre 2021 e 2024. (DE OLIVEIRA, 2020).

A figura 10 ilustra a situação de destinação e disposição final de resíduos sólidos urbanos no Brasil com base nos dados do Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento – Resíduos Sólidos Urbanos (SNIS – RS) do ano de 2017.

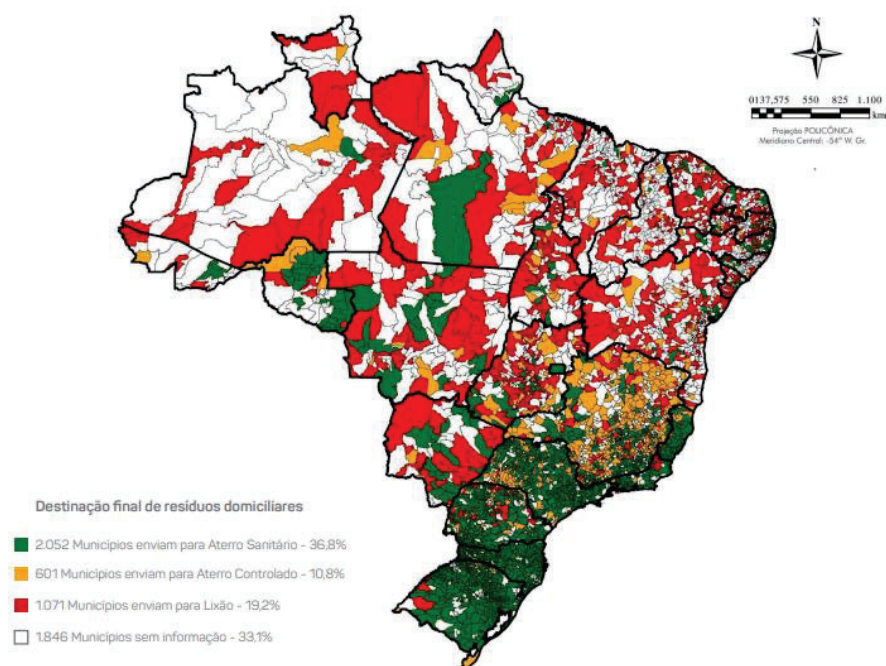


Figura 10 - Cenário da disposição de RSU nos municípios brasileiros no ano de 2017 (Brasil, 2019).

Pela figura 10, verifica-se que 19,2% dos municípios ainda dispõem seus resíduos em lixões, de forma descontrolada e inadequada, 10,8% ainda utilizam aterros controlados e 33,1% dos municípios que não apresentarem nenhum tipo de informação. Percebe-se que o caminho para o encerramento de todos os lixões do país é longo devido à alta porcentagem de municípios que ainda utilizam essa forma de disposição de resíduos.

Além do fechamento dos lixões, é necessário se fazer o encerramento da área devido à problemas de contaminação causadas pela disposição inadequada e descontrolada de resíduos diretamente no solo, através de todos os procedimentos regulamentados pelo órgão ambiental responsável.

O Lixão do Gramacho, o maior da América Latina, localizado no município Duque de Caxias – RJ é um caso extremamente famoso, tanto pela dimensão quanto pela quantidade de catadores de materiais recicláveis que trabalhavam no local. Foi responsável por receber, aproximadamente, 70 milhões de toneladas de resíduos do Rio de Janeiro e outras oito cidades da região metropolitana e foi fechado em 3 de junho de 2012, porém, os procedimentos de encerramento de lixões, com o tratamento da contaminação e as medidas de engenharia necessárias instituídas pelo órgão ambiental responsável, não foram realizados. Não é de conhecimento a proporção dos danos ambientais causados por não se realizar estudos detalhados sobre a área, mas sabe-se que há a contaminação com metais tóxicos, como chumbo,

ferro e níquel (SALATIEL, 2012). A figura 11 ilustra o descarte de resíduos sem nenhum tipo de controle e as condições de trabalho no local.

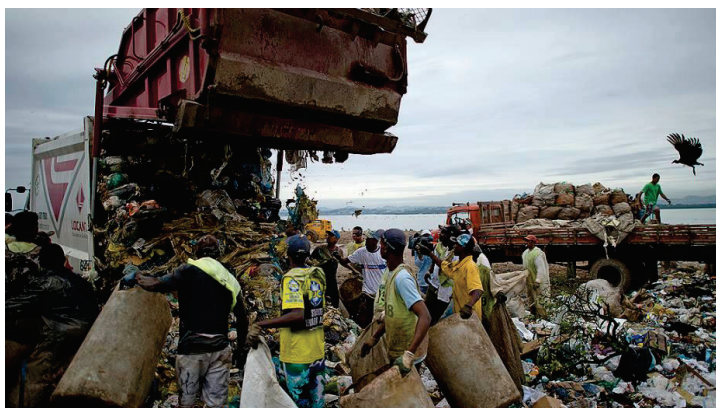


Figura 11 - Descarga de resíduos no lixão de Gramacho (Kirilos, 2012).

Há também, o segundo maior lixão da América Latina, o lixão da Estrutural, localizado em Brasília, o qual teve início em 1960 e teve seu fechamento em 20 de janeiro de 2018. Foi responsável por receber em torno de 2,4 mil toneladas de resíduos por dia. Em 2019, começou a ser feito um diagnóstico da contaminação do local para se diminuir o passivo ambiental (MARQUES & GÓIS, 2020. CANCIAN & LADEIRA, 2018). A figura 12 ilustra o descarte de resíduos sem nenhum tipo de controle e as condições de trabalho no local.



Figura 12 - Descarga de resíduos no lixão da Estrutural (Marques, 2020).

Esses dois exemplos ilustram a situação dos lixões no país, tanto na parte de contaminação de solo e águas subterrâneas, pelo fato de não apresentarem nenhum tipo de controle ambiental, quanto pelo lado social, no qual muitas pessoas trabalham no garimpo de resíduos com valores de mercado para reciclagem, extremamente perigoso por não terem nenhum tipo de equipamento de proteção individual e coletiva e por circularem no mesmo ambiente que os caminhões e as máquinas, com risco alto de acidentes.

4.5. LIXÃO DO JARDIM SATÉLITE ÍRIS, CAMPINAS - SP

O município de Campinas possui uma área de deposição de resíduos, conhecida e denominada “Lixão da Pirelli”, conforme Parecer Técnico nº 005/97/ERTR da CETESB, que se localiza na Av. John Boyd Dunlop, s/n, Satélite Íris, conforme figura 13.



Figura 13 - Localização do Lixão do Jardim Satélite Íris, Campinas – SP (MARTELETO, 2021).

A área em questão começou a receber os resíduos de origens domiciliar, industrial e hospitalar, de forma aleatória, sem controle e técnicas de aterramento, no ano de 1974 e foi utilizada por aproximadamente 10 anos, tendo seu encerramento em 1984 com uma camada de cobertura de argila compactada com espessura entre 0,10 e 0,70 m. Atualmente, a área é densamente habitada, como se pode ver na Figura 13.

Em 1994, a Prefeitura Municipal de Campinas, realizou um estudo para avaliar o impacto ambiental causado pelo lixão, intitulado como “Caracterização de Risco Ambiental do Antigo Aterro Sanitário “Pirelli”, através da empresa CSD – GEOKLOCK Geologia e Engenharia Ambiental Ltda. com o intuito de:

- ✓ Avaliar a situação das águas superficiais e subterrâneas do local;
- ✓ Implantar uma rede de monitoramento ambiental com poços de monitoramento do aquífero freático;
- ✓ Classificar os resíduos;

- ✓ Caracterizar os líquidos percolados provenientes da decomposição dos resíduos;
- ✓ Avaliar a qualidade das emissões gasosas à atmosfera e o impacto à população local;
- ✓ Propor medidas de recuperação ambiental da área.

O estudo apresenta os resultados da avaliação do impacto ambiental causado pelo lixão e englobam a caracterização e classificação dos resíduos, as análises químicas dos líquidos percolados, a avaliação das águas subterrâneas e superficiais, o levantamento geofísico e análise de gases “in loco” e em laboratório.

Em 2008, a Prefeitura Municipal de Campinas realizou novo estudo “Investigação de Passivo Ambiental para Atendimento às Exigências da Cetesb no Antigo Aterro Pirelli, Campinas-SP” através da empresa REGEA Geologia e Estudos Ambientais, com o intuito de:

- ✓ Levantar informações (documentos, fotos e mapas);
- ✓ Realizar entrevistas com moradores e trabalhadores do local;
- ✓ Realizar inspeção de campo;
- ✓ Analisar os dados;
- ✓ Coletar dados de campo (Investigação direta);
- ✓ Interpretar os dados;
- ✓ Elaborar o relatório.

A partir dos resultados obtidos, foi necessário realizar uma nova etapa de investigação com o intuito de detalhar o dimensionamento das plumas contaminantes e dos solos impactados com a execução de uma investigação detalhada (Fase B).

Após a realização da “Investigação de Passivo Ambiental para Atendimento às Exigências da Cetesb no Antigo Aterro Pirelli, Campinas-SP”, foi realizada, em 2009, a etapa complementar com a “Investigação Ambiental Detalhada, Avaliação de Risco Toxicológico à Saúde Humana e Projeto Básico de Remediação – Antigo Aterro Pirelli, Campinas-SP”, a qual apresenta o que foi executado, os resultados, as conclusões e as recomendações necessárias para os serviços de “Investigação Ambiental Detalhada – Fase B, Avaliação de Riscos à Saúde Humana e Projeto Básico de Remediação conduzidos em terreno localizado no município de Campinas, SP”.

O presente trabalho apresenta os principais resultados do estudo ambiental realizado na área e avalia as ações necessárias e efeitos da situação em que a área se encontra atualmente.

5. MATERIAIS E MÉTODOS

Os materiais para consulta foram adquiridos no Departamento de Limpeza Urbana de Campinas (DLU), autorização conforme ANEXO I, e na CETESB através de vista de processo físico, conforme ANEXO J.

5.1. INFORMAÇÕES DA ÁREA

Conforme citado no item 4.5. Lixão do Jardim Satélite Íris, Campinas – SP, Campinas apresenta um passivo ambiental localizado no bairro Jardim Satélite Íris, pela deposição irregular de resíduos domiciliares e industriais. (GEOKLOCK, 1994).

A figura 14, de 1994, apresenta a localização do lixão e as vias que possibilitam o acesso da área.

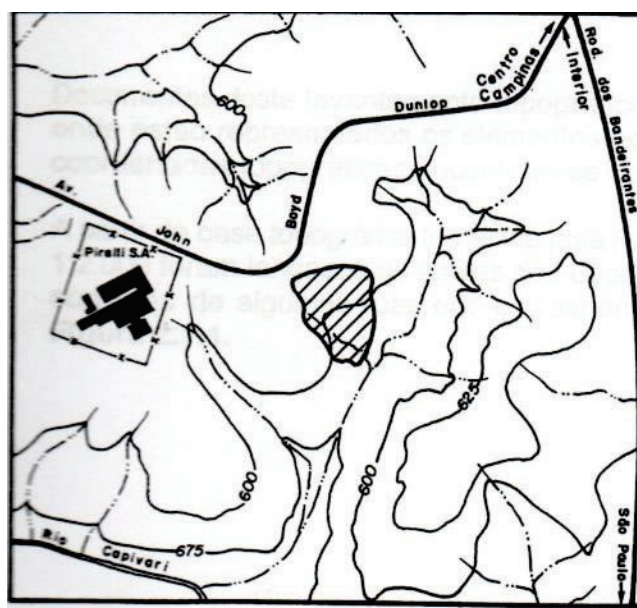


Figura 14 - Mapa de localização e vias de acesso ao lixão (GEOKLOCK, 1994).

A figura 15, de outubro de 2002, apresenta a delimitação da área de operação intensa do lixão e seu entorno. Nessa data, verifica-se a presença de residências em cima dos resíduos.



Figura 15 - Lixão do Jardim Satélite iris (MARTELETO, 2021).

A figura 16, de 2009, mostra a retirada das residências para início dos trabalhos de remediação ambiental feitos pelo Consórcio TECAM, responsável pela manutenção da área, embasados no relatório “Investigação de Passivo Ambiental para Atendimento às Exigências da Cetesb no Antigo Aterro Pirelli, Campinas-SP”.



Figura 16 - Lixão Jardim Satélite Íris (MARTELETO, 2021).

Comparando a figura 15, de 2002, com a figura 16, de 2009, verifica-se um aumento na urbanização da área.

Conforme apresentada anteriormente, a figura 13, de 2021, apresenta a delimitação da área de operação intensa do lixão e seu entorno. Atualmente, verifica-se que o seu entorno é densamente urbanizado, com infraestrutura urbana disponível à população.

5.2. CARACTERIZAÇÃO DE RISCO AMBIENTAL DO ANTIGO ATERRO SANITÁRIO “PIRELLI” - CSD – GEOKLOCK GEOLOGIA E ENGENHARIA AMBIENTAL LTDA – 1994

O relatório de “Caracterização de Risco Ambiental do Antigo Aterro Sanitário “Pirelli” – 1994, constatou que a área se caracteriza como lixão, pois recebeu diversos tipos de resíduos sem nenhum controle ou técnicas de aterramento, sendo dispostos de forma descontrolada diretamente no solo.

Foram executados na área diversos serviços, sendo eles:

- ✓ Levantamento topográfico;
- ✓ Avaliação da rede de poços de monitoramento existentes;
- ✓ Interpretação aerofotogramétrica;
- ✓ Sondagem e instalação de poços de monitoramento;
- ✓ Sondagens a trado;
- ✓ Ensaios hidrogeológicos;
- ✓ Levantamento geofísico;
- ✓ Amostragem e análises físico-químicas das águas;
- ✓ Amostragem e análises físico-químicas dos resíduos sólidos e percolados;
- ✓ Amostragem de gases;
- ✓ Levantamento dos moradores.

Pelo levantamento topográfico, foi possível estimar as áreas de depósito de resíduos, conforme a figura 17.

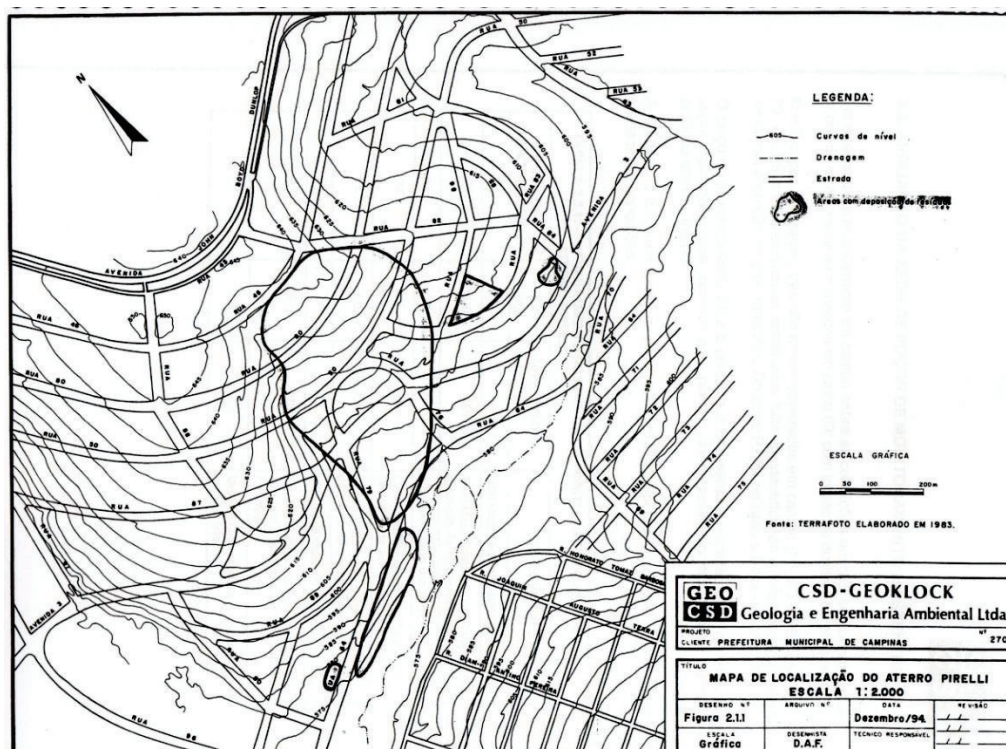


Figura 17 - Delimitação inicial da disposição dos resíduos no lixão (GEOKLOCK, 1994).

A avaliação da rede de poços de monitoramento existentes mostrou que havia 5 poços, dos 8 instalados em junho de 1993, sendo que apenas um estava com a segurança preservada, conforme tabela A. Portanto, para se avaliar as condições das águas subterrâneas, fez-se necessário a instalação de mais 13 poços de monitoramento na área do lixão e em seu entorno, conforme tabela B e figuras 18 e 19.

Tabela A - Levantamento dos poços de monitoramento antigos - Aterro Pirelli

Poço de Monitoramento	Profundidade (m)	Nível d'água (m)	Observações
P1	-	-	Não localizado em campo
P2	11,0	Não	Sem identificação e “cap” superior, proteção de alvenaria removida
P3	-	-	Não localizado em campo
P4	1,0	Não	Sem identificação e “cap” superior, proteção de alvenaria removida
P5	5,0	Não	Sem identificação e “cap” superior, proteção de alvenaria removida
P6	-	-	Não localizado em campo
P7	15,0	Não	Identificação precária, sem “cap” superior e proteção de alvenaria removida
P8	5,6	2,2	Identificação precária, possível de ser monitorado

Fonte: Caracterização de Risco Ambiental do Antigo Aterro Sanitário “Pirelli” (GEOKLOCK, 1994).

Tabela B - Resumo dos poços de monitoramento instalados

Poço de Monitoramento	Profundidade de Instalação (*) (m)	Altura do tubo acima do solo (m)	Tipo de Sondagem	Data de Instalação (1994)
PM-01	21,5	0,5	Rotativa	31/10
PM-02	25,5	0,5	Rotativa	20/10
PM-03	19,5	0,5	Rotativa	13/10
PM-04	23,5	0,5	Rotativa	13/10
PM-05	16,3	0,7	Rotativa	26/10
PM-06	16,6	0,4	Rotativa	15/10
PM-07	16,5	0,5	Rotativa	24/10
PM-08	12,5	0,5	Rotativa	27/10
PM-09	4,5	0,5	Percussiva	28/10
PM-10	6,5	0,5	Percussiva	01/11
PM-11	6,5	0,5	Percussiva	27/10
PM-12	6,5	0,5	Percussiva	02/11
PM-13	4,5	0,5	Percussiva	02/11

Fonte: Caracterização de Risco Ambiental do Antigo Aterro Sanitário “Pirelli” (GEOKLOCK, 1994).

(*) Em relação à superfície do terreno

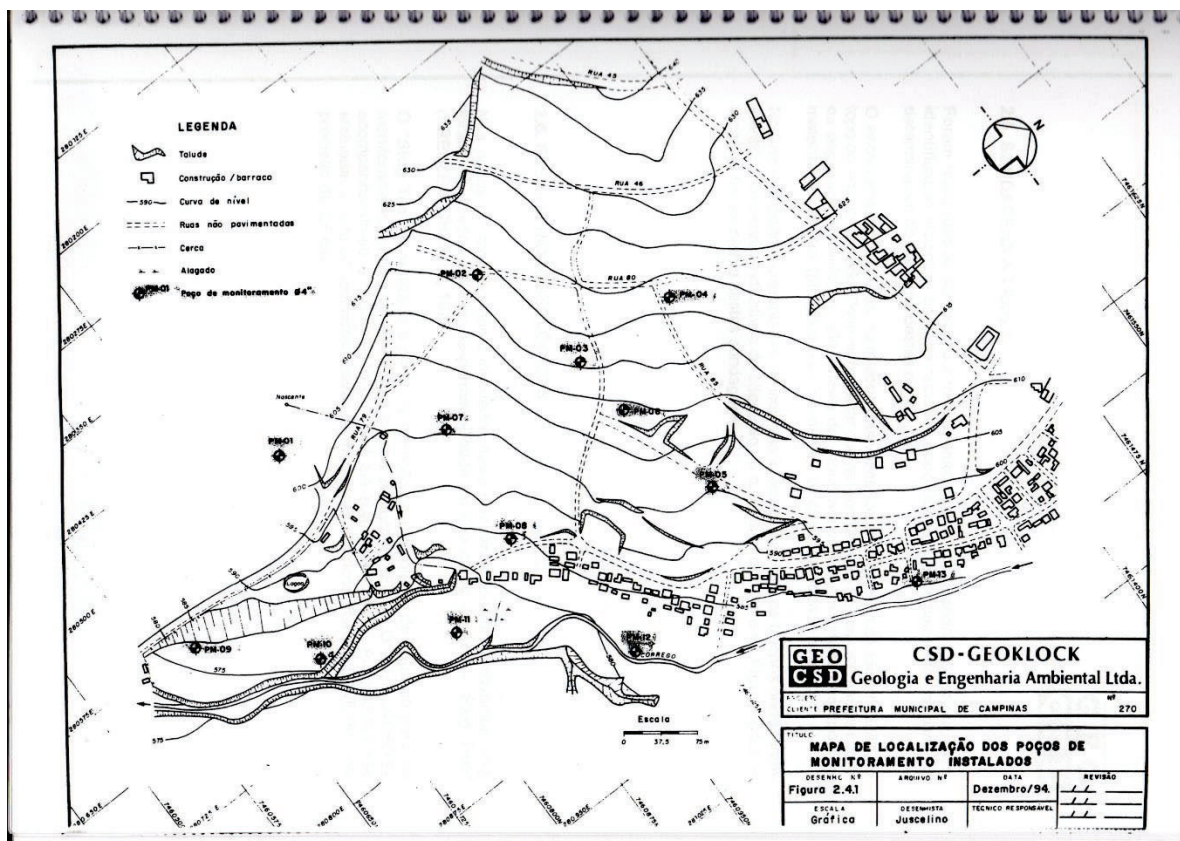


Figura 18 - Mapa de localização dos poços de monitoramento instalados (GEOKLOCK, 1994).



Figura 19 - Instalação de Poço de Monitoramento. (DLU, 1994).

As sondagens realizadas permitiram a identificação litológica, os tipos de resíduos depositados e auxiliaram na determinação do contorno dos depósitos de resíduos, conforme figuras 20 e 21.



Figura 20 - Sondagem a trado. (DLU, 1994).

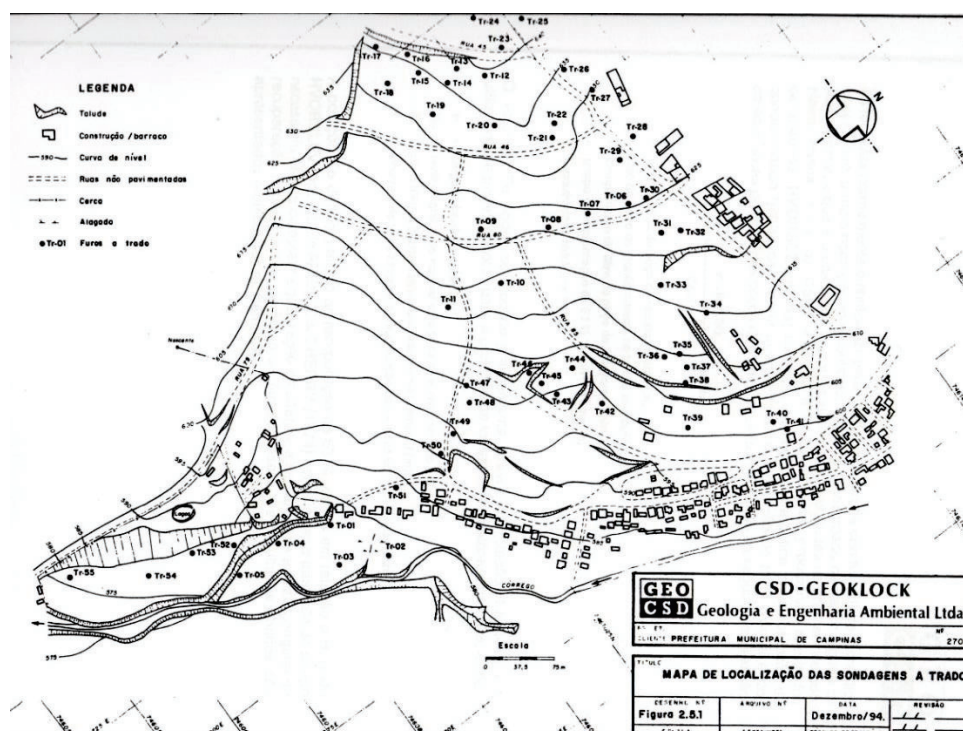


Figura 21 - Mapa de localização das sondagens a trado (GEOKLOCK, 1994).

A campanha de amostragem foi realizada nos poços de monitoramentos e na lagoa artificial, conforme as figuras 22 a 24. As análises físico-químicas das águas foram feitas com os parâmetros: Cloreto, DBO 5 dias, DQO, Nitrogênio Nitrato e Amoniacal, Nitrogênio Nitrito, Condutividade elétrica, pH, Óleos e Graxas, Sulfato, Sulfeto, Ferro, Carbono Orgânico Dissolvido, Metais (Al, As, Ag, Ba, Cd, Pb, Cu, Sn, Fe, Mg, Mn, Ni, Zn, Cr total), Cianeto, Fenol, Mercúrio, Dureza Total, TOC, Fosfato Total, Turbidez, Fluoretos, Surfactantes, BTX, Tricloroetileno, Cloreto de Metileno, Clorofórmio. Sendo determinados “*in situ*” condutividade elétrica, cor, odor, pH e temperatura.

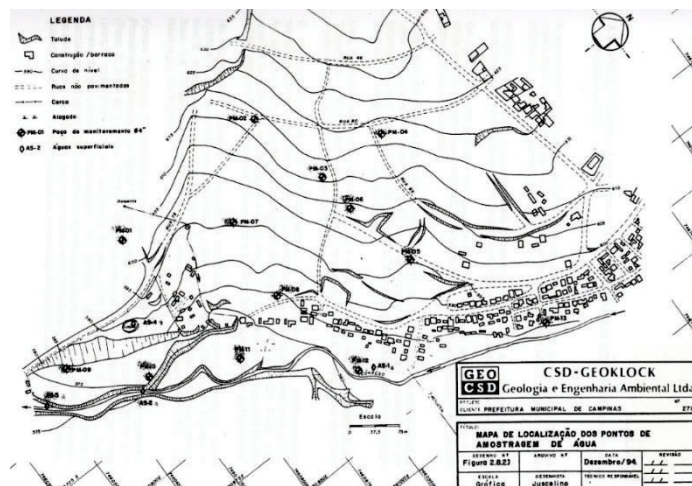


Figura 22 - Mapa de localização dos pontos de amostragem de água (GEOKLOCK, 1994).



Figura 23 - Amostragem de águas subterrâneas. (DLU, 1994).



Figura 24 - Amostragem de águas superficiais. (DLU, 1994).

A campanha de amostragem dos resíduos sólidos e percolados foi realizada com o intuito de determinar o aporte de poluentes para o aquífero pela lixiviação dos resíduos dispostos no solo. Primeiro foram feitos caminhamentos na área do lixão para caracterizar os tipos de materiais depositados para coleta e análise posterior, o que possibilitou 2 pontos distintos de amostragem em superfície, com resíduos diferenciados. Após essa etapa, realizou-se a abertura

de 13 trincheiras, com escavadeira hidráulica, cujos locais foram baseados em informações e relatos de antigos funcionários do local, conforme as figuras 25 a 27.

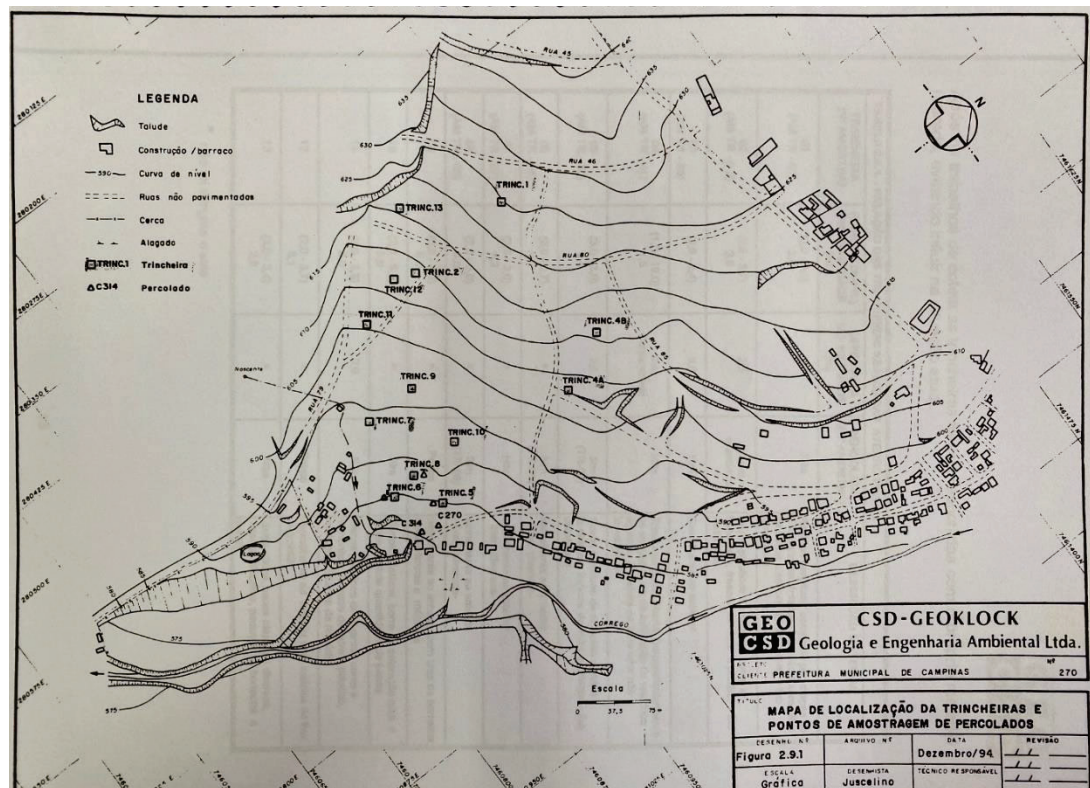


Figura 25 - Mapa de Localização das trincheiras e pontos de amostragem de percolados (GEOKLOCK, 1994).



Figura 26 - Abertura de trincheiras. (DLU, 1994).



Figura 27 - Amostragem de líquidos percolados. (DLU, 1994).

O estudo apresentou, também, a caracterização geral e local da área através da caracterização geomorfológica, solo e vegetação, aspectos climáticos, caracterização geológica, caracterização hidrográfica, caracterização hidrogeológica, uso e ocupação do solo, levantamento histórico da utilização da área, os quais apresentam a população impactada e o uso da área, de forma a se entender a importância do problema.

A área, na época do início da operação do lixão, em 1974, apresentava baixa ocupação urbana, concentrada próxima à unidade fabril da Pirelli, na porção oeste da área, com vias de acesso não pavimentadas. Com o passar dos anos e, também, com o aumento da atratividade de catadores para garimpo de materiais durante a operação do lixão, começou a ter uma maior concentração de população no entorno da área.

5.3. INVESTIGAÇÃO DE PASSIVO AMBIENTAL PARA ATENDIMENTO ÀS EXIGÊNCIAS DA CETESB NO ANTIGO ATERRO PIRELLI, CAMPINAS-SP (2008) e INVESTIGAÇÃO AMBIENTAL DETALHADA, AVALIAÇÃO DE RISCO TOXICOLÓGICO À SAÚDE HUMANA E PROJETO BÁSICO DE REMEDIAÇÃO – ANTIGO ATERRO PIRELLI, CAMPINAS-SP (2009)

O relatório de “Investigação de Passivo Ambiental para Atendimento às Exigências da Cetesb no Antigo Aterro Pirelli, Campinas-SP” apresentou um histórico dos estudos realizados anteriormente pela empresa de consultoria ambiental, a investigação direta, caracterização regional do meio físico, os resultados da investigação ambiental, o modelo hidrogeológico conceitual, a avaliação de riscos à saúde humana, as conclusões, as recomendações e as diretrizes de remediação. Destacando-se, à princípio, o histórico baseado em estudos anteriores e a investigação direta.

Na investigação direta foi feito um levantamento para listar os receptores na área de influência do lixão, utilizando-se outorgas e relatórios técnicos do DAEE (Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo), pesquisa de campo e entrevistas com a população.

Foram executadas 21 sondagens para reconhecimento do subsolo e instalados 21 poços de monitoramento, sendo 19 rasos e 2 profundos, conforme tabela C.

Tabela C - Aspectos Construtivos dos Poços de Monitoramento Instalados

Poço	Ø Perf.	Ø Inst.	Data da Inst. (2008)	Prof. do Poço (m)	Nível da Água (m)*	Seção Filtrante (m)	Pré-Filtro (m)	Selo de Bentonita (m)
PM-101	6"	2"	31/03	6,0	2,51	3,0 – 6,0	2,5 – 6,0	1,0 – 2,5
PM-102	6"	2"	03/04	12,0	4,60	8,0 – 12,0	7,5 – 12,0	6,0 – 7,5
PM-103	6"	2"	05/04	10,5	10,00	6,5 – 10,5	6,0 – 10,5	4,0 – 6,0
PM-104	6"	2"	04/04	10,0	6,55	6,0 – 10,0	5,5 – 10,0	4,5 – 5,5
PM-105	6"	2"	11/04	10,0	7,13	6,0 – 10,0	5,0 – 10,0	3,0 – 5,0
PM-106	6"	2"	29/03	6,0	3,10	3,0 – 6,0	2,5 – 6,0	1,0 – 2,5
PM-107	6"	2"	04/04	4,5	1,50	1,5 – 4,5	1,0 – 4,5	0,5 – 1,0
PM-108	6"	2"	30/03	4,5	2,65	1,5 – 4,5	1,0 – 4,5	0,5 – 1,0
PM-109	6"	2"	29/03	9,0	6,60	5,0 – 9,0	4,5 – 9,0	2,5 – 4,5
PM-110	6"	2"	02/04	11,3	10,70	7,3 – 11,3	6,8 – 11,3	4,8 – 6,8
PM-111	6"	2"	02/04	13,0	11,15	9,0 – 13,0	8,5 – 13,0	8,0 – 8,5
PM-112	6"	2"	04/04	9,0	8,00	5,0 – 9,0	4,5 – 9,0	4,0 – 4,5
PM-113	6"	2"	01/04	6,0	2,60	2,0 – 6,0	1,5 – 6,0	1,0 – 1,5
PM-114	6"	2"	16/03	5,0	3,10	3,0 – 5,0	2,5 – 5,0	2,0 – 2,5
PM-115	6"	2"	16/03	3,5	1,50	1,5 – 3,5	1,0 – 3,5	0,1 – 1,0
PM-116	6"	2"	30/03	4,5	1,90	1,5 – 4,5	1,0 – 4,5	0,1 – 1,0
PM-117	6"	2"	30/03	7,0	2,40	4,0 – 7,0	3,5 – 7,0	1,0 – 3,5
PM-118	6"	2"	30/03	3,5	1,00	1,5 – 3,5	1,0 – 3,5	0,5 – 1,0
PM-119	6"	2"	30/03	3,5	0,80	1,5 – 3,5	1,0 – 3,5	0,5 – 1,0
PMP-101	6"	2"	15/04	40,0	23,52	36,0 – 40,0	35,0 – 40,0	34,0 – 35,0
PMP-102	6"	2"	15/04	40,0	8,53	36,0 – 40,0	35,0 – 40,0	34,0 – 35,0

Fonte: Investigação de Passivo Ambiental para Atendimento às Exigências da Cetesb no Antigo Aterro Pirelli, Campinas-SP (REGEA, 2008).

Foram feitas 18 amostras de solos para análises químicas, todas seguindo o procedimento de coletar pontos onde foram encontrados resíduos (1 m abaixo do resíduo) e pontos onde não foram encontrados resíduos, sendo analisados os seguintes parâmetros químicos: VOCs,

SVOCs, óleos e graxas, cloretos, série nitrogenada, alcalinidade, alumínio, bário, cádmio, chumbo, cromo, cobre, mercúrio, arsênio, prata, selênio, zinco, cianeto, sulfato, sulfeto, magnésio, potássio, ferro, manganês, níquel, fluoreto, fosfato, coliformes fecais e totais, contagem padrão de bactérias e porcentagem de sólidos. E, também, para análises físicas, seguindo os seguintes parâmetros: Granulometria; Separação de Silte e Argila; Densidade Aparente; Porosidade Efetiva; Porosidade Total; Umidade; Carbono Orgânico Total (TOC).

Foram coletadas 6 amostras de águas superficiais distribuídas em 3 seções perpendiculares ao córrego que margeia o lixão, posicionadas uma a montante da área do lixão, outra na área de influência do lixão e a última a jusante da área do lixão, sendo 2 amostras em cada seção, uma próxima a margem e outra no meio do córrego. Os parâmetros analisados foram os da resolução CONAMA nº 357 de 2005.

Foram coletadas 26 amostras de água subterrânea rasa e 2 de água subterrânea profunda, sendo analisados os seguintes parâmetros: VOCs, SVOCs, óleos e graxas, cloretos, série nitrogenada, alcalinidade, alumínio, acetato de etila, carbono orgânico dissolvido, bário, boro, cálcio, cádmio, cobalto, chumbo, cromo, cobre, mercúrio, arsênio, prata, selênio, sódio, zinco, cianeto, sulfato, sulfeto, magnésio, potássio, ferro, ferro bivalente, ferro trivalente, manganês, níquel, fluoreto, fosfato, coliformes fecais e totais, contagem padrão de bactérias, pH (a 20°) e potencial redox.

As figuras 28 a 32 ilustram os procedimentos realizados para a investigação ambiental da área do lixão do Jardim Satélite Íris.



Figura 28 - Abertura de trincheira. (DLU, 2008).



Figura 29 - Sondagem para instalação de PM e amostragem de água subterrânea por baixa vazão. (DLU, 2008).



Figura 30 - Análise dos resíduos encontrados no local. (DLU, 2008).



Figura 31 - Análise dos resíduos encontrados nas trincheiras. (DLU, 2008).



Figura 32 - Resíduos amostrados para análise de laboratório. (DLU, 2008).

O Desenho 01, ANEXO A apresenta a localização dos pontos de amostragem.

Foram analisados os gases voláteis através de 30 medições em poços de monitoramento na área do lixão, com os parâmetros seguintes: CH₄, VOC, CO, O₂, H₂S e explosividade.

Após a investigação da área do lixão do Jardim Satélite Íris, foi feito o Projeto Básico de Reabilitação da Área, que tem como objetivo eliminar e gerenciar os riscos à população local e recuperar a paisagem de modo a possibilitar novos usos e ocupação da área. Embasado nisso, os elementos do projeto são:

- ✓ Instalação de barreira hidráulica para água subterrânea proveniente da área de depósito;
- ✓ Remanejamento dos resíduos e reconformação do depósito de resíduos;
- ✓ Impermeabilização e cobertura final;
- ✓ Sistema de drenagem superficial;
- ✓ Sistema de drenagem vertical de percolados;
- ✓ Sistema de drenagem de gases.

O remanejamento dos resíduos foi proposto com base nas investigações que mapearam os depósitos de resíduos existentes em superfície e subsolo, localizados nas proximidades da área do antigo lixão do Jardim Satélite Íris.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1. CARACTERIZAÇÃO DE RISCO AMBIENTAL DO ANTIGO ATERRO SANITÁRIO “PIRELLI - CSD – GEOKLOCK GEOLOGIA E ENGENHARIA AMBIENTAL LTDA – 1994

A tabela D apresenta um levantamento dos resíduos depositados de acordo com os possíveis geradores, realizado pela CETESB. Não foi possível caracterizar os mesmos pela origem pelo fato de terem sido descartados de forma aleatória.

Tabela D - Levantamento dos resíduos depositados no aterro Pirelli

Levantamento dos resíduos depositados no aterro Pirelli				
Empresas	Resíduos	Quantidade	Origem	Composição
Pirelli S/A	Material orgânico	1 ton/mês	Banheiro/Cozinha	Material orgânico
	Varrição, madeira e papel	600 kg/mês	Geral	-
Superzinco tratamento de metais	Lodo STAR	1,7 ton/mês	ETE	Zn, NI, Co
Texas, instrumentos do Brasil	Varrição, papel, resíduos de metais	4,5 ton/mês	Geral	-
Plate Galvanização Ltda	Lodo neutralizado ETE	30 kg/dia	ETE	Zn, Cr, soda
	Lodo cianeto	12 kg/dia	ETE	Sais de cianeto
Adere Ind. Com. De Adesivos	Prov. De misturador	3,5 ton/mês	Misturador	Papel com solvente, tinta e corante
General Eletric	Varrição, madeira, estopa, metais, plástico, entulho	25 ton/mês	Geral	-
Robert Bosch	Varrição, borracha, vidro, papel higiênico	1 ton/dia	-	-
Expambox Armários p/ banheiro	Varrição, estopa etc.	30 kg/semana	-	-
IBAF Correntes Industriais	Papel, pó de serra, plásticos, areia de fundição	760 kg/ano	Geral	-
Miracema	Líquido	100 ton/mês	Tratamento de águas servidas	Água, ácidos graxos

Fonte: Levantamento Industrial de Resíduos Sólidos – CETESB (GEOKLOCK, 1994).

Continuação da Tabela D - Levantamento dos resíduos depositados no aterro Pirelli

Levantamento dos resíduos depositados no aterro Pirelli				
Empresas	Resíduos	Quantidade	Origem	Composição
Miracema	Varrição, madeiras, tecidos, papel, resíduos de metais, borracha, plástico, entulho, graxa de raspagem de pisos	26 ton/mês	Geral	-
	Orgânico	200 kg/semana	Restaurante	-
Ashland	Varrição, estopa, papel, plástico	200 kg	Geral	-
	Plástico, papelão		Desembalagem de matéria prima	-
	Orgânico	5 kg	restaurante	-
Ceralit S/A	Sólido em pó	25 – 35 ton/mês	Tratamento de óleos com terras clarificadoras	Argila 70%, óleos 30%
	Sólido em pasta	12,5 – 14 ton/mês	Tratamento de águas residuárias	Sulfato de cálcio, sabões metálicos, água 30%
	Varrição, estopa, papel	3 – 5 ton/mês	Geral	-
Merck Sharp e Dohme	Lodo STAR	50 kg/dia	ETE	-
Tratamento – Indústria e Comércio Metalurgia	Sólido	0,4 ton/mês	Tratamento térmico	Sais de Cn, Cl, Ba, Na
	Varrição, tecidos, madeira, resíduo de metais	-	Geral	-
Kampiquímica Comércio Produção Químicos	Borra	200 kg/mês	Derrames de líquidos de embalagens	-
Croda do Brasil	Líquido pastoso	1 – 2 galões	Armazenamento de matéria prima	Ácidos graxos, gordura animal, borra oleosa
	Lixo doméstico	50 L	Varrição, estopa, papel	-

Fonte: Levantamento Industrial de Resíduos Sólidos – CETESB (GEOKLOCK, 1994).

Continuação da Tabela D - Levantamento dos resíduos depositados no aterro Pirelli

Levantamento dos resíduos depositados no aterro Pirelli				
Empresas	Resíduos	Quantidade	Origem	Composição
National Niquelação e Cromaço	Lodo de neutralização	3 ton/mês	ETE de neutralização	Ni, Cr, Zn
	Lodo cianeto	3 ton/mês	ETE	Sais de cianeto
Mercedes Benz	Iodo seco	400 kg/dia	ETE doméstica e industrial	Matéria orgânica, Cr, Fe, Zn, Mn, Co
	Sólido	0,5 ton/dia	Cabine de lixamento	-
	Varrição, madeira, estopa, borracha, plástico etc.	54 ton/mês	-	-
Bendix do Brasil	Varrição, madeira, metais, areia de fundição etc.	620 ton/mês	Geral	-
	Orgânico	120 kg/mês	Restaurante	-
Singer do Brasil	Sólido de fundição	70 kg/mês	Fundição	Areia de fundição, escória
Monte D'Este Materiais Elétricos	Varrição, fios de cobre, plástico, papel etc.	5 ton/mês	Geral	-
Cortume Cantusio	Sólido	10 ton/mês	Filtro prensa ETAR	Matéria orgânica
	Sólido	15 ton/mês	Peneiramento ETAR	Matéria orgânica, fibras de couro
	Varrição, resíduo de couro curtido, entulho	35 ton/mês	Geral	-
	Matéria orgânica	500 kg/mês	Restaurante	-
Henkel	Sólido	2,5 ton/mês	-	Impurezas de enxofre sólido
	Varrição, papel, madeira	150 kg/mês	-	-

Fonte: Levantamento Industrial de Resíduos Sólidos – CETESB (GEOKLOCK, 1994).

Verifica-se, através da tabela D, a presença de diversos tipos de resíduos, desde domiciliares até industriais, o que é preocupante para a população ali residente e para a população da área de influência do lixão.

Não foi possível caracterizar os resíduos pela origem pelo fato de terem sido descartados de forma aleatória. Contudo, para um mapeamento mais detalhado e próximo à realidade, foram feitos caminhamentos na área juntamente com os dados obtidos através das amostragens de trincheiras, sondagens e geofísica.

Identificou-se, portanto, uma mistura de resíduos industriais, domésticos e hospitalares, com volume estimado de 320.000 m³ em uma área de 15.000 m² e material argiloso cinza claro com presença de óleo com volume estimado de 23.130 m³ em 4.200 m².

Após o levantamento dos volumes de resíduos dispostos na área, avaliou-se o impacto ao meio ambiente comparando-se os resultados à ABNT NBR 10.004/2004. Através das análises feitas, elaborou-se as tabelas E, F e G.

Tabela E - Resultados Analíticos das Amostras dos Resíduos - Aterro Pirelli (GEOKLOCK, 1994).

PARÂMETROS				PONTO DE COLETA - ENTRE PARÊNTESES NÚMERO DA AMOSTRA NO LABORATÓRIO							
FÍSICOS E ORGANOLÉPTICOS	UNIDADE	NBR 10.004	LISTA HOLANDESA (NÍVEL B)	TRINCHERA 01 (TR 1)	TRINCHERA 02-03 (TR 2-3)	TRINCHERA 04 (TR 4)	TRINCHERA 05 (TR 5)	TRINCHERA 06 (TR 6)	TRINCHERA 07 (TR 7)	TRINCHERA 08 (TR 8)	BORRA BRANCA (IDEM)
pH	Unid.	mg/Kg	-	8,87	8,18	5,84	7,01	7,38	8,44	7,81	8,85
SÓLIDOS TOTAIS	%	mg/Kg	-	73,8	27,3	84,8	50,1	53,1	60,46	84,89	81,4
SÓLIDOS FIXOS TOT.	%	mg/Kg	-	65,7	8,73	77,8	37,3	42,7	48,38	64,35	78,4
SÓLIDOS VOLÁTEIS TOT.	%	mg/Kg	-	7,8	17,8	6,8	12,8	10,4	12,07	0,84	3,21
UMIDADE	%	mg/Kg	-	28,4	72,7	15,2	49,8	46,8	38,54	51,82	18,5

QUÍMICOS	UNIDADE	NBR 10.004	LISTA HOLANDESA (NÍVEL B)	TRINCHERA 01	TRINCHERA 02-03	TRINCHERA 04	TRINCHERA 05	TRINCHERA 06	TRINCHERA 07	TRINCHERA 08	BORRA BRANCA
ALCAL. BICARBONATO	mg/Kg	-	-	1800	1800	300	1000	2000	5600	3000	700
ALCAL. CARBONATO	mg/Kg	-	-	1400	0	0	0	0	1000	0	0
ALCAL. HIDRÓXIDO	mg/Kg	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0
ALUMÍNIO	mg/Kg	-	-	5862	2208	5181	3181	3170	2380	4143	< 815
ARSENÍO	mg/Kg	500	30	20	17	< 17	20	< 17	< 17	< 17	< 17
BAÍO	mg/Kg	10.000	-	103	< 27,3	< 84,8	< 50,1	58,4	< 80,5	< 48,4	81,5
CÁDMIO	mg/Kg	100	-	5,15	1,38	5,08	< 2,5	< 25,8	< 30,2	< 24,2	8,96
CHUMBO	mg/Kg	1.000	-	< 73,8	< 27,3	< 84,8	< 50,1	154	72,8	102	< 81,5
CIANETO	mg/Kg	-	-	4	< 0,34	18	< 0,81	< 0,88	7,87	4,93	10
CLORETO	mg/Kg	-	-	1100	250	850	400	350	4000	500	500
COBRE	mg/Kg	2.500	-	88,3	5,48	8,41	20	185	48,4	43,8	< 8,15
CROMO TOTAL	mg/Kg	2.500	-	99,3	< 13,8	78,3	80,1	53,1	30,2	28	40,8
DUREZA TOTAL	mg/Kg	-	-	4100	3400	6000	2800	5500	3100	5800	138000
ESTANHO	mg/Kg	-	-	< 2944	< 1082	< 3382	< 2004	< 2124	< 2420	< 1938	< 3280
FENÓIS	mg/Kg	-	-	0,45	1,34	98,8	0,084	< 0,088	0,198	0,198	13,8
FERRO	mg/Kg	-	-	8832	1871	8083	4534	15505	7885	8664	2404
FLUORETOS	mg/Kg	18.000	-	658	278	< 150	< 81,7	< 230	280	< 100	298
FOSFATO TOTAL	mg/Kg	-	-	14,4	45	5,42	108	48,8	317	145	23,3
MAGNÉSIO	mg/Kg	-	-	574	57,1	173	170	858	557	738	315
MANGANÊS	mg/Kg	-	-	81	4,37	30,5	108	308	112	188	27,7
MERCÚRIO	mg/Kg	20	-	< 0,738	0,801	< 0,848	0,701	< 0,758	ND	ND	< 0,815
NÍQUEL	mg/Kg	2.000	-	< 7,38	< 2,73	< 8,48	< 5,01	15,8	38,3	4,86	< 8,15
N - AMONÍACAL	mg/Kg	-	-	82,4	18,8	< 8,1	21,8	< 8,10	14,8	23,8	< 8,10
N - NITRATO	mg/Kg	-	-	8	10	< 2,0	< 4,0	7	12	16	4
N - NITRITO	mg/Kg	-	-	< 5	< 5	< 0,2	50	2,5	< 2,5	48	0,8
N - TOTAL (KJELDAHL)	mg/Kg	-	-	810	2053	258	2872	1482	87,8	4430	400
ÓLEOS E GRAXAS	%	-	-	0,32	0,34	2,38	0,48	0,48	1,34	0,83	0,24
PRATA	mg/Kg	500	-	< 3,88	< 1,38	< 4,34	< 2,5	< 2,88	< 3,02	2,42	< 4,08
SULFATO	mg/Kg	-	-	300	400	1800	< 200	800	500	700	7600
SURFACTANTES (MEAS)	mg/Kg	-	-	< 4	< 4	170	< 4,0	< 4,0	< 4,0	< 4,0	187
TOC	%	-	-	3,08	3,21	2,86	4,01	4,87	6,86	8,32	1,37
ZINCO	mg/Kg	5.000	500	154	6,55	280	108	185	125	235	84,8
BENZENO	mg/Kg	-	0,5	< 0,10	-	0,3	< 0,10	-	-	< 0,10	< 0,10
TOLUENO	mg/Kg	-	3	< 0,10	-	15	< 0,10	-	-	< 0,10	< 0,10
XILENO	mg/Kg	-	5	< 0,10	-	3,8	< 0,10	-	-	< 0,10	< 0,10
CLORETO DE METILENO	mg/Kg	-	-	< 0,10	-	0,48	< 0,10	-	-	< 0,10	< 0,10
CLOROFÓRMIO	mg/Kg	-	-	< 0,10	-	10	< 0,10	-	-	< 0,10	< 0,10
PERCLORETOILENO	mg/Kg	-	-	< 0,10	-	5,1	< 0,10	-	-	< 0,10	< 0,10
TRICLOROETILENO	mg/Kg	-	-	< 0,10	-	0,4	< 0,10	-	-	< 0,10	< 0,10

Obs.: Norma Holandesa
NBR 10.004 - NP 1.803.05-008 - Resíduos Sólidos - Classificação (Revisão)

Fonte: Caracterização de Risco Ambiental do Antigo Aterro Sanitário "Pirelli" (GEOKLOCK, 1994).

Tabela F - Resultados Analíticos da Lixiviação - Aterro Pirelli. (GEOKLOCK, 1994).

PARÂMETROS

FÍSICOS E ORGANOLÉPTICOS

pH INICIAL
pH FINAL
TEMPO DO ENSAIO
ÁCIDO ACÉTICO 0,5 N GASTOS

UNIDADE	NBR 10.004	LISTA HOLANDESA (NÍVEL B)
---------	------------	---------------------------

UpH	-	B
UpH	-	B
HORAS	-	B
ml	-	B

LOCAL (N. AMOSTRA EM PARENTÊSES)		
TRINCHEIRA 04 (TR 4)	TRINCHEIRA 05 (TR 5)	BORRA BRANCA IDEM

7.31	9.09	8.19
9.01	5.17	5.06
24	24	24
400	67	107

QUÍMICOS

UNIDADE	NBR 10.004	LISTA HOLANDESA (NÍVEL B)
---------	------------	---------------------------

mg / l	5	30
mg / l	100	400
mg / l	0.5	5
mg / l	5	150
mg / l	-	100
mg / l	5	250
mg / l	150	500
mg / l	0.1	2
mg / l	5	-

TRINCHEIRA 04	TRINCHEIRA 05	BORRA BRANCA
---------------	---------------	--------------

0.031	0.033	ND
0.14	0.49	0.25
0.019	0.011	0.025
ND	ND	ND
	ND	0.02
ND	ND	ND
0.96	1.96	1.84
ND	ND	0.1
ND	ND	0.018

Obs.: Lixiviação efetuada de acordo com a Norma NBR 10.005
 NBR 10.004 Limites máximos permitidos para lixiviação - Listagem 07
 Lista Holandesa - 1989

Fonte: Caracterização de Risco Ambiental do Antigo Aterro Sanitário "Pirelli" (GEOKLOCK, 1994).

Tabela G - Resultados Analíticos da Solubilização - Aterro Pirelli. (GEOKLOCK, 1994).

PARÂMETROS				LOCAL (N. AMOSTRA NO LABORATÓRIO)		
FÍSICOS E ORGANOLÉPTICOS	UNIDADE	NBR 10.004	LISTA HOLANDESA (NÍVEL B)	TRINCHEIRA 04 (TR 4)	TRINCHEIRA 05 (TR 5)	BORRA BRANCA IDEM
pH	UpH	-	-	6.69	7.97	7.44
QUÍMICOS	UNIDADE	NBR 10.004	LISTA HOLANDESA (NÍVEL B)	TRINCHEIRA 04	TRINCHEIRA 05	BORRA BRANCA
ALUMÍNIO	mg / l	0.1	-	ND	8.65	ND
ARSÊNIO	mg / l	0.05	30	ND	0.031	ND
BÁRIO	mg / l	1.0	400	0.15	0.26	0.2
CÁDMIO	mg / l	0.005	5	0.006	0.018	0.021
CHUMBO	mg / l	0.05	150	ND	ND	ND
CIANETO	mg / l	0.1	10	0.2	0.06	ND
CLORETO	mg / l	250	-	62	80	25
COBRE	mg / l	1.0	100	0.18	0.32	0.04
CROMO TOTAL	mg / l	0.05	250	ND	0.25	ND
DUREZA TOTAL	mg / l	500	-	1310	39.4	1360
ESTÂNIO	mg / l	-	50	ND		
FENOIS	mg / l	0.001	1	34.5	ND	ND
FERRO	mg / l	0.3	-	0.69	5.89	0.98
FLUORETOS	mg / l	1.5	500	< 0.4	1.32	18.4
MAGNÉSIO	mg / l	-	-		3.14	
MANGANÊS	mg / l	0.1	-	1.25	0.267	0.442
MERCÚRIO	mg / l	0.001	2	ND	0.0017	ND
NÍQUEL	mg / l	-	100		ND	ND
N - NITRATO	mg / l	10.0	-	ND	0.3	< 0.04
PRATA	mg / l	0.05	-	ND	ND	0.009
SULFATO	mg / l	400	-	275	45	500
SURFACTANTES (MBAS)	mg / l	0.2	-	10.2	5.65	0.06
ZINCO	mg / l	5.0	500	2.06	0.846	0.04

Obs.: Solubilização efetuada acordo com a Norma NBR 10.006
NBR 10.004 Padrões para o teste de solubilização - Listagem 08
Lista Holandesa - 1989

Fonte: Caracterização de Risco Ambiental do Antigo Aterro Sanitário "Pirelli" (GEOKLOCK, 1994).

As trincheiras 01, 02, 05, 06, 07 e 08, continham resíduos com características domésticas e apresentaram as concentrações abaixo dos limites permitidos pela legislação, sendo os resíduos classificados como Classe II – não inerte, conforme ABNT NBR 10.004/2004.

A trincheira 04, continha solos contaminados com despejos de produtos químicos, com os parâmetros cádmio, cianeto, dureza total, fenóis, ferro, manganês e surfactantes acima dos limites estabelecidos pela Listagem 08 da NBR 10.004/2004, além de apresentar benzeno, tolueno, xileno, cloreto de metila, clorofórmio, percloroetileno e tricloroetileno em concentrações que conferem a este solo a classificação de Classe I – perigoso.

A borra branca amostrada, apresentou os parâmetros cádmio, dureza total, fluoretos, manganês e sulfato acima dos limites estabelecidos pela Listagem 08 da NBR 10.004/2004. Como nenhum dos constituintes apresentou concentrações acima dos limites constantes permitidos pela legislação, a borra foi classificada como Classe II – não inerte.

A borra cinza amostrada não apresentou nenhum parâmetro acima dos estabelecidos pela legislação, porém, por caracterizar-se de resíduos provenientes de tratamentos de óleos com terras clarificadoras, foi classificada como Resíduos Perigosos de Fontes Específicas, listado na Listagem 02 da NBR 10.004/2004.

Verifica-se que, aproximadamente 325.000 m³ de resíduos são classificados como Classe II – não inertes e uma parcela entre 5.000 e 8.000 m³ classificados como Classe I – Perigosos.

Os líquidos percolados amostrados apresentaram concentrações de cianeto, cloreto, ferro, óleos e graxas e DBO 5 dias acima dos parâmetros estabelecidos pela legislação.

As águas subterrâneas amostradas apresentaram parâmetros químicos acima dos limites recomendados para alcalinidade, bicarbonato, alumínio, bário, cloreto, dureza total, ferro, fluoreto, fosfato, manganês, níquel, nitrogênio amoniacal, cloreto de metileno e clorofórmio. A Tabela H apresenta o resultado das águas subterrâneas.

Tabela H - Resultado Analítico das Águas Subterrâneas - Aterro Pirelli. (GEOKLOCK, 1994).

PARÂMETROS				PUNTO DE COLETA - ENTRE PARENTÊSES NUM RO DA AMOSTRA NO LABORATÓRIO													
FÍSICOS	UNIDADE	LIMITES			PM-1	PM-2	PM-3	PM-4	PM-5	PM-6	PM-7	PM-8	PM-9	PM-10	PM-11	PM-12	PM-13
		1	2	3	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)	(G)	(H)	(I)	(J)	(K)	(L)	(M)
CONDUT. ESPEC. a 25° C	uS/cm	-	-	-	68	> 10000	> 10000	74	1121	1794	4038	< 10000	231	128	1688	36	284
pH	Uph	6.5 - 8.5	-	6.5 - 8.5	6.8	7.8	7.88	7.22	4.85	8.54	7.83	7.38	6.8	6.72	6.8	5.48	6.1
SÓLIDOS TOTAIS	mg/l	500	-	500	136	6626	68825	130	786	1233	1256	8125	386	1375	786	1946	1486
SÓL. DISSOL. TOTAIS	mg/l	-	-	1000	113	5288	56781	110	747	1127	1147	8081	285	368	679	1281	431
SÓL. SUSP. TOTAIS	mg/l	-	-	-	12	236	144	20	8	108	108	64	132	1016	86	1846	1084
SÓL. SEDIMENTÁVEIS	mg/l	-	-	-	0.2	0.4	1.5	0.1	0.3	1.5	0.2	1	1	1.8	0.8	0.2	4
TURBIDEZ	NTU	10	-	5	10	**	**	7.5	3.5	85	34	66	60	270	34	**	225
QUÍMICOS				PM-1	PM-2	PM-3	PM-4	PM-5	PM-6	PM-7	PM-8	PM-9	PM-10	PM-11	PM-12	PM-13	
ALCAL. BICARBONATO	mg/l	0*	-	-	22	7500	8350	34	2	308	1150	2700	48	80	368	4	2
ALCAL. CARBONATO	mg/l	120	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ALCAL. HIDROXIDO	mg/l	250	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ALUMÍNIO	mg/l	0.2	-	0.2	ND	4.15	1.32	ND	0.8	ND	2.08	ND	2	14.8	1.28	ND	ND
ARSENIO	mg/l	0.05	0.08	0.05	ND	< 0.034	< 0.034	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
BÁRIO	mg/l	1	0.825	-	ND	1.47	0.84	0.25	0.15	3.51	0.78	24	0.25	ND	0.22	0.2	0.74
CÁDmio	mg/l	0.008	0.025	0.006	ND	ND	ND	ND	< 0.025	ND	ND	0.009	ND	ND	ND	ND	ND
CHUMBO	mg/l	0.075	0.50	0.05	ND	ND	ND	ND	< 0.05	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
CHUMBO	mg/l	1.5	0.03	0.1	ND	0.10	ND	0.11	0.02	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
CHUMBO	mg/l	250	-	250	12.5	2200	770	17.5	145	382	237	1180	22.5	17.5	187	7.5	37.5
COBRE	mg/l	1	0.075	1	ND	0.87	0.02	ND	0.01	ND	0.02	ND	0.05	0.08	0.05	0.1	ND
CROMO TOTAL	mg/l	0.05	0.030	0.05	ND	1.88	0.32	ND	ND	ND	0.07	ND	0.05	0.08	0.05	0.1	ND
DOO	mg/l	-	-	-	ND	7150	2510	28	36	823	364	838	251	108	214	131	87
DUREZA TOTAL	mg/l	500	-	500	18	182	278	22	131	270	2488	82	28.1	73.4	48	140	85
ESTANHO	mg/l	-	0.15	-	ND	ND	ND	ND	< 2	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
FERRO TOTAL	mg/l	0.3	-	0.3	0.71	22	8.18	ND	0.33	41.8	2.28	6.85	6.72	4.43	11	12.5	17.5
FLUORETOS	mg/l	0 - 1.7	4.8	1.5	ND	ND	4.4	ND	0.42	0.18	0.16	ND	0.44	ND	0.72	ND	ND
FOSFATO TOTAL	mg/l	-	0.7	-	ND	0.03	0.34	ND	ND	0.105	0.023	0.41	0.011	0.882	ND	0.017	ND
MAGNÉSIO	mg/l	-	-	-	1.08	18.8	48.8	1.12	11.8	22.4	288	8.98	2.49	2.28	5.12	1.34	3.32
MANGANÊS	mg/l	0.1	-	0.1	0.012	1.28	0.348	0.145	0.86	5.02	1.98	14	0.32	38	219	0.32	2.82
MERCÚRIO	mg/l	0.001	0.0003	0.001	ND	< 0.002	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.218	ND	ND
NÍQUEL	mg/l	-	0.075	-	ND	0.34	0.15	ND	0.12	0.33	0.01	0.12	0.08	ND	0.2	0.34	0.43
N - AMONÍACAL	mg/l	0.08	-	-	0.5	1320	1050	1.12	0.034	1.38	288	383	8.88	1.88	81	8.8	34.5
N - NITRATO	mg/l	10	-	10	< 0.04	**	**	0.1	< 0.04	**	**	**	**	**	**	**	0.88
N - NITRITO	mg/l	0 - 0.02	-	-	0.011	< 0.25	< 0.05	0.013	0.042	< 0.025	0.03	0.05	0.82	< 0.025	2.04	< 0.05	0.082
N - KJELDAHL TOTAL	mg/l	-	-	-	0.85	1412	1084	8.10	2.53	2.78	208	403	8.85	8.05	98.5	18.7	3.80
ÓLEOS E GRAXAS	mg/l	-	0.8	-	18	14	12	ND	8	14	12	13	14	11	17	28	11
PRATA	mg/l	0.05	-	-	ND	0.025	0.024	ND	< 0.002	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
SULFATO	mg/l	400	0.3	400	8	< 10	< 5	4	130	ND	12	ND	ND	ND	ND	ND	5
SURFACTANTES (MBAS)	mg/l	0.2	-	-	ND	0.868	1.22	ND	0.11	0.12	0.5	1.85	0.4	ND	0.8	ND	ND
ZINCO	mg/l	5	0.8	5	ND	0.402	0.048	0.004	0.031	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.15
FENÓIS	mg/l	0.001	0.015	-	0.005	*	0.155	0.005	0.482	3.5	0.028	0.032	0.003	ND	0.008	0.002	0.002
BENZENO	ug/l	-	30	10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
TOLUENO	ug/l	-	1000	-	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
XILENO	ug/l	-	70	-	< 10	< 10	12	12	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
CLORETO DE METILENO	ug/l	-	1000	20*	< 10	< 10	15	15	48	204	< 10	30	< 10	15	< 10	< 10	< 10
CLOROFÓRMIO	ug/l	-	-	30	< 10	< 10	< 10	< 10	38	67	< 10	< 10	< 10	188	< 10	< 10	< 10
TRICLOROETILENO	ug/l	-	500	10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	67	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
BACTERIOLÓGICOS				PM-1	PM-2	PM-3	PM-4	PM-5	PM-6	PM-7	PM-8	PM-9	PM-10	PM-11	PM-12	PM-13	
DBO 5 dias	mg/l O2	-	-	-	1	748	379	1	1	411	54	308	8	3	168	8	6

Tabela I - Resultados Analíticos das Águas Superficiais - Aterro Pirelli. (GEOKLOCK, 1994).

PARÂMETROS				PONTO DE COLETA			
FÍSICOS	UNIDADE	Resolução CONAMA 20 Art. 6 - CLASSE II	DECRETO *	AS - 1	AS - 2	AS - 3	AS - 4
COR	PM (Hazen)	10 - 20	5	10	40	40	20
pH	UpH	5 - 9	6,5 - 8,5	6,99	7,06	ND	7,12
TURBIDEZ	N.T.U.	2 - 5	10	6,5	10	7,7	3,5
QUÍMICOS	UNIDADE	Resolução CONAMA 20 CLASSE II	DECRETO *	AS - 1	AS - 2	AS - 3	AS - 4
ALUMÍNIO	mg / l	0,1	-	1,33	1,87	2,12	ND
ARSÊNIO	mg / l	0,05	0,1	ND	ND	ND	ND
BÁRIO	mg / l	1	1,0	ND	ND	ND	ND
BORO	mg / l	5,0	-	0,088	< 0,042	< 0,042	<0,042
CÁDMIO	mg / l	0,001	0,01	ND	ND	ND	ND
CHUMBO	mg / l	0,03	0,1	ND	ND	ND	ND
CIANETO	mg / l	0,01	0,2	0,06	ND	ND	ND
CLORETO	mg / l	250 ~	-	30	60	52	22,5
COBALTO	mg / l	-	-	ND	ND	ND	ND
COBRE	mg / l	0,02	1,0	ND	ND	ND	ND
CROMO HEXAVALENTE	mg / l	-	-	ND	ND	ND	ND
CROMO TOTAL	mg / l	-	0,05	ND	ND	ND	ND
CROMO TRIVALENTE	mg / l	-	-	ND	ND	13	ND
DQO	mg / l	-	-	32	100	ND	24
ESTÂNIO	mg / l	2	2,0	ND	ND	ND	ND
FENÓIS	mg / l	0,001	0,001	ND	0,013	0,013	ND
FERRO	mg / l	0,3	0,3	0,12	ND	0,12	0,57
FLUORETOS	mg / l	1,4	0 - 1,7	ND	0,36	0,36	ND
FOSFATO TOTAL	mg / l	0,025	-	ND	ND	0,249	ND
LÍTIO	mg / l	-	-	ND	ND	ND	ND
MANGANÊS	mg / l	0,1	0,1	0,801	1,07	1,26	0,046
MERCÚRIO	mg / l	0,0002	0,002	ND	ND	ND	ND
NÍQUEL	mg / l	0,25	-	ND	ND	ND	ND
N - AMONÍACAL	mg / l	-	-	6,68	26,7	21,2	0,14
N - NITRATO	mg / l	1	10,0	0,38	*	*	< 0,04
N - NITRITO	mg / l	1	1,0	0,014	0,37	0,02	ND
ÓLEOS E GRAXAS	mg / l	-	-	31	8	0,6	8
OXIGÊNIO DISSOLVIDO	mg / l	-	> 5,0	4,66	3,4	7,11	8,8
PRATA	mg / l	0,01	-	ND	ND	ND	ND
SULFATO	mg / l	250	-	5	ND	ND	7
SULFETO	mg / l	0,002	-	ND	ND	ND	ND
SURFACTANTES (MBAS)	mg / l	-	-	ND	0,13	0,13	0,07
VANÁDIO	mg / l	-	-	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
ZINCO	mg / l	0,18	5,0	ND	ND	ND	ND

* Decreto 79.367 de 09.03.77 - Portaria 36 de 19.01.90

continua...

Fonte: Caracterização de Risco Ambiental do Antigo Aterro Sanitário "Pirelli" (GEOKLOCK, 1994).

6.2. INVESTIGAÇÃO DE PASSIVO AMBIENTAL PARA ATENDIMENTO ÀS EXIGÊNCIAS DA CETESB NO ANTIGO ATERRO PIRELLI, CAMPINAS-SP (2008) e INVESTIGAÇÃO AMBIENTAL DETALHADA, AVALIAÇÃO DE RISCO TOXICOLÓGICO À SAÚDE HUMANA E PROJETO BÁSICO DE REMEDIAÇÃO – ANTIGO ATERRO PIRELLI, CAMPINAS-SP (2009)

A investigação ambiental realizada no local identificou que a área de descarte irregular de resíduos se estendia além da área do aterro, sendo a área interna igual a 80.000 m² e a externa, 84.000 m².

O mapeamento feito para investigar o solo e os resíduos encontrados resultou na tabela J.

Tabela J - Principais Unidades Geológicas da Área de Estudo (do topo para a base).

Classificação	Descrição do Material	Espessuras estimadas (m) (*)
Aterro	Aterro de areia fina argilosa vermelha	0,1 m a 0, 7 m
Resíduos 1	Resíduo doméstico e hospitalar composto por sacos plásticos, embalagens diversas, fragmentos metálicos e seringas.	2,8 m (espessura média)
Resíduos 2	Resíduo composto por material cinza, pedaços de pano, tampa de remédios, madeira, pedaços de tronco e óleo disseminado	10,0 m (espessura máxima)
Depósitos aluvionares Fácies Argila Arenosa (Quaternário)	Predomínio de argila orgânica arenosa cinza e por vezes com presença de raízes	até 6 m
Depósitos aluvionares Fácies Areia Fina Argilosa (Quaternário)	Predomínio de areia fina argilosa orgânica cinza e por vezes com presença de raízes	
Solo de alteração de rocha – arenito alterado pouco compacto	Areia fina argilosa vermelha marrom e amarela por vezes com odor característico de chorume	3 m a 8 m
Arenito (rocha sã) – Sedimento Sub-grupo Itararé	Areia fina argilosa vermelha inconsolidadas sobre arenitos finos a médios e estrutura plano paralela	Até 180 m de profundidade
Rocha Cristalina	Rochas granito gnáissicas pré-cambrianas e cambro-ordovicianas	A partir de 180 m de profundidade

(*) as profundidades foram obtidas durante a realização de sondagens e em pesquisas bibliográficas, principalmente utilizando os relatórios técnicos disponibilizados pela DAEE.

Fonte: Investigação de Passivo Ambiental para Atendimento às Exigências da Cetesb no Antigo Aterro Pirelli, Campinas-SP (REGA, 2008).

Aliado aos dados da tabela J, os perfis de sondagem, Desenho 02, ANEXO B, apresentaram indícios visuais e olfativos da presença de chorume na camada de solo de alteração e a deposição das camadas de resíduos com a distribuição espacial das unidades litológicas encontradas na área investigada, apresentadas nas seções hidrogeológicas do Desenho 03, ANEXO C.

Dos resíduos provenientes do mapeamento, as 10 amostras coletadas apresentaram os resultados conforme a tabela K. Foram detectados compostos acima dos valores estabelecidos pela norma ABNT NBR 10.004/2004 apenas para o Ensaio de Solubilização.

Tabela K - Concentrações detectadas acima dos valores de referência estabelecidos pela NBR 10.004 nos ensaios de solubilização (mg/L) e Classificação dos Resíduos.

Amostra de Resíduo		Kit 1	Kit 2	Kit 3	Kit 4	Kit 5	Kit 6	Kit 7	Kit 8	Kit 9	Kit 10
Parâmetro	VMP / NBR (mg/L)										
alumínio	0,2	2,8	8,0	1,2	0,4	1,5	3,2	3,5	0,85	3,6	6,3
arsênio	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,024
bário	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,3
cádmio	0,005	-	-	-	-	-	0,02	-	-	-	-
chumbo	0,01	-	-	-	-	-	0,09	0,07	-	0,03	0,186
cromo	0,05	-	0,1	-	-	-	0,07	-	-	-	-
ferro	0,3	1,1	3,4	0,318	-	0,812	3,2	4,7	1,2	1,6	4,2
Índice de fenóis	0,01	0,06	-	0,06	0,4	-	-	0,06	-	-	-
manganês	0,1	-	-	-	-	0,25	-	0,31	-	-	0,5
sulfato	250	-	-	-	300	342	-	-	-	-	-
surfactantes	0,5	4,4	3,6	3,7	2,5	3,2	2,3	3,3	2,5	-	0,7
Classificação		Classe II A Resíduo Não Inerte									

Fonte: Investigação de Passivo Ambiental para Atendimento às Exigências da Cetesb no Antigo Aterro Pirelli, Campinas-SP (REGEA, 2008).

Conforme a tabela K, as amostras apresentaram classificação de resíduos Classe II A, ou seja, resíduos não perigosos e não inertes. O Desenho 04, ANEXO D, apresenta as concentrações dos parâmetros analisados acima dos valores de referência estabelecidos pela NBR 10.004/2004.

Os parâmetros solubilizáveis detectados acima do permitido pela norma são: alumínio, arsênio, bário, cádmio, chumbo, cromo, ferro, índice de fenóis, manganês, sulfato e surfactantes. Ressaltam-se as altas concentrações de alumínio detectadas em todas as amostras, além da presença de ferro e surfactantes em 9 das amostras coletadas. Esses resultados podem ser correlacionáveis àqueles obtidos pela consultoria CSD/GEO, em 1994, a qual identificou que a maior parte das amostras de resíduos coletadas foi classificada também como Classe II.

A área e o volume dos resíduos foram calculados e dividiu-se em área 1 e volume 1, área 2 e volume 2 e área 3 e volume 3, conforme tabela L.

Tabela L - Áreas e Volumes estimados dos resíduos depositados no lixão do Jardim Satélite Íris.

Resíduos	Área (m²)	Volume (m³)
1	105.000	425.000
2	10.000	20.000
3	6.000	12.000
TOTAL	121.000	457.000

Fonte: Investigação de Passivo Ambiental para Atendimento às Exigências da Cetesb no Antigo Aterro Pirelli, Campinas-SP (REGEA, 2008).

Os resíduos são compostos de dois grupos sendo:

- ✓ Resíduo 1: mistura de resíduos domésticos e hospitalares composto por sacos plásticos, embalagens diversas, fragmentos metálicos e seringas.
- ✓ Resíduo 2: resíduo doméstico composto por material cinza, pedaços de pano, tampa de remédios, madeira, pedaços de tronco e óleo disseminado.

Os valores de concentração obtidos foram comparados aos valores de intervenção residencial estabelecidos pela CETESB à época, com o objetivo de se identificar as áreas impactadas e o risco potencial a saúde humana. Os resultados encontram-se na tabela M.

Tabela M - Resultados detectados das amostras de solos cima dos valores de referência. (Regea, 2008).

Sondagem			Valores CETESB			PM103	PM104	PM106	PM107	PM119
Parâmetros	Unidade	LQ	VMP Agrícola	VMP Residencial	VMP Industrial	Resultados	Resultados	Resultados	Resultados	Resultados
Cádmio	mg/kg	0,5	3	8	20	246	7,8	<0,4	<0,5	<0,5
Chumbo	mg/kg	0,5	180	300	900	6958	62	6	12	7,5
Cobre	mg/kg	0,5	200	400	600	481	114	23	1,9	1,3
Zinco	mg/kg	0,5	450	1000	2000	3159	170	27	3,6	9,9
PCB's(soma-listaholandesa)	mg/kg	0,01	0,01	0,03	0,12	<0,01	2,3	0,13	0,02	0,11

Fonte: Investigação de Passivo Ambiental para Atendimento às Exigências da Cetesb no Antigo Aterro Pirelli, Campinas-SP (REGA, 2008).

A tabela M e o Desenho 05, ANEXO E, apresentam os resultados das amostras, nos quais, pode-se salientar os seguintes resultados:

- ✓ As amostras de solo PM104, PM106, PM107 e PM119 apresentaram concentrações de PCBs (de 0,02 mg/kg a 2,3 mg/kg) de até 2 vezes acima do valor de intervenção residencial estabelecido pela CETESB (0,03 mg/kg). As amostras foram coletadas sob a massa de resíduo com exceção do PM-119.
- ✓ A amostra de solo PM103 apresentou concentração de zinco (3.159 mg/kg) aproximadamente 3 vezes acima do valor de intervenção residencial estabelecido pela CETESB (1000 mg/kg), embora possa ocorrer naturalmente nos solos é um elemento químico utilizado em diversos setores, incluindo o de ligas metálicas.

- ✓ A amostra PM104 apresentou concentração de cádmio (7,8 mg/kg) e a amostra PM103 apresentou concentração de cobre (481 mg/kg) e chumbo (6958 mg/kg) acima dos valores de intervenção residencial estabelecidos pela CETESB (cádmio 8 mg/kg; cobre, 400 mg/kg; chumbo, 300 mg/kg).
- ✓ As amostras PM103 e PM119 foram coletadas fora da área delimitada de disposição de resíduos, porém, em função das concentrações detectadas, estas amostras foram impactadas pelo resíduo, pelo transporte inadequado nas imediações da área de disposição ou pela disposição pontual fora da área delimitada.
- ✓ De acordo com o relatório “Caracterização de Risco Ambiental do Antigo Aterro Sanitário “Pirelli” de 1994” a área recebeu resíduos industriais incluindo derivados de petróleo. Apesar disso, nenhum composto orgânico (volátil ou semivolátil) foi detectado nos solos em concentrações acima dos valores das referências utilizadas.

As águas superficiais apresentaram as medidas dos parâmetros físico-químicos conforme a tabela N.

Tabela N - Parâmetros Físico-Químicos Medidos em Campo - Amostras de Águas Superficiais. (Regea, 2008).

Identificação da Amostra	Data	Hora da Coleta	pH	Condutividade elétrica (mS/cm)	Temperatura (°C)	Eh (mV)
AS-1A	6/6/2008	11:50	6,71	4,7	23,9	77
AS-1B	6/6/2008	11:55	6,70	4,8	23,7	74
AS-2A	6/6/2008	12:25	6,89	7,3	24,9	59
AS-2B	6/6/2008	12:35	6,94	12,4	24,4	58
AS-3A	6/6/2008	11:05	6,24	6,8	23,0	64

Fonte: Investigação de Passivo Ambiental para Atendimento às Exigências da Cetesb no Antigo Aterro Pirelli, Campinas-SP (REGA, 2008).

Os resultados das medições dos parâmetros físico-químicos indicam que o pH (varia de 6,24 a 6,94), a condutividade elétrica (4,7 mS/cm a 12,4 mS/cm), a temperatura (23,0°C a 24,9°C) e o Eh (58 mV a 77 mV) variam dentro da faixa de normalidade se comparados aos valores comumente identificados nas águas superficiais não impactadas.

Quanto aos compostos, foram detectados nas águas superficiais nitrogênio amoniacal, alumínio, arsênio, bário, cádmio, cobre, ferro, manganês, zinco, prata, nitrato, DBO e óleos e graxas em concentrações acima dos limites estabelecidos para rios Classe 2 (CONAMA 357/05) além de traços de 1,2 dicloroetano, cloreto de vinila, clorofórmio, tetracloroetano, tricloroetano, conforme Desenho 06, ANEXO F. Adicionalmente foi detectada a presença de coliformes totais

e fecais em todas as amostras de água. Todos estes compostos foram detectados nas amostras de montante e nas amostras de jusante.

A tabela O apresentou resultados dos parâmetros físico-químicos para águas subterrâneas obtidos durante a coleta das amostras.

Tabela O - Parâmetros Físico-Químicos Medidos em Campo - Amostras de Águas Subterrâneas. (Regea, 2008).

Poço	Data	Hora da Coleta	pH	Condutividade elétrica (mS/cm)	Temperatura (°C)	Eh (mV)
PM-04	3/6/2008	12:15	4,62	20,9	28,8	116
PM-06	2/5/2008	15:45	6,62	12,8	28,1	-271
PM-53	3/6/2008	15:15	6,01	34,3	28,0	-145
PM-56	3/6/2008	16:50	4,66	4,4	25,8	284
PM-57	2/5/2008	12:30	6,11	1500	26,4	40
PM-58	2/5/2008	11:15	5,12	430	27,9	191
PM-102	8/5/2008	10:37	4,79	7,64	26,8	127
PM-103	26/5/2008	12:10	4,78	320	27,1	159
PM-10	14/5/2008	09:40	7,01	60,1	27,1	-240
PM-105	8/5/2008	12:15	7,98	179,9	29,7	-308
PM-106	13/5/2008	14:40	6,82	40	28,8	-186
PM-107	14/5/2008	16:40	6,69	17,8	24,1	-185
PM-108	9/5/2008	10:57	5,41	4,59	25,8	-83
PM-109	13/5/2008	16:50	5,98	17,1	27,0	-66
PM-110	16/5/2008	08:50	5,92	10	25,7	-33
PM-111	16/5/2008	10:00	5,98	333	28,1	21
PM-112	14/5/2008	13:50	4,85	1,9	27,4	203
PM-113	21/5/2008	12:15	4,56	2,8	29,2	197
PM-114	9/5/2008	12:37	4,79	1104	27,6	223
PM-115	8/5/2008	12:15	4,27	3,33	25,7	484
PM-116	9/5/2008	09:03	6,00	19,51	26,0	-120
PM-117	13/5/2008	11:50	5,25	2,0	27,2	49
PM-118	13/5/2008	10:43	5,91	4,2	25,2	-101
PM-119	13/5/2008	09:13	3,91	970	25,5	259
PMP-101	21/5/2008	11:35	7,30	57,3	27,6	-150
PMP-102	14/5/2008	15:30	6,68	14,9	26,2	-118

Fonte: Investigação de Passivo Ambiental para Atendimento às Exigências da Cetesb no Antigo Aterro Pirelli, Campinas-SP (REGA, 2008).

Os resultados das medições de pH (varia de 3,91 a 7,98) indicam uma variação em relação ao que se detecta nas águas naturais (5,0 a 7,0), devido à presença de chorume proveniente do lixão, que se caracteriza por ter pH ácido.

Os compostos encontrados nas amostras de água subterrânea encontram-se listados abaixo e no Desenho 08, ANEXO G:

- ✓ Coliformes totais – (Portaria 518, ausente), nas amostras PM-4, PM-6, PM-53 e PM-103 (presente);

- ✓ Bactérias heterotróficas – (Portaria 518, 500 UFC/ml), na amostra PM-53 (7800 UFC/ml);
- ✓ Chumbo – (valor CETESB, 10 µg/l), nas amostras PM-56 (29 µg/l) e PM-58 (120 µg/l);
- ✓ Fluoreto – (Portaria 518, 1,5 mg/l), na amostra PM-56 (1,6 mg/l);
- ✓ Manganês – (valor CETESB, 400 µg/l), nas amostras PM-06, PM-04, PM-53, PM-102, PM-105, PM-107, PM-109, PM-110, PM-113, de PM-116 a PM-119, PMP-101, PMP-102 em concentrações de 640 µg/l a 22555 µg/l;
- ✓ Ferro total (valor CETESB, 300 µg/l), nas amostras PM-04, PM-53, PM-102, de PM-104 a PM-111, PM-113, de PM-116 a PM-119, PMP-101 e PMP-102 em concentrações que variam de 307 µg/l a 78250 µg/l;
- ✓ Alumínio – (valor CETESB, 200 µg/l), nas amostras PM-04, PM-105, PM-108, PM-110, PM-111, PMP-101 em concentrações de 302,1 µg/l a 2769,1 µg/l;
- ✓ Boro - (valor CETESB, 500 µg/l), nas amostras PM-104 a PM-106, PM-116 em concentrações de 714,4 µg/l a 11000 µg/l;
- ✓ Bário - (valor CETESB, 700 µg/l), nas amostras PM-04, PM-53, PM-102, PM-107, PM-116, PMP-101 em concentrações de 1087 µg/l a 16290 µg/l;
- ✓ Cobalto - (valor CETESB, 5 µg/l), nas amostras PM-04, PM-53, PM-102, de PM-104 a PM-106, PM-110, PM-116, PMP-101 em concentrações de 5 µg/l a 299 µg/l;
- ✓ Cromo - (valor CETESB, 50 µg/l), na amostra PM-105 em concentração de 539,8 µg/l;
- ✓ Níquel - (valor CETESB, 20 µg/l), nas amostras PM-04, PM-102, PM-104, PM-105, PM-119 em concentração de 20,6 µg/l a 340,9 µg/l;
- ✓ Naftaleno - (valor CETESB, 140 µg/l), na amostra PM-109 em concentração de 976 µg/l e na amostra PM-06 em concentração de 5599 µg/l;
- ✓ 1,2 Dicloroetano (valor CETESB, 10 µg/l), nas amostras PM-04, PM-108 e PM-109 em concentrações de 14 µg/l a 154 µg/l;
- ✓ Benzeno (valor CETESB, 5 µg/l), nas amostras PM-108, PM-109 e PMP-102 em concentrações de 5 µg/l a 79 µg/l;
- ✓ Cloreto de vinila (valor CETESB, 5 µg/l) na amostra PM-109 em concentração de 61 µg/l.

Os compostos derivados de petróleo (voláteis e semivoláteis) foram detectados de maneira mais localizada na porção nordeste e no extremo sul da área, locais onde foram reportados a

disposição de resíduos industriais, podendo-se supor que o impacto tenha sido causado por este motivo.

Os metais, ferro, manganês e alumínio, estão distribuídos por toda a área de estudo, sendo que as maiores concentrações foram detectadas nas amostras coletadas sob a massa de resíduo o que confirma o impacto decorrente da disposição dos mesmos. As maiores concentrações de coliformes foram também detectados nas áreas sob o resíduo.

Na área a montante do lixão, nos PM-102 e PM-103, foram detectados coliformes totais, ferro, manganês, níquel, cobalto e bário, o que indica a influência do lixão.

Foram identificados valores anômalos de nitrogênio amoniacal na amostra PM-53 (86 mg/l) e carbono orgânico dissolvido nas amostras PM-04 (198 mg/l), PM-53 (82,5 mg/l), óleos e graxas nas amostras PM-56 (2 mg/l) e PM-57 (1 mg/l), sendo todas estas amostras coletadas sob a massa de resíduo.

As águas subterrâneas a 50 m de profundidade também se encontram impactadas com a presença de metais (manganês, ferro, alumínio, bário e cobalto) e benzeno em concentrações acima dos valores de intervenção da CETESB, porém, em concentrações sensivelmente menores do que foi detectado nas águas mais rasas.

Para a avaliação de risco à saúde humana, a área do lixão foi segmentada em 3 partes, conforme o Anexo A, sendo que a área 1 e a área 3 apresentaram os mesmos receptores e cenários e desta forma foram consideradas numa mesma simulação. Já a área 2, apresentou cenário distinto e foi tratada separadamente das anteriores. Sendo:

- ✓ Área 1 e Área 3: Área ao redor do limite do lixão, presença de comércios e residências construídas sobre área de disposição de resíduos sólidos. Em algumas dessas residências foram cadastradas cacimbas cuja água subterrânea proveniente do freático local é utilizada para consumo;
- ✓ Área 2: Área cercada do lixão, caracterizada pelo acesso apenas de pessoas autorizadas, cujo cenário de exposição é controlado em relação ao tempo de exposição do receptor na área, além de ser limitado à inalação de compostos voláteis e eventuais contatos dérmicos e ingestão de solo contaminado. Neste cenário foi definida ausência de pontos de captação de água subterrânea.

As tabelas P e Q apresentam as maiores concentrações obtidas para compostos inorgânicos e orgânicos encontrados nas áreas 1, 2 e 3.

Tabela P - Maiores concentrações obtidas (inorgânicos). (Regea, 2008).

Composto	Solo (mg/Kg)	Água subterrânea (mg/L)
Inorgânicos		
Arsênio	1,00	-
Cádmio	246,00	-
Cobre	481,00	-
Selênio	2,40	-
Chumbo	6.958,00	0,12
Bário	129,00	16,29
Zinco	3.159,00	0,399
Cromo	-	0,5398
Níquel	-	0,3409
Cianeto	-	0,019

Fonte: Investigação de Passivo Ambiental para Atendimento às Exigências da Cetesb no Antigo Aterro Pirelli, Campinas-SP (REGA, 2008).

Tabela Q - Maiores concentrações obtidas (orgânicos). (Regea, 2008).

Composto	Solo (mg/Kg)	Água subterrânea (mg/L)
Orgânicos		
PCB,s	2,30	-
Antraceno	0,04	0,0093
1,1,2 Tricloroetano	-	0,074
Cloroetano	-	0,0054
Carbazole	-	0,0455
1,2 dicloroetano	-	0,154
Benzeno	-	0,079
Cis 1,2 dicloroeteno	-	0,029
Cloro de Vinila	-	0,061
Clorobenzeno	-	0,034
Cloroformio	-	0,061
Trans 1,2 dicloroeteno	-	0,0064
Fenol	-	0,0212
Naftaleno	-	5,599
2 metilnaftaleno	-	0,0194
Acenafteno	-	0,0556
Fluoreno	-	0,0149
Bromodiclorometano	-	0,0034
2 Metilfenol	-	0,311
4 Metilfenol	-	0,524

Fonte: Investigação de Passivo Ambiental para Atendimento às Exigências da Cetesb no Antigo Aterro Pirelli, Campinas-SP (REGA, 2008).

As simulações de risco realizadas na área demonstram a presença de risco potencial à saúde humana principalmente em cenários onde haja o acesso e a utilização da água subterrânea.

Cenários com riscos carcinogênicos potenciais:

- ✓ Áreas 1 e 2 (entorno imediato da área cercada) – receptores adultos residentes no entorno da área. O valor de risco não carcinogênico potencial superior ao limite

recomendado pela CETESB para esse cenário é de 1×10^{-5} , considerando as vias de ingestão e contato dérmico com a água subterrânea e inalação de vapores no banho;

- ✓ Áreas 1 e 2 – receptores crianças residentes no entorno da área. O valor de risco não carcinogênico potencial superior ao limite recomendado pela CETESB é de 1×10^{-5} , considerando as vias de ingestão e contato dérmico com a água subterrânea, inalação de vapores no banho e contato dérmico e ingestão acidental de solo contaminado.
- ✓ Área 3 – não foram obtidos valores acima dos estabelecidos pela CETESB, portanto manteve-se o risco não carcinogênico potencial superior, de 1×10^{-5} .

Para esses cálculos, as concentrações de chumbo não foram utilizadas, portanto, as concentrações detectadas acima dos valores de intervenção estabelecidos pela CETESB caracterizam risco potencial à saúde humana.

Para o Projeto Básico de Reabilitação do Lixão do Jardim Satélite Íris as áreas de resíduos foram dimensionadas baseadas na investigação do local e foi proposto o remanejamento dos resíduos conforme ANEXO H, Desenho 7.1, e figura 33 para a redução da área total a ser impermeabilizada e a minimização da área com restrição de uso. O primeiro passo seria a preparação da área 1C com a impermeabilização da base e a instalação de drenos, sendo o passo seguinte a remoção dos resíduos das áreas 1A, 1B, 2A, 2B, 2C, 3 e 4 para a disposição na área preparada e em seguida, o confinamento de todos os resíduos.



Figura 33 - Redistribuição dos Resíduos (REGEA, 2008).

O relatório de “Controle Técnico Operacional e Ambiental – agosto de 2013” realizado mensalmente pelo consórcio TECAM, responsável pela operação da reabilitação do Lixão do Jardim Satélite Íris, embasado no Projeto Básico de Reabilitação do Lixão do Jardim Satélite Íris proposto pela REGEA, em 2009, apresentou dados referentes aos volumes de resíduos removidos comparados aos previstos, conforme tabela R.

Tabela R - Depósitos de Resíduos Sólidos Contaminados - Volumes Removidos e Transportados (*).

Depósito	Volume de Resíduos - Estimado (m³)	Volume Removido (m³) 1ª Etapa	Volume Removido (m³) 2ª Etapa (*)	Volume Remanescente/ Excedente (m³)	Removido (%)
2A	530,00	11.993,56	0,00	0,00	100,00
2B	41.722,00	8.344,40	134.248,94	(-) 92.526,94	100,00
2C	735,00	0,00	0,00	735,00	0,00
3	1.415,00	0,00	0,00	1.415,00	0,00
4	1.292,00	0,00	0,00	1.292,00	0,00

(*) Os serviços de remoção e transporte dos resíduos sólidos contaminados dos depósitos mapeados foram interrompidos em Outubro de 2010 e encontram-se temporariamente paralisados.

Fonte: Antigo Aterro Pirelli, Campinas-SP – Controle Técnico Operacional e Ambiental – agosto de 2013 (ENGEO, 2013).

Verifica-se que o depósito de resíduos 2B apresenta volume total de 142.593,34 m³, superando o volume estimado pelo projeto básico de 2009.

Assim, verificou-se a dificuldade financeira em continuar o processo de reabilitação da área pelo volume de resíduos dispostos no Lixão do Jardim Satélite Íris ter sido subestimado.

6.3. PARECER TÉCNICO Nº 072/19/IPGS

O parecer técnico nº 072/19/IPGS trata do gerenciamento da área contaminada do Lixão do Jardim Satélite Íris para atualizar a situação do passivo ambiental. A CETESB apontou medidas a serem tomadas pela Prefeitura para a regularização da área nas questões ambientais.

De acordo com o parecer técnico nº 072/19/IPGS da CETESB, as conclusões são:

- Apresentar um relatório com todas as ações e medidas já tomadas em relação à área do antigo lixão da Pirelli, com comprovação de remoção de resíduos das áreas denominadas 2B, 2C, 3 e 4, com fotos, e cópias dos CADRIS para transporte e destinação dos resíduos e comprovação da destinação dos resíduos perigosos identificado nas investigações passadas.

- Apresentar justificativa técnica para não ter implantado a barreira hidráulica, verificado durante as vistorias técnicas realizadas pelos técnicos da CETESB (07/11/2018 e 24/07/2019).

- Efetuar a Investigação Detalhada na área, conforme Decisão de Diretoria da CETESB Nº 038/2017/C (DD 038/2017/C), de 97/FEV/2017, considerando uma reavaliação crítica quanto à suficiência da rede de poços de monitoramento de águas subterrâneas e gases existentes, avaliando quais estão em condições de amostragem, suas profundidades, posição dos filtros e localização em relação às fontes de contaminação. Deverão ser reinstalados os poços danificados/obstruídos no entorno da massa de resíduos e ser avaliada tecnicamente a necessidade de instalação de novos poços de monitoramento, de forma a contemplar toda a jusante da área do lixão Pirelli, onde houve deposição de resíduos diversos (áreas 1A, 1B, 2 A, 2B e 2C), e áreas fora do lixão onde existiam resíduos depositados (áreas 3 e 4), áreas das valas de infiltração de resíduos líquidos, considerando todos os receptores (residentes e corpo d'água), para a investigação de águas subterrâneas. Se houve ou se houver remoção dos resíduos, como nas áreas denominadas 1A, 1B, 2, 3 e 4, o solo abaixo desses resíduos removidos também deve ser investigado. Mostrar em planta todas as áreas onde houve deposição de resíduos e as valas onde ocorreu disposição de resíduos líquidos. As águas subterrâneas devem ser investigadas em várias profundidades (3 níveis ao menos), considerando a existência de resíduos industriais e a detecção de tricloroetileno e cloreto de vinila em água subterrânea em

concentrações acima dos valores de intervenção nos monitoramentos realizados.

- Para a avaliação de gases metano e VOCS, deve ser avaliado todo o entorno da área do lixão e residências próximas dos poços que apresentarem índices de explosividade igual ou superior a 20% e/ou detecção de VOCs. Nestes casos, devem ser instalados poços específicos para gases e quantificado e qualificado os tipos de VCs, por métodos apropriados.

- Após a realização de uma avaliação detalhada tecnicamente consistente, efetuar Avaliação de riscos à saúde humana e elaborar e apresentar o Plano de Intervenção, com a definição de uso futuro da área, conforme DD 038/2017/C.

Ressalta-se que o monitoramento ambiental periódico das águas subterrâneas no entorno da área de deposição de resíduos deve ser proposto no Plano de Intervenção, em função dos resultados da Avaliação de riscos à saúde humana.

O Projeto executivo de encerramento e recuperação da área do lixão Pirelli é parte do Plano de Intervenção para recuperação da referida área. Entretanto, se houver riscos à saúde humana para receptores externos, devido aos contaminantes presentes em solo e águas subterrâneas e superficiais, outras medidas deverão ser apresentadas no Plano de Intervenção, constando também um Cronograma de implantação das medidas necessárias. Ressalta-se que os prazos constantes no cronograma de implantação do "Projeto executivo de encerramento e recuperação da área do lixão" - 2010 expirou em 2011 e o projeto não foi executado. No Projeto apresentado com data de MAR/2016 consta Cronograma Físico-financeiro, com previsão de 24 meses para a execução do Projeto, mas sem estabelecer a data de início das obras e atividades. Entretanto, se considerado o ano de 2016 como base, os prazos neste último cronograma apresentado também já expiraram em 2018.

Tendo em vista o exposto, a necessidade de uma Investigação Detalhada em todas as áreas de interesse, de forma a se conhecer todos os riscos a que os receptores estão sujeitos devido à deposição de resíduos nestas áreas, e considerando que esta e outras solicitações têm sido feitas por este Órgão Ambiental repetidamente, recomenda-se à Agência Ambiental que convoquem os interessados para uma reunião para determinação de novos prazos para equacionamento da contaminação existente na área de interesse, e no entorno, e apresentação de um Plano de Intervenção para reabilitação da área com cronograma para execução das atividades necessárias, de forma a não expor os receptores à riscos inaceitáveis à saúde humana ou de explosividade devido à existência de Metano nos maciços de resíduos.

7. CONCLUSÕES

O presente trabalho apresentou a situação ambiental do lixão localizado no Jardim Satélite Íris no município de Campinas, por meio de uma revisão dos trabalhos existentes sobre a área contaminada citada que se encontra ocupada e urbanizada.

De acordo com os estudos ambientais do local, a área apresenta contaminação das águas superficiais por compostos nitrogênio amoniacal, alumínio, arsênio, bário, cádmio, cobre, ferro, manganês, zinco, nitrato, DBO, em concentrações acima dos valores de referência utilizadas devido a lixiviação dos resíduos dispostos, formando percolados extremamente ricos em nutrientes, sais, sólidos em suspensão e matéria orgânica biodegradável na base do aterro de resíduo e da descarga de água subterrânea contaminada também proveniente da área do aterro, além de ter recebido contribuição de efluentes domésticos provenientes das residências localizadas na região. Também foram detectados compostos orgânicos sintéticos típicos de resíduos industriais (1,2 dicloroetano, cloreto de vinila, clorofórmio, tetracloroetano, tricloroetano).

As águas subterrâneas apresentam contaminação com sais, nutrientes e compostos organoclorados, sendo: chumbo, fluoreto, manganês, ferro total, alumínio, boro, bário, cobalto,

cromo, níquel, naftaleno, 1,2 dicloroetano, benzeno, cloreto de vinila em concentrações acima dos valores de intervenção das referências utilizadas. Além disso, foi constatada a presença de coliformes totais e bactérias heterotróficas.

O solo apresenta contaminação por PCBs, zinco, cádmio, chumbo e cobre em concentrações acima dos valores de intervenção residencial estabelecidos pela CETESB.

Diante dos trabalhos avaliados, verifica-se a necessidade de continuidade à investigação da área do lixão e da definição de ações a serem realizadas, já que a contaminação da área de interesse e do entorno, onde também foram depositados resíduos sólidos e líquidos, ainda não foi equacionada e as medidas de encerramento da área também não foram executadas. Essa necessidade se dá pela área ao entorno do lixão ser densamente habitada, o que expõe a população a ter contato direto com os contaminantes presentes no solo, nas águas subterrâneas e nas águas superficiais.

Como uma solução imediata, a área deve receber medidas para que a população não entre em contato direto com a contaminação. Para uma solução definitiva, é necessário a realização de novos estudos para definir a real área de contaminação e, assim, definir os procedimentos a serem adotados e o custo da reabilitação da área.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15849 – Resíduos Sólidos Urbanos – Aterros Sanitários de Pequeno Porte – Diretrizes para localização, projeto, implantação, operação e encerramento.** Rio de Janeiro, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2020.** São Paulo: ABRELPE, 2020. 52 p.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 420 de 28 de dezembro de 2009. Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 30 dez. 2009. Disponível em: http://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=601. Acesso em: 10 set. 2021.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial de União**, Brasília, DF, 03 ago. 2010. Seção 1, p.3. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso em: 20 ago. 2021.

BRASIL. Ministério de Meio Ambiente. **Lixão Zero.** Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/agendaambientalurbana/lixao-zero>. Acesso em: 15 set. 2021.

BRASIL. Ministério de Meio Ambiente. **Programa Lixão Zero reduziu em 17% a quantidade de lixões em 2020.** Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/noticias/meio-ambiente-e-clima/2021/02/programa-lixao-zero-reduziu-em-17-a-quantidade-de-lixoes-em-2020>. Acesso em: 15 set. 2021.

CANCIAN, N.; LADEIRA, P. Maior lixão irregular tem crianças em condição degradante perto do Planalto. **Folha de S. Paulo**, São Paulo, 04 set. 2018. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2018/01/1947854-o-maior-lixao-a-ceu-aberto-da-america-latina-tem-data-para-acabar.shtml>. Acesso em: 16 set. 2021.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Águas Subterrâneas.** Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-subterraneas/>. Acesso em: 10 set. 2021a.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Áreas Contaminadas.** Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/areas-contaminadas/documentacao/manual-de-gerenciamento-de-areas-contaminadas/informacoes-gerais/apresentacao/>. Acesso em: 10 set. 2021b.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Qualidade do Solo.** Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/solo/>. Acesso em: 10 set. 2021c.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. Parecer Técnico nº 005/97/ERTR. [Análise das complementações do plano de encerramento do lixão da Pirelli]. **CETESB**, Campinas – SP, 1997.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. Parecer Técnico nº 072/19/IPGS. [Gerenciamento de área contaminada – Lixão da Pirelli]. CETESB, Campinas – SP, 2019.

CSD-GEOKLOCK Geologia e Engenharia Ambiental Ltda. **Caracterização de Risco Ambiental do Antigo Aterro Sanitário "Pirelli"**. São Paulo: CSD/GEO, 1994. Volume I.

DE NARDI, K. N.; PORTO, M. **Proposição de cenário para gestão e gerenciamento de resíduos sólidos urbanos**. Estudo de caso: município de Ilhabela-SP. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2020.

DE OLIVEIRA, K. Fim dos lixões é adiado por falta de comprometimento dos municípios. **Jornal da USP**, São Paulo, 14 ago. 2020. Disponível em: <https://jornal.usp.br/atualidades/fim-dos-lixoes-e-adiado-por-falta-de-compromisso-dos-municipios/>. Acesso em: 20 ago. 2021.

ENGEO Consultoria e Projetos Ltda. **Antigo Aterro Pirelli – Campinas, SP – Controle Técnico Operacional e Ambiental – agosto de 2013**. São Paulo: ENGEO, 2013.

GÓIS, F. Diagnóstico para reduzir impacto do Lixão da Estrutural. **Agência Brasília**, Brasília, 08 dez. 2020. Disponível em: <https://www.agenciabrasilia.df.gov.br/2020/12/08/diagnostico-para-reduzir-impacto-do-lixao-da-estrutural/>. Acesso em: 16 set. 2021.

IWAI, C. K. **Avaliação da qualidade das águas subterrâneas e de solo em áreas de disposição final de resíduos sólidos urbanos em municípios de pequeno porte: aterro sanitário em valas**. Tese (Pós-Graduação em Saúde Pública) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

MARQUES, M. Dois anos após fechamento do Lixão da Estrutural, novo aterro do DF está com 51% de ocupação. **G1**, Distrito Federal, 26 jan. 2020. Disponível em: <https://g1.globo.com/df/distrito-federal/noticia/2020/01/26/dois-anos-apos-fechamento-do-lixao-da-estrutural-novo-aterro-do-df-esta-com-51percent-de-ocupacao.ghtml>. Acesso em: 16 set. 2021.

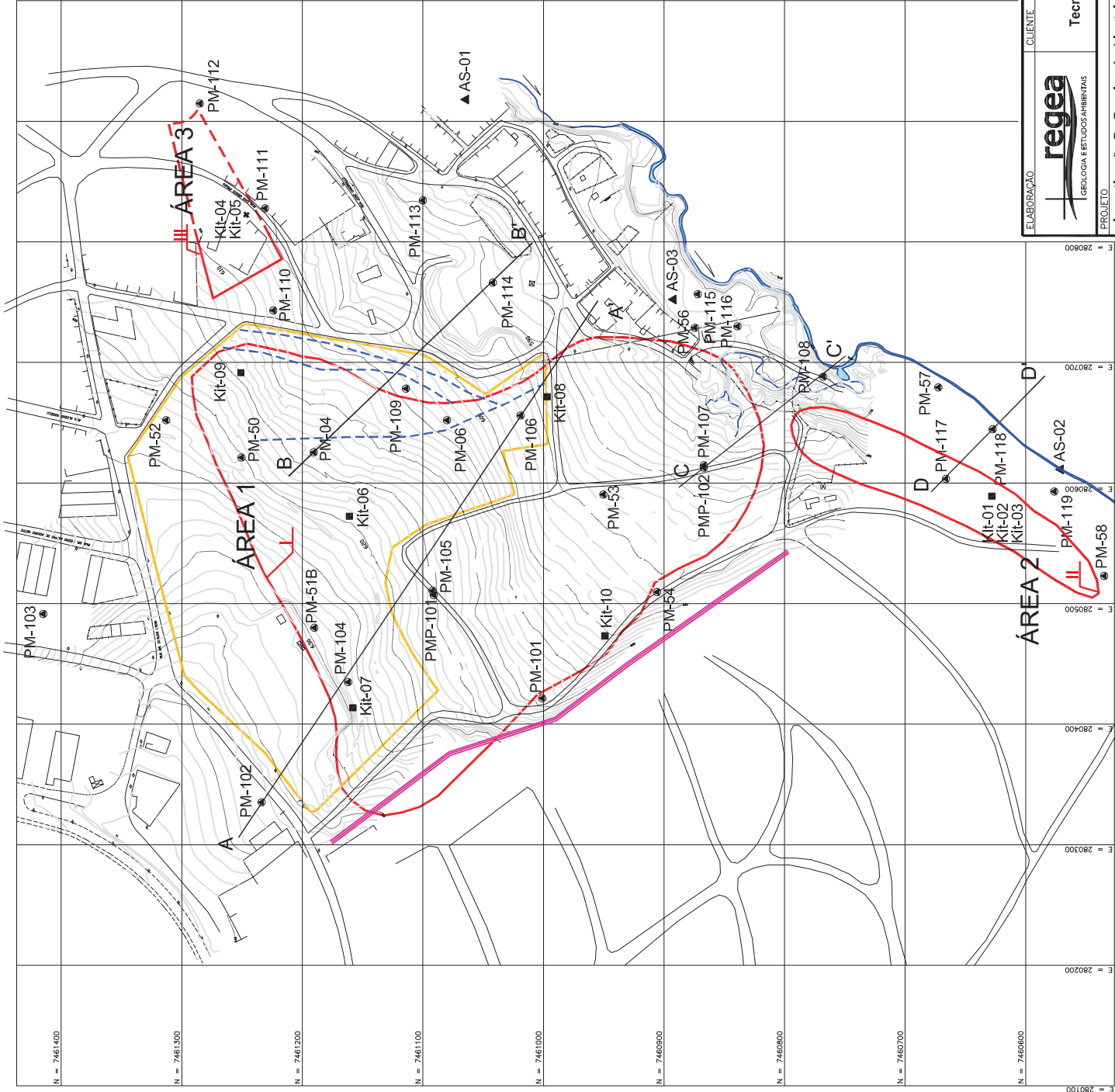
REGA GEOLOGIA E ESTUDOS AMBIENTAIS. **Investigação de Passivo Ambiental para Atendimento às Exigências da CETESB no Antigo Aterro Pirelli, Campinas – SP**. São Paulo: REGA, 2008.

REGA GEOLOGIA E ESTUDOS AMBIENTAIS. **Investigação Ambiental Detalhada, Avaliação de Risco Toxicológico à Saúde Humana e Projeto de Reabilitação do Antigo Aterro Pirelli, Campinas – SP**. São Paulo: REGA, 2009.

SALATIEL, J. R. Meio ambiente - Rio fecha maior lixão da América Latina. **Uol**. Disponível em: <https://vestibular.uol.com.br/resumo-das-disciplinas/atualidades/meio-ambiente-rio-fecha-maior-lixao-da-america-latina.htm>. Acesso em: 16 set. 2021.

VEJA. Disponível em: <https://veja.abril.com.br/politica/lixao-de-jardim-gramacho-e-fechado-no-rio-de-janeiro/>. Acesso em: 20 set. 2021.

ANEXO A – DESENHO 01



LEGENDA

- ▲ PM-50 Poço de monitoramento raso (Reslic, 2003)
- ▲ PM-06 Poço de monitoramento raso (Geolock, 1994)
- ▲ PM-100 Poço de monitoramento raso (Regea, 2008)
- ▲ PMP-101 Poço de monitoramento profundo (Regea, 2008)
- Kit-01 Ponto de amostragem de resíduos (Regea, 2008)
- ▲ AS Ponto de coleta de amostra de água superficial (Regea, 2008)
- Limite da área de resíduos
- Limite inferior da área de resíduos
- Curvas de Nível
- Antigas valas de infiltração
- Futura adutora
- Localização de seção hidrogeológica
- Área cercada do aterro
- × Localização interfeita

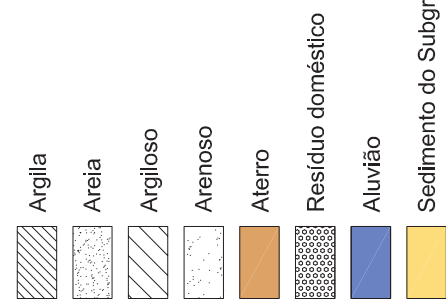
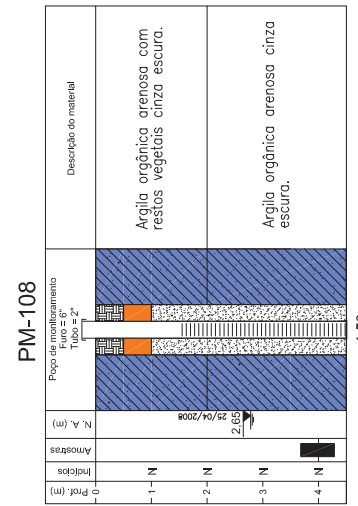
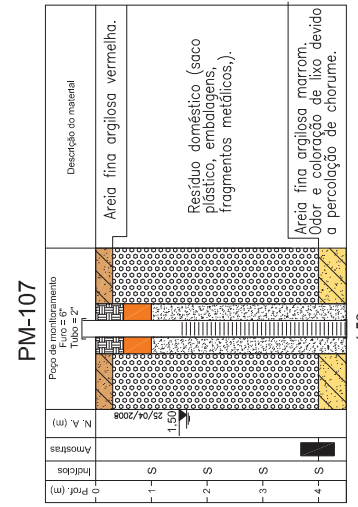
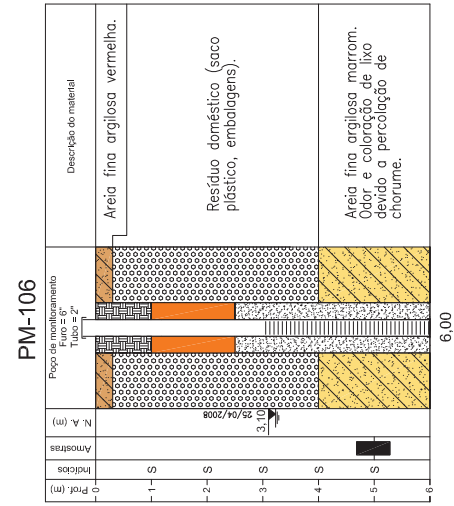
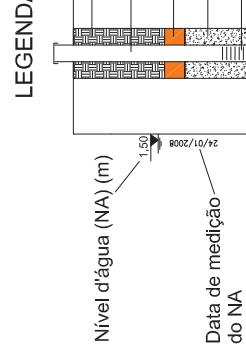
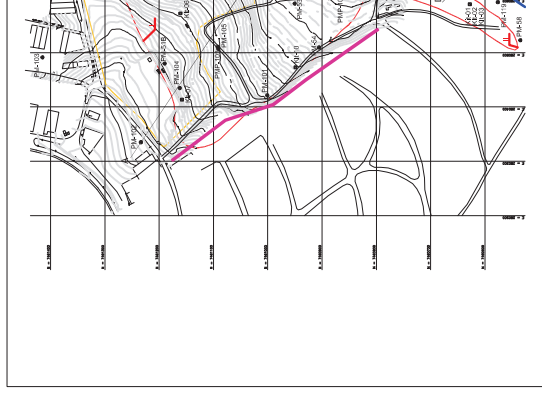
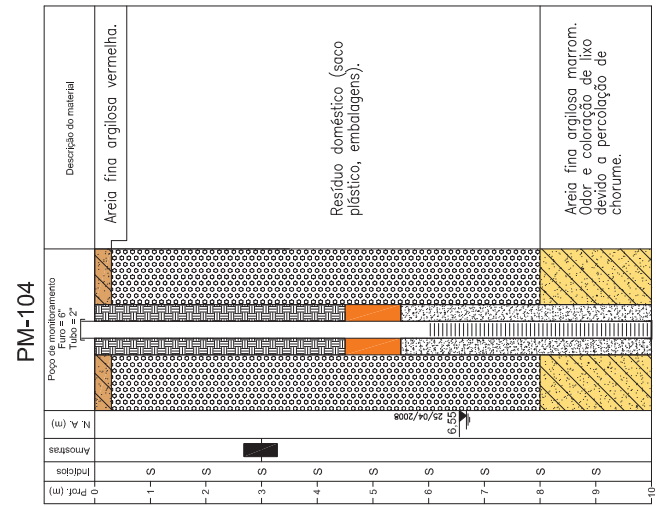
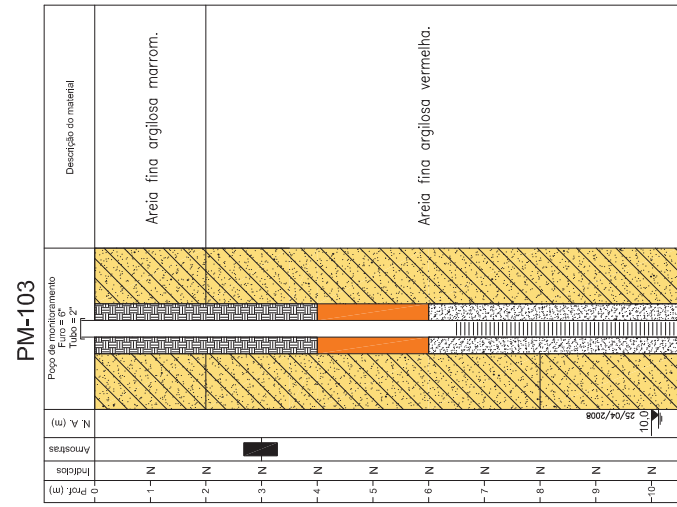
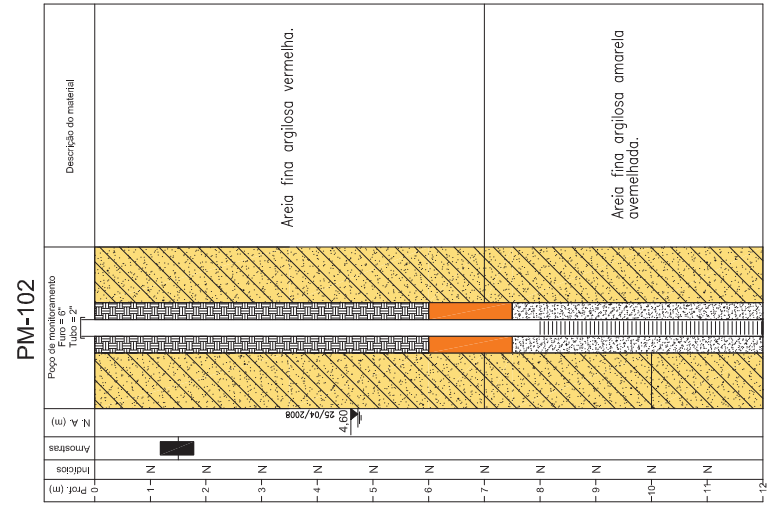
0 50 100 150

FONTE: Levantamento Planialtimétrico realizado por Cavalcante Agrimensura Ltda, 2007

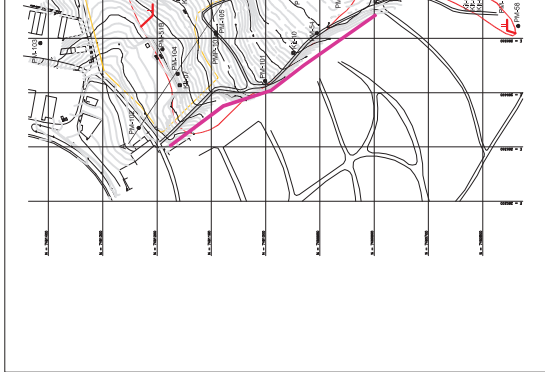
ELABORAÇÃO	CLIENTE	TÍTULO
regea GEOLOGIA E ESTUDOS AMBIENTAIS	TECAM Tecnologia Ambiental	Localização dos pontos investigados
PROJETO	RESPONSÁVEL TÉCNICO	DATA
Investigação De Passivo Ambiental para Atendimento Às Exigências CETESB no Antigo Aterro Pirelli, no Município de Campinas, SP.	Oswaldo Y. Iwasa CREA 06005/18079	17/09/08
	VERIFICAÇÃO	ESCALA
	Mirna	1:3500
	CFCA	DESENHO
		01

ANEXO B – DESENHO 02

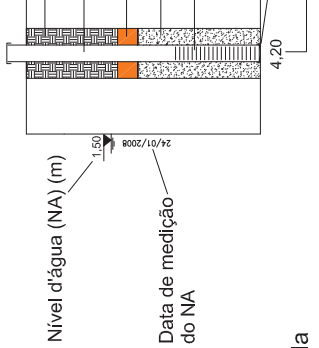
material	
osa cinza.	
osa marrom.	
a cinza claro	
esbranquiçada.	
material	
osa vermelha.	
ástico (saco lagers).	
osa marrom. so de lixo ção de	



ELABORAÇÃO	CLIENTE	TI
regea GEOLOGIA E ESTUDOS AMBIENTAIS	TECAM Tecnologia Ambiental	
PROJETO	Investigação de Passivo Ambiental para Atendimento às Exigências CETESB no Antigo Aterro Pirelli, no Município de Campinas, SP.	Ri

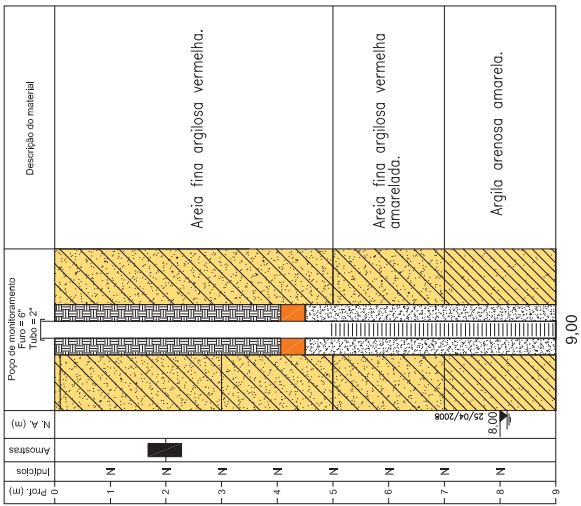


LEGENDA

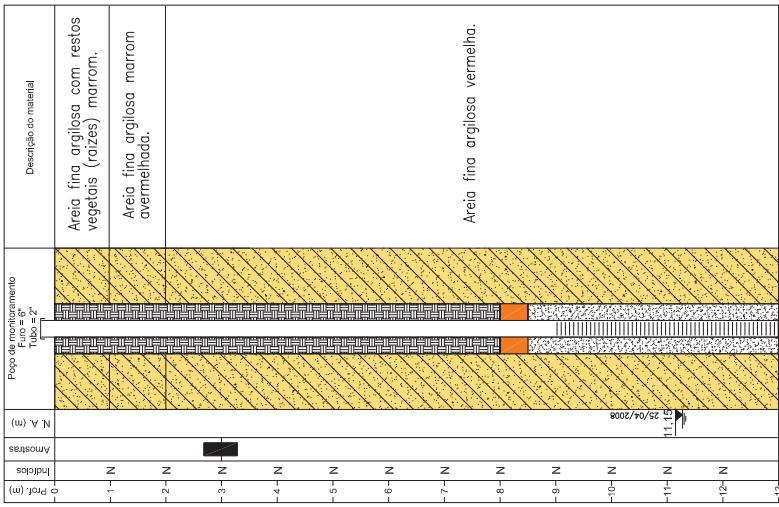


- Argila
- Areia
- Argiloso
- Arenoso
- Aterro
- Aluvião
- Sedimento do Subgrupo Itararé

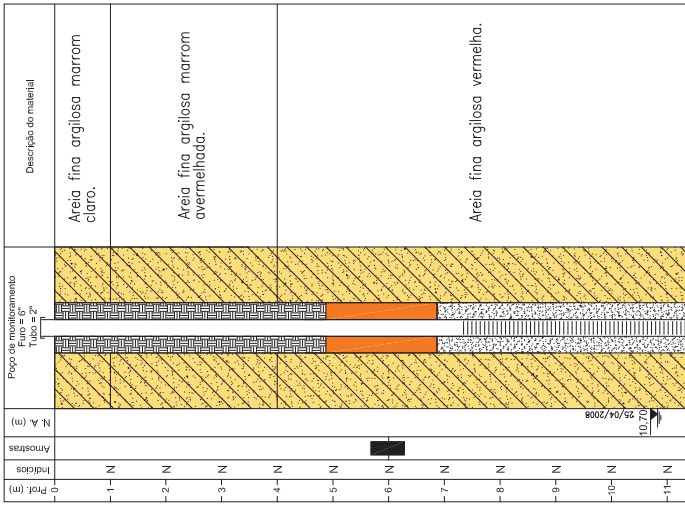
PM-112



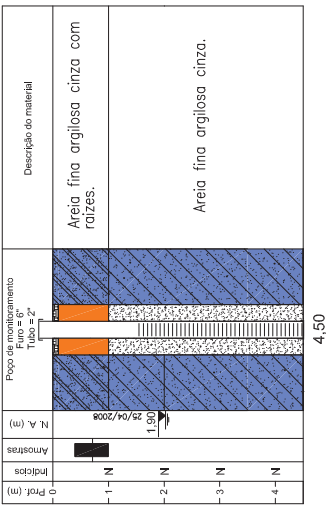
PM-111



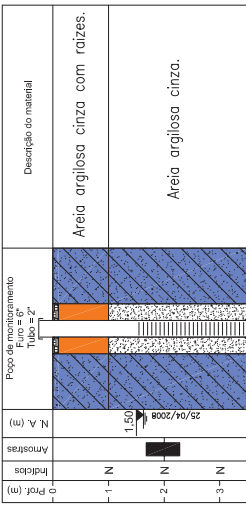
PM-110



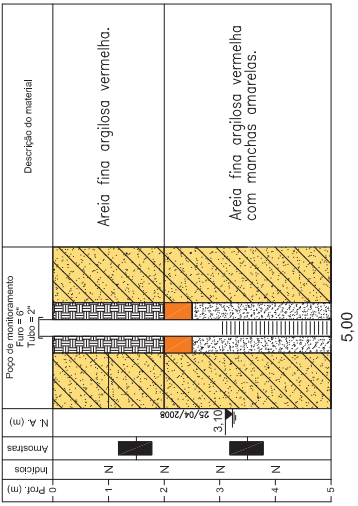
PM-116



PM-115



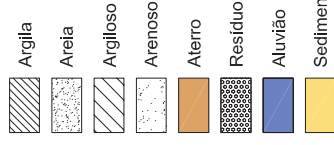
PM-114



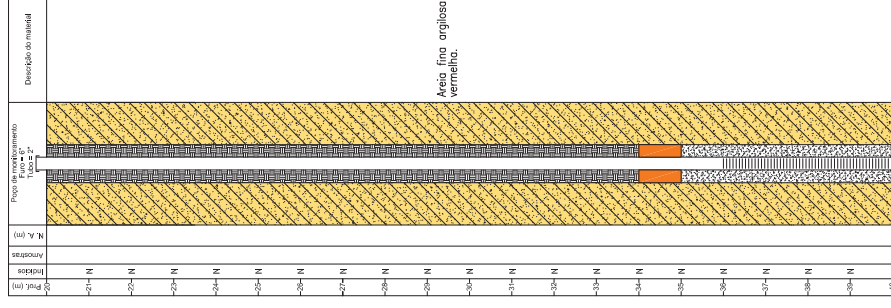
LOCY



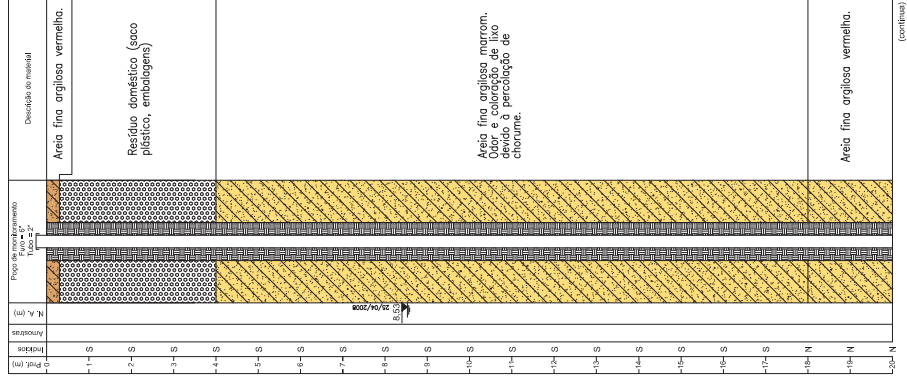
Nível d'água (NA) (m)

Data de medição
do NA

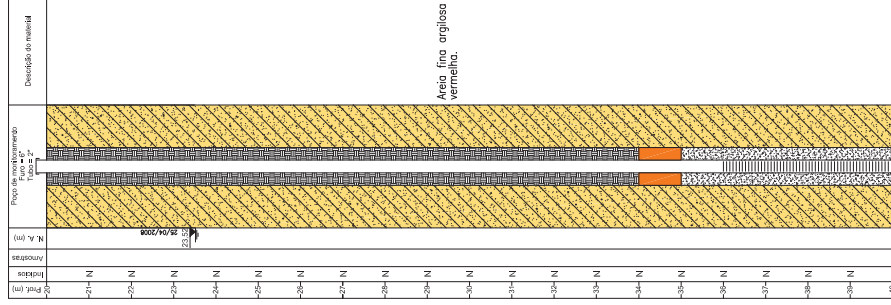
PMP-102 (continuação)



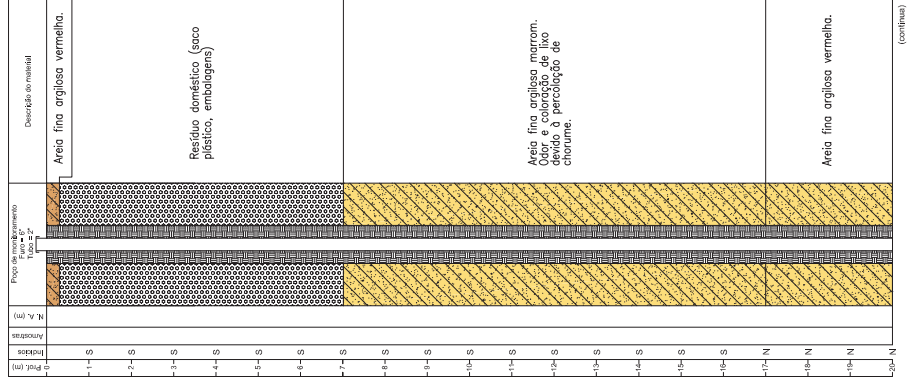
PMP-102



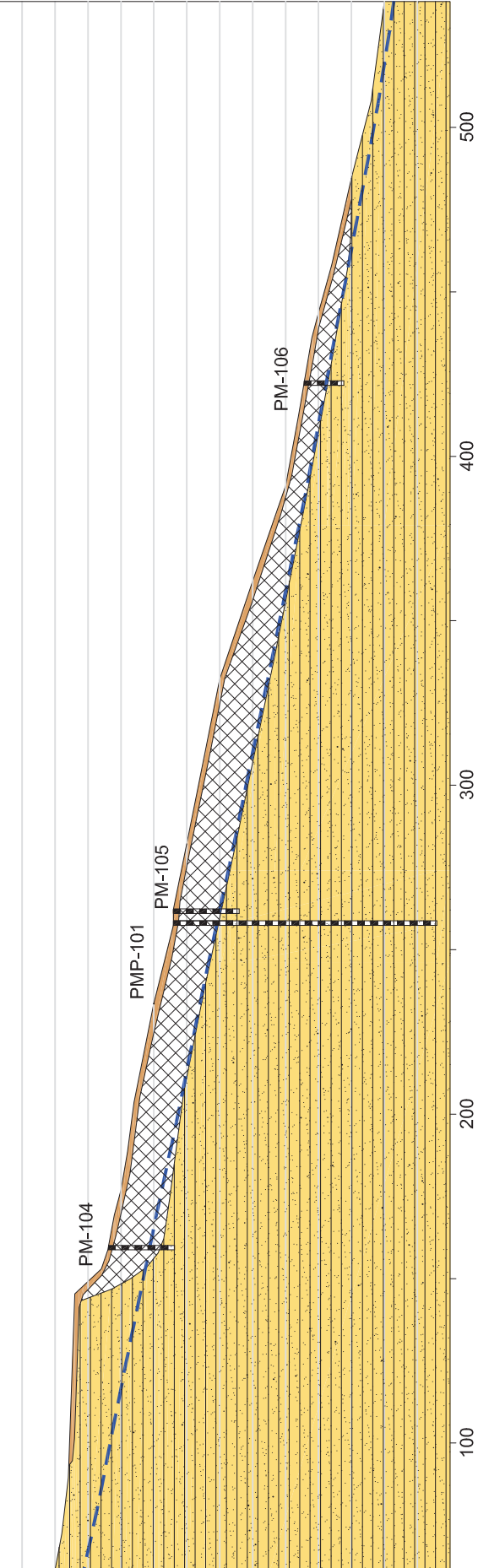
PMP-101 (continuação)



PMP-101



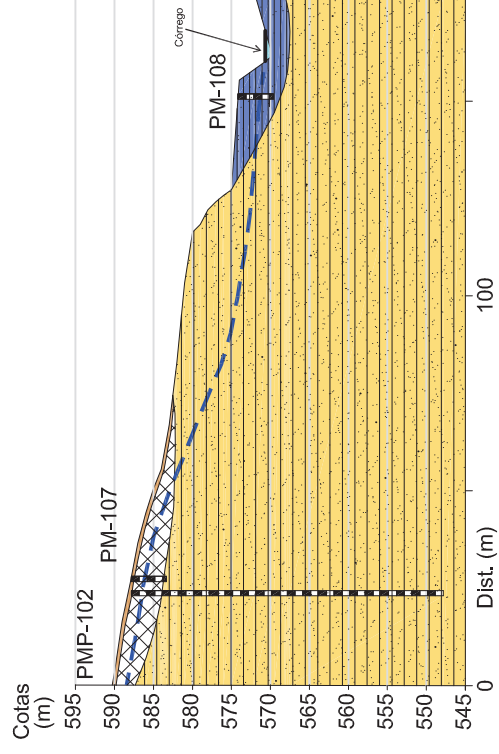
ANEXO C – DESENHO 03



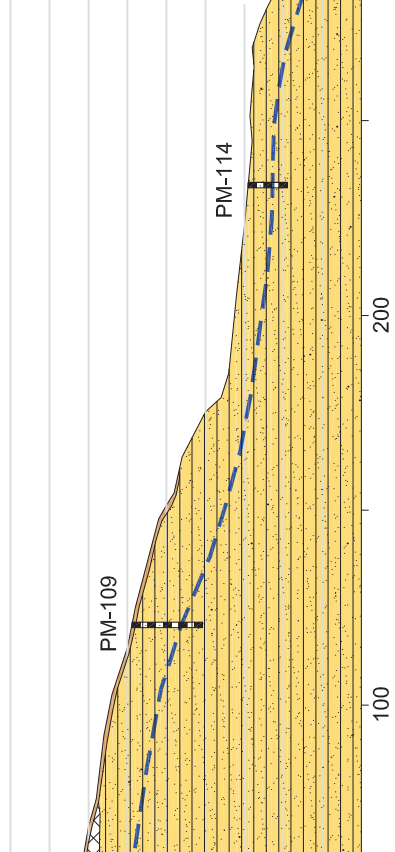
LEGENDA

- Aterro: areia fina argilosa
- Aluvião: argila orgânica
- Resíduo: embalagem cores variadas, pedaços madeira, fragmentos
- Sedimentos da Bacia Itararé: areia fina argilosa com estruturas cruzadas
- NA (nível d'água)

SEÇÃO C-C'



SEÇÃO B-B'



ANEXO D – DESENHO 04

Kit 4 - mg/L	
30/05/08	
Parâmetros	Resultados
Alumínio	0,4
Índice de Fenóis	0,4
Sulfato	300
Surfactantes	2,5

Kit 5 - mg/L	
30/05/08	
Parâmetro	Resultado
Alumínio	1,5
Ferro	0,812
Manganês	0,25
Sulfato	342
Surfactantes	3,2

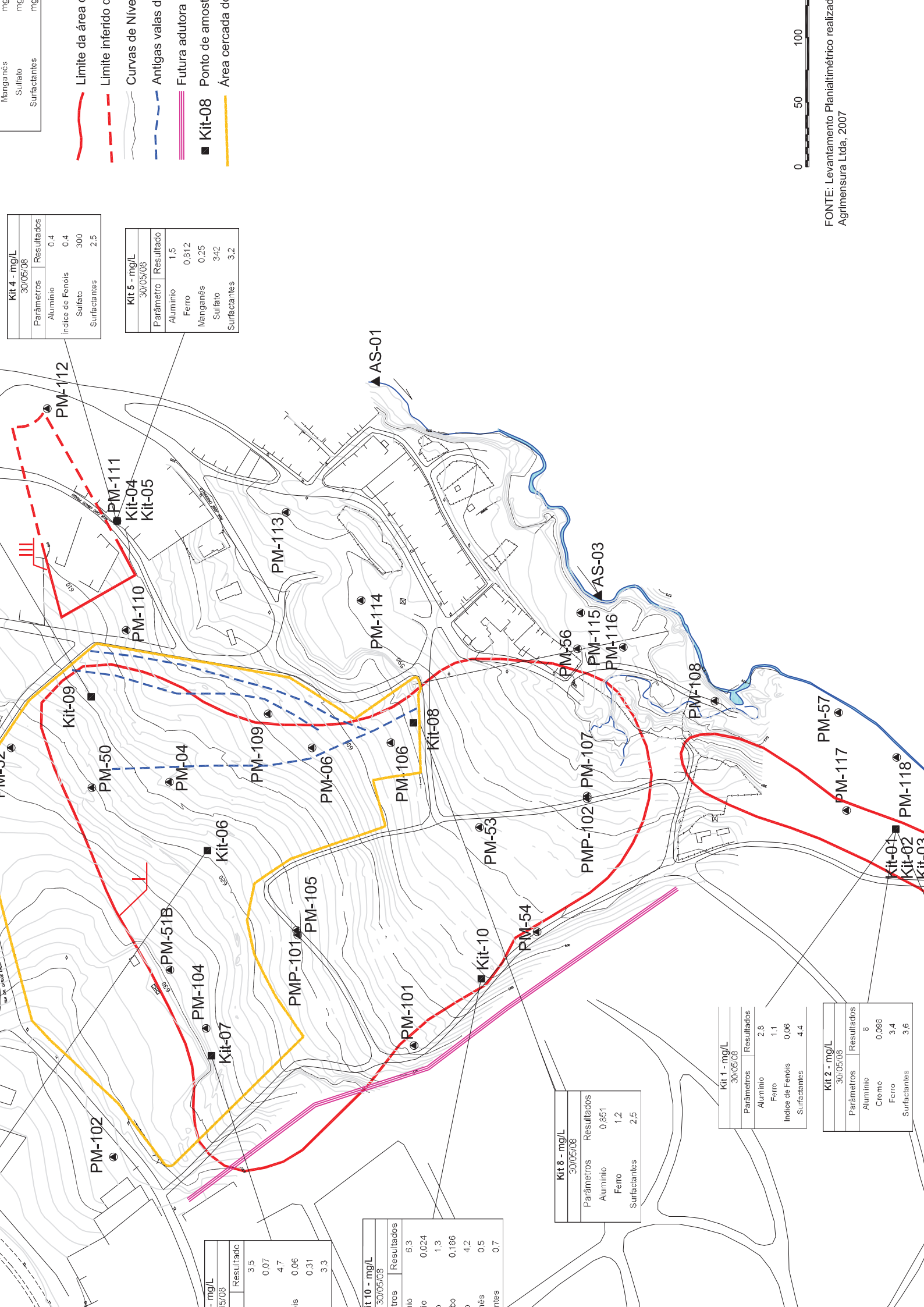
- mg/L		
5/08		
	Resultado	
		3,5
		0,07
		4,7
is		0,06
		0,31
		3,3

It 10 - mg/L		
30/05/08		
Itros	Resultados	
Itros	6.3	
Itros	0.024	
Itros	1.3	
Itros	0.186	
Itros	4.2	
Itros	0.5	
Itros	0.7	

Kit 8 - mg/L	
30/05/08	
Parâmetros	Resultados
Alumínio	0,851
Ferro	1,2
Surfactantes	2,5

Parâmetros	Resultados
Alumínio	2,8
Ferro	1,1
Índice de Fenois	0,06
Surfactantes	4,4

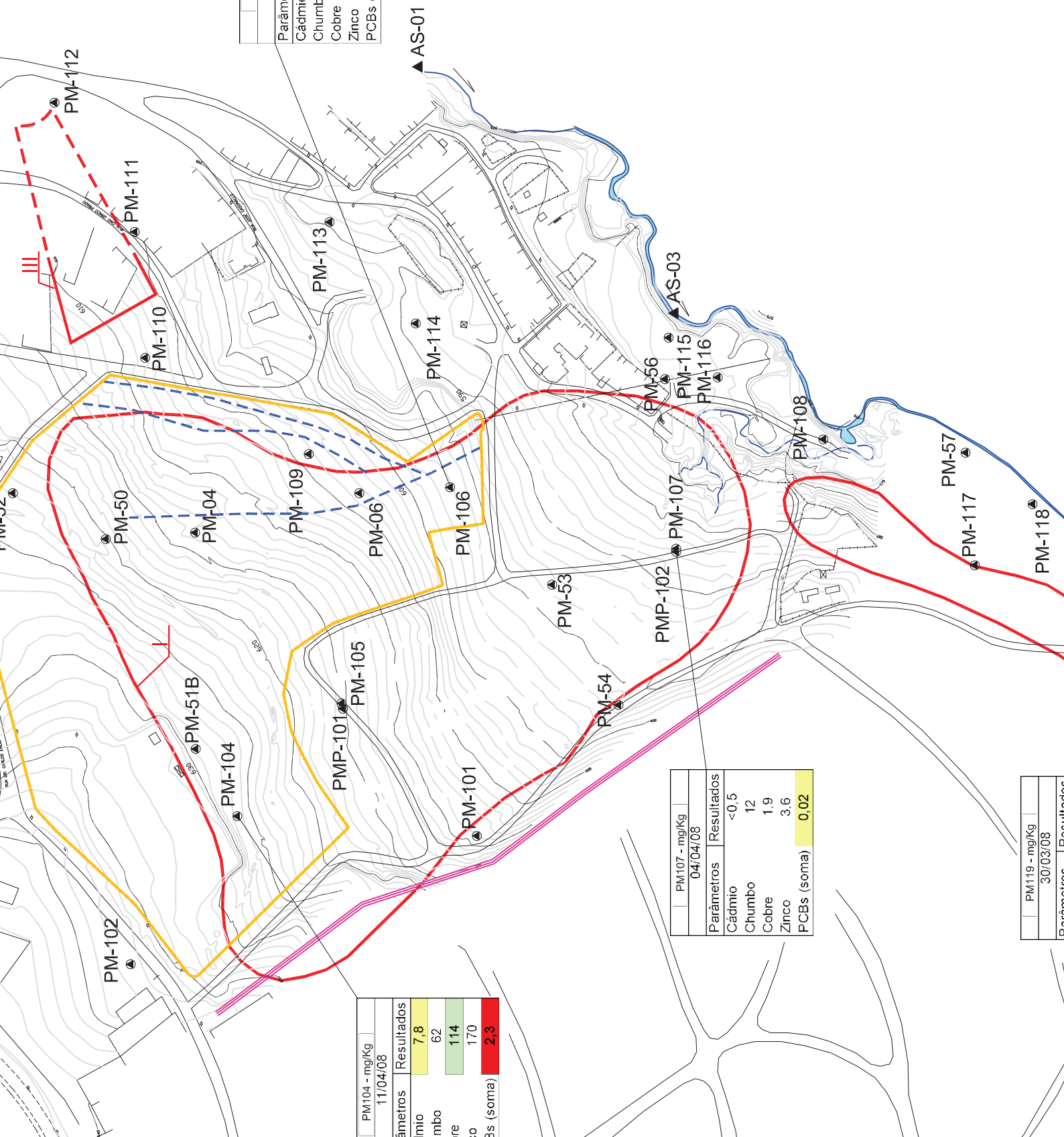
Kit 2 - mg/L		
30/05/08		
Parâmetros	Resultados	
Alumínio	8	
Cromo	0,098	
Ferro	3,4	
Surfactantes	3,6	



FONTE: Levantamento Planialtimétrico realizado
Agrimensura Ltda, 2007

ANEXO E – DESENHO 05

Chumbo	17	72
Cobre	35	60
Zinco	60	300
PCBs (soma)	na	0,0003



PM106 - mg/Kg	29/03/08
Parâmetros	Resultados
Cádmio	<0,4
Chumbo	6
Cobre	23
Zinco	27
PCBs (soma)	0,13

PM104 - mg/Kg	11/04/08
Parâmetros	Resultados
Cádmio	7,8
Chumbo	62
Cobre	114
Zinco	170
PCBs (soma)	2,3

PM107 - mg/Kg	04/04/08
Parâmetros	Resultados
Cádmio	<0,5
Chumbo	12
Cobre	1,9
Zinco	3,6
PCBs (soma)	0,02

PM119 - mg/Kg	30/03/08
Parâmetros	Resultados

- ▲ PM-103 Ponto de amostragem
- Limite da área de influência
- - - Limite inferior da área de influência
- Curvas de Nível
- - - Antigas valas de drenagem
- Futura adutora
- Área cercada do projeto



ANEXO F – DESENHO 06

Bário - mg/L
Cádmio - mg/L
Ferro - mg/L
Manganês - mg/L
Zinco - mg/L
Nitrato (comoN) - mg/L
DBO - mg/L até 5 dias a 20°C

AS1A	
06/06/08	
Parâmetros	Resultados
Óleos e Graxas - mg/L	1
Coliformes Fecais - P/Aem100mL	Presentes
Coliformes Totais - P/Aem100mL	Presentes
Ferro - mg/L	0.31
Manganês - mg/L	0.37

AS1B	
06/06/08	
Parâmetros	Resultados
Óleos e Graxas - mg/L	1
Coliformes Fecais - P/Aem100mL	Presentes
Coliformes Totais - P/Aem100mL	Presentes
Ferro - mg/L	0.41
Manganês - mg/L	0.35
DBO - mg/L até 5 dias a 20°C	15

AS3A	
06/06/08	
Parâmetros	Resultados
Óleos e Graxas - mg/L	2
Nitrogênio Amomiacal - mg/L	9,6
Coliformes Fecais - P/Aem100mL	Presentes
Coliformes Totais - P/Aem100mL	Presentes
Prata - mg/L	0,15
Arsênio - mg/L	0,028
Bário - mg/L	23,3
Cádmio - mg/L	0,001
Ferro - mg/L	15,9
Manganês - mg/L	31,2
Zinco - mg/L	1,7
Nitrato (comoN) - mg/L	42,4
DBO - mg/L até 5 dias a 20°C	13

AS3B	
06/06/08	
Parâmetros	Resultados
Óleos e Graxas - mg/L	1
Nitrogênio Amomiacal - mg/L	10
Coliformes Fecais - P/Aem100mL	Presentes
Coliformes Totais - P/Aem100mL	Presentes
Manganês - mg/L	0,53
DBO - mg/L até 5 dias a 20°C	9,1

AS2A	
06/06/08	
Parâmetros	Resultados
Óleos e Graxas - mg/L	2
Coliformes Fecais - P/Aem100mL	Presentes
Coliformes Totais - P/Aem100mL	Presentes
Tricloroeteno - (mg/L)	1,1
Alumínio - mg/L	0,17
Ferro - mg/L	0,68
Manganês - mg/L	0,44
DBO - mg/L até 5 dias a 20°C	11

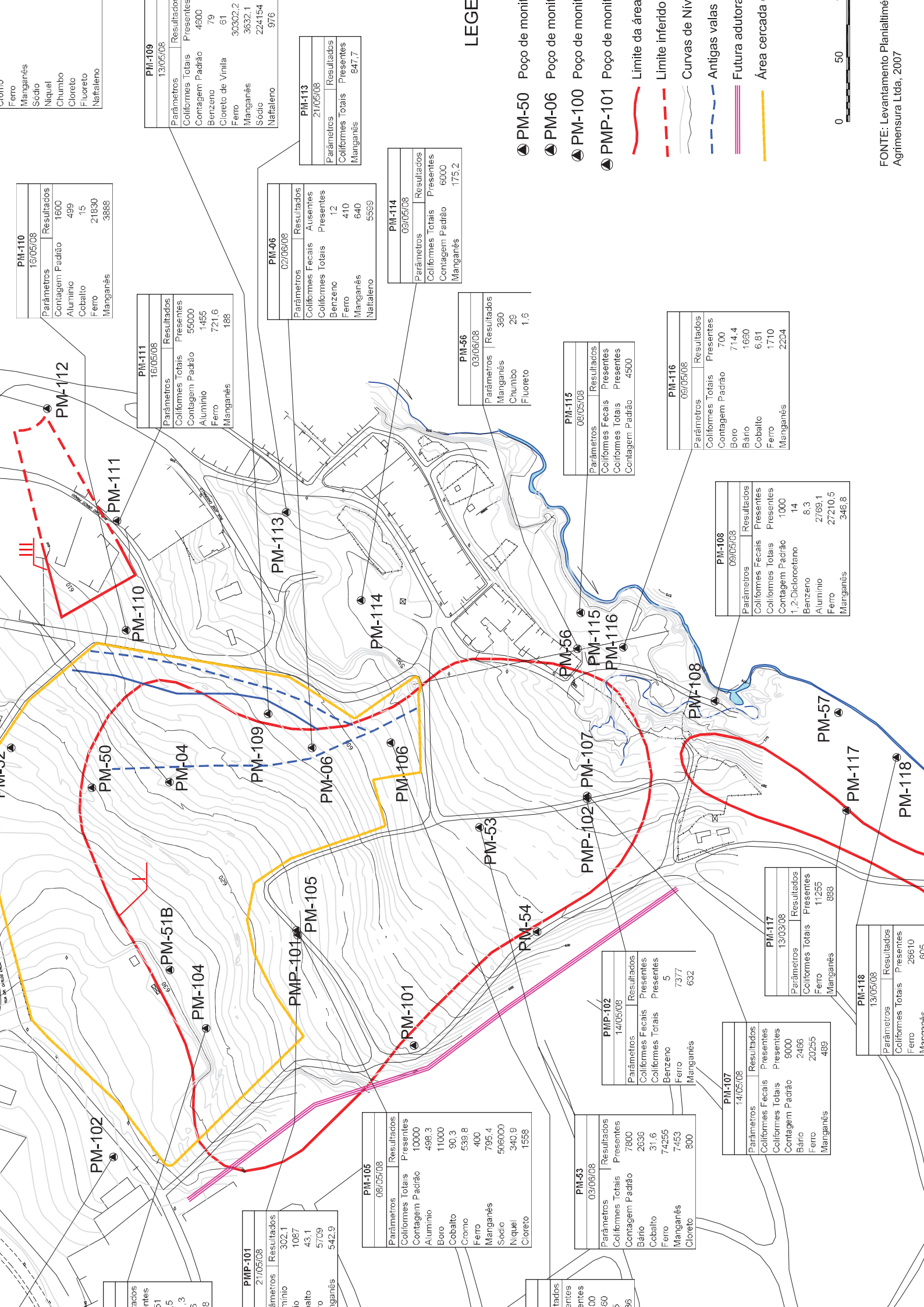
AS2B	
06/06/08	
Parâmetros	Resultados
Óleos e Graxas - mg/L	1

LEG

- ▲ AS
- Ponto de superficial
- Limite da área
- Limite inferior
- Curvas de nível
- Antigas valetas
- Futura adução
- Área cercada

0 50

ANEXO G – DESENHO 08



PM-110	
16/05/08	
Parâmetros	Resultados
Contagem Padrão	1600
Alumínio	499
Cobalto	15
Ferro	21830
Manganês	3888

PM-111	
16/05/08	
Parâmetros	Resultados
Coliformes Totais	Presentes
Contagem Padrão	55000
Alumínio	1455
Ferro	721.6
Manganês	188

PM-109	
13/05/08	
Parâmetros	Resultados
Coliformes Totais	Presentes
Contagem Padrão	4600
Benzeno	79
Cloreto de Vinila	61
Ferro	30302.2
Manganês	3632.2
Sódio	224154
Natraleno	976

PM-113	
21/05/08	
Parâmetros	Resultados
Coliformes Totais	Presentes
Manganês	847.7

PM-06	
02/06/08	
Parâmetros	Resultados
Coliformes Fecais	Ausentes
Coliformes Totais	Presentes
Benzeno	12
Ferro	410
Manganês	640
Natraleno	5589

PM-114	
09/05/08	
Parâmetros	Resultados
Coliformes Totais	Presentes
Contagem Padrão	6000
Manganês	175.2

PM-56	
03/06/08	
Parâmetros	Resultados
Manganês	360
Chumbo	29
Fluoreto	1.6

PM-115	
08/05/08	
Parâmetros	Resultados
Coliformes Fecais	Presentes
Coliformes Totais	Presentes
Contagem Padrão	4500

PM-116	
09/05/08	
Parâmetros	Resultados
Coliformes Totais	Presentes
Contagem Padrão	700
Boro	714.4
Bário	1660
Cobalto	6.81
Ferro	1710
Manganês	2204

PM-108	
09/05/08	
Parâmetros	Resultados
Coliformes Fecais	Presentes
Coliformes Totais	Presentes
Contagem Padrão	1000
1,2-Dicloroetano	14
Benzeno	6.3
Alumínio	2769.1
Ferro	27210.5
Manganês	346.8

PM-117	
13/03/08	
Parâmetros	Resultados
Coliformes Totais	Presentes
Ferro	11255
Manganês	888

PM-118	
13/05/08	
Parâmetros	Resultados
Coliformes Totais	Presentes
Ferro	26610
Manganês	605

PM-107	
14/05/08	
Parâmetros	Resultados
Coliformes Fecais	Presentes
Coliformes Totais	Presentes
Contagem Padrão	9000
Bário	2466
Ferro	20255
Manganês	489

PMP-102	
14/05/08	
Parâmetros	Resultados
Coliformes Fecais	Presentes
Coliformes Totais	Presentes
Benzeno	5
Ferro	7377
Manganês	632

PM-53	
03/06/08	
Parâmetros	Resultados
Coliformes Totais	Presentes
Contagem Padrão	7800
Bário	2636
Cobalto	31.6
Ferro	74255
Manganês	7453
Cloreto	800

PM-105	
08/05/08	
Parâmetros	Resultados
Coliformes Totais	Presentes
Contagem Padrão	10000
Alumínio	498.3
Boro	11000
Cobalto	90.3
Cromo	539.8
Ferro	400
Manganês	795.4
Sódio	506000
Níquel	340.9
Cloreto	1558

PMP-101	
21/05/08	
Parâmetros	Resultados
Alumínio	302.1
Cobalto	1087
Ferro	43.1
Manganês	5709
Natraleno	542.9

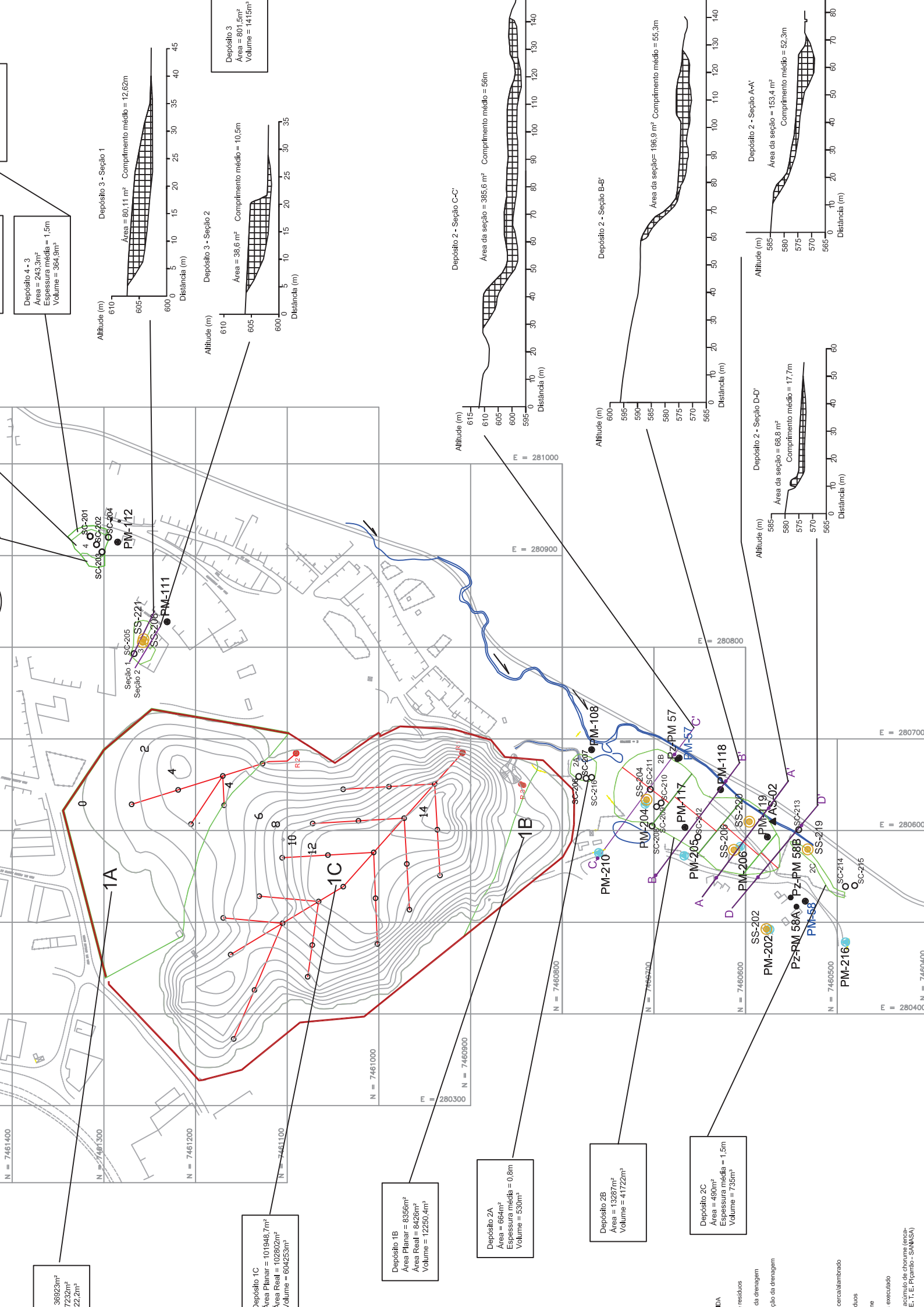
PM-102	
16/05/08	
Parâmetros	Resultados
Alumínio	51
Cobalto	15
Ferro	3
Manganês	3
Natraleno	8

LEGE

- PM-50 Poço de monitoramento
- PM-06 Poço de monitoramento
- PM-100 Poço de monitoramento
- PMP-101 Poço de monitoramento
- Limite da área
- Limite inferido
- Curvas de Nível
- Antigas valas
- Futura adutora
- Área cercada



ANEXO H – DESENHO 7.1



ANEXO I – AUTORIZAÇÃO DO DIRETOR DO DLU



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINAS
SECRETARIA MUNICIPAL DE SERVIÇOS PÚBLICOS
DEPARTAMENTO DE LIMPEZA URBANA

Assunto: Pesquisa Técnica Acadêmica

Eu, Alexandre Gonçalves, diretor do Departamento de Limpeza Urbana da Secretaria Municipal de Serviços Públicos – Prefeitura Municipal de Campinas, venho por meio desse autorizar a estudante Gabriela Barbosa Marteleto, portadora do CPF nº 394.029.698-88 e RG nº 43.304.896-7, a ter acesso a todos os relatórios, projetos e documentação técnica referentes ao Aterro Pirelli, tanto da Regea quanto da CSD Geoklock, para fins de elaboração de Trabalho de Conclusão de Curso do MBA em Gestão de Áreas contaminadas, Desenvolvimento Urbano Sustentável e Revitalização de Brownfields.

Atenciosamente

Alexandre Gonçalves
Diretor Departamento de Limpeza Urbana - SMSP

ANEXO J – DECLARAÇÃO DE VISTA DE PROCESSO FÍSICO

DECLARAÇÃO

A

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO

Eu, Galvina Barbosa Martileto, RG nº 43.304.896-7,
domiciliado à Rua Padre Vieira, nº 603,
complemento apto. 31, bairro Piedade,
cidade Compinas, estado de São Paulo,
telefone para contato (15) 99768-8208,
venho por meio desta, solicitar e obter:

☒ Vistas ao processo nº PA 00338/92

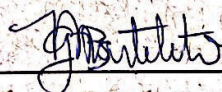
☐ Extraídas cópias fotográficas e/ou Escaneadas das folhas nº _____

☐ Solicito cópias xerográficas das folhas nºs _____

Retirei as cópias solicitadas em ____/____/____. Ass.: _____

Declaro não utilizar as informações colhidas para fins comerciais, sob as penas da lei civil, penal, de direito autoral e de propriedade industrial, com a obrigação de, se divulgadas, por qualquer meio, fazer referência à fonte.

Data: 20/09/2021



Assinatura do requerente