RELATÓRIO DE INVESTIGAÇÃO DETALHADA, AVALIAÇÃO DE RISCO À SAÚDE HUMANA E PLANO DE INTERVENÇÃO NA AI-01 E INVESTIGAÇÃO DETALHADA DE GASES

ESCOLA DE ARTES, CIÊNCIAS E HUMANIDADES DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - USP LESTE

(Rua Arlindo Bettio, nº 1000, Vila Guaraciaba, São Paulo – SP – CEP: 03828-000)

MA/12936/14/BLS

São Paulo, fevereiro de 2014.

Servmar Serviços Técnicos Ambientais Ltda.
Av. Ceci, 2206 – Planalto Paulista – São Paulo/SP – CEP: 04065-004 – Fone: (11) 5070-6955

SUMÁRIO

ÍNDICE DE CAPÍTULOS

1. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS 10
2. INFORMAÇÕES PRELIMINARES 12
2.1. RESUMO HISTÓRICO DA ÁREA DE INTERESSE 12
2.2. CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO REGIONAL 44
3. ATIVIDADES E MÉTODOS 46
3.1. INVESTIGAÇÃO DETALHADA DE GASES 49
3.1.1. Sondagens de investigação 49
3.1.2. Instalação de poços de monitoramento de gases 63
3.1.3. Medição *in situ* de gases 70
3.1.4. Teste de estanqueidade 71
3.2. INVESTIGAÇÃO DETALHADA, AVALIAÇÃO DE RISCO E PLANO DE INTERVENÇÃO NA AI-01 72
3.2.1. Levantamento das características do uso e ocupação do solo 72
3.2.2. Sondagens de investigação e cubagem 72
3.2.3. Amostragem de solo para medição de vapores orgânicos 75
3.2.4. Amostragem de solo para análises químicas e geotécnicas 76
3.2.5. Instalação de poços de monitoramento 82
3.2.6. Levantamento altimétrico e medidas de nível estabilizado da água subterrânea 85
3.2.7. Amostragem de água subterrânea para análises químicas 85
3.2.8. Ensaios de permeabilidade 87
3.2.9. Padrões de referência ambiental 88
3.2.10. Modelo numérico de evolução das plumas 89
3.2.11. Avaliação de risco à saúde humana 90
3.2.12. Plano de Intervenção 91
3.3. MODELO CONCEITUAL 92
4. RESULTADOS OBTIDOS NA INVESTIGAÇÃO DETALHADA DE GASES 93
4.1. MEDIÇÃO *IN SITU* DE VAPORES ORGÂNICOS 94
4.1.1. Módulo Inicial (Conjunto Didático) 95
4.1.2. Edifício I-1 97
4.1.3. Auditórios (Edifício I-3) 99
4.1.4. Biblioteca (Edifício I-3) 103

4.1.5. Conjunto laboratorial 105
4.1.6. Edifício I-4 111
4.1.7. Enfermaria 114
4.1.8. Incubadora 114
4.1.9. CAT 117
4.1.10. Laranjinha 119
4.1.11. Ginásio 121
4.2. TESTES DE ESTANQUEIDADE 121
5. RESULTADOS OBTIDOS NA INVESTIGAÇÃO DETALHADA E AVALIAÇÃO DE RISCO NA AI-01 127
5.1. RESULTADOS DAS CARACTERÍSTICAS DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO 127
5.2. RESULTADOS DO SOLO 129
5.2.1. Medições de vapores orgânicos *in situ* 129
5.2.2. Litologia 134
5.2.3. Análises químicas e geotécnicas 135
5.3. RESULTADOS DA ÁGUA SUBTERRÂNEA 145
5.3.1. Hidrogeologia 145
5.3.2. Características físico-químicas das águas subterrâneas 176
5.3.3. Análises químicas 179
5.4. PROGNÓSTICO DE EVOLUÇÃO DAS PLUMAS 182
5.5. RESULTADOS DA AVALIAÇÃO DE RISCO TOXICOLÓGICO À SAÚDE HUMANA 184
5.5.1. Coleta e avaliação de dados 184
5.5.1.1. Resultados analíticos 184
5.5.1.2. Características do meio físico 185
5.5.1.3. Resumo dos resultados da caracterização do uso e ocupação do solo 187
5.5.2. Avaliação da exposição 188
5.5.2.1. Avaliação das Substâncias Químicas de Interesse (SQI) 188
5.5.2.2. Cenários de Exposição 189
5.5.2.3. Quantificação das doses de ingresso 192
5.5.3. Análise da toxidade 193
5.5.4. Caracterização do risco 194
5.5.4.1. Avaliação das incertezas 195
5.5.5. Concentrações Máximas Aceitáveis (CMA) 196
5.6. PLANO DE INTERVENÇÃO 196

6. MODELO CONCEITUAL 200
7. CONCLUSÕES E PLANO DE TRABALHOS FUTUROS 220
7.1. RESUMO HISTÓRICO E CONCLUSÃO RESUMIDA DOS RESULTADOS DAS ANÁLISES QUÍMICAS DE SOLO 220
7.2. CONCLUSÃO RESUMIDA DOS RESULTADOS DAS ANÁLISES QUÍMICAS DE ÁGUA SUBTERRÂNEA 221
7.3. CONCLUSÃO DOS RESULTADOS DAS MEDIÇÕES DE GASES NO INTERIOR DAS EDIFICAÇÕES 221
7.4. ESCOPO TÉCNICO DOS SERVIÇOS FUTUROS 223
7.4.1. Levantamento das características do uso e ocupação do solo no entorno 225
7.4.2. Levantamento dos dados regionais sobre o meio físico 225
7.4.3. Sondagens de investigação ambiental 225
7.4.4. Amostragem de solo para medição de vapores orgânicos 228
7.4.5. Amostragem de solo para análises químicas e geotécnicas 228
7.4.6. Instalação de poços de monitoramento da água subterrânea 229
7.4.7. Levantamento georreferenciado e medição de nível estabilizado da água subterrânea 230
7.4.8. Ensaios de permeabilidade 232
7.4.9. Amostragem de água subterrânea 233
7.4.10. Interpretação dos resultados analíticos 234
7.4.11. Sondagens e instalação de poços de monitoramento de gases 235
7.4.12. Acondicionamento adequado dos resíduos gerados durante os trabalhos ambientais 237
7.4.13. Modelagem de transporte para 5 e 10 anos 237
7.4.14. Avaliação de Risco Toxicológico à Saúde Humana 238
7.4.15. Plano de intervenção 239
7.4.16. Elaboração de Relatório Técnico 240
7.4.17. Caracterização analítica e licenciamento dos resíduos 241
7.4.18. Remoção e acondicionamento 242
7.4.19. Transporte 243
7.4.20. Destinação final e fornecimento de documentação comprobatória 243
7.4.21. Reaterro e plantio de gramíneas 243
7.4.22. Relatório de gestão de resíduos 243
7.4.23. Medição de vapores nos poços de monitoramento de gases 244
7.4.24. Relatórios técnicos de monitoramento de gases 244
7.4.25. Acompanhamento do processo junto à CETESB 245
8. EQUIPE TÉCNICA 246
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 247

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Mapa de localização da USP LESTE 11
Figura 2.1.1.a. Levantamento aerofotogramétrico temporal 1958 - 1962 36
Figura 2.1.1.b. Levantamento aerofotogramétrico temporal 1972 - 1981 37
Figura 2.1.1.c. Levantamento aerofotogramétrico temporal 1994 - 2001 38
Figura 2.1.1.d. Levantamento aerofotogramétrico temporal 2004 - 2005 39
Figura 2.1.1.e. Levantamento aerofotogramétrico temporal 2006 - 2007 40
Figura 2.1.1.f. Levantamento aerofotogramétrico temporal 2008 - 2009 41
Figura 2.1.1.g. Levantamento aerofotogramétrico temporal 2011 - 2012 42
Figura 2.1.1.d. Levantamento aerofotogramétrico temporal 2013 43
Figura 3.1. Croqui das instalações da USP LESTE e localização das áreas de interesse 48
Figura 3.1.1.1. Croqui das instalações do Módulo Inicial (Conjunto Didático) na USP LESTE 51
Figura 3.1.1.2. Croqui das instalações do Edifício I-1 (Parte 1) na USP LESTE 52
Figura 3.1.1.3. Croqui das instalações do Edifício I-1 (Parte 2) na USP LESTE 53
Figura 3.1.1.4. Croqui das instalações dos Auditórios (I-3) na USP LESTE 54
Figura 3.1.1.5. Croqui das instalações da Biblioteca (I-3) na USP LESTE 55
Figura 3.1.1.6. Croqui das instalações do Conjunto Laboratorial na USP LESTE 56
Figura 3.1.1.7. Croqui das instalações do Edifício I-4 na USP LESTE 57
Figura 3.1.1.8. Croqui das instalações da Enfermaria na USP LESTE 58
Figura 3.1.1.9. Croqui das instalações da Incubadora na USP LESTE 59
Figura 3.1.1.10. Croqui das instalações do pavimento CAT na USP LESTE 60
Figura 3.1.1.11. Croqui das instalações do pavimento Laranjinha na USP LESTE 61
Figura 3.1.1.12. Croqui das instalações do Ginásio Poliesportivo na USP LESTE 62
Figura 3.1.2.1. Croqui das instalações da USP LESTE e localização dos poços de monitoramento de gases distribuídos no interior dos edifícios existentes 69
Figura 3.2.2.1. Sondagens de investigação na área AI-01 e Ginásio Poliesportivo da USP LESTE. 74
Figura 3.2.5.1. Localização dos poços de monitoramento preexistentes e instalados na área AI-01 da USP LESTE 84
Figura 4.1.1. Localização das áreas edificadas e dos poços de monitoramento de gases na USP LESTE 96
Figura 4.1.1.1. Mapa com as máximas isoconcentrações de metano detectadas no Módulo Inicial (Conjunto Didático) 98
Figura 4.1.2.1. Mapa com as máximas isoconcentrações de metano detectadas no Edifício I-1 (Parte 1) 100
Figura 4.1.2.2. Mapa com as máximas isoconcentrações de metano detectadas no Edifício I-1 (Parte 2) 101
Figura 4.1.3.1. Mapa com as máximas isoconcentrações de metano detectadas nos Auditórios do I-3 102

Figura 4.1.4.1. Mapa com as máximas isoconcentrações de metano detectadas na Biblioteca do I-3 104
Figura 4.1.5.1. Mapa com as máximas isoconcentrações de metano detectadas no Conjunto Laboratorial 106
Figura 4.1.6.1. Mapa com as máximas isoconcentrações de metano detectadas no Edifício I-4 112
Figura 4.1.7.1. Mapa com as máximas isoconcentrações de metano detectadas na Enfermaria 115
Figura 4.1.8.1. Mapa com as máximas isoconcentrações de metano detectadas na Incubadora 116
Figura 4.1.9.1. Mapa com as máximas isoconcentrações de metano detectadas no pavimento CAT 118
Figura 4.1.10.1. Mapa com as máximas isoconcentrações de metano detectadas no pavimento Laranjinha 120
Figura 4.1.11.1. Mapa com as máximas isoconcentrações de metano detectadas no Ginásio Poliesportivo 122
Figura 5.1.1. Mapeamento do uso e ocupação do solo no entorno da USP LESTE 128
Figura 5.2.3.1. Mapa de isoconcentrações de PCB (total) no solo superficial na área AI-01 139
Figura 5.2.3.2. Mapa de isoconcentrações de PCB (total) no solo subsuperficial na área AI-01 140
Figura 5.3.1.1. Mapa potenciométrico da porção superior do aquífero na USP LESTE (03/01/2014) 148
Figura 5.3.1.2. Mapa potenciométrico da porção inferior do aquífero na USP LESTE (03/01/2014) 149
Figura 5.3.1.3. Seção hidrogeológica A-A' (03/01/2014) 150
Figura 5.3.1.4. Seção hidrogeológica B-B' (03/01/2014) 151
Figura 5.3.1.5. Seção hidrogeológica C-C' (03/01/2014) 152
Figura 5.3.1.6. Seção hidrogeológica D-D' (03/01/2014) 153
Figura 5.3.1.7. Seção hidrogeológica E-E' (03/01/2014) 154
Figura 5.3.1.8. Seção hidrogeológica F-F' (03/01/2014) 155
Figura 5.3.1.9. Seção hidrogeológica G-G' (03/01/2014) 156
Figura 5.3.1.10. Seção hidrogeológica H-H' (03/01/2014) 157
Figura 5.3.1.11. Seção hidrogeológica I-I' (03/01/2014) 158
Figura 5.3.1.12. Seção hidrogeológica J-J' (03/01/2014) 159
Figura 5.3.1.13. Seção hidrogeológica K-K' (03/01/2014) 160
Figura 5.3.1.14. Seção hidrogeológica L-L' (03/01/2014) 161
Figura 5.3.1.15. Seção hidrogeológica M-M' (03/01/2014) 162
Figura 5.3.1.16. Seção hidrogeológica N-N' (03/01/2014) 163
Figura 5.3.1.17. Seção hidrogeológica O-O' (03/01/2014) 164
Figura 5.3.1.18. Seção hidrogeológica P-P' (03/01/2014) 165
Figura 5.3.1.19. Seção hidrogeológica Q-Q' (03/01/2014) 166
Figura 5.3.1.20. Seção hidrogeológica R-R' (03/01/2014) 167
Figura 5.3.1.21. Seção hidrogeológica S-S' (03/01/2014) 168
Figura 5.3.1.22. Seção hidrogeológica T-T' (03/01/2014) 169

Figura 5.3.1.23. Seção hidrogeológica U-U' (03/01/2014) 170
Figura 5.3.1.24. Seção hidrogeológica V-V' (03/01/2014) 171
Figura 5.3.1.25. Seção hidrogeológica X-X' (03/01/2014) 172
Figura 5.3.1.26. Seção hidrogeológica Y-Y' (03/01/2014) 173
Figura 5.6.1. Área de restrição para instalação de poços de captação de água subterrânea no aquífero livre, destinada ao consumo humano. 199
Figura 6.1. Isoconcentrações de metano na seção geológica transversal A-A' no Módulo Inicial (Conjunto Didático) 201
Figura 6.2. Isoconcentrações de metano na seção geológica transversal B-B' no Módulo Inicial (Conjunto Didático) 202
Figura 6.3. Isoconcentrações de metano na seção geológica transversal C-C' no Módulo Inicial (Conjunto Didático) 203
Figura 6.4. Isoconcentrações de metano na seção geológica transversal A-A' no Conjunto Laboratorial 204
Figura 6.5. Isoconcentrações de metano na seção geológica transversal B-B' no Conjunto Laboratorial 205
Figura 6.6. Isoconcentrações de metano na seção geológica transversal C-C' no Conjunto Laboratorial 206
Figura 6.7. Isoconcentrações de metano na seção geológica transversal A-A' no Edifício I-4 207
Figura 6.8. Isoconcentrações de metano na seção geológica transversal A-A' no pavimento Laranjinha 208
Figura 6.9. Isoconcentrações de metano na seção geológica transversal A-A' no Edifício I-1 209
Figura 6.10. Isoconcentrações de metano na seção geológica transversal A-A' na Biblioteca do Edifício I-3 210
Figura 6.11. Isoconcentrações de metano na seção geológica transversal A-A' nos Auditórios do Edifício I-3 211
Figura 6.12. Isoconcentrações de metano na seção geológica transversal A-A' na Enfermaria 212
Figura 6.13. Isoconcentrações de metano na seção geológica transversal A-A' no pavimento CAT 213
Figura 6.14. Isoconcentrações de metano na seção geológica transversal A-A' na Incubadora 214
Figura 6.15. Isoconcentrações de metano na seção geológica transversal A-A' no Ginásio Poliesportivo 215
Figura 7.4.3.1. Croqui da USP LESTE e localizações previstas para as sondagens destinadas à coleta de amostras de solo 227
Figura 7.4.6.1. Localização prevista dos poços de monitoramento a serem instalados 231
Figura 7.4.11.1. Localização prevista para os poços de monitoramento de gases 236

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1. Nova nomenclatura de poços de monitoramento adotada pelo IPT em 2010 e correlação com poços preexistentes 23
Tabela 3.1.2.1.a. Características dos poços de monitoramento de gases instalados 64
Tabela 3.1.2.1.b. Características dos poços de monitoramento de gases instalados 65
Tabela 3.1.2.1.c. Características dos poços de monitoramento de gases instalados 66
Tabela 3.1.2.1.d. Características dos poços de monitoramento de gases instalados 67
Tabela 3.1.2.1.e. Características dos poços de monitoramento de gases instalados 68
Tabela 3.2.4.1. Características das amostras de solo enviadas para análises químicas 77
Tabela 3.2.4.2. Características das amostras de solo enviadas para análises químicas 78
Tabela 3.2.4.3. Características das amostras de solo enviadas para análises químicas 79
Tabela 3.2.4.4. Características das amostras de solo enviadas para análises químicas 80
Tabela 3.2.4.5. Características das amostras de solo enviadas para análises químicas 81
Tabela 3.2.5.1 Características dos poços de monitoramento instalados na AI-01 e no Ginásio Poliesportivo 83
Tabela 4.2.1.a. Resultados do teste de estanqueidade nos poços de monitoramento de gases 123
Tabela 4.2.1.b. Resultados do teste de estanqueidade nos poços de monitoramento de gases 124
Tabela 4.2.1.c. Resultados do teste de estanqueidade nos poços de monitoramento de gases 125
Tabela 4.2.1.d. Resultados do teste de estanqueidade nos poços de monitoramento de gases 126
Tabela 5.1.1. Características dos poços de captação no entorno 130
Tabela 5.2.1.1.a. Medições *in situ* de vapores orgânicos nas amostras de solo 131
Tabela 5.2.1.1.b. Medições *in situ* de vapores orgânicos nas amostras de solo 132
Tabela 5.2.1.2. Teores médios e máximos de vapores orgânicos medidos *in situ* nas amostras de solo selecionadas para análises químicas 133
Tabela 5.2.3.1. Resultados analíticos dos parâmetros físicos e físico-químicos do solo 136
Tabela 5.3.1.1. Cotas altimétricas, medidas de nível d'água e cargas hidráulicas (03/01/2014) 147
Tabela 5.3.1.2. Valores de condutividade hidráulica obtidos nos ensaios de permeabilidade – seção filtrante na porção superior 174
Tabela 5.3.1.3. Valores de condutividade hidráulica obtidos nos ensaios de permeabilidade – seção filtrante na porção inferior 175
Tabela 5.3.1.4. Velocidades calculadas para o fluxo horizontal da água subterrânea 176
Tabela 5.3.2.1. Parâmetros físico-químicos medidos *in situ* nos poços de monitoramento da USP LESTE 178
Tabela 5.4.1. Modelagem matemática de transporte das SQI nos tempos de 05 e 10 anos 183

Tabela 5.5.1.1.1. Máximas concentrações das SQI no solo superficial superiores aos padrões de referência ambiental 185
Tabela 5.5.1.1.2. Máximas concentrações das SQI no solo subsuperficial superiores aos padrões de referência ambiental 185
Tabela 5.5.2.2.1. Cenários reais de exposição identificados na área 190
Tabela 5.5.2.2.2. Cenários futuros de exposição considerados para a área 191
Tabela 5.5.2.2.3. Cenários hipotéticos de exposição considerados na área 192
Tabela 5.5.4.1.1. Avaliação das incertezas 195
Tabela 5.5.5.1. Valores de referência para as metas de remediação aplicáveis 196
Tabela 6.1. Modelo conceitual de exposição 217
Tabela 6.2. Modelo conceitual de exposição 218
Tabela 6.3. Modelo conceitual de exposição 219
Tabela 7.4.3.1. Quantitativos e profundidades previstas para as sondagens de investigação ambiental 226
Tabela 7.4.5.1. Quantitativos de amostras estimados para cada área de interesse 229
Tabela 7.4.6.1. Quantitativos e profundidades estimadas de poços de monitoramento 230
Tabela 7.4.8.1. Quantitativos de ensaios de permeabilidade previstos 232
Tabela 7.4.11.1. Quantitativos estimados e profundidades previstas dos poços de monitoramento de gases 235

ANEXOS

Anexo 1 – Anotação de Responsabilidade Técnica – ART e Declaração de Responsabilidade

Anexo 2 – Carta da Superintendência do Espaço Físico da USP - SEF

Anexo 3 – Registros Fotográficos

Anexo 4 – Perfis Litológicos das Sondagens de Investigação e Perfis Litológico-Construtivos dos Poços de Monitoramento de Gases

Anexo 5 – Cópia dos Certificados de Calibração dos Equipamentos

Anexo 6 – Cópia das Cadeias de Custódia

Anexo 7 – Planilhas de Cálculo dos Ensaios de Permeabilidade

Anexo 8 – Tabela com as Medições dos Gases de Interesse no Interior dos Edifícios da USP LESTE

Anexo 9 – Dados Extraídos do Equipamento GEM®5000

Anexo 10 – Perfis Litológicos das Sondagens de Investigação e Perfis Litológico-Construtivos dos Poços de Monitoramento

Anexo 11 – Relatórios Analíticos Laboratoriais

Anexo 12 – Tabelas com Resultados Analíticos nas Amostras de Solo

Anexo 13 – Carta do Laboratório com Restrições de Metodologia

Anexo 14 – Tabelas com Resultados Analíticos nas Amostras de Água Subterrânea

Anexo 15 – Planilhas de Modelagem Matemática de Transporte de Contaminantes

Anexo 16 – Planilhas de Avaliação de Risco à Saúde Humana

1. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

A Servmar Serviços Técnicos Ambientais Ltda. (Servmar) foi contratada pela Fundação de Apoio à Universidade de São Paulo (FUSP), em conjunto com a Superintendência do Espaço Físico da Universidade de São Paulo (SEF/USP), para a investigação do solo e da água subterrânea, avaliação de risco à saúde humana e plano de intervenção na Área de Interesse denominada de AI-01, e a investigação detalhada dos gases químicos de interesse no interior de todos os edifícios da Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo (EACH/USP), localizada na Rua Arlindo Bettio, nº 1000, no bairro Vila Guaraciaba, em São Paulo – SP.

Neste documento, a EACH/USP será denominada **USP LESTE**, cujo contrato é identificado internamente na Servmar pelo número 4841.

A **Figura 1.1.** apresenta o mapa de localização e as principais vias de acesso à área de interesse.

Os serviços executados tiveram como objetivo atender completamente a exigência 04 e parcialmente as exigências 05 e 06 expressas na Licença de Operação 2118/2012, emitida pela Agência Ambiental de Pinheiros da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) em 29 de novembro de 2012, as quais estão detalhadas abaixo:

Exig. 04 – Apresentar relatório técnico da investigação ambiental adicional no solo do ponto ST-06 da Área de Aterro 1 – (área central AI-01 localizada na porção centro sul da área da USP LESTE, entre os blocos I-1, I-3, Módulo Inicial, Ginásio de Esportes e Acesso à Estação USP Leste da CPTM, onde foi depositado solo sem a devida comunicação da CETESB), considerando varredura integral de VOCs e SVOCs, seguindo a metodologia de coleta de amostras de solo adequada para análise de VOCs e as metodologias de análise EPA 8260 e EPA 8270.

Exig. 05 – Apresentar os mapas com a delimitação da distribuição dos gases em toda a área do campus e dos mapas com a delimitação dos contaminantes, individualmente, nas águas subterrâneas.

Exig. 06 – Apresentar Avaliação de Risco à saúde humana na área da Gleba I, em função dos resultados da distribuição da contaminação, reportada no item anterior.

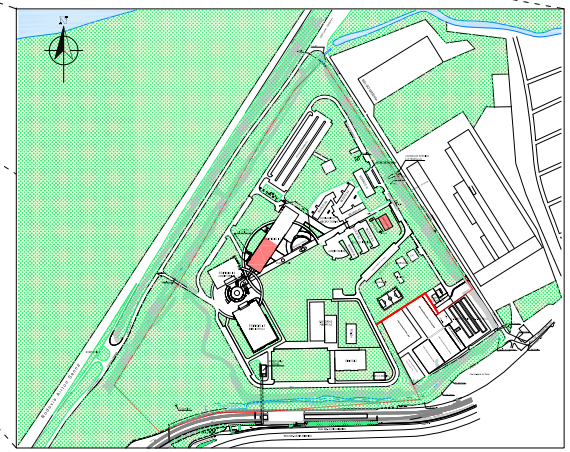
Salienta-se que adicionalmente foram contemplados também os trabalhos de investigação ambiental da área do Ginásio Poliesportivo, situado a sul da **USP LESTE**, seguindo solicitação da SEF/USP. Contudo, os resultados obtidos nesta investigação adicional não foram considerados para as etapas de avaliação de risco e plano de intervenção, visto que as mesmas foram destinadas somente para a AI-01.

Os contatos a respeito da área de interesse foram mantidos com o Arquiteto Rogério Bessa, o Professor Antônio Marcos de Aguirra Massola e o Sr. Marcos Alves, todos da SEF/USP.

O **Anexo 1** apresenta uma cópia da Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) emitida para a execução dos serviços, bem como a Declaração de Responsabilidade, conforme procedimento da CETESB (2007).

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

Figura 1.1. Mapa de localização da USP LESTE



Contrato Interno: 4841 Revisão: 00	Data de emissão do Relatório 02/2014

Servmar
AMBIENTAL & ENGENHARIA

Cliente:

USP LESTE

Rua Arlindo Bettio, nº 1000
São Paulo - SP

Desenhado por:	Ricardo Hideki
Elaborado por:	Bruno Lima
Aprovado por:	Aline Bernice

2. INFORMAÇÕES PRELIMINARES

2.1. Resumo histórico da área de interesse

Informações pertinentes ao histórico da área foram extraídas dos relatórios ambientais elaborados pela Servmar (2005a, 2005b, 2005c, 2005d, 2006, 2012, 2013a, 2013b, 2013c) e pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT (2011b, 2011c), sendo estes últimos fornecidos para consulta pela SEF/USP à Servmar. Os demais documentos foram consultados em vistas aos Processos nº SMA 13.579/2004 e 30/00510/11 na CETESB, em suas Agências de Pinheiros e do Tatuapé (CLE).

1958 a 1962 - A área atualmente ocupada pela **USP LESTE** possuía uma densa cobertura vegetal, exceto nas porções sul e sudoeste, que estavam desmatadas. Nas fotos aéreas consultadas não foram observadas quaisquer atividades antrópicas no local, com exceção de uma indústria de cerâmica na porção sudoeste da atual **USP LESTE**. Salienta-se que não há informações disponíveis sobre o período de instalação e atividade desta indústria.

Foi possível verificar a presença de meandros abandonados do rio Tietê a norte, na área da **USP LESTE**.

Ao contrário do contexto geral da região, não é visível qualquer tipo de extração de areia na área da **USP LESTE**. As inúmeras cavas exploratórias localizavam-se, nesta época, no entorno da área. O rio Tietê seguia seu curso normal (i.e. ainda não havia sido retificado).

No terreno imediatamente a leste da **USP LESTE** já havia uma edificação industrial (antiga Companhia Siderúrgica Belgo-Mineira). Também foram constatadas edificações industriais a sul da **USP LESTE**.

1972 - Foi possível notar o crescimento de vegetação na porção sul e o desmatamento nas porções norte, nordeste e leste da **USP LESTE**. A indústria de cerâmica ainda continuava em atividade no local.

No entorno notou-se a ampliação das edificações industriais nos terrenos situados a leste e a sul da área de interesse, bem como uma ocupação residencial a sudeste.

1981 - A porção norte e a porção situada no extremo sudoeste da área foram desmatadas, enquanto na porção sul crescia uma vegetação. Provavelmente os meandros abandonados do rio Tietê que foram constatados na porção norte da área da **USP LESTE**, nas fotos aéreas das décadas de 50 a 70, foram aterrados. Aparentemente a indústria de cerâmica não estava mais em operação no local.

O rio Tietê estava no início de seu processo de retificação, mais era possível observar seus meandros e aparentemente ainda seguia seu curso normal. A Rodovia Ayrton Senna (antiga Rodovia dos Trabalhadores) estava em construção.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

No entorno nota-se nova ampliação das edificações industriais nos terrenos situados a leste e a sul da área de interesse, bem como uma densa ocupação residencial a sul e a sudeste.

1994 - A atual área da **USP LESTE** estava com pouca área verde e aparentemente com terreno aterrado e aplainado. Aparentemente a indústria de cerâmica não estava mais em operação no local. O curso do rio Tietê estava em processo final de retificação.

Segundo informações de um antigo morador da região, durante as obras de desassoreamento e retificação do rio Tietê, toda a região de seu entorno imediato, que ainda não estava ocupada, recebeu o solo das dragagens do leito desse rio.

Este fato pode ser confirmado pelos diques observados na foto aérea de 1994, que dividem a **USP LESTE** em subáreas. Estes diques correspondem a uma configuração comum em locais onde funcionavam "bota-fora" de resíduos, sobretudo para os sedimentos provenientes das dragagens do leito do rio Tietê.

Também, durante os trabalhos ambientais realizados na atual área da **USP LESTE**, constatou-se sobre o terreno original de planície fluvial, o aterro oriundo da dragagem do leito do rio Tietê, o qual atingia em 2003 até 8,0 m de espessura e era composto predominantemente por areia (fina a média) e matéria orgânica, havendo argila e silte em menor proporção, e presença de materiais antropogênicos, entre os quais, plásticos, garrafas, fragmentos de piso de ardósia e pneus.

No entorno nota-se uma nova ampliação das edificações industriais nos terrenos situados a leste e a sul da área de interesse, bem como uma densa ocupação residencial a sul e a sudeste.

A Rodovia Ayrton Senna (antiga Rodovia dos Trabalhadores) já se encontrava em operação.

2001 - A área da **USP LESTE** apresentava vegetação rasteira e claros indícios de aterramento. O rio Tietê já estava retificado.

Dezembro de 2003 – A EMES – Engenharia e Mecânica dos Solos S/C Ltda. (EMES) executou sondagens de investigação na **USP LESTE**, cujos resultados constam no Relatório Ambiental Preliminar (RAP) apresentado pela Prefeitura da Universidade de São Paulo (PUSP, 2003).

Constatou-se que, sobre o terreno original de planície fluvial, foi disposta uma camada de material alóctone, a qual na época atingia até 8,0 m de espessura e era composta predominantemente por areia (fina a média), havendo argila e silte em menor proporção. Ademais, foram caracterizados entulhos diversos, entre os quais plásticos, garrafas e pneus. Tais áreas foram descritas como limitadas em todo o seu perímetro por diques de contenção, estando entre 1,5 m e 3,0 m acima dos terrenos adjacentes.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

No RAP, foram apresentados aspectos morfológicos, hidrológicos, geológicos e geotécnicos das áreas das Glebas I e II concedidas pelo Governo Estadual para construção da **USP LESTE**. Por fim, a PUSP (2003) considerou o local ideal para implantação do projeto.

2003 – O Governo do Estado de São Paulo doou uma área de 1.240.578 m^2 para a **USP LESTE**. Essa área pôde ser subdividida em duas glebas, sendo que a Gleba I possuía 258.000 m^2 e estava destinada à implantação das obras civis, e a Gleba II possuía 982.578 m^2 e estava destinada à implantação de Projetos Específicos de Recuperação Ambiental.

2004 – A CEMA Consultoria em Meio Ambiente S/C Ltda. (CEMA, 2004) foi contratada pela Prefeitura do campus da Universidade de São Paulo para investigação ambiental do solo e da água subterrânea de uma área específica da **USP LESTE**.

Foram coletadas 05 amostras de solo na franja capilar e 05 amostras de água subterrânea para análises de benzeno, tolueno, etilbenzeno e xilenos (BTEX), hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (PAH), pesticidas organoclorados e metais.

Embora tenha sido salientada a presença de alguns Compostos Orgânicos Semi-Voláteis (SVOC) - naftaleno, fenantreno, fluorantreno, pireno, benzo(a)antraceno, benzo(b)fluoranteno e criseno - em amostras de solo (S-01, S-02, S-03 e S-05), tais concentrações não ultrapassaram os valores de intervenção determinados pela CETESB (2001).

Em relação às amostras de água, foram quantificados teores de alguns metais acima dos padrões ambientais: alumínio, antimônio, chumbo, cobalto, cromo, ferro, manganês e níquel. Todavia, foi ressaltado que a maioria desses elementos ocorre de forma natural, relacionada à lixiviação dos solos e à alteração das rochas.

Recomendou-se complementar a investigação confirmatória em outras áreas a partir da complementação da avaliação preliminar, por meio de relatório aerofotogramétrico multitemporal, além de se realizar uma investigação detalhada para a delimitação da das concentrações de metais identificadas acima do padrão ambiental.

14 de abril de 2004 – Na imagem aérea dessa data é possível notar a presença da chaminé da atividade de cerâmica que foi anteriormente executada no extremo sudoeste da **USP LESTE**. O restante da área apresenta vegetação rasteira, inclusive sobre o aterro.

15 de abril de 2004 – Solicitação do licenciamento ambiental para a área da **USP LESTE**, por meio da apresentação do RAP (PUSP, 2003) do terreno de interesse.

26 de maio de 2004 – O Departamento Estadual de Proteção de Recursos Naturais (DPRN) da Secretaria do Meio Ambiente (SMA) emitiu o Parecer Técnico Florestal nº 012/04, sobre a viabilidade de implantação da **USP LESTE** na área das Glebas I e II e as interferências ambientais previstas pelo projeto.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

As Glebas I e II são classificadas como inseridas em Área de Proteção Ambiental (APA) da várzea do rio Tietê. O DPRN considerou viável o empreendimento da **USP LESTE**, e concluiu que não haveria interferências em Áreas de Preservação Permanente (APP).

09 de junho de 2004 – Foi concedida a Licença Prévia (LP) nº 00736/04 à **USP LESTE** para a instalação e funcionamento das obras previstas nas áreas das Glebas I e II. A LP declarava que, ao ser feito o pedido da Licença Ambiental de Instalação (LI), deveriam ser apresentadas informações acerca da investigação do solo e da água subterrânea locais, monitoramento da qualidade do rio e que o material terroso a ser disposto no campus deveria ser oriundo de local licenciado.

2005 a 2008 – Início das obras de construção do campus da **USP LESTE**, as quais foram concluídas no ano de 2008.

Para tanto, foi realizada a terraplanagem do terreno pela empresa Alano Serviços de Terraplanagem, a qual ganhou a licitação destinada a este fim.

Posteriormente, durante as sondagens para a execução da fundação destinada à construção das edificações, foi observado um “flash”, indicando a presença de gás inflamável no subsolo.

Devido a este fato, antes da construção dos pisos das edificações destinadas à atividade da universidade, com exceção do pavimento Laranjinha, Incubadora e CAT, foi colocada uma camada de brita abaixo dos pisos térreos dos mesmos e instalado um conjunto de drenos horizontais, para favorecer a troca de ar, segundo correspondência da SEF/USP apresentada no **Anexo 2**. Toda a tubulação elétrica foi posicionada somente nas laterais das edificações, e não sob o piso, de modo preventivo.

13 de janeiro de 2005 – Em carta nº MLE 001/2005.C, a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP) estabeleceu, conjuntamente com a Coordenadoria do Espaço Físico da USP (COESF, atual SEF/USP), os serviços de fornecimento de água potável e de eliminação de resíduos sanitários na **USP LESTE**.

Ficou prevista a adução de água potável sob o leito da Companhia Paulista de Trens Metropolitanos (CPTM), com adutora a ser implantada margeando as instalações da indústria siderúrgica ArcelorMittal Aços Longos (antiga Companhia Siderúrgica Belgo-Mineira) e entrando na área da **USP LESTE**.

Atualmente, toda a água utilizada no campus da **USP LESTE** continua a ser proveniente do abastecimento da SABESP.

Em relação à eliminação de resíduos sanitários, definiu-se, também em 2005, a implantação de estação elevatória de esgotos dentro do próprio campus, a qual deveria atender à eliminação de todos os esgotos de todas as edificações previstas para a área da USP LESTE, devendo ser instalada próxima à Avenida Assis Ribeiro. Salienta-se que a estação se encontra instalada e operante no local previsto.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

25 de abril de 2005 – A **USP LESTE** assinou junto à Coordenadoria de Licenciamento Ambiental e de Proteção de Recursos Naturais (CPRN) o Termo de Ajustamento de Conduta (TAC). Este estabeleceu as condicionantes ambientais para que o licenciamento ambiental da área do campus pudesse ser regularizado.

26 de abril de 2005 – A CETESB concedeu à **USP LESTE** a Licença de Instalação (LI) nº 00331/05, com validade de 12 meses, relativa à construção da fundação dos edifícios I1, I2, I3 e Central de Serviços (atual I4), e a Licença de Operação (LO) nº 00172/05, com validade de 06 meses, para as unidades já construídas do Módulo Inicial, Posto Policial, Guarita e Conselho Administrativo Técnico - CAT.

Maio a Outubro de 2005 – A Servmar realizou o diagnóstico ambiental na área da **USP LESTE** (Servmar, 2005a, 2005b, 2005c, 2005d).

Os trabalhos envolveram a realização de levantamento do histórico, monitoramento do índice de explosividade nas caixas de passagem, mapeamento de gases no solo (*soil gas survey*), levantamento geofísico da área, sondagens de reconhecimento e instalação de poços de monitoramento, amostragem do solo e das águas subterrâneas, ensaios de permeabilidade nos poços de monitoramento e levantamento topográfico.

Os resultados do mapeamento *in situ* de gases no solo (*soil gas survey)* indicaram teores de vapores orgânicos maiores que 10.000 ppm, através de equipamento programado para não excluir o gás metano. Para as medições realizadas com equipamento programado para exclusão de metano, os valores máximos encontrados foram 1.000 ppm. Verificou-se também que os maiores teores apresentaram-se em maiores profundidades.

Esses dados sugeriram que a provável fonte dos vapores orgânicos detectados na área da **USP LESTE** estava relacionada à decomposição da matéria orgânica presente no material de aterro oriundo da dragagem do leito do rio Tietê, bem como do próprio material da várzea desse rio que constitui as camadas geológicas naturais do terreno. Estas maiores concentrações foram associadas principalmente à capacidade do meio em trapear o gás gerado no solo.

As análises químicas indicaram concentrações do composto benzo(b)fluoranteno acima dos padrões ambientais na amostra de solo proveniente da sondagem ST-05 (localizada no centro norte do edifício I-3). Para os metais, foram detectadas concentrações de arsênio, ferro total, fosfato total e vanádio acima dos valores de intervenção (CETESB, 2001) em diversos pontos da **USP LESTE**.

As análises químicas efetuadas em amostras de água subterrânea indicaram concentrações superiores aos padrões ambientais dos compostos fluoranteno (na amostra do poço PM-05, localizado no centro norte do edifício I-3), criseno, benzo(b)fluoranteno e benzo(a)fluoranteno (na amostra do poço PM-09, localizado a sul do edifício do Módulo Inicial) e fenol (nas amostras dos poços PM-01, PM-03, PM-04, PM-04A, PM-05, PM-10 e PM-24, localizados principalmente no edifício I-3 e a sudoeste do edifício I-1).

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

Dentre os resultados analíticos de metais para a água subterrânea, caracterizaram-se concentrações superiores aos valores de referência na área apenas para os metais bário (PM-08 e PM-03, situados respectivamente, próximo ao CAT e próximo do edifício I-4), cobalto e níquel (PM-19, localizado a sul do edifício I-2).

Concluiu-se que as concentrações dos compostos orgânicos e inorgânicos verificadas na área da **USP LESTE** associavam-se provavelmente ao uso pretérito do terreno de receber materiais de aterro das antigas dragagens do leito do rio Tietê.

Neste relatório foram recomendadas as seguintes ações: a execução da investigação da presença de gases nas áreas onde forem construídas novas edificações; a implantação de sistemas de drenos, exaustão e tratamento de gases nos locais que apresentarem anomalias de gases; o detalhamento horizontal e vertical, através de sondagens e poços de monitoramento, dos pontos que apresentaram concentrações acima dos padrões ambientais; a inclusão da análise de Bifenilas Policloradas (PCB), conforme acordado e protocolado na Secretaria do Meio Ambiente, em 01 de setembro de 2005; a análise química das águas dos poços de abastecimentos situados no terreno irregular, na região oeste da Gleba I (próximo à chaminé) para os parâmetros da Portaria n° 518 (Ministério da Saúde do Brasil, 2004),

18 de julho de 2005 – A CETESB emitiu o Parecer Técnico nº 077/ESCA/05, após a análise dos três primeiros relatórios técnicos emitidos pela Servmar naquele ano (Servmar 2005a, 2005b, 2005c), a pedido do Departamento de Avaliação de Impacto Ambiental (DAIA).

A CETESB concordou que seria necessária a implantação de sistemas de remoção de gases e vapores nos edifícios, devido à detecção metano, entre outros gases. Ademais, recomendou a investigação detalhada da área devido às Substâncias Químicas de Interesse (SQI) detectadas acima dos padrões ambientais, bem como a realização da avaliação de risco à saúde humana.

29 de dezembro de 2005 – A CETESB emitiu o Parecer Técnico nº 135/ESCA/05 a fim de avaliar o quarto relatório técnico emitido pela Servmar (2005d) naquele ano, por solicitação do DAIA.

Conforme esse documento, concluiu-se que a área da **USP LESTE** foi confirmada como contaminada, sendo que algumas plumas de contaminação ainda precisavam ser delimitadas. Adicionalmente, o estudo dos gases no subsolo corroborou com os trabalhos anteriores, indicando a presença principalmente de metano disseminado pelo campus.

Janeiro de 2006 – A Servmar (2006) efetuou trabalhos complementares no campus, a fim de verificar a presença de gases no subsolo e as possíveis alterações na qualidade do solo e da água subterrânea da área onde seria construída a enfermaria.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

Foram encontrados teores de gases orgânicos em alguns pontos, principalmente de metano, entretanto, a distribuição desses não segue um padrão, estando possivelmente relacionada à presença de materiais orgânicos. Esses teores estão situados na área externa ao futuro edifício, sendo que a provável fonte está relacionada à decomposição da matéria orgânica presente no aterro.

Os resultados das análises químicas de Compostos Orgânicos Voláteis (VOC), Semi-Voláteis (SVOC), metais e inorgânicos nas amostras de solo e água subterrânea coletadas na área a ser destinada a construção da enfermaria apresentaram-se inferiores aos valores de intervenção estabelecidos pela CETESB (2005).

Recomendou-se o monitoramento periódico dos gases, visando acompanhar e avaliar as condições no local para as ações futuras.

26 de janeiro de 2006 – Emissão da Manifestação Técnica nº CAO 00104/06 pelo Ministério Público do Estado de São Paulo, a respeito da implantação da **USP LESTE** na área do Parque Ecológico do Tietê. Foram apresentadas considerações sobre diversos pontos do RAP anteriormente apresentado pela PUSP (2003), bem como a cronologia do processo de licenciamento do empreendimento.

08 de março de 2006 – O Ministério Público emitiu o Ofício nº 994/06-1F-PJMAC com questionamentos à **USP LESTE** acerca do licenciamento da área e de medidas de preservação ambiental, a fim de instruir o Inquérito Civil (IC) nº 058/05.

31 de março de 2006 – A SEF/USP emitiu uma carta ao DAIA em referência à renovação da LO nº 00172. A SEF/USP afirmou terem sido atendidas as exigências constantes nessa primeira versão da LO.

Abril de 2006 – A SEF/USP solicitou a renovação da LO nº 00172/05.

Setembro de 2006 – O IPT (2006a) apresentou os resultados de medidas de gás e vapor no subsolo em 106 pontos, distribuídos nos arredores da caixa d'água enterrada, da caixa de alta tensão e estação de esgoto elevada, então já construídos, do edifício de acesso à CPTM, na época em construção, e no local do futuro ginásio de esportes.

Constatou-se a presença de metano na maioria dos pontos de medição no campus da **USP LESTE** nessa campanha.

Dezembro de 2006 – O IPT (2006b) realizou amostragens de solo em parte da Gleba I da **USP LESTE**. Foram executadas amostragens compostas, num total de 11 amostras de solo distribuídas por lotes na área da Gleba I da **USP LESTE**. Nenhuma das amostras compostas analisadas apresentou teores das SQI acima dos valores de intervenção para uso industrial definidos pela CETESB (2005).

As SQI utilizadas para este trabalhos foram os compostos contidos na lista dos Valores Orientadores para Solo e Água Subterrânea da CETESB (2005), com exceção das análises dos compostos voláteis (hidrocarbonetos aromáticos voláteis, etanos clorados, etenos clorados, metanos clorados) como também dos parâmetros inorgânicos nitrogênio amoniacal, cloreto, sulfato e fosfato.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

Fevereiro de 2007 – O IPT (2007a) realizou a avaliação preliminar das SQI: metais (listados em CETESB, 2005), SVOC, pesticidas clorados, PCB, cloreto, sulfeto e fosfato no solo superficial (5 cm a 10 cm) em parte das áreas que permanecerão permeáveis no campus da **USP LESTE**, em complementação ao estudo apresentado em IPT (2006b).

Foi coletado um total de 163 amostras de solo, as quais foram agrupadas em 11 amostras compostas. Nas análises químicas não foram quantificadas concentrações de nenhuma SQI acima dos valores de intervenção ambiental (CETESB, 2005).

Adicionalmente, foram efetuadas medidas de vapores orgânicos em caixas de passagem em toda a área. Salienta-se que todos os valores obtidos foram nulos.

Março de 2007 – A ANGEL Geologia e Meio Ambiente (ANGEL, 2007) apresentou a avaliação de risco à saúde humana utilizando o programa *Risk-Based Corrective Action* (RBCA) da *American Society for Testing and Materials* (ASTM), para estágio *Tier 1*. A avaliação foi realizada com base em dados fornecidos pela **USP LESTE**.

Os cenários de exposição considerados foram: contato dérmico e ingestão de solo para trabalhadores de construção civil e receptores comerciais; inalação de vapores e/ou partículas – para trabalhadores de construção civil e receptores comerciais em ambientes abertos e apenas para receptores comerciais em ambientes fechados.

A modelagem realizada indicou que os limites carcinogênicos e não carcinogênicos não foram excedidos para nenhum dos cenários de exposição considerados, tanto para solo como para água subterrânea.

Junho de 2007 – A **USP LESTE** solicitou a emissão da LO para diversos edifícios: Guarita, Posto Policial, CAT, Refeitório, Viário, Viveiro, Módulo Inicial, I-1, I-3. Além disso, foi pedida a LI para os edifícios I-4, Enfermaria, Conjunto Laboratorial e Ginásio de Esportes. A análise dos documentos foi realizada pela CETESB através do Parecer Técnico nº 130/ESCA/07 e respondida em outubro de 2007.

14 de setembro de 2007 – O DAIA emitiu a Informação Técnica nº CPRN/DAIA/107/2007, comentando sobre o atendimento às questões levantadas pelo Ministério Público em relação à **USP LESTE** através do Ofício nº 1.992/07-1F-PJMAC-IC nº 058/05.

19 de outubro de 2007 – A CETESB emitiu o Parecer Técnico nº MEMO/CPRN/DAIA/1795/07, a fim de analisar as informações presentes nos relatórios Servmar (2006), "Relatório de Análise Multitemporal do Uso e Ocupação das Terras da Gleba I – USP Leste", IPT (2007a), Angel (2007) e o "Relatório de Avaliação e Sugestões de Aperfeiçoamento para Alguns dos Sistemas de Ventilação de Gás e Vapor do Subsolo de Edifícios do Campus da USP Leste – Resultados Preliminares – relatório de Andamento IV", fornecidos pela **USP LESTE** em atendimento ao Parecer Técnico nº 135/ESCA/05.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

Concluiu-se que as exigências apresentadas em 2005 foram atendidas apenas parcialmente, recomendando-se, essencialmente, uma complementação da investigação do solo e uma revisão da avaliação de risco à saúde humana, bem como reforçou a necessidade de instalação do sistema para remoção de gases e vapores nas áreas das edificações.

Dezembro de 2007 – O IPT (2007b) apresentou uma avaliação dos projetos de sistemas de remoção de gás e vapor do subsolo a serem implementados nos edifícios da **USP LESTE**, bem como um mapeamento dos gases a baixa profundidade no solo do campus. Esse relatório técnico trouxe diversas recomendações acerca dos serviços ambientais a serem realizados no campus para mitigação dos gases detectados e redução ou mesmo eliminação do risco aos usuários da **USP LESTE**.

Junho de 2008 – A SEF/USP solicitou a LI para a instalação do Bloco da Piscina na **USP LESTE**.

Outubro de 2008 – A CEMA (2008) apresentou uma avaliação da correlação de dados obtidos a partir de fotointerpretação e de análises ambientais realizadas pela Servmar (2005d).

Afirmou-se que a área do campus sofreu diversas alterações no período de 1962 a 1994, passando do predomínio de uma vegetação arbóreo-arbustiva para um solo exposto, por vezes com gramíneas e umidade irregular. Adicionalmente, a CEMA (2008) observou a formação de dois grandes aterros ao norte e a oeste da área da **USP LESTE** entre 1981 e 1986.

Foi sugerido que as modificações mais significativas ocorreram essencialmente na década de 1980, às quais foram atribuídos os compostos acima dos padrões ambientais apresentados pela Servmar (2005d).

Por fim, concluiu-se que as SQI quantificadas acima dos padrões ambientais encontram-se dispersas na área do campus, não caracterizando uma fonte preferencial. Assim, afirmou-se que a contaminação na área é pouco expressiva, associada, possivelmente, ao uso do terreno como receptor de materiais de aterro dos serviços de dragagem do leito do rio Tietê.

O relatório de CEMA (2008) foi avaliado pela CETESB, que por sua vez emitiu o Parecer Técnico nº 170/ESCA/08. Neste, o órgão ambiental considerou que as solicitações prévias foram parcialmente atendidas.

20 de março de 2009 – Por meio do documento MEMO/CR-V/01/09, o Departamento Estadual de Proteção aos Recursos Naturais (DEPRN) concluiu que o Termo de Compromisso de Recuperação Ambiental (TCRA) nº 158/05 relativo ao processo da **USP LESTE** não foi atendido integralmente.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

Abril de 2009 – O IPT (2009a) apresentou a investigação detalhada da área A-16, da qual houve suspeita de contaminação de 2,4,6-triclorofenol, pentaclorofenol, aldrin e PCB em estudo anterior do IPT (2007a), visto que na época o limite de detecção dessas substâncias no método analítico utilizado pelo laboratório estava superior ao padrão de referência ambiental.

Foram coletadas 15 amostras simples na área A-16, nos mesmos locais da campanha anterior (IPT, 2007a), e analisadas para 2,4,6-triclorofenol, pentaclorofenol, aldrin e PCB. Os resultados analíticos indicaram somente concentrações não detectáveis dessas SQI e, portanto, inferiores aos padrões de referência ambiental.

Ainda em abril de 2009, o IPT (2009b) apresentou o segundo relatório parcial a respeito da ventilação do subsolo do edifício do Módulo Inicial. Neste, foram apresentados ensaios de campo e de laboratório para medidas de coeficiente da permeabilidade ao ar do solo, no entorno e sob o edifício Módulo Inicial, bem como a caracterização geotécnica de amostras indeformadas de solo coletadas no entorno e sob o edifício Módulo Inicial.

O projeto conceitual apresentado pelo IPT (2009b) consistia na construção de drenos de extração e injeção de ar na camada de brita existente sob as lajes de piso. Propôs-se a injeção passiva e a extração ativa através de tubos, localizados a profundidades de 0,4 m a 1,0 m, conduzindo a corrente de ar acima do teto do edifício, denominando-se tal processo de “efeito chaminé”.

Foram coletadas 13 amostras de solo para análises, embora apenas 10 pudessem ser analisadas devido ao alto grau de saturação por água. Assim, em campo, foram avaliadas 04 amostras indeformadas verticais e 06 amostras inclinadas em 35°.

As três amostras indeformadas de solo coletadas (IPT, 2009b) foram classificadas de acordo com o padrão ASTM D2487 (2011). Os resultados indicaram que uma correspondia a argila magra e as outras duas, em areia siltosa.

Em relação aos ensaios de permeabilidade, os dados de campo corroboram com os de laboratório. Os resultados obtidos indicaram baixos valores de coeficiente permeabilidade do ar, entre 6×10^{-9} m/s e 4×10^{-6} m/s (1×10^{-17} m² e 8×10^{-15} m²), ou seja, inferiores ao mínimo de 6×10^{-6} m/s (1×10^{-14} m²) recomendado para sistemas de ventilação do solo. Apenas um ensaio (de laboratório) apresentou coeficiente de permeabilidade superior a esse valor de referência. Assim, considerou-se não aconselhável a proteção do edifício contra aporte de gases oriundos do subsolo pelo uso de drenos instalados no solo abaixo do edifício Módulo Inicial.

O terceiro relatório parcial (IPT, 2009c) complementou a investigação confirmatória do local da construção da futura piscina do Ginásio Esportivo da **USP LESTE**. Foram coletadas 08 amostras de solo e 01 de água subterrânea para análises laboratoriais, e 04 amostras de solo para análises seguindo a Norma Regulamentadora (NBR) 10.004 (ABNT, 2004).

Em relação às análises químicas, foram quantificados teores acima dos padrões ambientais apenas para manganês e níquel na amostra de água subterrânea.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

O resíduo sólido na área da piscina foi classificado segundo a NBR 10.004 como classe IIA (não perigoso e não inerte).

Foram ainda monitorados pontos de interesse no campus em relação ao teor de metano, através da cravação em solo a 0,3 m de profundidade. Em apenas 01 dos 25 locais analisados foi detectado risco de explosividade.

Junho de 2009 – O IPT (2009d) apresentou o relatório final sobre o projeto conceitual de ventilação do subsolo do edifício Módulo Inicial, além do detalhamento da contaminação do solo superficial da área A-16 e demais resultados de serviços complementares (coleta de amostras de solo e de água subterrânea, medições de vapores na área da futura piscina) realizados no campus da **USP LESTE**.

28 de dezembro de 2009 – A CETESB emitiu o Despacho nº 045/TACA/2009, após a análise dos relatórios do IPT (2009a, 2009b, 2009c e 2009d).

A investigação complementar realizada na área A-16 foi considerada adequada, e recomendou-se a aplicação de uma camada de solo limpo e cobertura por gramíneas nessa área.

Apontou-se que não foram realizados estudos no local do futuro ginásio. Por outro lado, os trabalhos na área da piscina foram considerados satisfatórios, embora não tenham permitido definir se o solo da escavação para instalação da piscina poderia ser reutilizado no campus, uma vez que o solo até 3,0 m de profundidade não foi propriamente caracterizado.

18 de janeiro de 2010 – A CETESB emitiu o Despacho nº 008/TACA/10, avaliando os trabalhos do IPT (2009a, 2009b, 2009c e 2009d) em relação ao atendimento às exigências estabelecidas para o campus da **USP LESTE**. Foram consideradas não atendidas as exigências referentes à implantação do sistema de extração de vapores no subsolo e parcialmente atendidas aquelas relacionadas às investigações confirmatórias da área de interesse.

28 de julho de 2010 – Visita técnica da CETESB ao campus da **USP LESTE**, a fim de se verificar a possibilidade de reaproveitamento dos poços de monitoramento existentes para a campanha de amostragem que seria realizada pelo IPT.

Outubro de 2010 – O IPT (2010) apresentou o primeiro relatório detalhando as características construtivas e operacionais do sistema de ventilação do subsolo a ser implantado no edifício do Módulo Inicial, descrevendo os procedimentos a serem adotados para os ensaios e testes dos equipamentos. O IPT (2010) também comentou a avaliação de risco à saúde humana na área da **USP LESTE** realizada anteriormente pela ANGEL (2007).

Adicionalmente, foi proposta a realização de uma nova campanha de amostragem de água subterrânea. O IPT (2010) informou ter encontrado 09 dos 25 poços de monitoramento previamente existentes durante uma visita técnica; assim, propôs a instalação de 12 poços de monitoramento adicionais, cujas nomenclaturas estão expressas na **Tabela 2.1.**.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

Tabela 2.1. Nova nomenclatura de poços de monitoramento adotada pelo IPT em 2010 e correlação com poços preexistentes

Nomenclatura adotada a partir de 2010	Relação com a nomenclatura prévia	Situação em 2010
PM-01	PM-01 (Servmar)	Existente
PM-02	PM-02 (Servmar)	Existente
PM-03	PM-04 (Servmar)	Existente
PM-04	PM-06 (Servmar)	Existente
PM-05	PM-08 (Servmar)	Existente
PM-06	PM-09 (Servmar)	Existente
PM-07	PM-10 (Servmar)	Existente
PM-08	PM-18 (Servmar)	Existente
PM-09	PM-25 (Servmar)	Existente
PM-10	PM-03 (Servmar)	Reconstruir
PM-11	PM-07 (Servmar)	Reconstruir
PM-12	PM-16 (Servmar)	Reconstruir
PM-13	PM-19 (Servmar)	Reconstruir
PM-14	PM-22 (Servmar)	Reconstruir
PM-15	PM-04A (Servmar)	Reconstruir
PM-16	Poço novo	Instalar
PM-17	Poço novo	Instalar
PM-18	Poço novo	Instalar
PM-19	Poço novo	Instalar
PM-20	Poço novo	Instalar
PM-21	Poço novo	Instalar

Final de 2010 a 2011 – Conforme se pôde observar nas imagens aéreas desse ano, e segundo informações de representantes da SEF/USP e da **USP LESTE**, foi realizado o aterramento com solo de origem desconhecida e com presença de restos de materiais da construção civil, na área central (denominada de AI-01), na antiga área ocupada pela indústria cerâmica que ainda possuía uma de suas chaminés (denominada de AI-02) e na porção mais sudoeste desta, no terreno que até então era de posse do Departamento de Águas e Energia Elétrica - DAEE (denominada de AI-03).

Segundo informações de representantes da SEF/USP e da **USP LESTE**, foi depositado um volume total aproximado de 109.000,00 m^3 de solo de origem desconhecida no campus durante aproximadamente 01 ano e meio.

Fevereiro de 2011 – Foi emitido o segundo relatório de detalhamento do sistema de extração de gases (IPT, 2011a).

Neste relatório, foi apresentado um estudo da incidência solar sobre os edifícios da **USP LESTE** e a distribuição das sombras por eles geradas, fatores cruciais no posicionamento das chaminés de exaustão dos gases dos solos. Segundo o IPT (2011a), os tubos exaustores devem idealmente ser expostos à radiação solar direta, de forma a provocar o aquecimento de sua superfície e do ar em seu interior, gerando uma diferença de pressão e, consequentemente, um escoamento natural dos gases do subsolo. Esse processo constitui o denominado “efeito chaminé”.

24 de fevereiro de 2011 – A Reitoria da USP designou uma Comissão para tratar da questão ambiental na **USP LESTE** através da Portaria nº 281.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

Agosto de 2011 - O IPT (2011b, 2011c) realizou os trabalhos de investigação ambiental e avaliação de risco à saúde humana na área da **USP LESTE**.

Os trabalhos realizados foram baseados nas informações disponíveis nos relatórios das empresas: EMES (2003, 2004), Servmar (2005), IPT (2007b, 2009d, 2010, 2011c) e CEMA (2008).

Segundo IPT (2011a), os resultados deste trabalho indicaram somente concentrações inferiores aos limites impostos pelos órgãos ambientais para o solo superficial e subsuperficial em questão. Para a água subterrânea, somente foram constatadas concentrações dos metais alumínio, arsênio, bário, chumbo, cobalto, cromo total, ferro total, manganês, molibdênio, níquel e selênio superiores aos padrões ambientais.

Foi executada a instalação de 12 novos poços de monitoramento, sendo que 09 dos 25 poços instalados pela Servmar em 2005 foram aproveitados para a coleta de amostras de água subterrânea pelo IPT, totalizando 21 poços amostrados nessa campanha.

Nas amostras de vapor do subsolo, coletadas a 1,0 m de profundidade, somente detectou-se a presença das substâncias tolueno, etilbenzeno e xilenos em concentrações inferiores aos padrões ambientais.

Na área do ginásio de esportes, os resultados da investigação ambiental demonstraram somente concentrações abaixo dos padrões ambientais para as amostras de solo e água subterrânea.

Ressalta-se ainda que, nesse trabalho, foi confirmada a presença generalizada de gás inflamável, provavelmente metano, no subsolo de toda a área.

Após a investigação do subsolo na área da **USP LESTE**, o IPT (2011b) realizou uma avaliação de risco à saúde humana. Este trabalho indicou a possibilidade de existência de risco não carcinogênico somente para o cenário hipotético considerado para a área de interesse, referente à ingestão acidental da água subterrânea por trabalhadores de obras civis, tanto na área interna da **USP LESTE** como na externa (escola estadual, escola infantil e creche).

Segundo informações da SEF, na época destes trabalhos, os membros da comissão de meio ambiente da **USP LESTE** fizeram, em caráter restritivo, uma campanha informativa para os moradores vizinhos, com o intuito de proibir a utilização do solo e água subterrânea, tanto para ingestão como para o contato dérmico.

08 de setembro de 2011 – Instauração de Inquérito Civil, através da Portaria nº 358/11, datada de 15 de setembro de 2011, referente ao depósito de terra com entulho, sem certificado de procedência e contaminada na **USP LESTE**, a qual está inserida na Área de Proteção Ambiental (APA) Parque Ecológico do Tietê e também está inserido na Área de Proteção Ambiental da Várzea do Rio Tietê.

Segundo a Portaria nº 358/11, o solo contaminado depositado no campus seria oriundo de obras da construtora Cyrela, e teria sido entregue por uma empresa sem contrato, sem autorização ambiental ou qualquer tipo de controle de procedência do material.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

Em reportagem do jornal Folha de São Paulo de 23 de outubro de 2011, a construtora Cyrela nega a ter fornecido o solo para a **USP LESTE**. Assim, segundo esta mesma reportagem, indagado pelo Ministério Público sobre a origem do solo depositado sem origem certificada, o diretor da **USP LESTE** enviou uma declaração de uma micro-empresa chamada "Formosa" alegando que o solo teria vindo da demolição de uma obra na zona leste, onde havia antes uma fábrica e hoje está sendo construído um edifício residencial. O diretor apresentou ainda outra declaração de micro-empresa, a "JM Terraplanagem", informando ter doado dezesseis mil metros cúbicos de solo certificado. Por fim, em depoimento ao Ministério Público, o responsável por uma terceira micro-empresa, chamada "Ratão", informa que descartou no campus solo que foi retirado para a construção de templo da Igreja Universal do Reino de Deus, no Brás.

Outubro de 2011 - O IPT (2011d) apresentou o relatório técnico para detalhar o projeto construtivo do sistema de ventilação do subsolo na área da **USP LESTE**, a ser instalado e monitorado para a exaustão do gás inflamável no campus. Neste relatório, foi informada toda a engenharia técnica projetada para captar o gás inflamável do subsolo em todas as áreas edificadas na **USP LESTE**.

O sistema proposto aproveita os tapetes de brita nº 2 colocados sob as lajes de piso dos edifícios durante sua construção, tendo como princípio básico a imposição de redes de fluxo de ar atmosférico nos tapetes, a fim de captar eventuais emanações de gases e impedir sua intrusão no edifício a partir do subsolo. O fluxo de ar seria imposto através de ventilação natural, empregando-se o "efeito chaminé", detalhado em IPT (2009b, 2011a).

18 de outubro de 2011 – A Comissão designada pela Reitoria da USP e a Congregação da **USP LESTE** concluíram em reunião que o cenário atual do campus, excluindo-se o uso de água subterrânea, não representava riscos à saúde humana superiores aos padrões aceitáveis. Apresentou-se, ainda, um modelo conceitual de intervenção para eliminação da emanação de gases do subsolo.

Salienta-se que a **USP LESTE** não capta águas subterrâneas, sendo todo o fornecimento realizado pela SABESP.

19 de outubro de 2011 – Conforme Relatório de Vistoria nº 001/IPSS/IEUL/11, a CETESB realizou uma vistoria técnica no campus da **USP LESTE**, com base em uma carta denúncia enviada ao Ministério Público, datada de 13 de outubro de 2011. Tal carta foi também recebida pelas Diretorias de Impacto Ambiental e de Controle de Licenciamento Ambiental da CETESB.

Constatou-se que o plantio compensatório foi realizado em local inadequado, no qual foi depositado material de aterro. Ademais, quantificaram-se concentrações de vapores orgânicos no solo em teores acima do Limite Inferior de Inflamabilidade (LII) em três pontos em ambientes abertos no campus.

Não foram observadas medidas em relação à instalação de equipamentos e materiais para a execução de ensaios para o novo sistema proposto de drenagem de gases do subsolo. Além disso, os funcionários da **USP LESTE** não demonstraram estar cientes do Plano de Contingência a ser aplicado em caso de necessidade.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

21 de outubro de 2011 – Em reunião, a CETESB exigiu que a **USP LESTE** realizasse o monitoramento diário dos gases no interior dos edifícios construídos, apresentasse um Plano de Medidas de Contingência relacionadas ao LII e um Plano de Comunicação dos Riscos aos receptores envolvidos (alunos, funcionários e demais usuários do campus), além de relatórios técnicos acerca das investigações efetuadas na área e dos projetos dos sistemas de extração de gases e vapores a serem instalados.

26 de outubro de 2011 – A SEF/USP emitiu uma proposta de ações emergenciais referentes à extração de gases do subsolo, apresentando uma lista de ações conforme critérios de urgência, destacando aquelas passíveis de ação imediata.

Destacaram-se a criação de um manual e respectivo treinamento dos usuários da **USP LESTE**, a aquisição de equipamentos e a instalação do sistema de extração de gases.

Ainda nesse dia, a CETESB realizou uma visita técnica ao campus e constatou que o quadro observado na visita anterior, do dia 19 de outubro, não havia se alterado (Informação Técnica nº 007/IPSS/11).

31 de outubro de 2011 – Emissão de Comunicado aos Docentes, Funcionários e Alunos da **USP LESTE** por parte da Comissão designada pela Reitoria da USP, a fim de informar sobre as reuniões realizadas por esta no mês de outubro de 2011 e as ações acordadas com a CETESB.

Nesse mesmo dia, a CETESB realizou uma visita técnica ao campus da **USP LESTE**, durante a qual realizou medições de LII em poços de monitoramento. Dos 22 pontos monitorados, apenas os poços PM-02 (atrás do edifício I-1, próximo à Secretaria), PM-16 (ao lado do edifício I-3) e PM-21 (atrás do prédio M-6) apresentaram teores de gases acima do LII (Informações Técnicas nºs 007/IPSS/11 e 008/IPSS/11).

08 de novembro de 2011 – Através do Ofício COESF nº 687/2011, a **USP LESTE** declarou que seria formalizado o contrato com empresas especializadas em gerenciamento ambiental para realizar o monitoramento do campus; que um profissional habilitado para elaborar do Plano de Contingência e do Plano de Emergência havia sido contratado; que os serviços para sistema de exaustão de gases nos edifícios I1, I3, laboratórios e Ginásio estavam sendo contratados; e que um cronograma detalhado das atividades a serem realizadas seria enviado à CETESB.

09 de novembro de 2011 – Emissão do Auto de Infração e Imposição de Penalidade de Advertência (AIIPA) nº 30003-947, devido à **USP LESTE** ser responsável pelo terreno com solo contaminado, inclusive por metano, e por não ter cumprido as exigências técnicas formuladas em reunião conjunta com a CETESB em 21 de outubro de 2011.

No mesmo dia foi lavrado o Auto de Infração Imposição de Penalidade de Multa (AIIPM) nº 30001481, devido à **USP LESTE** estar em funcionamento e ter ampliado suas instalações sem possuir a Licença de Operação (LO) emitida pela CETESB, bem como por não ter atendido em tempo hábil as exigências estabelecidas pelo referido órgão ambiental.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

As atividades e investigações relacionadas ao gerenciamento de áreas contaminadas no campus da **USP LESTE**, até então acompanhadas pelo Processo SMA nº 13.579/2004, passaram a ser referidas pelo Processo nº 30/00510/11.

15 de novembro de 2011 – O Ministério Público anexou o Ofício nº 3594/11 – 1ª PJMAC, referente ao IC 358/11, indagando a CETESB acerca da existência de procedimento apurando a denúncia de depósito de solo com entulho, contaminado e sem procedência declarada dentro de APA e de APP no campus da **USP LESTE**. A Diretoria I da CETESB respondeu a partir da Informação Técnica nº 037/11/IUEL.

Dezembro de 2011 – A empresa Essencis Soluções Ambientais – ESSENCIS (2012) foi contratada para monitorar a eficácia do funcionamento do antigo sistema de extração instalado pelo IPT (2009d) nos prédios A1, A2 e A3 do Conjunto Laboratorial. Os primeiros testes de extração de vapores foram realizados na área central do edifício A2. Efetuaram-se medidas de teores de gás metano antes e após o ligamento do sistema de extração. Os resultados indicaram que durante seu funcionamento, os níveis de metano eram inferiores ao limite de detecção do equipamento utilizado.

Dessa forma, os ensaios foram estendidos para os edifícios A1 e A3; os resultados indicaram ausência de metano na maior parte das medições.

Por fim, recomendou-se a continuidade do monitoramento nas edificações do Conjunto Laboratorial, a fim de se avaliar a eficácia do sistema implantado pelo IPT.

21 de dezembro de 2011 – Foi protocolado o Ofício COESF nº 779/2011 pela SEF/USP, informando à CETESB sobre a formalização dos contratos com as empresas para o cumprimento das atividades ambientais necessárias para a área do campus da **USP LESTE**.

Janeiro de 2012 – A CEMA (2012a) emitiu um relatório acerca das atividades realizadas até então no campus da **USP LESTE**. Adicionalmente, apresentou considerações a respeito do gerenciamento de riscos relacionados ao campus, ressaltando-se a necessidade de elaboração de um plano de saúde e segurança, do impedimento do uso da água subterrânea local para consumo humano e de um monitoramento contínuo dos gases nos edifícios e espaços confinados do campus.

A CEMA apresentou ainda comentários sobre o funcionamento e a viabilidade do sistema de ventilação do subsolo dos edifícios no campus, conforme modelo conceitual previamente proposto pelo IPT (2007, 2009a, 2009b, 2009c, 2010).

No mesmo período, foi elaborado pela CEMA (2012b) o Plano de Ações de Emergência (PAE), desenvolvido com o intuito de propiciar respostas rápidas e eficientes em situações de emergência no campus da **USP LESTE** relacionadas à presença de gás metano.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

O PAE define as responsabilidades dos envolvidos na resposta a situações emergenciais através de uma organização específica para o atendimento a acidentes e a sequência de ações para o desencadeamento do PAE, e promove a integração das ações de resposta com outras instituições para o desenvolvimento de ações integradas e coordenadas. São informadas ainda as ações a serem tomadas em caso de emergência (procedimentos básicos de combate), isolamento e abandono de área, e a divulgação e manutenção do plano.

O PAE é acionado através da comunicação da emergência ao Coordenador Geral, quem decide sobre o início das ações emergenciais, ou através da necessidade de mobilização de recursos externos como o Corpo de Bombeiros e a Defesa Civil.

Janeiro a fevereiro de 2012 – Conforme informado no Ofício COESF nº 32/2012, o protótipo do sistema passivo de extração de gases no edifício B3, do Bloco Inicial, foi instalado no dia 03 de janeiro de 2012.

O IPT (2012) realizou o ensaio piloto do sistema de ventilação do subsolo do edifício Módulo Inicial, durante quatro dias, entre janeiro e fevereiro. Foram monitorados os parâmetros: vazão de saída do tapete de brita, na base da chaminé; vazão de entrada no tapete de brita, na base da tubulação de entrada; temperatura da coluna de ar interna à chaminé, no topo e na base; temperatura no ar externo à chaminé; energia solar incidente e concentração de gás e vapor na coluna de ar de saída do tapete de brita.

No relatório apresentado constam a descrição detalhada da instalação do protótipo do sistema de extração passiva de gases (chaminés), a medição de gás metano e os resultados obtidos após o término da perfuração e após 20 dias, com o furo selado, e os pontos de entrada e saída do sistema. Todavia, nesse relatório não foram informadas medidas de gás e vapor na coluna de ar de saída do tapete de brita.

Fevereiro de 2012 - A Servmar (2012) foi contratada para este fim e apresentou o relatório de investigação ambiental do solo sem certificado e de origem desconhecida, utilizado como aterro de duas áreas distintas na **USP LESTE**, sendo elas no terreno ajardinado situado no centro do campus (denominado de AI-01) e na área ocupada pela antiga indústria de cerâmica (denominada de AI-02). Conforme informações fornecidas pelos profissionais da SEF/USP, o aterramento destas áreas com esse solo de origem desconhecida foi realizado em janeiro e fevereiro de 2011, ou seja, posteriormente ao aterramento de todo o terreno com sedimentos oriundos da dragagem do leito do rio Tietê.

Os trabalhos efetuados pela Servmar (2012) tiveram como objetivo de atender às solicitações expressas no Processo n° 13.579/04 da Secretaria de Meio Ambiente (SMA), emitido em 20 de outubro de 2011 à **USP LESTE**, referentes à caracterização ambiental do solo disposto nas áreas supracitadas.

Assim, a Servmar executou 42 sondagens de investigação nestas duas áreas para coleta de 42 amostras de solo, destinadas às análises químicas de todos os parâmetros contidos em CETESB (2005).

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

A amostra oriunda da ST-26, localizada na área da antiga indústria de cerâmica (AI-02 – situada na porção sudoeste da **USP LESTE**), apresentou indícios visuais de potencial contaminação do solo (restos de embalagens plásticas de solventes e tintas, que se encontravam misturadas no aterro) durante a sondagem. Todavia, as análises químicas dessa amostra indicaram concentrações de compostos orgânicos inferiores aos limites de detecção do laboratório e, portanto, inferiores aos padrões de referência ambiental. Ressalta-se que não foi identificada a presença de fase livre no solo.

Nesta mesma área, foram detectadas concentrações acima dos padrões ambientais para os compostos bis(2-etilhexil)ftalato (ST-25), e fenol, cresol, naftaleno, benzo(a)antraceno, benzo(a)pireno, criseno, dibenzo(a,h)antraceno, benzo(k)fluoranteno, estireno, benzeno, tolueno, etilbenzeno e xilenos totais (ST-30).

Em uma sondagem (ST-06) realizada próxima a quadra de esportes, na AI-01, foi identificado odor de combustível, entretanto somente foram constatadas concentrações abaixo dos padrões ambientais em todas as amostras coletadas na AI-01.

25 de setembro de 2012 – A SEF/USP emitiu o Ofício nº 575/2012, apresentando a efetivação dos Planos de Comunicação e de Contingência elaborados anteriormente. Entre as informações fornecidas pelos planos, são explicitados objetivos, responsabilidades, atribuições, capacitação e treinamento de seus integrantes. Na época de emissão do Ofício, a SEF/USP afirmou que os planos estavam em operação.

O objetivo do Plano de Contingência era a definição das ações de emergência a serem adotadas em caso de constatação de risco iminente nos edifícios da **USP LESTE**, i.e., da presença de gás metano em ambientes confinados (ralos, caixas de passagem) ou em ar ambiente das instalações do campus.

O Plano de Comunicação, por sua vez, apresentou as diretrizes para comunicação do risco caso seja identificado gás metano no interior de algum edifício da **USP LESTE**. Adicionalmente, informou as atitudes a serem tomadas pelos usuários do campus em caso de emergência, além da comprovação de treinamentos e reuniões com alunos e funcionários.

Julho a outubro de 2012 – A **USP LESTE** realizou medições de gás metano dentro dos edifícios (Anexo II do Plano de Contingência). A metodologia utilizada foi considerada inadequada pela CETESB, pois a medição era amostral, i.e. não contemplava todos os interferentes subterrâneos presentes nos edifícios (tomada, ralos, caixas de passagem, etc.). Em reunião realizada no dia 24 de outubro de 2012, com a presença de representantes da CETESB, Servmar, RCA, SEF/USP e **USP LESTE** (fls 1113 a 1116 do processo 30/00510/11) foram estabelecidas as orientações para adequação e sistemática de medição diária de todos os interferentes existentes nas edificações.

Outubro a dezembro de 2012 – A Servmar foi contratada para a realização de medições diárias (de segunda-feira a sexta-feira em horário comercial, exceto feriados) *in situ* de metano (CH_4), oxigênio (O_2), monóxido de carbono (CO) e sulfeto de hidrogênio (H_2S) em todas as caixas de passagens, ralos, casas de máquinas, tomadas e poços de monitoramento no campus da **USP LESTE** (Servmar, 2013a).

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

Nesse trabalho, verificou-se que o interior de todos os interferentes subterrâneos dos prédios da **USP LESTE** encontrava-se livre de riscos de inflamabilidade relacionados aos gases de interesse (GI).

Com relação aos poços de monitoramento, foram observadas baixas concentrações de oxigênio em toda a área. Em contrapartida, verificaram-se altas concentrações de metano nas proximidades dos limites externos da **USP LESTE**. Neste estudo foi informado que essa distribuição estava associada ao substrato local (aterro e camadas litológicas originais do terreno).

27 de novembro de 2012 – A CETESB emitiu o Parecer Técnico nº 116/IPSS/12, a fim de avaliar os trabalhos apresentados por CEMA (2012a; 2012b), ESSENCIS (2012), IPT (2012) e Servmar (2013a). Foram ainda especificadas as exigências que deveriam constar na LO.

29 de novembro de 2012 – Concessão da LO nº 2118/2012 pela Secretaria de Estado do Meio Ambiente à USP LESTE, com prazo de cinco anos.

Considerou-se que a implantação dos Planos de Contingência e de Comunicação e o monitoramento diário de gases nas áreas internas dos edifícios da **USP LESTE** promoveriam o controle da situação de risco potencial de inflamabilidade até a instalação dos sistemas de extração de gases e vapores e a comprovação de sua eficiência.

Janeiro de 2013 – A AI-03 é doada pelo DAEE para a **USP LESTE**.

Janeiro a março de 2013 – Foi dada continuidade pela Servmar às medições diárias (de segunda-feira a sexta-feira em horário comercial, exceto feriados) *in situ* de metano, oxigênio, monóxido de carbono e sulfeto de hidrogênio em todas as caixas de passagens, ralos, casas de máquinas, tomadas e poços de monitoramento no campus da **USP LESTE** (Servmar, 2013b).

Nesse período, não foram detectadas isoconcentrações dos GI nos ralos, caixas de passagem, casas de máquinas e tomadas na **USP LESTE**. As concentrações de oxigênio correspondiam à média atmosférica (20,9%), e não foi verificada a presença de metano, monóxido de carbono ou sulfeto de hidrogênio. Embora esses resultados sejam sugestivos de que não há riscos de inflamabilidade no interior dos prédios da **USP LESTE**, foram verificadas concentrações de metano na faixa de explosividade (5 a 15%) no poço PM-01 (interior do edifício I-1) em alguns dias de monitoramento.

De acordo com informações da SEF/USP, a respeito da construção dos prédios da **USP LESTE**, estes estão sobre uma extensa camada de brita, com espessura de 1,0 m, favorecendo a ventilação dos gases embaixo das estruturas edificantes (**Anexo 2**).

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

Concluiu-se que essa característica construtiva dos prédios da **USP LESTE**, que permite a ventilação sob a edificação, juntamente com o perfil litológico da área (argila orgânica recoberta por aterro proveniente de dragagens do rio Tietê), corrobora com as medições nulas de metano observadas nas estruturas situadas mais próximas à superfície do terreno (ralos, caixas de passagem, casas de máquinas e tomadas) e as positivas verificadas nos pontos de medição mais profundos (interior de 25 dos 32 poços de monitoramento existentes).

06 de março de 2013 – Através do Ofício SEF 159/2013, a **USP LESTE** solicitou prorrogação dos prazos para o atendimento das exigências constantes na LO.

Abril a Junho de 2013 – Foi realizada a terceira campanha de monitoramento trimestral de gases de interesse nas instalações da **USP LESTE** (Servmar, 2013c).

Não foram detectadas isoconcentrações dos gases nos ralos, caixas de passagem, casas de máquinas e tomadas na **USP LESTE**. As concentrações de oxigênio correspondiam à média atmosférica (20,9%), e não foi verificada a presença de metano, monóxido de carbono ou sulfeto de hidrogênio.

No interior dos prédios, a única medida de metano na faixa de explosividade foi verificada no poço de monitoramento PM-01, no dia 22 de maio de 2013. Ademais, os teores de metano no intervalo de 5 % (LII) a 15 % (Limite Superior de Inflamabilidade – LSI) foram detectados em poços de monitoramento apenas nas áreas externas da **USP LESTE**.

Conforme mencionado nas campanhas anteriores, as características construtivas dos edifícios e o perfil litológico da área corroboram com as medições nulas de metano observadas nas estruturas situadas mais próximas à superfície do terreno (ralos, caixas de passagem, casas de máquinas e tomadas) e as positivas verificadas nos pontos de medição mais profundos (interior de 18 dos 32 poços de monitoramento existentes).

Ainda em relação aos poços de monitoramento, no geral foram verificadas baixas concentrações de oxigênio (iguais ou inferiores a 19,5%), e em apenas 01 ponto (PM-05, a jusante do CAT) detectou-se a presença de monóxido de carbono.

Dessa forma, recomendou-se a continuidade do monitoramento diário dos GI em todo o campus da **USP LESTE**.

06 de maio de 2013 – A CETESB solicitou informações sobre as ações tomadas pela **USP LESTE** para cumprimento das exigências da LO, a fim de subsidiar a avaliação do pedido de prorrogação dos prazos.

11 de junho de 2013 – A **USP LESTE** prestou esclarecimentos através do Ofício SEF nº 424/2013. Todavia, a CETESB julgou que não estavam sendo atendidos os requisitos presentes em seu Ofício nº 169/2013 para que fosse autorizado o prolongamento dos prazos.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

26 de junho de 2013 – A CETESB emitiu o Parecer Técnico nº 007/IPRS/13, o qual registrou o histórico das atividades de gerenciamento das áreas pertencentes à **USP LESTE**, e informou sobre a situação do cumprimento das exigências que constam na LO nº 2118/2012.

A CETESB afirmou que as exigências técnicas não foram atendidas em sua integridade, uma vez que não haviam sido concluídas as ações de investigação detalhada; a avaliação de risco à saúde humana deveria ser revisada em relação à delimitação das plumas de contaminação; e não haviam sido executados o monitoramento de águas subterrâneas e superficiais, o planejamento e a implantação de ações de intervenção, incluindo um plano de intervenção global para o campus.

25 de julho de 2013 – A CETESB realizou uma vistoria no campus da **USP LESTE** para avaliação do atendimento das exigências da LO nº 2118/2012 e do AIIPA nº 30003947. Relatou-se que somente o monitoramento de gases atendia às solicitações expressas na LO e no AIIPA.

02 de agosto de 2013 – A CETESB emitiu o AIIPA n° 30004574, o qual direcionava as atividades ambientais a serem realizadas na **USP LESTE**, a fim de se garantir o cumprimento da LO n°2118/2012.

O AIIPA nº 30004574 discorreu sobre a execução de investigação detalhada e avaliação de risco para toda a área da **USP LESTE**; a elaboração de um plano de intervenção para o campus; a necessidade de implantação de sistema de extração de gases no subsolo dos prédios existentes; a apresentação de relatórios sobre esses trabalhos a serem realizados e a comprovação da remoção do solo nas áreas de aterro e seu posterior recobrimento com gramíneas.

13 de agosto de 2013 – Realizada reunião entre a SEF/USP e a CETESB, da qual foi gerado um documento denominado de “Memória de reunião”. Neste, constam as atividades ambientais que têm sido realizadas na **USP LESTE** desde novembro de 2012 para o atendimento da LO n°2118/2012.

Nessa reunião, a **USP LESTE**, por meio da SEF/USP, compreendeu que as ações destinadas ao cumprimento das exigências da LO nº 2118/2012 exigiriam conhecimentos técnicos especializados referentes ao gerenciamento de áreas contaminadas. Dessa forma, tendo em vista também os prazos para realizar as atividades especificadas no documento, a FUSP contratou em caráter de urgência a empresa de consultoria ambiental Servmar.

26 de agosto de 2013 – A Servmar passou a assessorar a SEF/USP e a **USP LESTE** com a designação das ações destinadas ao cumprimento das exigências ambientais expressas na LO nº 2118/2012.

06 de setembro de 2013 – Em reunião entre técnicos da CETESB e da Servmar, foram acordadas as ações ambientais primordiais a serem realizadas na área da **USP LESTE**.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

Nessa reunião, a CETESB sugeriu os enfoques principais em ordem de prioridade para o gerenciamento ambiental da **USP LESTE**, até que os resultados dos serviços a serem realizados (instalação de poços de monitoramento *sub-slab* para a avaliação dos gases abaixo das lajes dos prédios) fornecessem os subsídios necessários para o atendimento das exigências presentes na LO nº 2118/2012.

Assim, a CETESB considerou como prioritários a instalação de poços multiníveis de monitoramento de gases sob a laje (*sub-slab*), a fim de avaliar a intrusão de vapores no interior dos edifícios da **USP LESTE**, e o detalhamento da investigação do solo depositado nas áreas denominadas de AI-01 e AI-02.

A Servmar solicitou à CETESB quais as SQI que deveriam ser investigadas nas AI-01 e AI-02.

31 de agosto de 2013 – A Servmar iniciou os trabalhos de instalação de poços multiníveis de monitoramento de gases no interior de todos os edifícios da **USP LESTE**. Os serviços foram finalizados em 28 de outubro de 2013.

02 de setembro de 2013 – A Servmar protocolou o Plano Inicial das Ações Futuras (relatório MA/12797/13/BLS - Servmar, 2013d), contendo os trabalhos que seriam executados na área. Este plano foi direcionado visando às especificações das atividades destinadas ao atendimento total das exigências expressas na LO n° 2118/2012, sendo que no dia 10 de outubro de 2013 a CETESB emitiu o Parecer Técnico nº 157/IPRS/13 e nele foram aprovados os trabalhos contidos no plano, porém solicitou que os prazos fossem revistos.

06 de setembro de 2013 – Realizada reunião entre membros da SEF/USP, da CETESB e da Servmar, a fim de melhor definir as atividades necessárias para o atendimento da AIIPA nº 30004574, de modo a ser elaborado pela SEF/USP o Termo de Referência para contratação de serviços.

A Servmar apresentou propostas para a caracterização e cubagem dos solos de origem desconhecida e sem certificação depositados nas AI-01 e AI-02 e para melhor definição das porções desse solo que, de fato, precisarão ser removidas, devido ao alto custo envolvido na remoção total do solo das duas áreas de interesse. Também foi apresentada a proposta para medição dos gases no interior dos edifícios da **USP LESTE** através de poços multiníveis que estavam sendo instalados, a fim de se avaliar o comportamento dos gases no perfil do solo e seu acúmulo abaixo dos pisos dos edifícios.

16 de setembro de 2013 – A SEF/USP realizou uma reunião com os representantes do Ministério Público e da CETESB, a fim de serem esclarecidos pontos a respeito dos trabalhos realizados e em andamento na **USP LESTE**.

30 de setembro de 2013 – A SEF/USP enviou à CETESB uma carta em resposta às exigências técnicas do AIIPA nº 30004574.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

02 de outubro de 2013 – Apresentação do Plano de Ação pela SEF/USP à CETESB. O documento discorreu sobre quatro tópicos: investigação detalhada da presença de gases abaixo dos edifícios da **USP LESTE**; investigação ambiental detalhada, atualização da avaliação de risco à saúde humana e plano de intervenção para as AI-01 e AI-02; cercamento das áreas aterradas (AI-01 e AI-02); ampliação da **USP LESTE**.

04 de outubro de 2013 – Foram definidas, em concordância com a CETESB, as SQI a serem avaliadas no solo e na água subterrânea das áreas AI-01 e AI-02, bem como em todo o campus da **USP LESTE**, sendo elas: VOC, SVOC, PCB, metais totais (listados em CETESB, 2005), berílio total, tálio, pesticidas organoclorados, compostos das séries nitrogenada e sulfatada, cianeto, cloretos totais e fosfato.

07 de outubro de 2013 – Emissão do Parecer Técnico nº 157/IPRS/13 pela CETESB, encaminhado à SEF/USP pelo Ofício 200/13/CLE, datado de 10 de outubro de 2013.

Nesse documento, a CETESB referiu-se novamente ao AIIPA nº 30004574, listando as exigências que julgou ainda não terem sido cumpridas, e apresentou uma avaliação das atividades que deveriam ser realizadas.

09 de outubro de 2013 – A Servmar solicitou à CETESB, por meio de correio eletrônico indicado pela própria CETESB, se a **USP LESTE** poderia suprimir a vegetação que havia crescido na AI-02 após seu aterramento, a fim de serem posteriormente executados os trabalhos ambientais na mesma, mencionados na LO nº 2118/2012.

Salientou-se que a maior parte da vegetação não ultrapassava 2,0 m de altura, embora estivessem distribuídas por toda a área AI-02.

Até a emissão deste relatório não houve resposta quanto a esse questionamento.

16 de outubro de 2013 – Em carta-resposta à CETESB, a SEF/USP sugeriu a centralização das investigações primeiramente na AI-01, sendo os resultados entregues até janeiro de 2014, bem como o relatório de monitoramento de gases no interior dos edifícios. Conjuntamente, propôs a elaboração do Plano de Ações e a definição do Termo de Referência para a abertura de licitação e posterior contratação dos demais serviços ambientais necessários para atendimento integral das exigências técnicas da LO nº 2118/2012.

Assim, foi determinado pela SEF/USP o fim do contrato com a Servmar em janeiro de 2014, após a mesma emitir os respectivos relatórios acerca da investigação da AI-01 e do monitoramento de gases.

22 de outubro de 2013 – A CETESB emitiu o Parecer Técnico nº 168/IPRS/CA/13, no qual apresentou prazos definitivos para o cumprimento das exigências do AIIPA nº 30004574 e do Parecer Técnico nº 157/IPRS/13. Ademais, reiterou que não seriam permitidas intervenções nos solos nem nas águas subterrâneas nas áreas do campus, até que o estudo de investigação ambiental e o plano de intervenção de toda a área sejam aprovados pela CETESB.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

29 de outubro de 2013 – Realização de audiência pública para discutir questões relacionadas à presença de metano na área do campus da **USP LESTE**. Foram convocados para esta audiência os representantes da Servmar, da SEF/USP, da **USP LESTE** e da CETESB e os deputados estaduais.

31 de outubro de 2013 – A CETESB lavrou o Auto de Infração Imposição de Penalidade de Multa (AIIPM) nº 30001630 à **USP LESTE**, mediante o qual foram reiteradas as exigências técnicas presentes nos pareceres supracitados.

01 de novembro de 2013 – O Centro de Apoio Operacional à Execução (CAEX) do Ministério Público do Estado de São Paulo emitiu o Parecer Técnico SETEC RI 4412 LT1198-13 MAHUAC PJMAC IC 58-05, relatando informações referentes ao histórico de ocupação e licenciamento da área, bem como a vistoria realizada em 22 de outubro de 2013. No referido documento também foi reportado que a Gleba II havia sido retomada pelo Governo do Estado de São Paulo e não seria mais utilizada pela **USP LESTE**.

Foi determinada à **USP LESTE** a suspensão imediata das atividades docentes e de apoio administrativo e funcional desenvolvidas no local até que as pendências ambientais apontadas fossem integralmente sanadas e aprovadas pela CETESB; a paralisação imediata de novas ampliações de áreas construídas; e a adequação das condições de armazenamento temporário dos resíduos sólidos gerados pela entidade, com ênfase para os resíduos laboratoriais. Também foram estabelecidas determinações à CETESB, tais como vistorias periódicas à **USP LESTE**, em prazo não superior a 60 dias.

26 de novembro de 2013 – Visita técnica da CETESB ao campus da **USP LESTE**. Na ausência de funcionários da SEF/USP, o técnico da CETESB foi acompanhado por funcionário da Servmar que realizava trabalhos no campus naquele dia.

Essa visita gerou o Auto de Inspeção nº 1518108, retificado pelo Ofício 280/13/CLE.

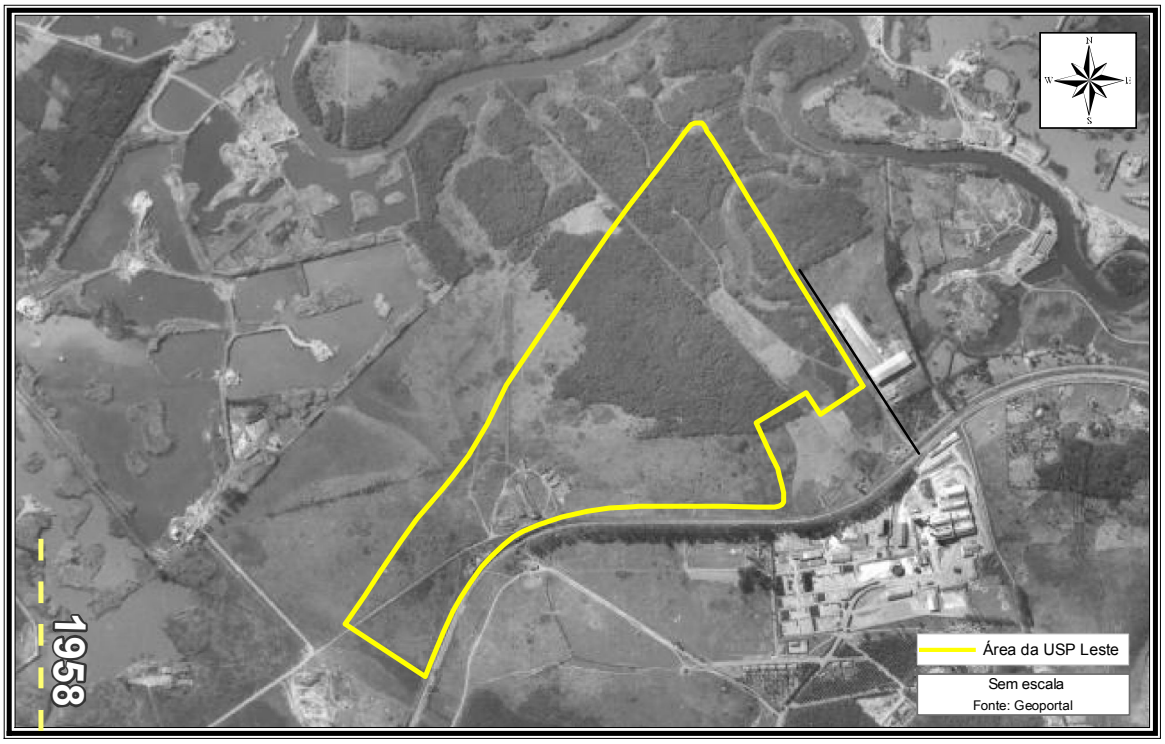
03 de dezembro de 2013 – Reunião entre membros da CETESB, SEF/USP, Comissão Ambiental da **USP LESTE** e Servmar.

Foram definidas ações emergenciais, a serem executadas em até 30 dias, bem como ações de curto (janeiro de 2014) e longo prazo. Tais pontos constam em ata elaborada pela SEF/USP.

As **Figuras 2.1.1.a.** a **2.1.1.h.** apresentam uma compilação das fotos aéreas de 1958, 1962, 1972, 1981, 1994 e 2001 e das imagens aéreas de 2004 a 2009, 2011 a 2013, bem como a demarcação da atual área da **USP LESTE**.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

Figura 2.1.1.a. Levantamento aerofotogramétrico temporal 1958-1962



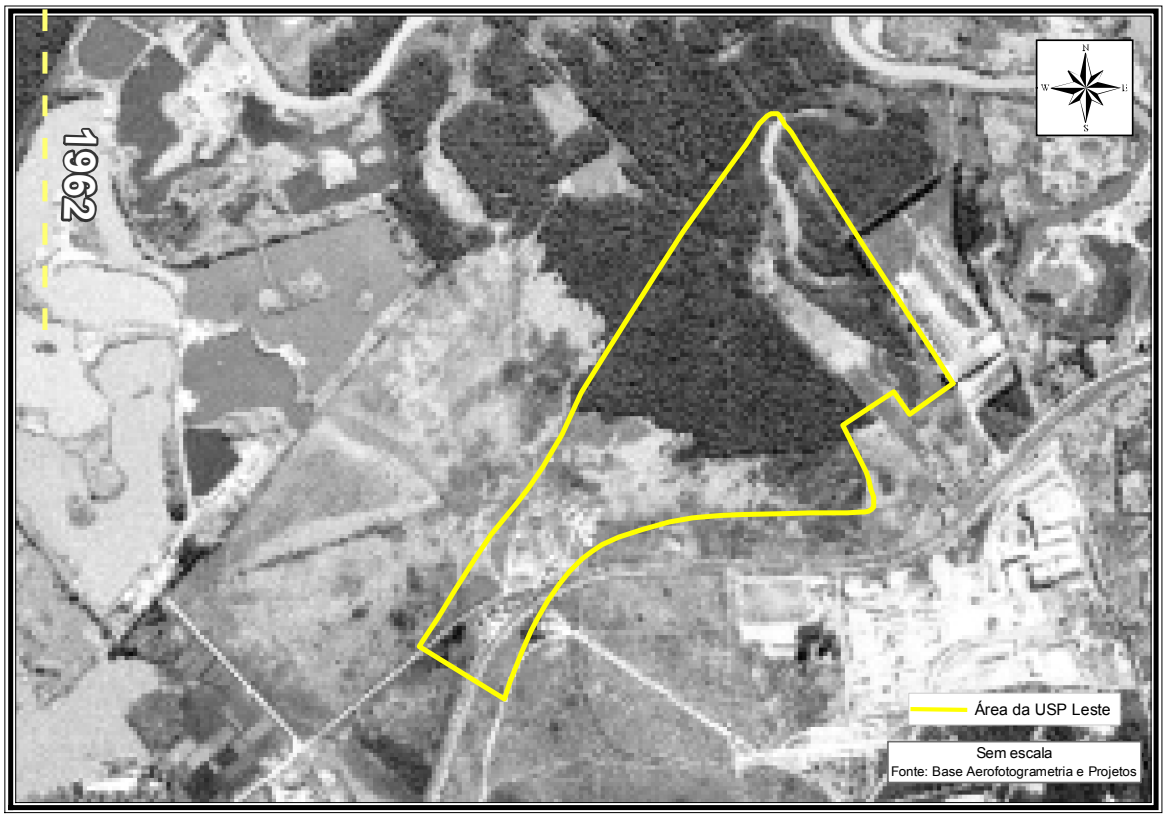


Figura 2.1.1.b. Levantamento aerofotogramétrico temporal 1972-1981

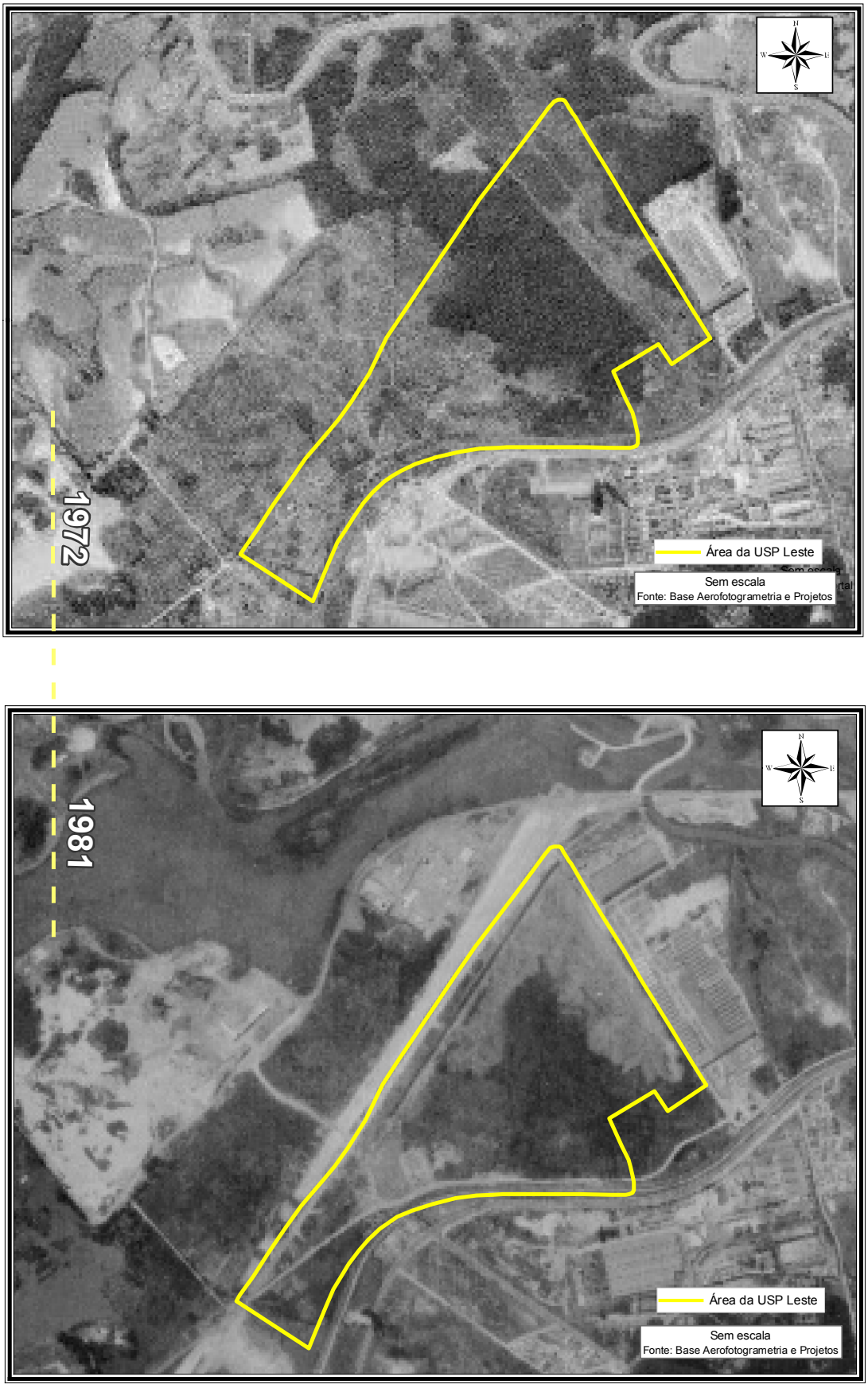


Figura 2.1.1.c. Levantamento aerofotogramétrico temporal 1994-2001

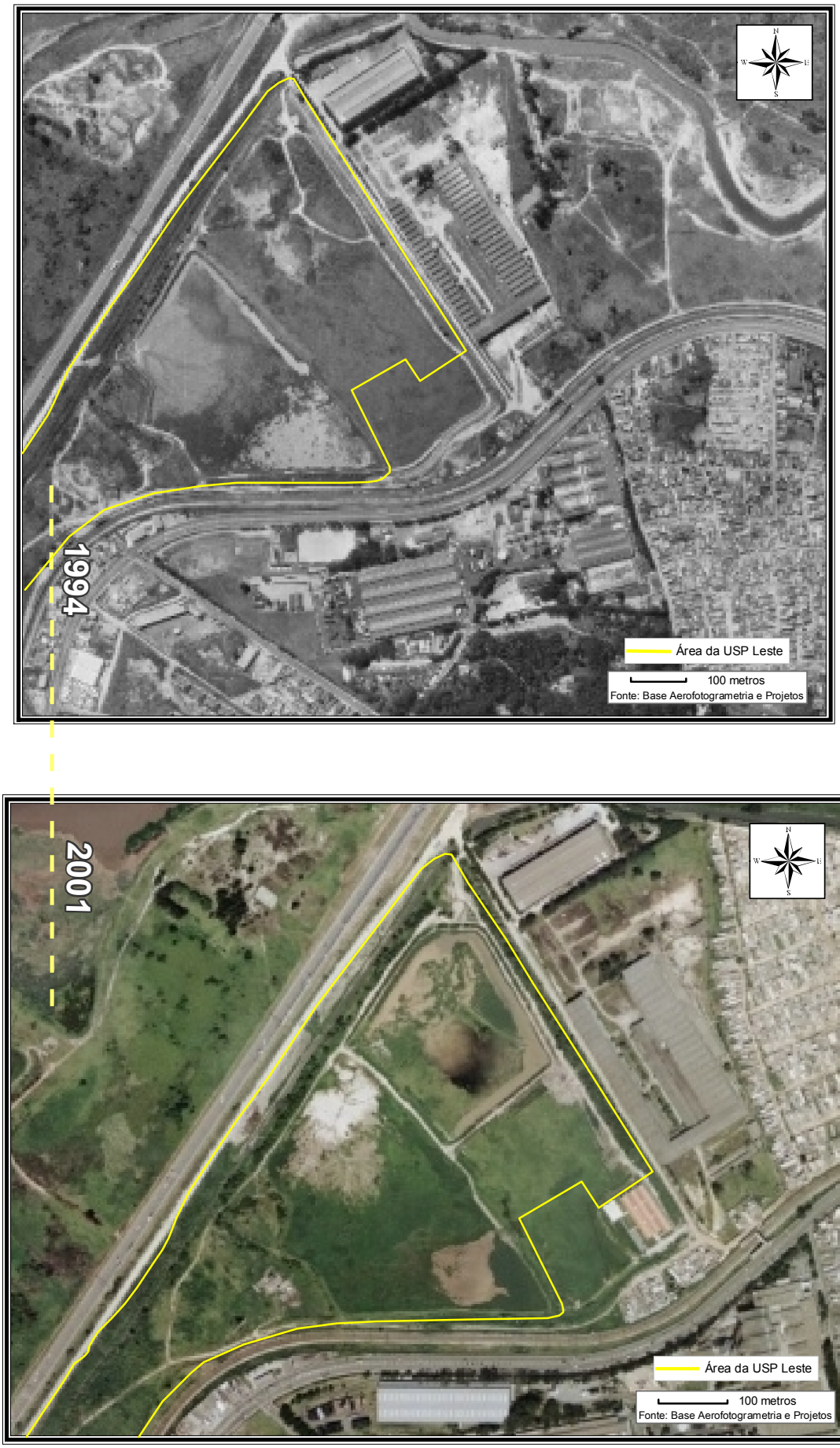


Figura 2.1.1.d. Levantamento aerofotogramétrico temporal 2004-2005

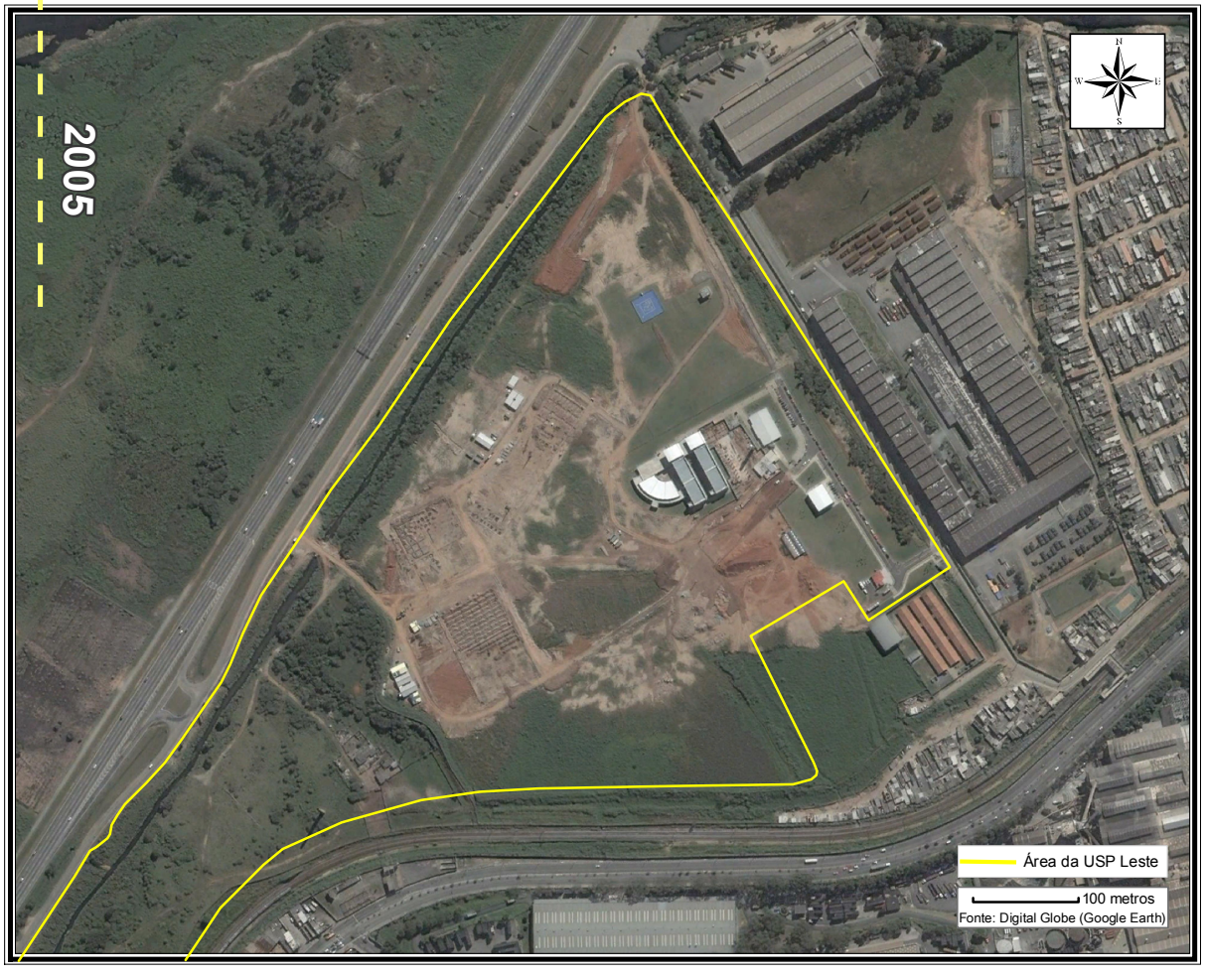


Figura 2.1.1.e. Levantamento aerofotogramétrico temporal 2006-2007

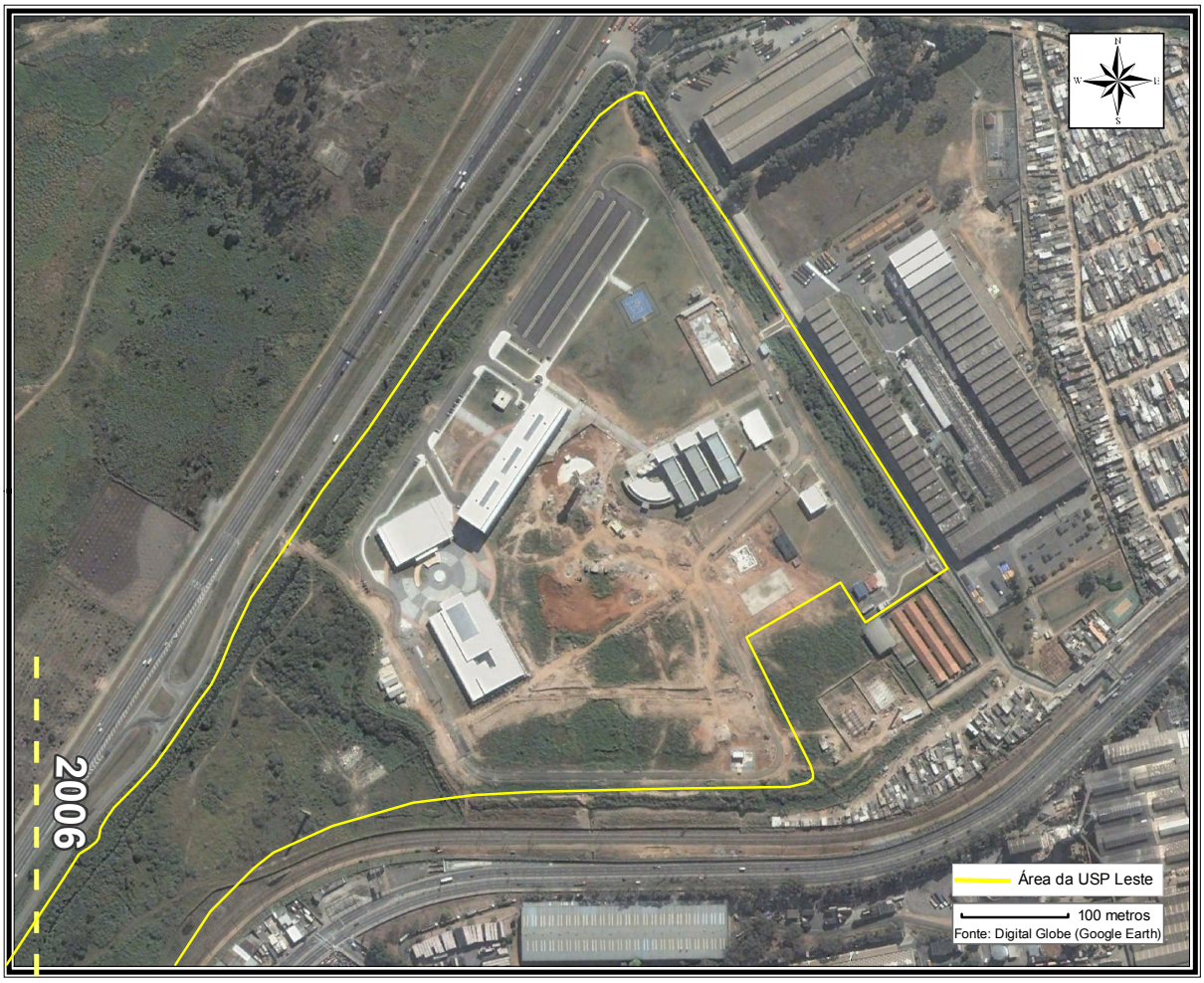


Figura 2.1.1.f. Levantamento aerofotogramétrico temporal 2008-2009

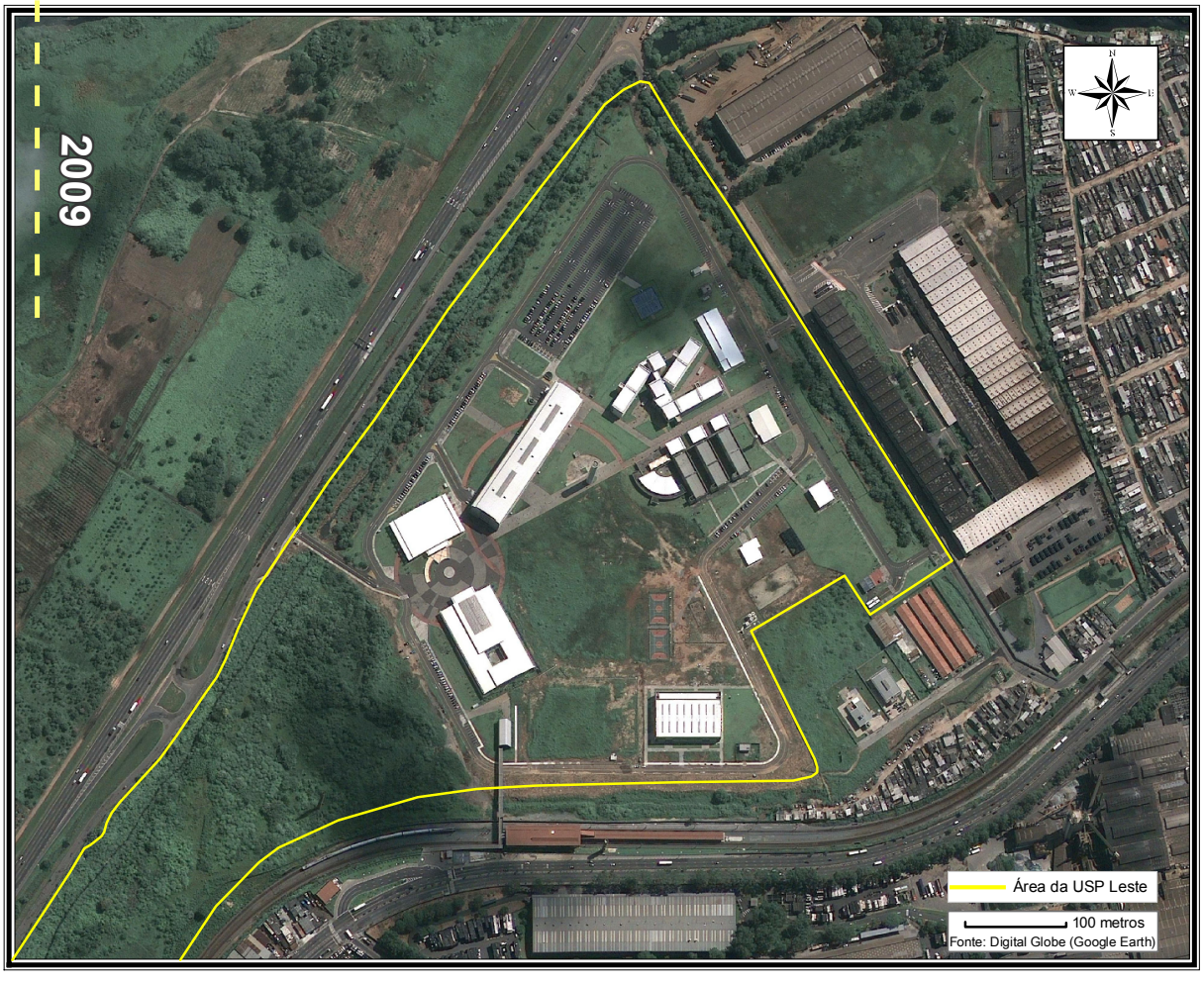


Figura 2.1.1.g. Levantamento aerofotogramétrico temporal 2011-2012

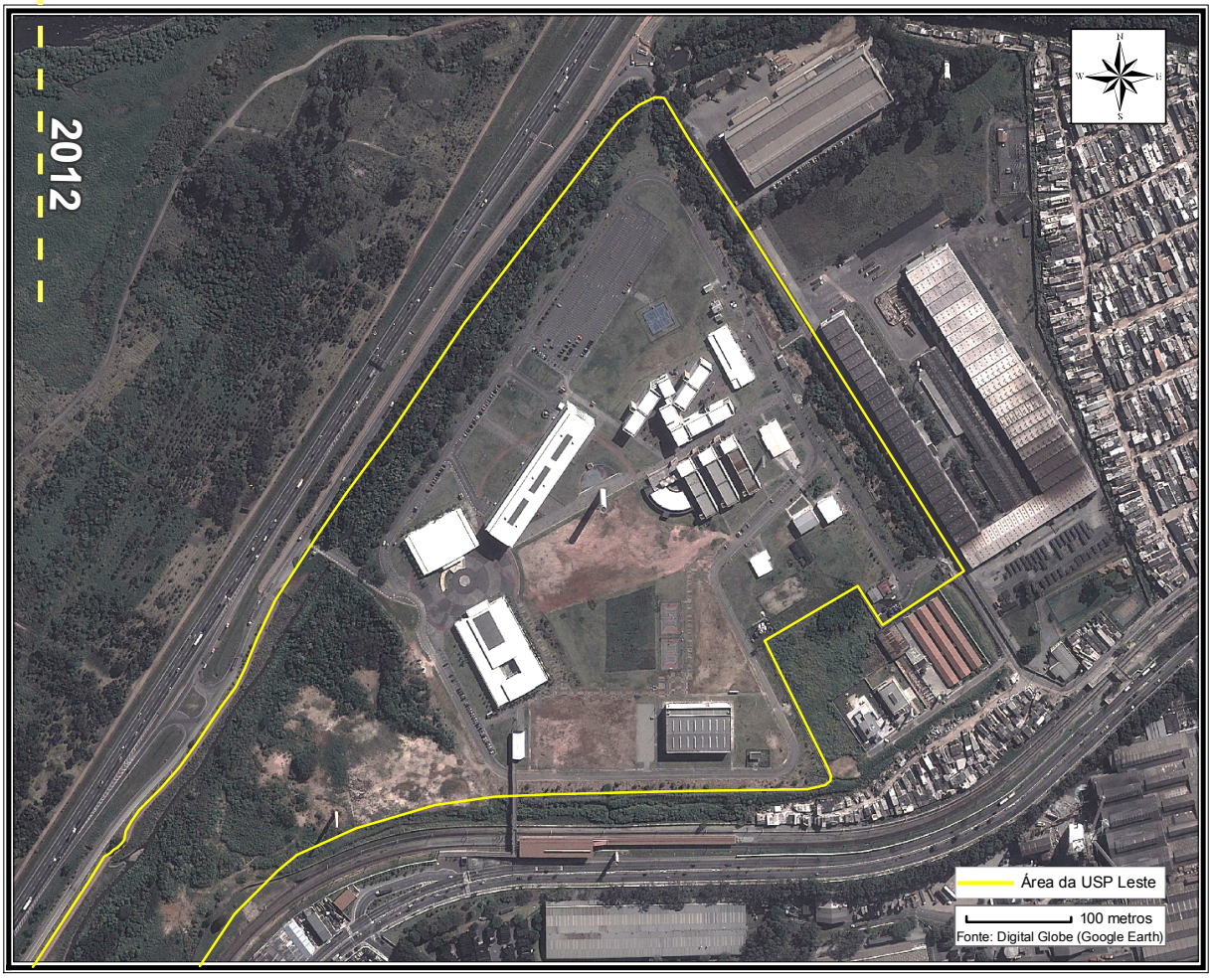
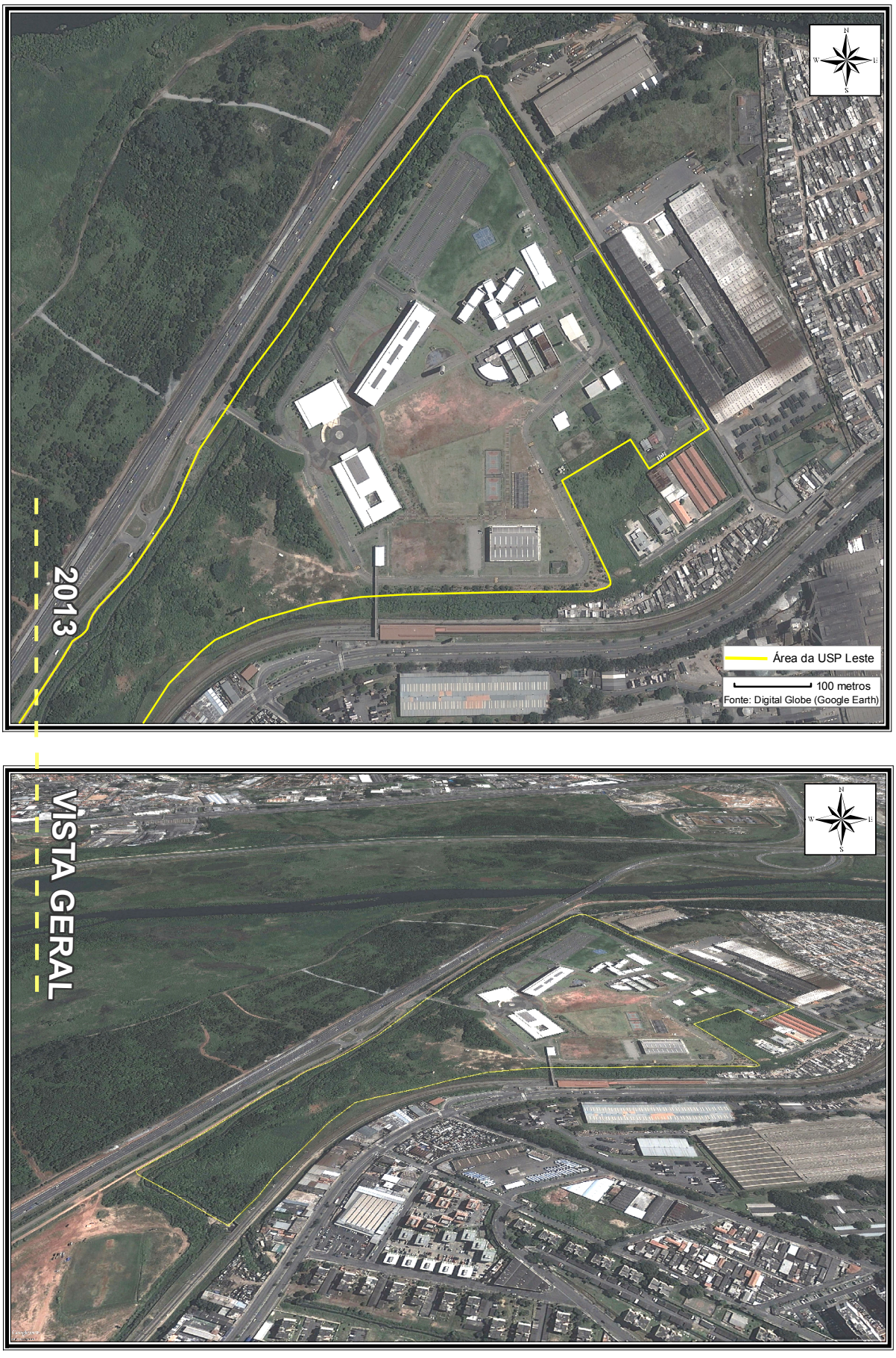


Figura 2.1.1.h. Levantamento aerofotogramétrico temporal 2013



2.2. Caracterização do meio físico regional

A área da **USP LESTE** está regionalmente inserida na Bacia Sedimentar de São Paulo (BSP), a qual é constituída, da base para o topo, pelas formações Resende (lamitos, arenitos e conglomerados), Tremembé (argilas orgânicas de origem lacustre) e São Paulo (cascalho, areia e siltes argilosos). Esses sedimentos são recobertos pela Formação Itaquaquecetuba e por coberturas aluvionares fluviais quaternárias de forma discordante (Riccomini *et* al., 1992).

O embasamento da BSP é composto por rochas cristalinas pré-cambrianas, constituídas por granitos e rochas metamórficas, tais como migmatitos, gnaisses e xistos (Juliani, 1992).

Em termos hidrogeológicos, a região do empreendimento está inserida no contexto regional da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê (BHAT). Nesta bacia ocorrem basicamente dois sistemas de aquíferos: o Cristalino, relacionado às rochas do embasamento; e o Sedimentar, relacionado aos depósitos sedimentares da bacia (Hirata e Ferreira, 2001).

O Sistema Aquífero Sedimentar, de porosidade primária, subdivide-se em aquíferos Quaternário, São Paulo e Resende. Já o Sistema Aquífero Cristalino, de porosidade secundária, subdivide-se em aquíferos A e B (Hirata e Ferreira, 2001).

O Aquífero Quaternário engloba os depósitos sedimentares aluviais do Quaternário (Coberturas Neocenozóicas), predominantemente areno-argilosos, que ocorre nas adjacências das principais drenagens da bacia. Apresenta extensão e espessura muito limitadas (< 10,0 m), e é explorável através de poços cacimba (Hirata e Ferreira, 2001).

O Aquífero Resende corresponde a depósitos de sistema de leques aluviais a planície fluvial entrelaçada com predominância de lamitos arenosos e argilosos, e depósitos de sistemas de leques aluviais com predominância de lamitos seixosos. Caracteriza-se por aquífero livre a semi-confinado, de extensão local e média a baixa produtividade. Vazão média individual por poço de 15,2 m^3/h (Hirata e Ferreira, 2001).

O Aquífero São Paulo corresponde a depósitos do sistema fluvial meandrante, compostos por cascalho, areia e silte argiloso. Caracteriza-se por aquífero livre a semiconfinado, de extensão local e baixa produtividade. Vazão média individual por poço de 9,5 m^3/h (Hirata e Ferreira, 2001).

O Aquífero A, do Sistema Aquífero Cristalino, corresponde à associação de unidades que incluem rochas granitóides, rochas gnáissicas, filitos e xistos subordinados. Caracteriza-se por aquífero onde as melhores vazões estão associadas às falhas e fraturas nas rochas, com baixa produtividade. Vazão média individual por poço de 9,1 m^3/h (Hirata e Ferreira, 2001).

O Aquífero B, do Sistema Aquífero Cristalino, corresponde à associação de rochas predominantemente metassedimentares que incluem quartzitos, mica xistos, anfibolitos e rochas carbonáticas. Caracteriza-se por aquífero onde as melhores vazões estão associadas às falhas e fraturas nas rochas. Vazão média individual por poço de 17,5 m^3/h (Hirata e Ferreira, 2001).

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

Na região da **USP LESTE** afloram apenas os depósitos aluvionares quaternários, depositados pela ação do rio Tietê e seus afluentes. Atualmente, parte da área do campus se encontra recoberta por aterros, originados das dragagens do leito do rio Tietê realizadas na década de 1980, da terraplanagem realizada em 2004 e 2005, pela Alano Serviços de Terraplenagem, e por fim, o material de origem desconhecida depositado em 2011.

Dentro da BHAT, o campus da **USP LESTE** se encontra na região da várzea do rio Tietê. Esse rio, com alguns de seus maiores afluentes, desenvolve significativas planícies aluviais, cujas larguras superam aquelas das faixas de meandros. É importante ressaltar que, originalmente, o traçado do rio Tietê era intensamente meandrante, em decorrência das baixas declividades de suas várzeas.

Foi denotado um córrego, cuja nascente provavelmente se localiza na área residencial situada na porção sul do entorno, sendo que o mesmo percorre por esta área residencial e, posteriormente, entre o limite da AI-03 (limite oeste da **USP LESTE**) e o Centro de Treinamento do Corinthians, e então, passa a fluir paralelamente entre a Rua de Acesso e a **USP LESTE** (limite norte), percorrendo também a norte do limite da indústria siderúrgica ArcelorMittal S.A., até desaguar no rio Tietê. Justamente no ponto de deságue desse córrego há uma intercepção com outro afluente do rio Tietê, que percorre entre o Parque Ecológico e a área residencial situada a nordeste. Salienta-se que o rio Tietê situa-se a cerca de 200 m a norte da **USP LESTE**.

Ademais, o terreno do campus é circundado, em seus limites sul e leste, por córregos artificiais executados por atividades antrópicas.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

3. ATIVIDADES E MÉTODOS

Os serviços executados compreenderam objetivos distintos que serão indicados separadamente a seguir.

O primeiro refere-se aos trabalhos de investigação detalhada dos gases químicos de interesse no interior dos edifícios da **USP LESTE**, os quais ocorreram entre os dias 31 de agosto de 2013 a 16 de janeiro de 2014, e compreendeu os seguintes serviços de campo:

- Execução de 115 sondagens de investigação;
- Instalação de 115 pares de poços, em sistema multiníveis, de monitoramento de gases na zona insaturada no interior dos edifícios da **USP LESTE**;
- Medição *in situ* dos gases químicos de interesse nos poços instalados;
- Testes de estanqueidade nos 115 pares de poços de monitoramento de gases instalados.

O segundo objetivo refere-se aos trabalhos de investigação ambiental detalhada, avaliação de risco à saúde humana e plano de intervenção efetuados na AI-01 da **USP LESTE**. Estes trabalhos ocorreram em duas etapas. A primeira etapa dos serviços de campo foi realizada entre os dias 14 de outubro a 01 de dezembro de 2013, e compreendeu:

- Execução de 104 sondagens de investigação;
- Coleta e envio de 195 amostras de solo superficial e subsuperficial para análises químicas dos parâmetros selecionados;
- Instalação de 10 poços de monitoramento na porção superior do aquífero livre sedimentar (até 5,5 m);
- Instalação de 03 poços de monitoramento na porção inferior do aquífero livre sedimentar (até 9,5 m);
- Amostragem de água subterrânea e medição *in situ* dos parâmetros físico-químicos dos poços instalados e preexistentes;
- Levantamento altimétrico e medição do nível estabilizado da água subterrânea.

Os parâmetros investigados nas análises químicas foram as SQI definidas em consonância com a CETESB, sendo elas: VOC, SVOC, PCB, metais (listados em CETESB, 2005), série nitrogenada, série sulfatada, pesticidas organoclorados, cianeto, cloreto, berílio, tálio e fosfato.

Informa-se que os poços preexistentes também foram amostrados, visando à avaliação prévia da qualidade ambiental da água subterrânea de todo o campus.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

Após o recebimento dos laudos analíticos das amostras de solo coletadas na primeira etapa, verificou-se a necessidade da coleta de amostras de solo adicionais, bem como a instalação de poços de monitoramento da água subterrânea. Assim, em uma segunda etapa, efetuada no período de 23 de dezembro de 2013 a 03 de janeiro de 2014, foram realizadas as seguintes atividades:

- Execução de 08 sondagens de investigação;
- Coleta e envio de 16 amostras de solo superficial e subsuperficial para análises químicas dos parâmetros selecionados;
- Coleta e envio de 03 amostras de solo das litologias predominantes para análises geotécnicas;
- Instalação de 10 poços de monitoramento na porção superior do aquífero livre;
- Instalação de 02 poços de monitoramento na porção inferior do aquífero livre;
- Amostragem de água subterrânea e medição dos parâmetros físico-químicos dos poços instalados;
- Levantamento altimétrico e medição do nível estabilizado da água subterrânea;
- Levantamento georeferenciado das sondagens e poços de monitoramento;
- Execução de 04 ensaios de permeabilidade.

A **Figura 3.1.** ilustra as instalações da **USP LESTE** e a localização da AI-01, e o **Anexo 3** apresenta o registro fotográfico dos trabalhos de campo de todas as etapas supracitadas.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

Figura 3.1. Croqui das instalações da USP LESTE e localização da área AI-01

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

3.1. Investigação Detalhada de Gases

A metodologia de investigação detalhada de gases teve como principal objetivo a avaliação da intrusão de gases inflamáveis nos ambientes internos da **USP LESTE**.

É importante destacar que esta metodologia é plenamente aceita pela CETESB, sendo determinada pelas seguintes bibliografias publicadas pelos órgãos regulamentadores:

- United States Environmental Protection Agency (U.S. EPA), 2002, *Draft Guidance for Evaluating the Vapor Intrusion to Indoor Air Pathway from Groundwater and Soils.* Washington, D.C.: Office of Solid Waste and Emergency Response. http://epa.gov/osw/hazard/correctiveaction/eis/vapor.htm
- The Interstate Technology & Regulatory Council (ITRC), Vapor Intrusion Team, 2007, Technical and Regulatory Guidance, *Vapor Intrusion Pathway: A Practical Guide*, January. http://www.itrcweb.org/teampublic_Vapor.asp
- ASTM E2600 – 08, Standard Practice for Assessment of Vapor Intrusion into Structures on Property Involved in Real Estate Transactions, March 2008. http://www.astm.org/Standards/E2600.htm

Neste capítulo serão descritas detalhadamente as atividades executadas em campo para o mapeamento e monitoramento dos gases químicos de interesse, bem como os resultados das medições realizadas entre os dias 30 de setembro a 30 de dezembro de 2013.

3.1.1. Sondagens de investigação

As sondagens de investigação (ST) tiveram como objetivos: a descrição do perfil litológico do subsolo local (aterro), a verificação da ocorrência de produtos químicos no solo, a leitura de vapores orgânicos *in situ* e, por fim, a instalação de poços de monitoramento de gases.

No dia 31 de agosto e entre o período de 18 de setembro a 18 de outubro de 2013 foram realizadas 115 sondagens (ST-01 a ST-115) distribuídas em todos os interiores dos edifícios da **USP LESTE**, com trado manual de aço inoxidável com diâmetro interno de 2 polegadas. Informa-se que o posicionamento e a distribuição das sondagens seguiram a proposta expressa no Plano Inicial das Ações Futuras (relatório MA/12797/13/BLS – Servmar, 2013d), o qual foi protocolado em 02 de setembro de 2013 e teve seus trabalhos propostos aprovados pela CETESB.

As sondagens foram efetuadas de acordo com as preconizações expressas na NBR 15492 “Sondagens de reconhecimento para fins de qualidade ambiental - Procedimento” (ABNT, 2007).

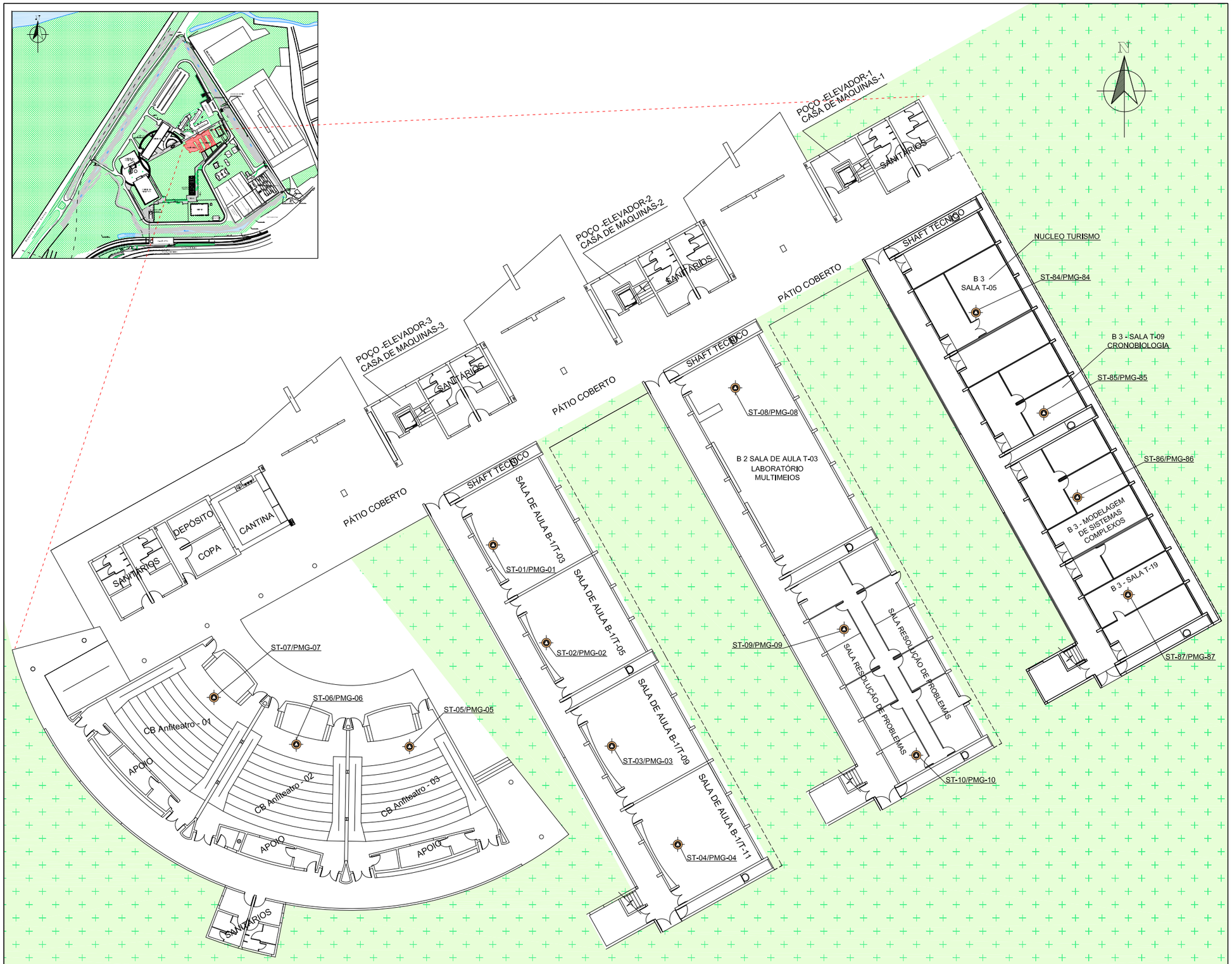
Salienta-se que todos os equipamentos que entraram em contato com o solo foram descontaminados entre cada perfuração, utilizando-se água deionizada e detergente neutro não fosfatado, a fim de evitar a possibilidade de contaminação cruzada entre os pontos de sondagem.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

As **Figuras 3.1.1.1.** a **3.1.1.12.** apresentam em detalhe as instalações dos edifícios e pavimentos que foram investigados.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

Figura 3.1.1.1. Croqui das instalações do Módulo Inicial (Conjunto Didático) na USP LESTE



Projeto:

Investigação Detalhada de Gases

Contrato Interno: 4841
Revisão: 00

Data de emissão do Relatório
02/2014

ST-84/PMG-84 — Sondagem de investigação/ Poço de monitoramento de gases

Área verde

Escala
0 5 10(m)

Servmar
AMBIENTAL & ENGENHARIA

Cliente:

USP LESTE
Rua Arlindo Bettio, nº 1000
São Paulo - SP

Desenhado por:	Roberto M. Santana
Elaborado por:	Bruno Lima
Aprovado por:	Aline Bernice

Figura 3.1.1.2. Croqui das instalações do Edifício I-1 (Parte 1) na USP LESTE

Parte 1

Projeto:

Investigação Detalhada de Gases

Contrato Interno: 4841
Revisão: 00

Data de emissão do Relatório
02/2014

PM-02 — Poço de monitoramento existente

TM-02 — Tomada

ST-115/PMG-115 — Sondagem de investigação/ Poço de monitoramento de gases

Área verde

Escala 1: 400

0 5 10(m)

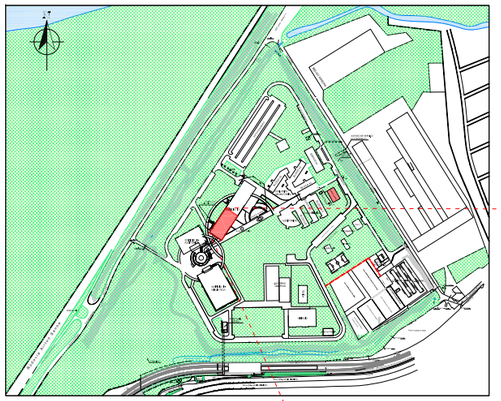
Servmar
AMBIENTAL & ENGENHARIA

Cliente:

USP LESTE
Rua Arlindo Bettio, nº 1000
São Paulo - SP

Desenhado por:	Roberto M. Santana
Elaborado por:	Bruno Lima
Aprovado por:	Aline Bernice

Figura 3.1.1.3. Croqui das instalações do Edifício I-1 (Parte 2) na USP LESTE



Projeto:

Investigação Detalhada de Gases

Contrato Interno: 4841
Revisão: 00

Data de emissão do Relatório
02/2014

PM-02 — Poço de monitoramento existente

ST-21/PMG-21 — Sondagem de investigação/ Poço de monitoramento de gases

Área verde

Escala 1: 400

0 5 10(m)

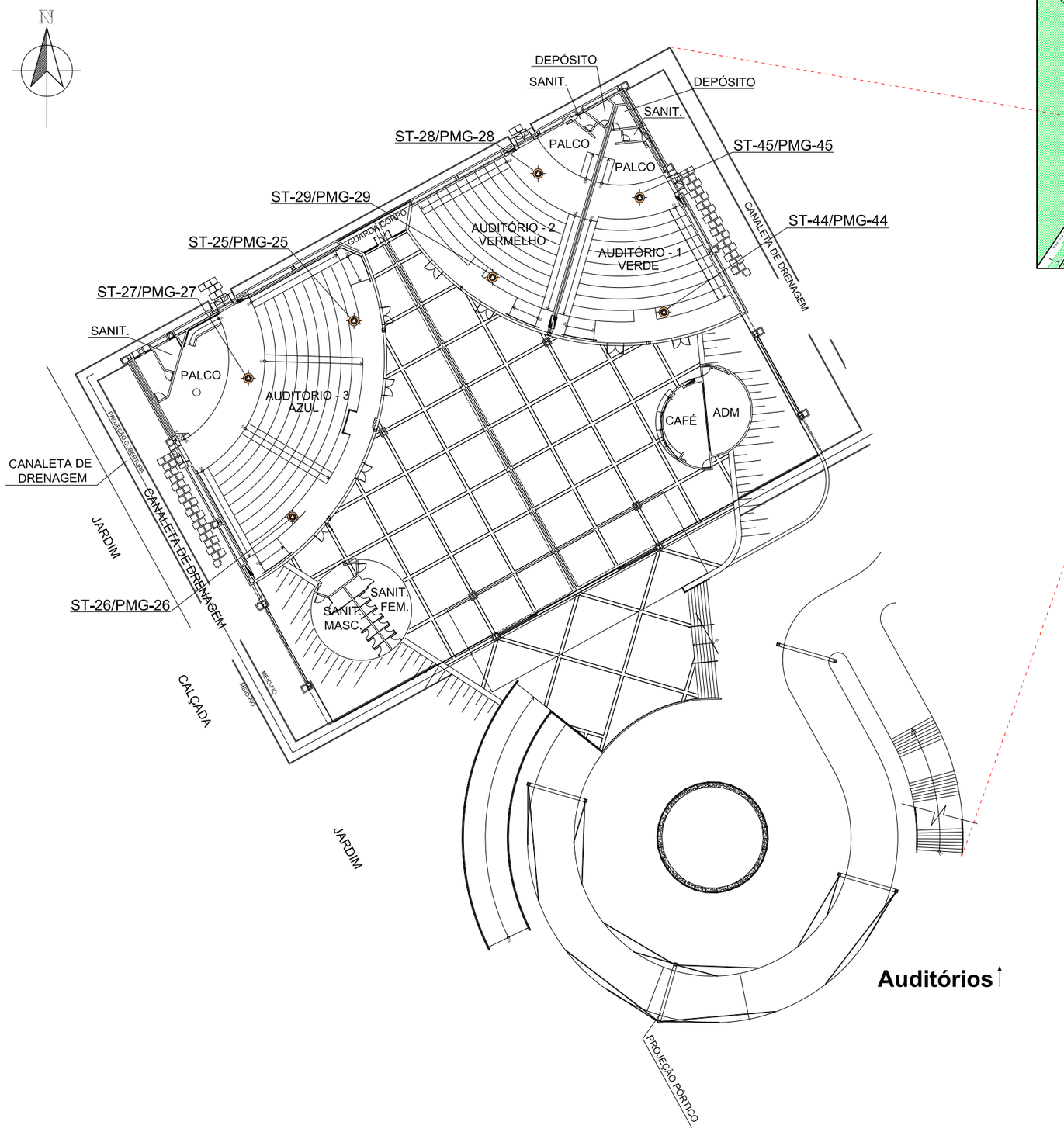
Servmar
AMBIENTAL & ENGENHARIA

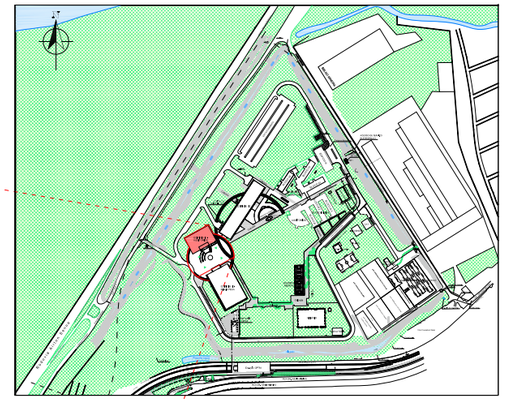
Cliente:

USP LESTE
Rua Arlindo Bettio, nº 1000
São Paulo - SP

Desenhado por:	Roberto M. Santana
Elaborado por:	Bruno Lima
Aprovado por:	Aline Bernice

Figura 3.1.1.4. Croqui das instalações dos Auditórios (I-3) na USP LESTE





Projeto:

Investigação Detalhada de Gases

Contrato Interno: 4841 Revisão: 00	Data de emissão do Relatório **02/2014**

ST-44/PMG-44 — Sondagem de investigação/ Poço de monitoramento de gases

Área verde

Escala
0 10 20(m)

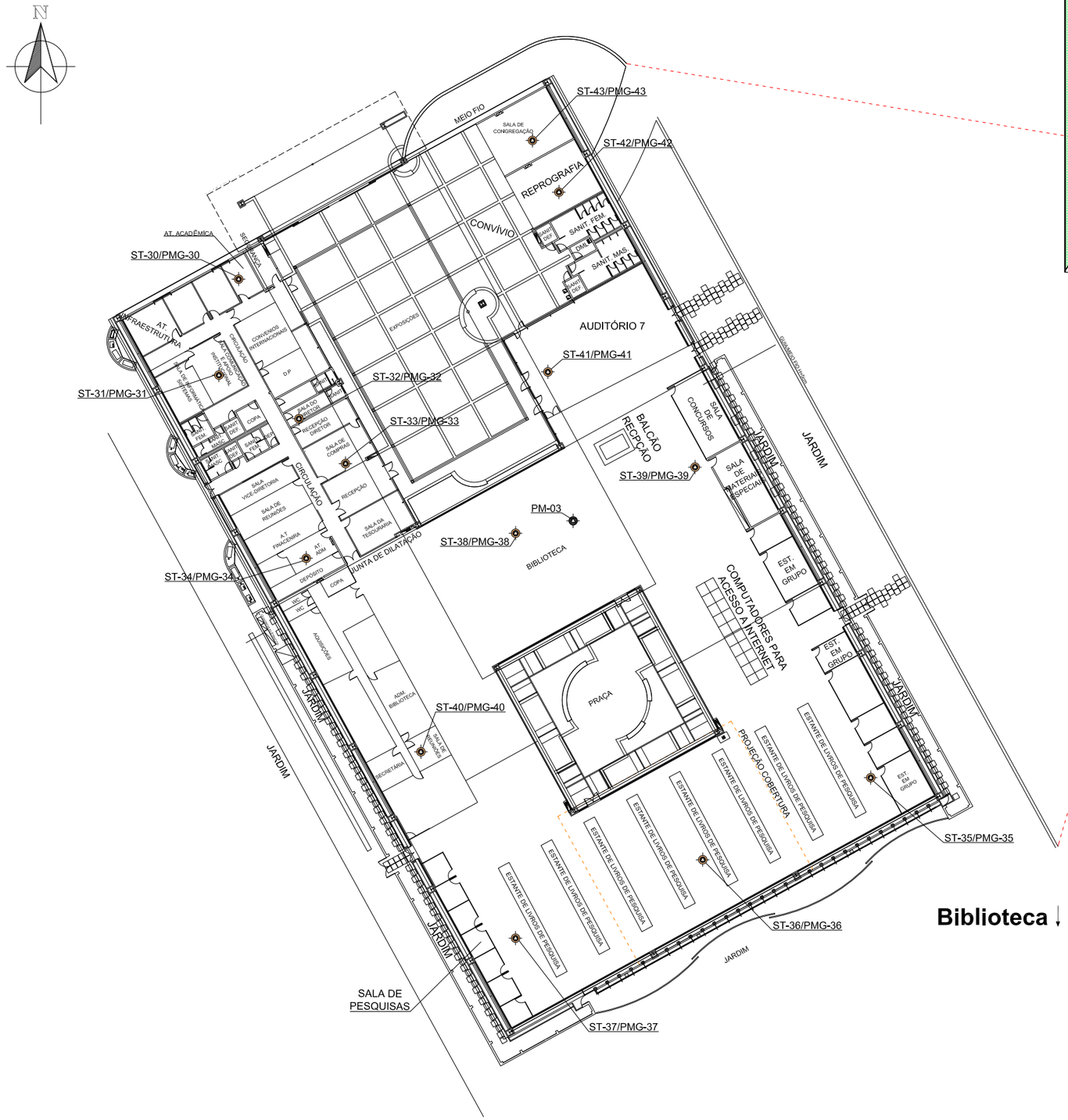
Servmar
AMBIENTAL & ENGENHARIA

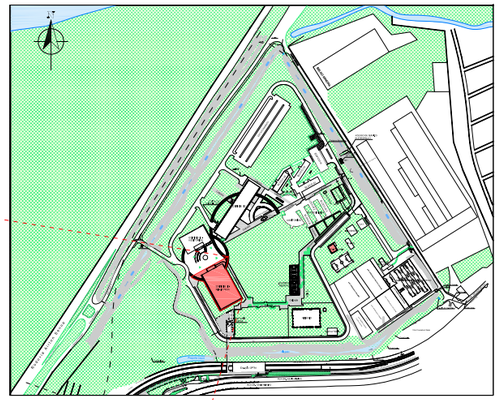
Cliente:

USP LESTE
Rua Arlindo Bettio, nº 1000
São Paulo - SP

Desenhado por:	Roberto M. Santana
Elaborado por:	Bruno Lina
Aprovado por:	Aline Bernice

Figura 3.1.1.5. Croqui das instalações da Biblioteca (I-3) na USP LESTE





Projeto:

Investigação Detalhada de Gases

Contrato Interno: 4841
Revisão: 00

Data de emissão do Relatório
02/2014

PM-03 — Poço de monitoramento existente

ST-43/PMG-43 — Sondagem de investigação/ Poço de monitoramento de gases

Área verde

Escala
0 10 20(m)

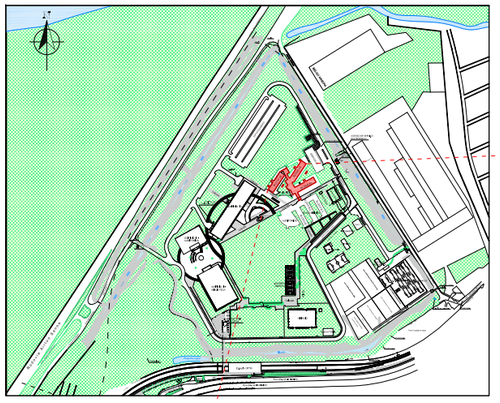
Servmar
AMBIENTAL & ENGENHARIA

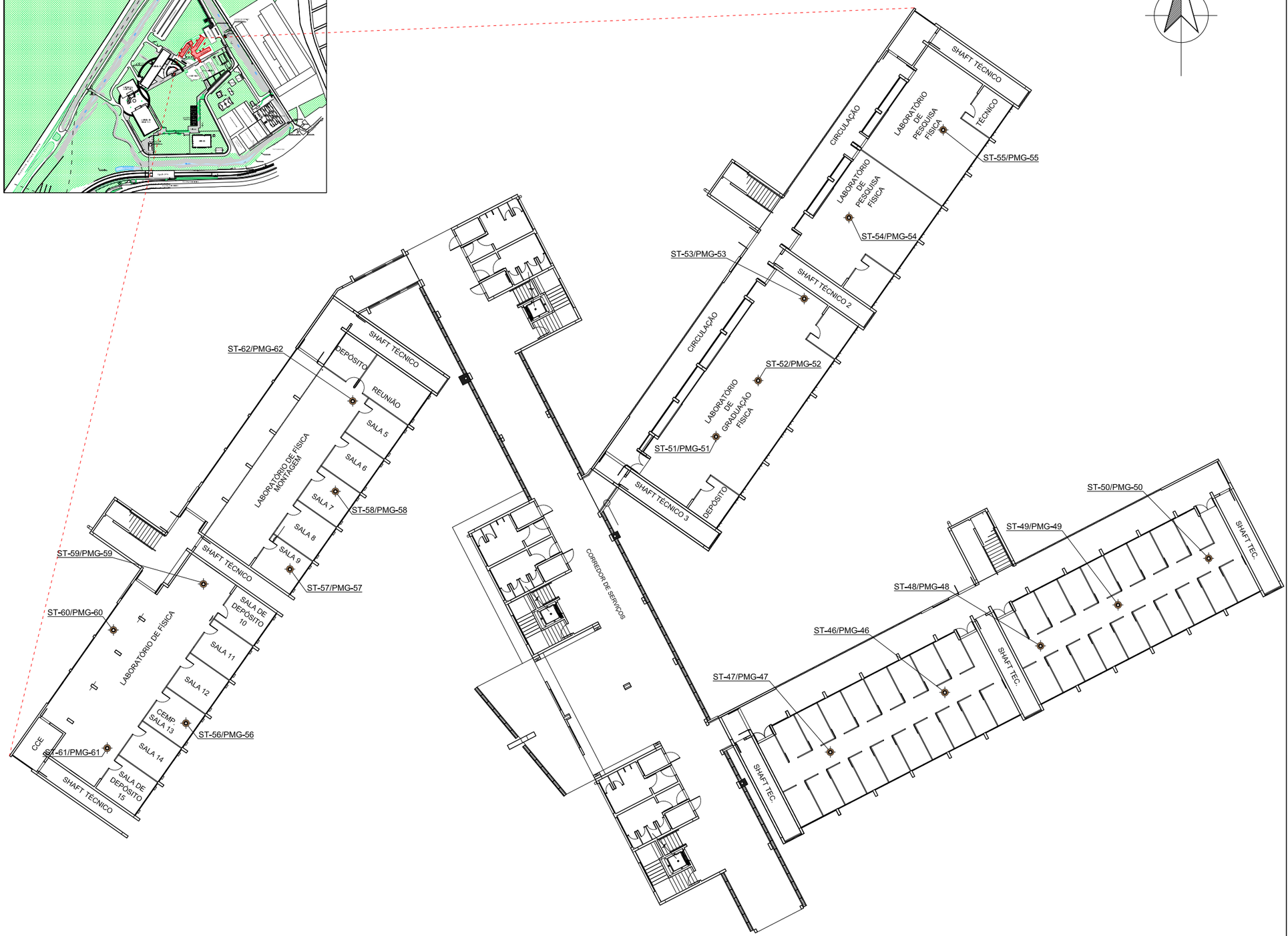
Cliente:

USP LESTE
Rua Arlindo Bettio, nº 1000
São Paulo - SP

Desenhado por:	Roberto M. Santana
Elaborado por:	Bruno Lima
Aprovado por:	Aline Bernice

Figura 3.1.1.6. Croqui das instalações do Conjunto Laboratorial na USP LESTE





Projeto:

Investigação Detalhada de Gases

Contrato Interno: 4841 Revisão: 00	Data de emissão do Relatório **02/2014**

ST-52/PMG-52 Sondagem de investigação/ Poço de monitoramento de gases

Área verde

Escala
0 5 10(m)

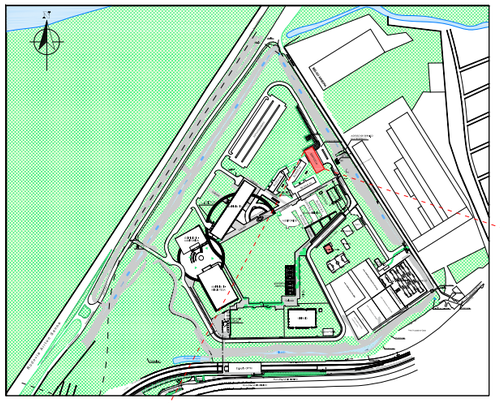
Servmar
AMBIENTAL & ENGENHARIA

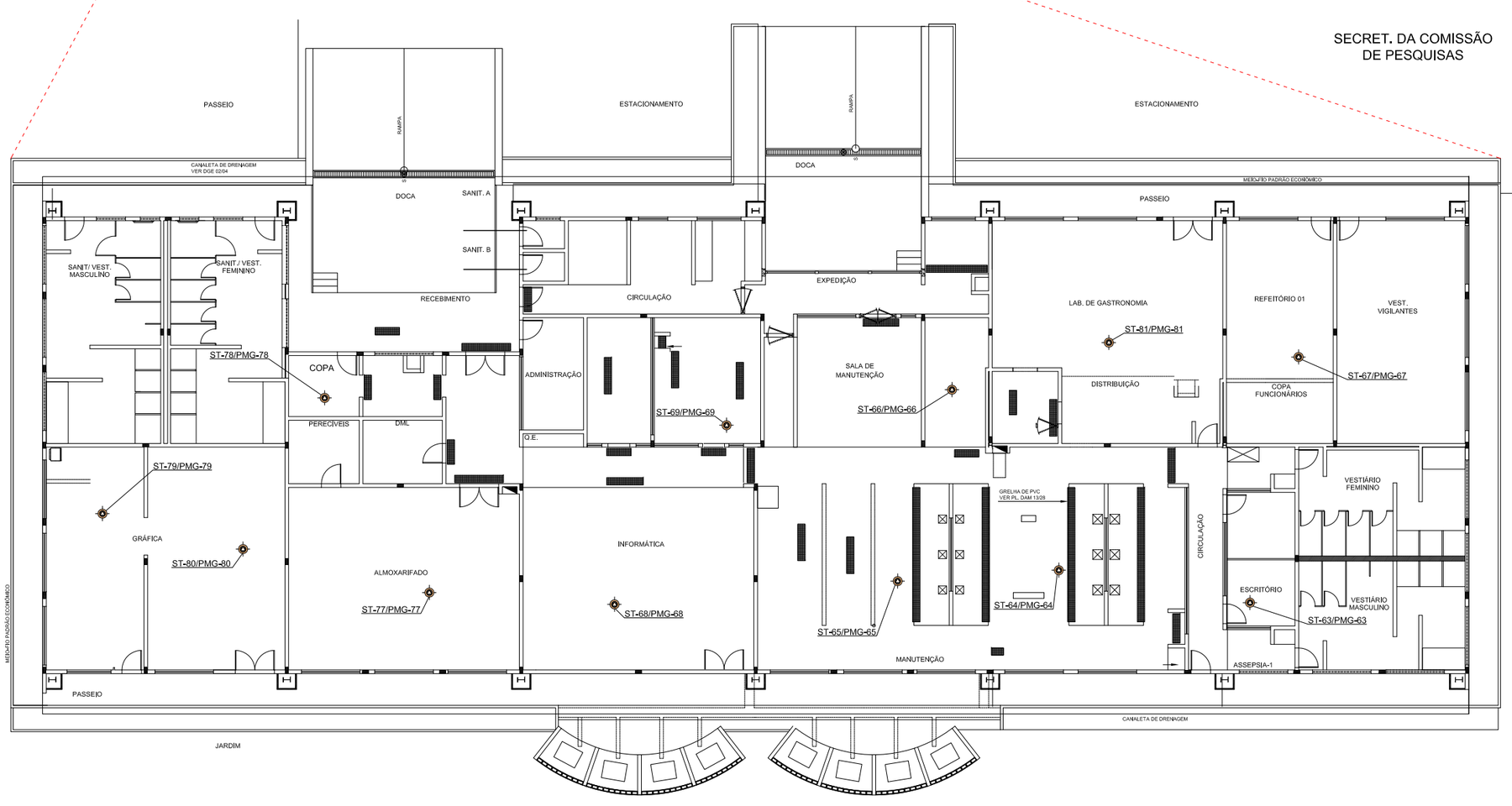
Cliente:

USP LESTE
Rua Arlindo Bettio, nº 1000
São Paulo - SP

Desenhado por:	Robertio M. Santana
Elaborado por:	Bruno Lima
Aprovado por:	Aline Bernice

Figura 3.1.1.7. Croqui das instalações do Edifício I-4 na USP LESTE





Projeto:

Investigação Detalhada de Gases

Contrato Interno: 4841
Revisão: 00

Data de emissão do Relatório
02/2014

ST-67/PMG-67 Sondagem de investigação/ Poço de monitoramento de gases

Área verde

Escala
0 5 10(m)

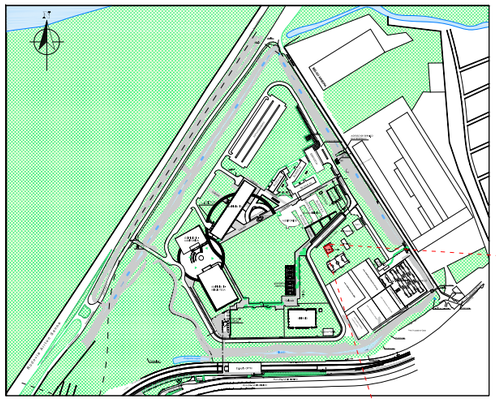
Servmar
AMBIENTAL & ENGENHARIA

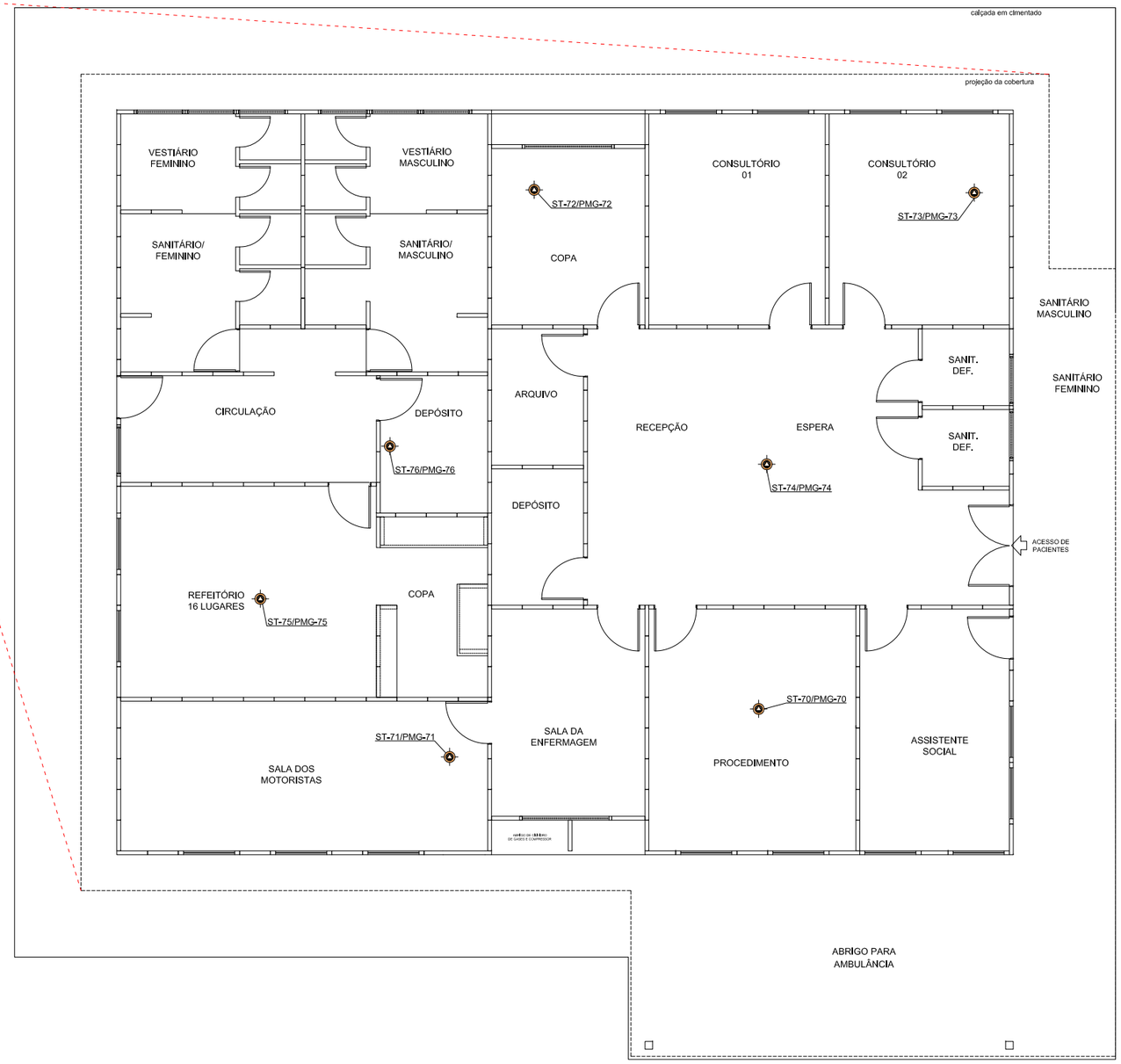
Cliente:

USP LESTE
Rua Arlindo Bettio, nº 1000
São Paulo - SP

Desenhado por:	Roberto M. Santana
Elaborado por:	Bruno Lima
Aprovado por:	Aline Bernice

Figura 3.1.1.8. Croqui das instalações da Enfermaria na USP LESTE





Projeto:
Investigação Detalhada de Gases

Contrato Interno: 4841
Revisão: 00

Data de emissão do Relatório
02/2014

ST-73/PMG-73 Sondagem de investigação/ Poço de monitoramento de gases

Área verde

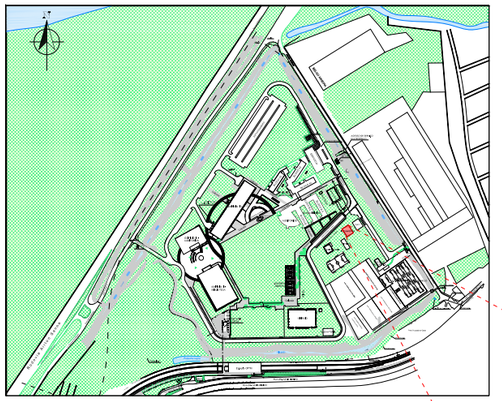
Escala
0 2 4(m)

Servmar
AMBIENTAL & ENGENHARIA

Cliente:
USP LESTE
Rua Arlindo Bettio, nº 1000
São Paulo - SP

Desenhado por:	Roberto M. Santana
Elaborado por:	Bruno Lima
Aprovado por:	Aline Bernice

Figura 3.1.1.9. Croqui das instalações da Incubadora na USP LESTE



Projeto:

Investigação Detalhada de Gases

Contrato Interno: 4841 Revisão: 00	Data de emissão do Relatório **02/2014**

ST-93/PMG-93 — Sondagem de investigação/ Poço de monitoramento de gases

Área verde

Escala
0 3 6(m)

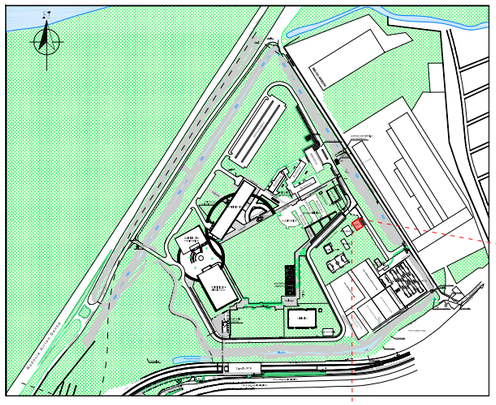
Servmar
AMBIENTAL & ENGENHARIA

Cliente:

USP LESTE
Rua Arlindo Bettio, nº 1000
São Paulo - SP

Desenhado por:	Roberto M. Santana
Elaborado por:	Bruno Lima
Aprovado por:	Aline Bernice

Figura 3.1.1.10. Croqui das instalações do pavimento CAT na USP LESTE



Projeto:
Investigação Detalhada de Gases

Contrato Interno: 4841
Revisão: 00

Data de emissão do Relatório
02/2014

ST-98/PMG-98 — Sondagem de investigação/ Poço de monitoramento de gases

Área verde

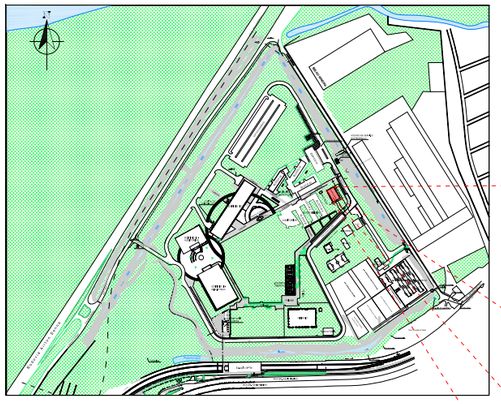
Escala
0 2 4(m)

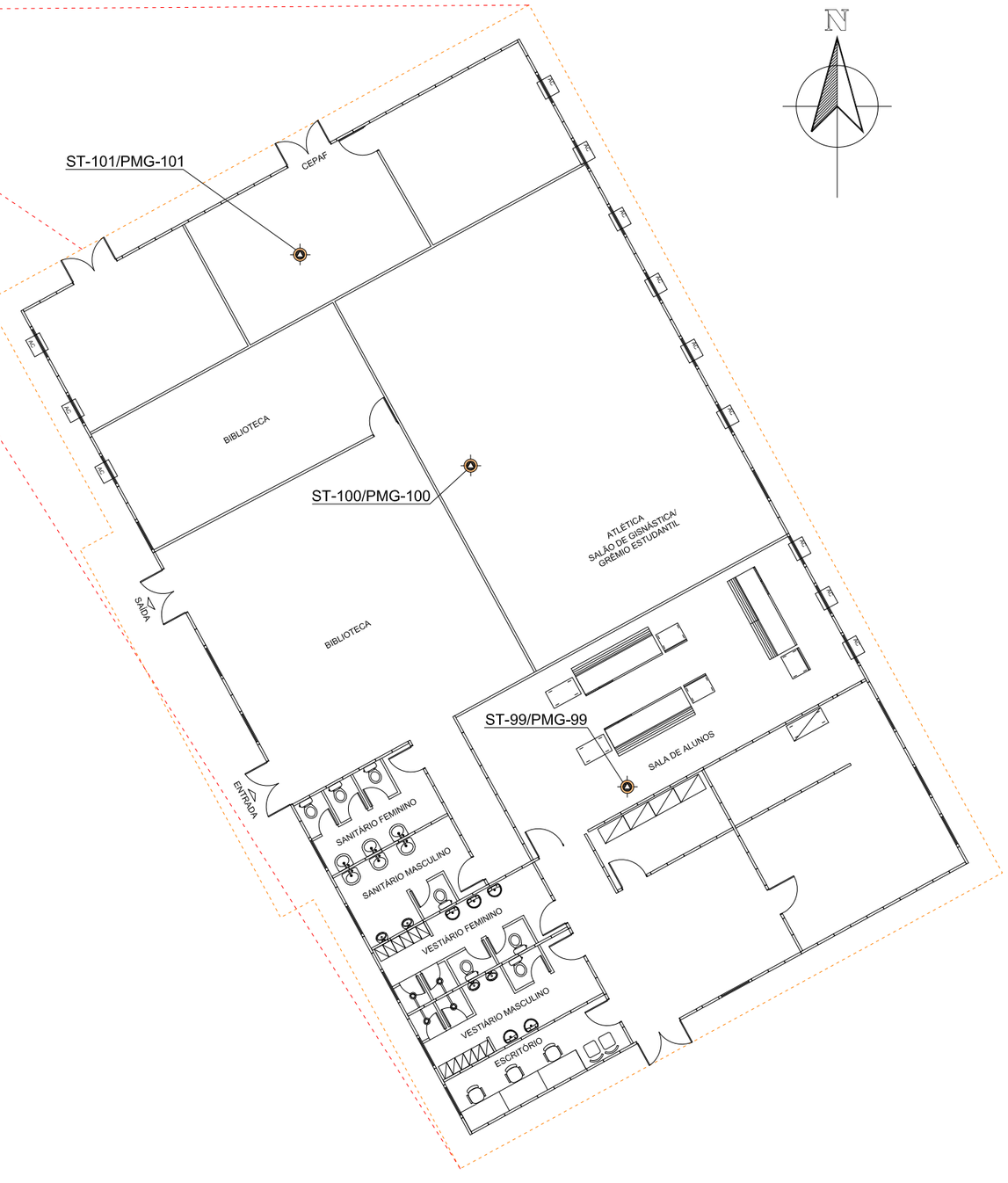
Servmar
AMBIENTAL & ENGENHARIA

Cliente:
USP LESTE
Rua Arlindo Bettio, nº 1000
São Paulo - SP

Desenhado por:	Roberto M. Santana
Elaborado por:	Bruno Lima
Aprovado por:	Aline Bernice

Figura 3.1.1.11. Croqui das instalações do pavimento Laranjinha na USP LESTE





Projeto:
Investigação Detalhada de Gases

Contrato Interno: 4841
Revisão: 00

Data de emissão do Relatório
02/2014

ST-100/PMG-100 — Sondagem de investigação/ Poço de monitoramento de gases

Área verde

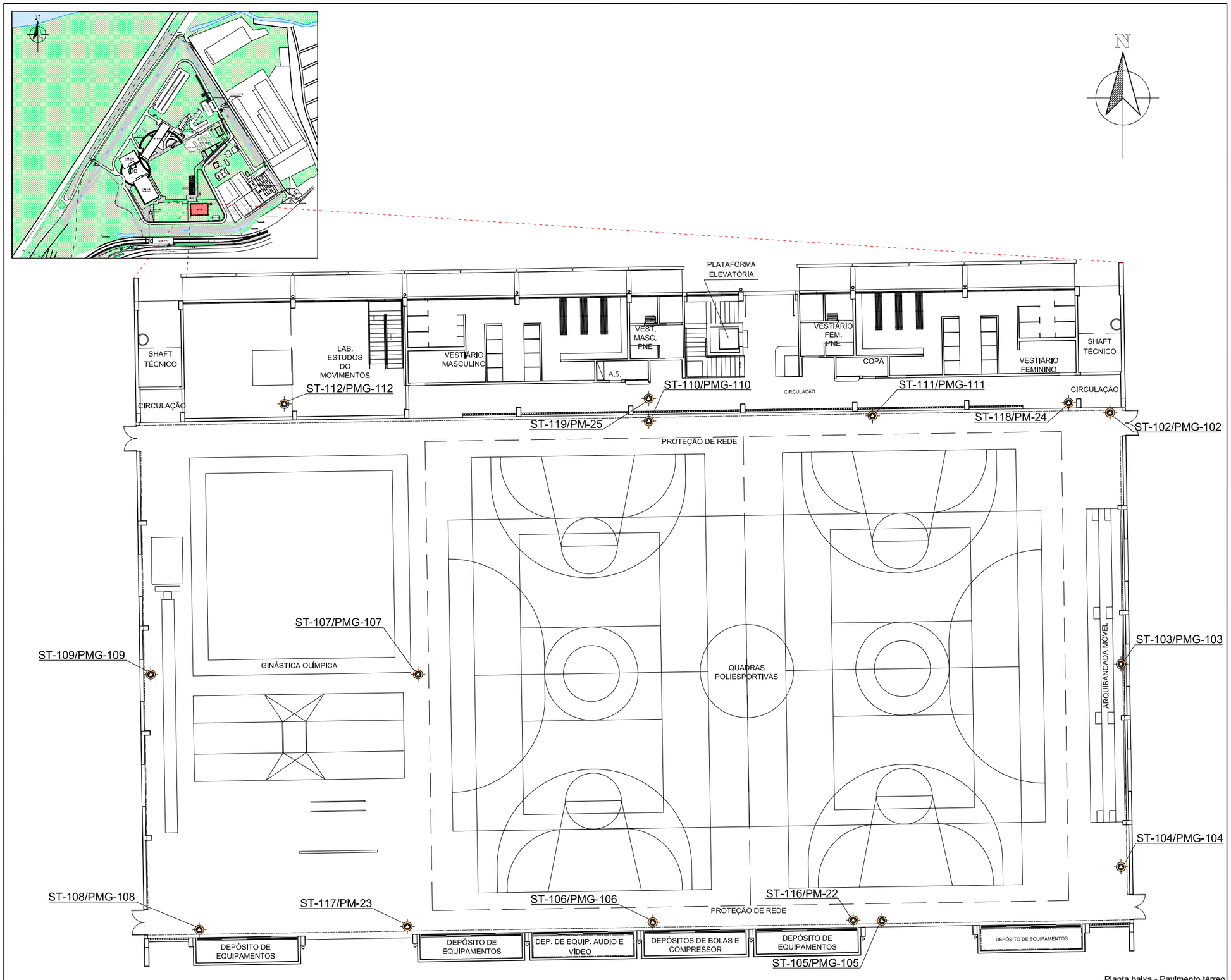
Escala
0 3 6(m)

Servmar
AMBIENTAL & ENGENHARIA

Cliente:
USP LESTE
Rua Arlindo Bettio, nº 1000
São Paulo - SP

Desenhado por:	Roberto M. Santana
Elaborado por:	Bruno Lima
Aprovado por:	Aline Bernice

Figura 3.1.1.12. Croqui das instalações do Ginásio Poliesportivo na USP LESTE



Planta baixa - Pavimento térreo

Projeto:
Investigação Detalhada de Gases

Contrato Interno: 4841
Revisão: 00

Data de emissão do Relatório
02/2014

ST-105/PMG-105 — Sondagem de investigação/ Poço de monitoramento de gases

ST-119/PM-25 — Sondagem de investigação/ Poço de monitoramento de água subterrânea

Área verde

Escala
0 5 10(m)

Servmar
AMBIENTAL & ENGENHARIA

Cliente:
USP LESTE
Rua Arlindo Bettio, nº 1000
São Paulo - SP

Desenhado por:	Roberto M. Santana
Elaborado por:	Bruno Lima
Aprovado por:	Aline Bernice

3.1.2. Instalação de poços de monitoramento de gases

A instalação dos poços de monitoramento de gases (PMG) teve como principal objetivo possibilitar o monitoramento dos gases químicos de interesse (GI) sob as lajes edificadas da **USP LESTE**, como também o monitoramento desses gases logo acima da franja capilar.

No período de 31 de agosto a 05 de novembro de 2013 foram instalados 115 poços de monitoramento de gases em sistema multiníveis. A construção desses poços seguiu o recomendado em ITRC (2007).

A instalação dos PMG no sistema multinível aborda a teoria de avaliar a distribuição das concentrações dos gases de interesse no solo e sob as lajes (*sub-slabs*). A ideia é confirmar a existência ou não de condições inflamáveis no meio poroso do solo e como eles se distribuem até chegarem sob as lajes edificadas, e principalmente, a intrusão desses gases inflamáveis para o interior dos edifícios.

A seção filtrante do nível superior de cada PMG instalado foi posicionada em torno de 0,3 m de profundidade (*sub-slab*), com objetivo de monitorar os gases logo abaixo das lajes dos edifícios, e a seção filtrante do nível inferior de cada PMG instalado foi posicionada a aproximadamente 1,0 m de profundidade em relação ao piso (i.e. logo acima da franja capilar, quando possível).

Como nomenclatura adotou-se para o nível superior de cada PMG (em torno de 0,3 m do piso) o sufixo “A” e para o nível inferior (em torno de 1,0 m do piso), o sufixo “B”.

A **Figura 3.1.2.1.** ilustra as instalações da **USP LESTE** e indica de forma geral a disposição dos poços de monitoramento de gases instalados e que estão distribuídos no interior dos edifícios existentes, e as **Tabelas 3.1.2.1.a** a **3.1.2.1.e.** resumem suas principais características.

O **Anexo 4** apresenta os perfis litológicos das sondagens e litológico-construtivos dos poços de monitoramento de gases.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

Tabela 3.1.2.1.a. Características dos poços de monitoramento de gases instalados

MÓDULO INICIAL (CONJUNTO DIDÁTICO)							
Sondagem	Poço	Data de execução	Perfuração		Instalação		
			Profundidade	Diâmetro	Profundidade	Diâmetro	Filtro
			(metro)	(polegada)	(metro)	(metro)	(metro)
ST-01	PMG-01A	31/08/2013	1,00	2,00	0,30	0,018	0,05
	PMG-01B	31/08/2013	1,00	2,00	0,90	0,018	0,05
ST-02	PMG-02A	31/08/2013	1,10	2,00	0,30	0,018	0,05
	PMG-02B	31/08/2013	1,10	2,00	1,00	0,018	0,05
ST-03	PMG-03A	31/08/2013	1,00	2,00	0,30	0,018	0,05
	PMG-03B	31/08/2013	1,00	2,00	0,90	0,018	0,05
ST-04	PMG-04A	31/08/2013	1,10	2,00	0,30	0,018	0,05
	PMG-04B	31/08/2013	1,10	2,00	1,00	0,018	0,05
ST-05	PMG-05A	31/08/2013	1,10	2,00	0,30	0,018	0,05
	PMG-05B	31/08/2013	1,10	2,00	1,00	0,018	0,05
ST-06	PMG-06A	31/08/2013	1,30	2,00	0,30	0,018	0,05
	PMG-06B	31/08/2013	1,30	2,00	1,10	0,018	0,05
ST-07	PMG-07A	31/08/2013	1,30	2,00	0,30	0,018	0,05
	PMG-07B	31/08/2013	1,30	2,00	1,20	0,018	0,05
ST-08	PMG-08A	31/08/2013	1,30	2,00	0,30	0,018	0,05
	PMG-08B	31/08/2013	1,30	2,00	1,20	0,018	0,05
ST-09	PMG-09A	31/08/2013	1,30	2,00	0,30	0,018	0,05
	PMG-09B	31/08/2013	1,30	2,00	1,20	0,018	0,05
ST-10	PMG-10A	31/08/2013	1,40	2,00	0,30	0,018	0,05
	PMG-10B	31/08/2013	1,40	2,00	1,30	0,018	0,05
ST-84	PMG-84A	11/10/2013	0,90	2,00	0,30	0,018	0,05
	PMG-84B	11/10/2013	0,90	2,00	0,80	0,018	0,05
ST-85	PMG-85A	11/10/2013	0,90	2,00	0,30	0,018	0,05
	PMG-85B	11/10/2013	0,90	2,00	0,80	0,018	0,05
ST-86	PMG-86A	15/10/2013	1,05	2,00	0,30	0,018	0,05
	PMG-86B	15/10/2013	1,05	2,00	0,90	0,018	0,05
ST-87	PMG-87A	11/10/2013	0,90	2,00	0,30	0,018	0,05
	PMG-87B	11/10/2013	0,90	2,00	0,80	0,018	0,05
EDIFÍCIO I-1							
Sondagem	Poço	Data de execução	Perfuração		Instalação		
			Profundidade	Diâmetro	Profundidade	Diâmetro	Filtro
			(metro)	(polegada)	(metro)	(metro)	(metro)
ST-11	PMG-11A	18/09/2013	0,95	2,00	0,30	0,018	0,05
	PMG-11B	18/09/2013	0,95	2,00	0,85	0,018	0,05
ST-12	PMG-12A	19/09/2013	1,10	2,00	0,30	0,018	0,05
	PMG-12B	19/09/2013	1,10	2,00	1,00	0,018	0,05
ST-13	PMG-13A	19/09/2013	1,10	2,00	0,30	0,018	0,05
	PMG-13B	19/09/2013	1,10	2,00	1,00	0,018	0,05
ST-14	PMG-14A	19/09/2013	1,10	2,00	0,30	0,018	0,05
	PMG-14B	19/09/2013	1,10	2,00	1,00	0,018	0,05
ST-15	PMG-15A	19/09/2013	1,10	2,00	0,30	0,018	0,05
	PMG-15B	19/09/2013	1,10	2,00	1,00	0,018	0,05
ST-16	PMG-16A	23/09/2013	1,10	2,00	0,30	0,018	0,05
	PMG-16B	23/09/2013	1,10	2,00	1,00	0,018	0,05
ST-17	PMG-17A	23/09/2013	1,10	2,00	0,30	0,018	0,05
	PMG-17B	23/09/2013	1,10	2,00	1,00	0,018	0,05
ST-18	PMG-18A	23/09/2013	1,10	2,00	0,30	0,018	0,05
	PMG-18B	23/09/2013	1,10	2,00	1,00	0,018	0,05
ST-19	PMG-19A	23/09/2013	1,10	2,00	0,30	0,018	0,05
	PMG-19B	23/09/2013	1,10	2,00	1,00	0,018	0,05
ST-20	PMG-20A	24/09/2013	1,10	2,00	0,30	0,018	0,05
	PMG-20B	24/09/2013	1,10	2,00	1,00	0,018	0,05
ST-21	PMG-21A	24/09/2013	1,10	2,00	0,30	0,018	0,05
	PMG-21B	24/09/2013	1,10	2,00	1,00	0,018	0,05
ST-22	PMG-22A	24/09/2013	1,00	2,00	0,30	0,018	0,05
	PMG-22B	24/09/2013	1,00	2,00	0,90	0,018	0,05
ST-23	PMG-23A	24/09/2013	1,10	2,00	0,30	0,018	0,05
	PMG-23B	24/09/2013	1,10	2,00	1,00	0,018	0,05
ST-24	PMG-24A	24/09/2013	1,10	2,00	0,30	0,018	0,05
	PMG-24B	24/09/2013	1,10	2,00	1,00	0,018	0,05
ST-113	PMG-113A	28/10/2013	1,10	2,00	0,30	0,018	0,05
	PMG-113B	28/10/2013	1,10	2,00	1,00	0,018	0,05
ST-114	PMG-114A	28/10/2013	1,10	2,00	0,30	0,018	0,05
	PMG-114B	28/10/2013	1,10	2,00	1,00	0,018	0,05
ST-115	PMG-115A	28/10/2013	1,10	2,00	0,30	0,018	0,05
	PMG-115B	28/10/2013	1,10	2,00	1,00	0,018	0,05

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

Tabela 3.1.2.1.b. Características dos poços de monitoramento de gases instalados

AUDITÓRIOS I-3							
Sondagem	Poço	Data de execução	Perfuração		Instalação		
			Profundidade	Diâmetro	Profundidade	Diâmetro	Filtro
			(metro)	(polegada)	(metro)	(metro)	(metro)
ST-25	PMG-25A	25/09/2013	1,20	2,00	0,30	0,018	0,05
	PMG-25B	25/09/2013	1,20	2,00	1,10	0,018	0,05
ST-26	PMG-26A	25/09/2013	1,20	2,00	0,30	0,018	0,05
	PMG-26B	25/09/2013	1,20	2,00	1,10	0,018	0,05
ST-27	PMG-27A	25/09/2013	0,95	2,00	0,30	0,018	0,05
	PMG-27B	25/09/2013	0,95	2,00	0,85	0,018	0,05
ST-28	PMG-28A	25/09/2013	0,95	2,00	0,30	0,018	0,05
	PMG-28B	25/09/2013	0,95	2,00	0,80	0,018	0,05
ST-29	PMG-29A	25/09/2013	1,20	2,00	0,30	0,018	0,05
	PMG-29B	25/09/2013	1,20	2,00	1,10	0,018	0,05
ST-44	PMG-44A	30/09/2013	1,10	2,00	0,30	0,018	0,05
	PMG-44B	30/09/2013	1,10	2,00	1,00	0,018	0,05
ST-45	PMG-45A	30/09/2013	1,10	2,00	0,30	0,018	0,05
	PMG-45B	30/09/2013	1,10	2,00	1,00	0,018	0,05
BIBLIOTECA I-3							
Sondagem	Poço	Data de execução	Perfuração		Instalação		
			Profundidade	Diâmetro	Profundidade	Diâmetro	Filtro
			(metro)	(polegada)	(metro)	(metro)	(metro)
ST-30	PMG-30A	26/09/2013	1,10	2,00	0,30	0,018	0,05
	PMG-30B	26/09/2013	1,10	2,00	1,00	0,018	0,05
ST-31	PMG-31A	26/09/2013	1,10	2,00	0,30	0,018	0,05
	PMG-31B	26/09/2013	1,10	2,00	1,00	0,018	0,05
ST-32	PMG-32A	26/09/2013	1,10	2,00	0,30	0,018	0,05
	PMG-32B	26/09/2013	1,10	2,00	1,00	0,018	0,05
ST-33	PMG-33A	26/09/2013	1,10	2,00	0,30	0,018	0,05
	PMG-33B	26/09/2013	1,10	2,00	1,00	0,018	0,05
ST-34	PMG-34A	26/09/2013	1,00	2,00	0,30	0,018	0,05
	PMG-34B	26/09/2013	1,00	2,00	0,90	0,018	0,05
ST-35	PMG-35A	27/09/2013	1,10	2,00	0,30	0,018	0,05
	PMG-35B	27/09/2013	1,10	2,00	1,00	0,018	0,05
ST-36	PMG-36A	27/09/2013	1,20	2,00	0,30	0,018	0,05
	PMG-36B	27/09/2013	1,20	2,00	1,10	0,018	0,05
ST-37	PMG-37A	27/09/2013	1,10	2,00	0,30	0,018	0,05
	PMG-37B	27/09/2013	1,10	2,00	1,00	0,018	0,05
ST-38	PMG-38A	27/09/2013	1,10	2,00	0,30	0,018	0,05
	PMG-38B	27/09/2013	1,10	2,00	1,00	0,018	0,05
ST-39	PMG-39A	27/09/2013	1,10	2,00	0,30	0,018	0,05
	PMG-39B	27/09/2013	1,10	2,00	1,00	0,018	0,05
ST-40	PMG-40A	27/09/2013	1,10	2,00	0,30	0,018	0,05
	PMG-40B	27/09/2013	1,10	2,00	1,00	0,018	0,05
ST-41	PMG-41A	30/09/2013	1,10	2,00	0,30	0,018	0,05
	PMG-41B	30/09/2013	1,10	2,00	1,00	0,018	0,05
ST-42	PMG-42A	30/09/2013	1,10	2,00	0,30	0,018	0,05
	PMG-42B	30/09/2013	1,10	2,00	1,00	0,018	0,05
ST-43	PMG-43A	30/09/2013	1,10	2,00	0,30	0,018	0,05
	PMG-43B	30/09/2013	1,10	2,00	1,00	0,018	0,05

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

Tabela 3.1.2.1.c. Características dos poços de monitoramento de gases instalados

CONJUNTO LABORATORIAL							
Sondagem	Poço	Data de execução	Perfuração		Instalação		
			Profundidade (metro)	Diâmetro (polegada)	Profundidade (metro)	Diâmetro (metro)	Filtro (metro)
ST-46	PMG-46A	01/10/2013	1,00	2,00	0,30	0,018	0,05
	PMG-46B	01/10/2013	1,00	2,00	0,90	0,018	0,05
ST-47	PMG-47A	01/10/2013	0,90	2,00	0,30	0,018	0,05
	PMG-47B	01/10/2013	0,90	2,00	0,80	0,018	0,05
ST-48	PMG-48A	01/10/2013	1,00	2,00	0,30	0,018	0,05
	PMG-48B	01/10/2013	1,00	2,00	0,90	0,018	0,05
ST-49	PMG-49A	01/10/2013	1,10	2,00	0,30	0,018	0,05
	PMG-49B	01/10/2013	1,10	2,00	1,00	0,018	0,05
ST-50	PMG-50A	01/10/2013	0,90	2,00	0,30	0,018	0,05
	PMG-50B	01/10/2013	0,90	2,00	0,80	0,018	0,05
ST-51	PMG-51A	02/10/2013	1,15	2,00	0,30	0,018	0,05
	PMG-51B	02/10/2013	1,15	2,00	1,00	0,018	0,05
ST-52	PMG-52B	02/10/2013	0,85	2,00	0,30	0,018	0,05
	PMG-52B	02/10/2013	0,85	2,00	0,80	0,018	0,05
ST-53	PMG-53A	02/10/2013	1,10	2,00	0,30	0,018	0,05
	PMG-53B	02/10/2013	1,10	2,00	1,00	0,018	0,05
ST-54	PMG-54A	02/10/2013	1,05	2,00	0,30	0,018	0,05
	PMG-54B	02/10/2013	1,05	2,00	0,90	0,018	0,05
ST-55	PMG-55A	02/10/2013	1,00	2,00	0,30	0,018	0,05
	PMG-55B	02/10/2013	1,00	2,00	0,90	0,018	0,05
ST-56	PMG-56A	02/10/2013	1,05	2,00	0,30	0,018	0,05
	PMG-56B	02/10/2013	1,05	2,00	0,90	0,018	0,05
ST-57	PMG-57A	03/10/2013	1,10	2,00	0,30	0,018	0,05
	PMG-57B	03/10/2013	1,10	2,00	1,00	0,018	0,05
ST-58	PMG-58A	03/10/2013	1,10	2,00	0,30	0,018	0,05
	PMG-58B	03/10/2013	1,10	2,00	1,00	0,018	0,05
ST-59	PMG-59A	03/10/2013	1,10	2,00	0,30	0,018	0,05
	PMG-59B	03/10/2013	1,10	2,00	1,00	0,018	0,05
ST-60	PMG-60A	03/10/2013	1,10	2,00	0,30	0,018	0,05
	PMG-60B	03/10/2013	1,10	2,00	1,00	0,018	0,05
ST-61	PMG-61A	03/10/2013	1,10	2,00	0,30	0,018	0,05
	PMG-61B	03/10/2013	1,10	2,00	1,00	0,018	0,05
ST-62	PMG-62A	03/10/2013	1,10	2,00	0,30	0,018	0,05
	PMG-62B	03/10/2013	1,10	2,00	1,00	0,018	0,05
EDIFÍCIO I-4							
Sondagem	Poço	Data de execução	Perfuração		Instalação		
			Profundidade (metro)	Diâmetro (polegada)	Profundidade (metro)	Diâmetro (metro)	Filtro (metro)
ST-63	PMG-63A	04/10/2013	1,15	2,00	0,50	0,018	0,05
	PMG-63B	04/10/2013	1,15	2,00	1,00	0,018	0,05
ST-64	PMG-64A	04/10/2013	1,10	2,00	0,40	0,018	0,05
	PMG-64B	04/10/2013	1,10	2,00	0,95	0,018	0,05
ST-65	PMG-65A	04/10/2013	1,20	2,00	0,50	0,018	0,05
	PMG-65B	04/10/2013	1,20	2,00	1,00	0,018	0,05
ST-66	PMG-66A	04/10/2013	1,15	2,00	0,50	0,018	0,05
	PMG-66B	04/10/2013	1,15	2,00	0,95	0,018	0,05
ST-67	PMG-67A	04/10/2013	1,10	2,00	0,50	0,018	0,05
	PMG-67B	04/10/2013	1,10	2,00	1,00	0,018	0,05
ST-68	PMG-68A	09/10/2013	1,10	2,00	0,40	0,018	0,05
	PMG-68B	09/10/2013	1,10	2,00	0,95	0,018	0,05
ST-69	PMG-69A	09/10/2013	1,10	2,00	0,40	0,018	0,05
	PMG-69B	09/10/2013	1,10	2,00	0,95	0,018	0,05
ST-77	PMG-77A	08/10/2013	1,05	2,00	0,50	0,018	0,05
	PMG-77B	08/10/2013	1,05	2,00	0,95	0,018	0,05
ST-78	PMG-78A	08/10/2013	1,10	2,00	0,50	0,018	0,05
	PMG-78B	08/10/2013	1,10	2,00	1,00	0,018	0,05
ST-79	PMG-79A	08/10/2013	1,10	2,00	0,50	0,018	0,05
	PMG-79B	08/10/2013	1,10	2,00	1,00	0,018	0,05
ST-80	PMG-80A	10/10/2013	1,00	2,00	0,50	0,018	0,05
	PMG-80B	10/10/2013	1,00	2,00	0,90	0,018	0,05
ST-81	PMG-81A	10/10/2013	1,10	2,00	0,30	0,018	0,05
	PMG-81B	10/10/2013	1,10	2,00	1,00	0,018	0,05

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

Tabela 3.1.2.1.d. Características dos poços de monitoramento de gases instalados

ENFERMARIA							
Sondagem	Poço	Data de execução	Perfuração		Instalação		
			Profundidade	Diâmetro	Profundidade	Diâmetro	Filtro
			(metro)	(polegada)	(metro)	(metro)	(metro)
ST-70	PMG-70A	07/10/2013	1,00	2,00	0,30	0,018	0,05
	PMG-70B	07/10/2013	1,00	2,00	0,80	0,018	0,05
ST-71	PMG-71A	07/10/2013	1,10	2,00	0,30	0,018	0,05
	PMG-71B	07/10/2013	1,10	2,00	0,80	0,018	0,05
ST-72	PMG-72A	07/10/2013	0,90	2,00	0,30	0,018	0,05
	PMG-72B	07/10/2013	0,90	2,00	0,80	0,018	0,05
ST-73	PMG-73A	07/10/2013	0,90	2,00	0,30	0,018	0,05
	PMG-73B	07/10/2013	0,90	2,00	0,80	0,018	0,05
ST-74	PMG-74A	07/10/2013	0,90	2,00	0,30	0,018	0,05
	PMG-74B	07/10/2013	0,90	2,00	0,80	0,018	0,05
ST-75	PMG-75A	08/10/2013	0,90	2,00	0,30	0,018	0,05
	PMG-75B	08/10/2013	0,90	2,00	0,80	0,018	0,05
ST-76	PMG-76A	08/10/2013	0,90	2,00	0,30	0,018	0,05
	PMG-76B	08/10/2013	0,90	2,00	0,80	0,018	0,05
PAVIMENTO CAT							
Sondagem	Poço	Data de execução	Perfuração		Instalação		
			Profundidade	Diâmetro	Profundidade	Diâmetro	Filtro
			(metro)	(polegada)	(metro)	(metro)	(metro)
ST-82	PMG-82A	10/10/2013	1,10	2,00	0,30	0,018	0,05
	PMG-82B	10/10/2013	1,10	2,00	1,00	0,018	0,05
ST-83	PMG-83A	10/10/2013	1,05	2,00	0,30	0,018	0,05
	PMG-83B	10/10/2013	1,05	2,00	0,95	0,018	0,05
ST-94	PMG-94A	15/10/2013	1,10	2,00	0,30	0,018	0,05
	PMG-94B	15/10/2013	1,10	2,00	0,95	0,018	0,05
ST-95	PMG-95A	15/10/2013	1,10	2,00	0,30	0,018	0,05
	PMG-95B	15/10/2013	1,10	2,00	1,00	0,018	0,05
ST-96	PMG-96A	15/10/2013	1,10	2,00	0,30	0,018	0,05
	PMG-96B	15/10/2013	1,10	2,00	1,00	0,018	0,05
ST-97	PMG-97A	16/10/2013	1,10	2,00	0,30	0,018	0,05
	PMG-97B	16/10/2013	1,10	2,00	0,95	0,018	0,05
ST-98	PMG-98A	16/10/2013	1,20	2,00	0,30	0,018	0,05
	PMG-98B	16/10/2013	1,20	2,00	1,00	0,018	0,05
INCUBADORA							
Sondagem	Poço	Data de execução	Perfuração		Instalação		
			Profundidade	Diâmetro	Profundidade	Diâmetro	Filtro
			(metro)	(polegada)	(metro)	(metro)	(metro)
ST-88	PMG-88A	11/10/2013	0,90	2,00	0,30	0,018	0,05
	PMG-88B	11/10/2013	0,90	2,00	0,80	0,018	0,05
ST-89	PMG-89A	11/10/2013	1,00	2,00	0,30	0,018	0,05
	PMG-89B	11/10/2013	1,00	2,00	0,90	0,018	0,05
ST-90	PMG-90A	14/10/2013	1,10	2,00	0,95	0,018	0,05
	PMG-90B	14/10/2013	1,10	2,00	0,95	0,018	0,05
ST-91	PMG-91A	14/10/2013	1,10	2,00	0,30	0,018	0,05
	PMG-91B	14/10/2013	1,10	2,00	1,00	0,018	0,05
ST-92	PMG-92A	14/10/2013	1,10	2,00	0,30	0,018	0,05
	PMG-92B	14/10/2013	1,10	2,00	0,95	0,018	0,05
ST-93	PMG-93A	14/10/2013	1,10	2,00	0,30	0,018	0,05
	PMG-93B	14/10/2013	1,10	2,00	1,00	0,018	0,05

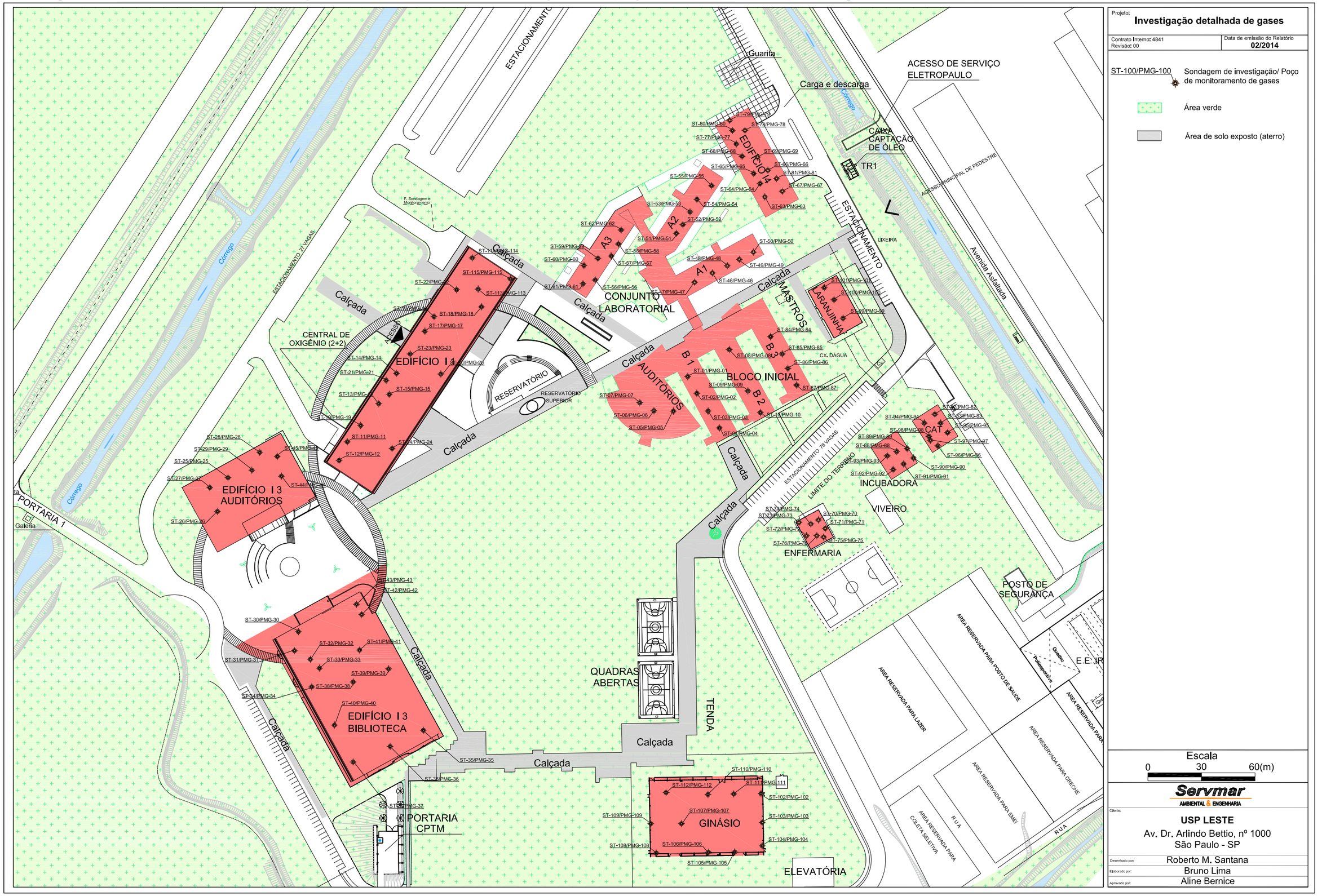
MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

Tabela 3.1.2.1.e. Características dos poços de monitoramento de gases instalados

PAVIMENTO LARANJINHA							
Sondagem	Poço	Data de execução	Perfuração		Instalação		
			Profundidade	Diâmetro	Profundidade	Diâmetro	Filtro
			(metro)	(polegada)	(metro)	(metro)	(metro)
ST-99	PMG-99A	16/10/2013	1,00	2,00	0,30	0,018	0,05
	PMG-99B	16/10/2013	1,00	2,00	0,90	0,018	0,05
ST-100	PMG-100A	16/10/2013	1,00	2,00	0,30	0,018	0,05
	PMG-100B	16/10/2013	1,00	2,00	0,90	0,018	0,05
ST-101	PMG-101A	16/10/2013	1,00	2,00	0,30	0,018	0,05
	PMG-101B	16/10/2013	1,00	2,00	0,90	0,018	0,05
GINÁSIO POLIESPORTIVO							
Sondagem	Poço	Data de execução	Perfuração		Instalação		
			Profundidade	Diâmetro	Profundidade	Diâmetro	Filtro
			(metro)	(polegada)	(metro)	(metro)	(metro)
ST-102	PMG-102A	17/10/2013	0,80	2,00	0,40	0,018	0,05
ST-103	PMG-103A	17/10/2013	0,80	2,00	0,50	0,018	0,05
ST-104	PMG-104A	17/10/2013	0,75	2,00	0,40	0,018	0,05
ST-105	PMG-105A	17/10/2013	0,65	2,00	0,50	0,018	0,05
ST-106	PMG-106A	17/10/2013	0,60	2,00	0,50	0,018	0,05
ST-107	PMG-107A	18/10/2013	0,75	2,00	0,50	0,018	0,05
ST-108	PMG-108A	18/10/2013	0,80	2,00	0,50	0,018	0,05
ST-109	PMG-109A	18/10/2013	1,10	2,00	0,35	0,018	0,05
	PMG-109B	18/10/2013	1,10	2,00	0,80	0,018	0,05
ST-110	PMG-110A	18/10/2013	0,90	2,00	0,35	0,018	0,05
	PMG-110B	18/10/2013	0,90	2,00	0,75	0,018	0,05
ST-111	PMG-111A	18/10/2013	0,90	2,00	0,30	0,018	0,05
	PMG-111B	18/10/2013	0,90	2,00	0,80	0,018	0,05
ST-112	PMG-112A	18/10/2013	0,40	2,00	0,30	0,018	0,05
	PMG-112B	18/10/2013	0,40	2,00	0,30	0,018	0,05

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

Figura 3.1.2.1. Croqui das instalações da USP LESTE e localização dos poços de monitoramento de gases distribuídos no interior dos edifícios existentes



Projeto:
Investigação detalhada de gases

Contrato Interno: 4841
Revisão: 00

Data de emissão do Relatório
02/2014

ST-100/PMG-100 — Sondagem de investigação/ Poço de monitoramento de gases

Área verde

Área de solo exposto (aterro)

Escala
0 30 60(m)

Servmar
AMBIENTAL & ENGENHARIA

Cliente:
USP LESTE
Av. Dr. Arlindo Bettio, nº 1000
São Paulo - SP

Desenhado por:	Roberto M. Santana
Elaborado por:	Bruno Lima
Aprovado por:	Aline Bernice

3.1.3. Medição *in situ* de gases

A medição *in situ* de gases teve como principal objetivo o monitoramento dos gases de interesse (GI) e a avaliação de seu comportamento ao longo do tempo na zona entre o *sub-slab*, ou seja, logo abaixo do contra piso, e a franja capilar.

Desta forma, nos dias úteis do período de 30 de setembro a 30 de dezembro de 2013 foi realizado o monitoramento dos PMG instalados.

Entre os dias 30 de setembro a 01 de novembro de 2013, e nos dias 28 de novembro e 03 de dezembro de 2013, as medições dos GI foram executadas com o auxílio de um detector de gases portátil com sensor catalítico de compensação e eletroquímicos, previamente calibrados e capacitados para a leitura dos mesmos (*Impact Pro / Honeywell Analytics* ® com número de série ZEL 1105441, cartucho número 0470056, e ZEL 1105447, cartucho número 0470057).

Este equipamento possui detector dos seguintes gases: monóxido de carbono (CO), metano (CH_4), oxigênio (O_2) e sulfeto de hidrogênio (H_2S).

As medições foram realizadas na unidade de partes por milhão (ppm) para o monóxido de carbono (CO) e o sulfeto de hidrogênio (H_2S), e em porcentagem para o oxigênio (O_2) e metano (CH_4).

No caso do metano (CH_4), utilizou-se um cartucho no equipamento capaz de obter leituras em volume total, considerando seu percentual diretamente no ar atmosférico. Dessa maneira, a porcentagem de metano no ar é igual ao valor detectado no equipamento, em volume.

Nos dias 05 a 27 de novembro de 2013 e entre 09 a 30 de dezembro de 2014 as medições dos GI foram executadas com o auxílio de um equipamento da marca Landtec® modelo GEM 5000, regularmente e comprovadamente calibrado.

Os gases químicos de interesse monitorados neste equipamento foram CH_4, CO_2, O_2, H_2S, CO, pressão e temperatura, além das medições de LII (Limite Inferior de Inflamabilidade).

O **Anexo 5** apresenta as informações sobre a calibração desses dois equipamentos.

Estas medições foram efetuadas diariamente, em horários e dias comerciais, contudo, pela grande quantidade de PMG a serem monitorados, ocorreu pelo menos uma medida semanal em cada poço multinível de monitoramento de gases, englobando assim todas as medidas nos PMG semanais.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

3.1.4. Teste de estanqueidade

O teste de estanqueidade nos PMG teve como principal objetivo assegurar a qualidade das medições dos gases de interesse efetuadas nos mesmos. Desta forma, entre os dias 11 a 16 de janeiro de 2014, foram executados os testes de estanqueidade com gás hélio em todos os PMG instalados de acordo com o procedimento da Interstate Technology & Regulatory Council (ITRC, 2007). Salienta-se que o procedimento utilizado em campo pela Servmar para os testes de estanqueidade foram acompanhados e aprovados pela CETESB.

Segundo a ITRC (2007), o teste de estanqueidade pode ser realizado por meio da aplicação de um composto traçador na base da sonda, no ponto onde ela toca a superfície e perto de todas as conexões do equipamento de amostragem.

Desse modo, o teste foi executado com auxílio de uma caixa plástica com um orifício de abertura e fechamento para acoplamento do equipamento detector de gás hélio, e duas mangueiras, sendo uma destinada ao acoplamento nos níveis de medição do PMG, e outra no cilindro de gás hélio e no ambiente interno da caixa plástica.

Primeiramente, com a caixa plástica sobre todo o acabamento do poço, acoplou-se o cilindro de gás hélio em uma das mangueiras da caixa plástica, e este cilindro foi aberto até que a mesma se saturasse com este gás. Logo em seguida, foi monitorado o ambiente saturado com gás hélio com o equipamento (Radiodetection) detector desse gás, devidamente e comprovadamente calibrado. O **Anexo 5** apresenta as informações sobre a calibração deste equipamento.

Imediatamente após o monitoramento do ambiente interno da caixa plástica comprovadamente saturada com gás hélio, o detector de hélio foi desacoplado da caixa plástica e restaurado a 0 ppm, e em seguida foi acoplado à mangueira que estava conectada diretamente em um dos dois níveis do PMG visando à medição de hélio no interior do mesmo.

Após a medição, o detector de hélio foi acoplado novamente à caixa plástica, de modo a comprovar se ainda o gás estava no ambiente interno da mesma. Caso não estivesse, todo o processo supracitado era refeito, até comprovadamente ter a certeza que o ambiente interno da caixa plástica estivesse saturado com o gás hélio durante todo o processo de medição.

Ressalta-se que o procedimento supracitado foi efetuado para o teste de estanqueidade tanto do nível do PMG posicionado na porção superior (com seção filtrante em torno de 0,3 m) quanto para o posicionado na porção inferior (com seção filtrante em torno de 1,0 m).

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

3.2. Investigação Detalhada, Avaliação de Risco e Plano de Intervenção na AI-01

Neste capítulo serão descritas detalhadamente as atividades executadas em campo para o mapeamento da distribuição da possível contaminação no solo e água subterrânea da AI-01, bem como a cubagem e espessura do aterro depositado nesta área de origem desconhecida.

Informa-se que também está inclusa neste capítulo a investigação ambiental da área do Ginásio Poliesportivo.

3.2.1. Levantamento das características do uso e ocupação do solo

O objetivo desta caracterização é reconhecer as atuais ocupações e atividades desenvolvidas nas imediações da área investigada, tendo como foco principal a determinação de possíveis áreas fontes de contaminação e seus prováveis receptores.

Desta forma, foi realizado o caminhamento em um raio de 500 metros a partir dos limites da área investigada, utilizando-se mapas locais como referência e os dados apresentados em trabalhos ambientais anteriores (Servmar, 2005).

As informações obtidas em campo através de entrevistas realizadas com moradores e proprietários de estabelecimentos vizinhos, sobre a existência de poços de captação de água subterrânea, foram confrontadas com os dados fornecidos pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE).

3.2.2. Sondagens de investigação e cubagem

As sondagens de investigação (ST) tiveram como objetivos: a descrição do perfil litológico do subsolo local, a verificação da ocorrência de produtos químicos no solo, a leitura de vapores orgânicos *in situ*, a coleta de amostras de solo superficial e subsuperficial para análises químicas, a cubagem do solo depositado na AI-01 com origem desconhecida, e, por vezes, a instalação de poços de monitoramento.

No período de 15 de outubro a 05 de novembro de 2013 foram realizadas 108 sondagens (ST-01 a ST-104) dispostas em uma malha quadrática regular de 20 m, com trado manual de aço inoxidável com diâmetro interno de 4 polegadas. Informa-se que o posicionamento e a distribuição das sondagens seguiram a proposta expressa no Plano Inicial das Ações Futuras (relatório MA/12797/13/BLS – Servmar, 2013d) protocolado em 02 de setembro de 2013 na CETESB.

Neste período também foram realizadas 04 sondagens (ST-116 a ST-119) na área do Ginásio Poliesportivo da **USP LESTE**, situada a sul da AI-01, com trado manual de aço inoxidável com diâmetro interno de 4 polegadas. Estas sondagens tiveram como objetivo a averiguação da qualidade do solo neste local e a instalação de poços de monitoramento para averiguação da qualidade da água subterrânea.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

Após o recebimento dos laudos analíticos das amostras de solo coletadas na AI-01 durante a primeira etapa, verificou-se a necessidade da coleta de amostras de solo adicionais, visando o detalhamento das SQI quantificadas, bem como a instalação de poços de monitoramento da água subterrânea nos locais onde tais substâncias foram constatadas.

Desta forma, no período de 23 a 27 de dezembro de 2013, foram realizadas 20 sondagens para o fim explicito anteriormente, com auxílio de trado manual de aço inoxidável com diâmetro interno de 4 polegadas.

Das 20 sondagens realizadas, 09 tiveram como objetivo a coleta de solo (ST-121 a ST-128, e ST-130), e o restante teve como destino a conversão em poços de monitoramento.

As sondagens realizadas para a instalação de poços de monitoramento ficaram posicionadas exatamente no local das ST que foram identificadas concentrações das SQI na época da primeira etapa.

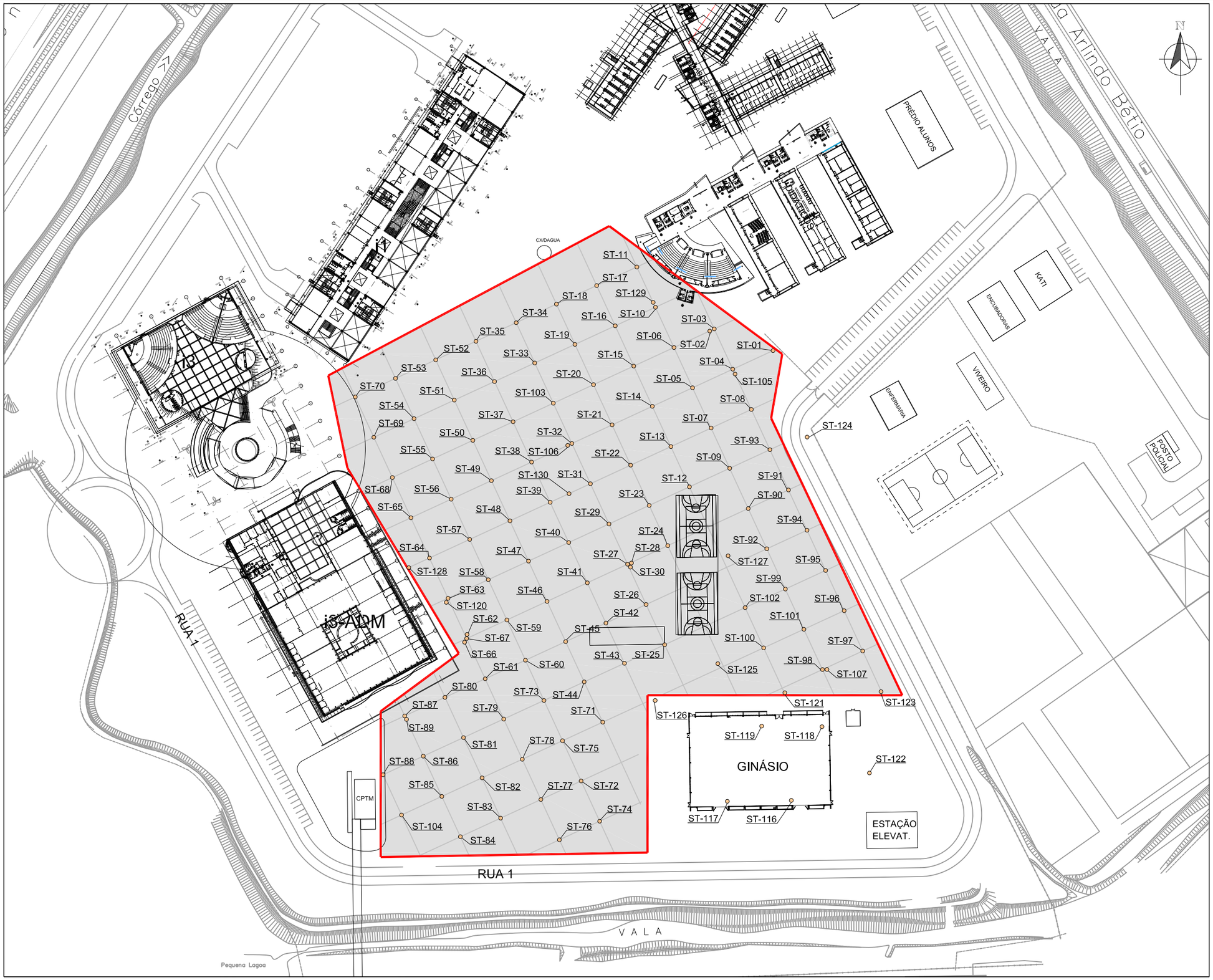
Salienta-se que todas as sondagens foram efetuadas de acordo com as preconizações expressas na NBR 15.492 “Sondagens de reconhecimento para fins de qualidade ambiental - Procedimento” (ABNT, 2007a).

Todos os equipamentos que entraram em contato com o solo foram descontaminados entre cada perfuração, utilizando-se água deionizada e detergente neutro não fosfatado, a fim de evitar a possibilidade de contaminação cruzada entre os pontos de sondagem.

A **Figura 3.2.2.1.** apresenta a malha de sondagens realizadas na área AI-01 e as sondagens destinadas à investigação da área do ginásio poliesportivo.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

Figura 3.2.2.1. Sondagens de investigação na área AI-01 e Ginásio Polieportivo da USP LESTE



Projeto:

Investigação detalhada na Área AI-01

Contrato Interno: 4841 Revisão: 00	Data de emissão do Relatório **02/2014**

Área de solo exposto (aterro)

ST-10 Sondagem de investigação

Escala
0 20 40(m)

Servmar
AMBIENTAL & ENGENHARIA

Cliente:

USP LESTE
Av. Dr. Arlindo Bettio, nº 1000
São Paulo - SP

Desenhado por:	Roberto M. Santana
Elaborado por:	Daphne Pino
Aprovado por:	Aline Bernice

3.2.3. Amostragem de solo para medição de vapores orgânicos

Durante as sondagens, foram coletadas amostras de solo nas seguintes profundidades: 0,3 m, 0,5 m, 1,0 m e 1,5 m e por vezes a 1,7 m. Cada amostra coletada foi dividida em duas alíquotas, sendo uma delas destinada à medição *in situ* dos teores de vapores orgânicos por meio de um fotoionizador portátil *Mini Rae*®, e a outra armazenada em *cooler* a aproximadamente 4º C, aguardando a seleção para análises químicas. Estas medições auxiliaram na avaliação da qualidade do solo local e na seleção das amostras enviadas ao laboratório para análises dos parâmetros selecionados.

A cada sondagem, duas amostras foram selecionadas para análises químicas: a primeira, sempre na profundidade máxima de 0,3 m (i.e. logo abaixo da camada de gramíneas), a fim de avaliar a qualidade do solo superficial, ou seja, o qual está em contato direto com os usuários do campus; a segunda foi coletada no ponto com maior medida *in situ* de vapores orgânicos ou, em caso de valores nulos ou iguais, em profundidade imediatamente superior a franja capilar, com objetivo de avaliar a qualidade do solo subsuperficial.

Não foi possível realizar as amostragens com *liner* descartável, devido à presença de fragmentos de materiais da construção civil e resistência do solo à cravação do mesmo. Dessa forma, as amostras foram coletadas diretamente do trado manual, sendo as duas alíquotas de cada ponto de coleta acondicionada em sacos plásticos incolores, inodoros, atóxicos e com fecho hermético, sendo uma alíquota destinada à medição *in situ* de vapores orgânicos e outra armazenada em *cooler* a aproximadamente 4º C, aguardando a seleção para análises químicas.

Os certificados de calibração do fotoionizador portátil utilizados para medições *in situ* de vapores orgânicos em amostras de solo são apresentados no **Anexo 5**.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

3.2.4. Amostragem de solo para análises químicas e geotécnicas

Para envio ao laboratório foram selecionadas 218 amostras de solo para análises químicas de Compostos Orgânicos Voláteis (VOC), Compostos Orgânicos Semi-Voláteis (SVOC), Bifenilas Policloradas (PCB), metais totais (CETESB, 2005), série nitrogenada, série sulfatada, pesticidas organoclorados, cianeto, cloreto, berílio, tálio e fosfato, as quais foram submetidas a frascos apropriados fornecidos pelo laboratório.

Salienta-se que todas as Substâncias Químicas de Interesse (SQI) supracitadas foram definidas pela CETESB, em consonância com a Servmar e SEF/USP e, desta forma, nomeou-se as mesmas como “Lista CETESB”.

As **Tabelas 3.2.4.1.** a **3.2.4.5.** apresentam as características das amostras de solo enviadas ao laboratório, juntamente com o sistema de coordenadas Universal Transversa de Mercator (UTM) utilizando como referência o Datum SAD-69.

Para caracterizar os parâmetros geotécnicos das litologias predominantes da área de interesse, foram coletadas 06 amostras deformadas de solo para análises de granulometria, matéria orgânica e fração de carbono orgânico e 03 amostras indeformadas para determinação da densidade aparente, densidade das partículas, porosidade total e porosidade efetiva. As amostras foram escolhidas considerando sua representatividade em relação à área de estudo e sua importância para o transporte de eventuais contaminantes presentes no meio poroso.

As amostras deformadas e indeformadas foram coletadas nas sondagens ST-121, ST-125 e ST-130.

As amostras de solo destinadas às análises das substâncias químicas de interesse, bem como as amostras de solo destinadas às análises geotécnicas foram encaminhadas ao laboratório *Analytical Technology*®, o qual possui certificação segundo a NBR ISO/IEC 17.025 (ABNT, 2005) para as substâncias analíticas selecionadas e ensaios realizados.

O transporte das amostras foi acompanhado por relatórios de cadeia de custódia (**Anexo 6**), de modo a assegurar seu recebimento dentro dos padrões de qualidade estabelecidos (integridade, validade e rastreabilidade das amostras).

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

Tabela 3.2.4.1. Características das amostras de solo enviadas para análises químicas

Sondagem de investigação	Identificação da amostra	Profundidade de coleta (m)	Parâmetros analisados	COORDENADA UTM LESTE (metros) [1]	COORDENADA UTM NORTE (metros) [1]
ST-01	ST-01 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346831,479	7402234,286
	ST-01 / 1,0m	1,00			
ST-03	ST-03 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346802,176	7402243,886
	ST-03 / 1,0m	1,00			
ST-04	ST-04 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346810,868	7402224,945
	ST-04 / 0,5m	0,50			
ST-05	ST-05 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346792,651	7402216,690
	ST-05 / 1,0m	1,00			
ST-06	ST-06 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346784,200	7402234,818
	ST-06 / 1,0m	1,00			
ST-07	ST-07 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346801,070	7402198,547
	ST-07 / 0,5m	0,50			
ST-08	ST-08 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346819,287	7402206,803
	ST-08 / 1,0m	1,00			
ST-09	ST-09 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346809,456	7402180,390
	ST-09 / 0,5m	0,50			
ST-10	ST-10 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346775,610	7402252,883
	ST-10 / 1,0m	1,00			
ST-11	ST-11 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346767,523	7402271,176
	ST-11 / 0,5m	0,50			
ST-12	ST-12 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346791,239	7402172,134
	ST-12/ 1,5m	1,50			
ST-13	ST-13 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346782,853	7402190,292
	ST-13 / 1,5m	1,50			
ST-14	ST-14 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346774,434	7402208,435
	ST-14 / 1,5m	1,50			
ST-15	ST-15 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346765,983	7402226,563
	ST-15 / 0,5m	0,50			
ST-16	ST-16 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346757,393	7402244,628
	ST-16 / 1,0m	1,00			
ST-17	ST-17 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346749,307	7402262,921
	ST-17 / 1,0m	1,00			
ST-18	ST-18 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346731,090	7402254,666
	ST-18 / 1,0m	1,00			
ST-19	ST-19 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346739,176	7402236,372
	ST-19 / 1,0m	1,00			
ST-20	ST-20 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346747,767	7402218,307
	ST-20 / 1,5m	1,50			
ST-21	ST-21 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346756,218	7402200,179
	ST-21 / 0,5m	0,50			
ST-22	ST-22 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346764,637	7402182,037
	ST-22 / 1,0m	1,00			
ST-23	ST-23 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346773,022	7402163,879
	ST-23 / 0,5m	0,50			
ST-24	ST-24 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346781,411	7402145,723
	ST-24 / 0,5m	0,50			

[1] - Coordenada Datum SAD-69

[2] - Lista da CETESB definida especificamente para projeto USP LESTE

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

Tabela 3.2.4.2. Características das amostras de solo enviadas para análises químicas

Sondagem de investigação	Identificação da amostra	Profundidade de coleta (m)	Parâmetros analisados	COORDENADA UTM LESTE (metros) [1]	COORDENADA UTM NORTE (metros) [1]
ST-25	ST-25 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346779,967	7402101,153
	ST-25 / 0,5m	0,50			
ST-26	ST-26 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346771,774	7402119,398
	ST-26 / 0,5m	0,50			
ST-29	ST-29 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346754,806	7402155,624
	ST-29 / 1,5m	1,50			
ST-30	ST-30 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346763,298	7402137,274
	ST-30 / 1,5m	1,50			
ST-31	ST-31 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346746,420	7402173,781
	ST-31 / 1,5m	1,50			
ST-32	ST-32 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346738,001	7402191,924
	ST-32 / 1,0m	1,00			
ST-33	ST-33 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346720,960	7402228,117
	ST-33 / 0,5m	0,50			
ST-34	ST-34 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346712,873	7402246,410
	ST-34 / 0,5m	0,50			
ST-35	ST-35 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346694,616	7402238,249
	ST-35 / 1,0m	1,00			
ST-36	ST-36 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346702,708	7402219,944
	ST-36 / 0,5m	0,50			
ST-37	ST-37 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346711,313	7402201,843
	ST-37 / 1,5m	1,50			
ST-38	ST-38 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346719,776	7402183,686
	ST-38 / 1,0m	1,00			
ST-39	ST-39 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346728,203	7402165,526
	ST-39 / 1,5m	1,50			
ST-40	ST-40 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346736,589	7402147,368
	ST-40 / 0,5m	0,50			
ST-41	ST-41 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346744,978	7402129,212
	ST-41 / 1,0m	1,00			
ST-42	ST-42 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346753,557	7402111,142
	ST-42 / 0,5m	0,50			
ST-43	ST-43 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346761,750	7402092,897
ST-44	ST-44 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346743,431	7402084,890
	ST-44 / 0,5m	0,50			
ST-45	ST-45 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346735,238	7402103,138
	ST-45 / 0,5m	0,50			
ST-46	ST-46 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346726,659	7402121,205
	ST-46 / 1,5m	1,50			
ST-47	ST-47 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346718,271	7402139,361
	ST-47 / 0,5m	0,50			
ST-48	ST-48 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346709,885	7402157,518
	ST-48 / 1,0m	1,00			
ST-49	ST-49 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346701,467	7402175,660
	ST-49 / 0,5m	0,50			
ST-50	ST-50 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346693,017	7402193,788
	ST-50 / 1,5m	1,50			

[1] - Coordenada Datum SAD-69

[2] - Lista da CETESB definida especificamente para projeto USP LESTE

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

Tabela 3.2.4.3. Características das amostras de solo enviadas para análises químicas

Sondagem de investigação	Identificação da amostra	Profundidade de coleta (m)	Parâmetros analisados	COORDENADA UTM LESTE (metros) [1]	COORDENADA UTM NORTE (metros) [1]
ST-51	ST-51 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346684,428	7402211,850
	ST-51 / 1,5m	1,50			
ST-52	ST-52 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346676,340	7402230,147
	ST-52 / 1,5m	1,50			
ST-53	ST-53 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346658,231	7402221,657
	ST-53 / 1,0m	1,00			
ST-54	ST-54 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346666,319	7402203,360
	ST-54 / 1,0m	1,00			
ST-55	ST-55 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346674,908	7402185,298
	ST-55 / 1,0m	1,00			
ST-56	ST-56 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346683,358	7402167,171
	ST-56 / 0,5m	0,50			
ST-57	ST-57 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346691,777	7402149,029
	ST-57 / 0,5m	0,50			
ST-58	ST-58 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346700,162	7402130,871
	ST-58 / 0,5m	0,50			
ST-59	ST-59 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346708,551	7402112,715
	ST-59 / 1,0m	1,00			
ST-60	ST-60 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346717,129	7402094,648
	ST-60 / 0,5m	0,50			
ST-61	ST-61 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346699,020	7402086,159
	ST-61 / 1,5m	1,50			
ST-62	ST-62 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346689,630	7402105,982
	ST-62 / 0,5m	0,50			
ST-63	ST-63 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346682,055	7402122,383
	ST-63 / 0,5m	0,50			
ST-64	ST-64 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346673,668	7402140,539
	ST-64 / 1,0m	1,00			
ST-65	ST-65 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346665,282	7402158,697
	ST-65 / 0,5m	0,50			
ST-68	ST-68 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346656,895	7402176,852
	ST-68 / 1,5m	1,50			
ST-69	ST-69 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346648,382	7402194,951
	ST-69 / 0,5m	0,50			
ST-70	ST-70 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346640,099	7402213,218
	ST-70 / 0,5m	0,50			
ST-71	ST-71 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346751,818	7402066,733
	ST-71 / 1,5m	1,50			
ST-72	ST-72 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346742,078	7402040,078
	ST-72 / 1,0m	1,00			
ST-73	ST-73 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346725,323	7402076,401
	ST-73 / 1,0m	1,00			
ST-74	ST-74 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346750,361	7402021,873
	ST-74 / 1,0m	1,00			
ST-75	ST-75 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346733,709	7402058,243
	ST-75 / 1,5m	1,50			
ST-76	ST-76 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346732,253	7402013,383
	ST-76 / 1,5m	1,50			

[1] - Coordenada Datum SAD-69

[2] - Lista da CETESB definida especificamente para projeto USP LESTE

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

Tabela 3.2.4.4. Características das amostras de solo enviadas para análises químicas

Sondagem de investigação	Identificação da amostra	Profundidade de coleta (m)	Parâmetros analisados	COORDENADA UTM LESTE (metros) [1]	COORDENADA UTM NORTE (metros) [1]
ST-77	ST-77 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346723,969	7402031,589
	ST-77 / 1,0m	1,00			
ST-78	ST-78 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346707,214	7402067,911
	ST-78 / 1,0m	1,00			
ST-79	ST-79 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346680,912	7402077,669
	ST-79 / 1,5m	1,50			
ST-80	ST-80 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346689,105	7402059,421
	ST-80 / 1,0m	1,00			
ST-81	ST-81 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346697,492	7402041,264
	ST-81 / 0,5m	0,50			
ST-82	ST-82 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346705,860	7402023,099
	ST-82 / 0,5m	0,50			
ST-83	ST-83 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346687,749	7402014,615
	ST-83 / 0,5m	0,50			
ST-84	ST-84 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346679,380	7402032,780
	ST-84 / 0,5m	0,50			
ST-85	ST-85 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346670,994	7402050,937
	ST-85 / 1,0m	1,00			
ST-86	ST-86 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346662,801	7402069,182
	ST-86 / 1,0m	1,00			
ST-88	ST-88 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346662,865	7402068,538
	ST-88 / 0,5m	0,50			
ST-89	ST-89 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346817,845	7402162,233
	ST-89 / 1,0m	1,00			
ST-90	ST-90 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346836,061	7402170,489
	ST-90 / 1,5m	1,50			
ST-91	ST-91 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346826,424	7402144,164
	ST-91 / 1,0m	1,00			
ST-92	ST-92 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346827,672	7402188,645
	ST-92 / 0,5m	0,50			
ST-93	ST-93 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346844,641	7402152,419
	ST-93 / 1,0m	1,00			
ST-94	ST-94 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346852,834	7402134,174
	ST-94 / 1,5m	1,50			
ST-95	ST-95 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346851,181	7402090,040
	ST-95 / 1,5m	1,50			
ST-96	ST-96 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346861,220	7402116,017
	ST-96 / 1,0m	1,00			
ST-97	ST-97 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346869,388	7402098,316
	ST-97 / 1,0m	1,00			
ST-98	ST-98 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346715,600	7402049,754
	ST-98 / 1,5m	1,50			
ST-99	ST-99 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346834,617	7402125,919
	ST-99 / 1,0m	1,00			
ST-100	ST-100 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346824,787	7402099,506
	ST-100 / 1,0m	1,00			
ST-101	ST-101 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346843,004	7402107,761
	ST-101 / 1,5m	1,50			
ST-102	ST-102 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346816,400	7402117,663
	ST-102 / 1,0m	1,00			

[1] - Coordenada Datum SAD-69

[2] - Lista da CETESB definida especificamente para projeto USP LESTE

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

Tabela 3.2.4.5. Características das amostras de solo enviadas para análises químicas

Sondagem de investigação	Identificação da amostra	Profundidade de coleta (m)	Parâmetros analisados	COORDENADA UTM LESTE (metros) [1]	COORDENADA UTM NORTE (metros) [1]
ST-103	ST-103 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346729,550	7402210,052
	ST-103 / 1,0m	1,00			
ST-104	ST-104 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346661,177	7402024,497
	ST-104 / 1,0m	1,00			
ST-116	ST-116 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346837,002	7402030,819
	ST-116 / 1,0m	1,00			
ST-117	ST-117 / 0,45m	0,30	Lista Cetesb [2]	346807,963	7402030,399
ST-118	ST-118 / 1,0m	0,30	Lista Cetesb [2]	346861,220	7402116,017
	ST-118 / 1,7m	1,70			
ST-119	ST-119 / 0,6m	0,30	Lista Cetesb [2]	346823,478	7402064,156
	ST-119 / 1,0m	1,00			
ST-121	ST-121 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346834,084	7402079,413
	ST-121 / 1,0m	1,00			
ST-122	ST-122 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346872,540	7402042,770
	ST-122 / 1,0m	1,00			
ST-123	ST-123 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346877,784	7402080,196
	ST-123 / 1,0m	1,00			
ST-124	ST-124 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346844,298	7402194,566
	ST-124 / 1,0m	1,00			
ST-125	ST-125 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346803,874	7402092,566
	ST-125 / 1,0m	1,00			
ST-126	ST-126 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346775,674	7402076,002
	ST-126 / 0,5m	0,50			
ST-127	ST-127 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346808,295	7402141,325
	ST-127 / 1,0m	1,00			
ST-128	ST-128 / 0,3m	0,30	Lista Cetesb [2]	346664,360	7402136,176
	ST-128 / 1,0m	1,00			

[1] - Coordenada Datum SAD-69

[2] - Lista da CETESB definida especificamente para projeto USP LESTE

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

3.2.5. Instalação de poços de monitoramento

A instalação de poços de monitoramento teve como principais objetivos possibilitar: o monitoramento do comportamento do nível da água subterrânea local e o monitoramento analítico da água subterrânea.

A construção dos poços de monitoramento seguiu o recomendado na NBR 15.495-1 “Poços de Monitoramento de Águas Subterrâneas em Aquíferos Granulares, Parte 1: Projeto e construção” (ABNT, 2007b) e “Poços de Monitoramento de Águas Subterrâneas em Aquíferos Granulares, Parte 2 – Desenvolvimento” (ABNT 2008).

No período de 31 de outubro a 05 de novembro de 2013 foram instalados 13 poços de monitoramento permanentes no aquífero livre sedimentar (PM-26 a PM-35 com seção filtrante posicionada na porção superior; PM-26A, PM-27A e PM-30A com seção filtrante posicionada na porção inferior) da AI-01 e 04 (PM-22 a PM-25 com seção filtrante posicionada na porção superior) na área do Ginásio Poliesportivo, no mesmo local onde foram executadas as sondagens que apresentaram as maiores medidas *in situ* de vapores orgânicos no solo.

Conforme explanado no item anterior, entre os dias 23 e 27 de dezembro de 2013, a investigação ambiental na AI-01 foi ampliada. Foram instalados 10 poços de monitoramento (PM-36 a PM-45) com seção filtrante posicionada na porção superior e 02 poços de monitoramento (PM-36A e PM-39A) com seção filtrante posicionada na porção inferior do aquífero livre sedimentar.

Como se pode observar, os poços instalados com seção filtrante posicionada na porção inferior do aquífero livre receberam a mesma identificação que seu par, instalado com seção filtrante posicionada na porção superior, porém lhe foi adicionado o sufixo “A”.

A **Figura 3.2.5.1.** ilustra em planta o posicionamento dos poços de monitoramento instalados e a **Tabela 3.2.5.1.** resume suas principais características e justificativas.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

Tabela 3.2.5.1 Características dos poços de monitoramento instalados na AI-01 e no Ginásio Poliesportivo

Poço de monitoramento	Sondagem	Data de execução	Perfuração			Instalação			Justificativa
			Profundidade (metro)	Diâmetro (polegada)	Nível de água[(1)] (metro)	Profundidade (metro)	Diâmetro (polegada)	Filtro (metro)	
PM-22	ST-116	28/10/2013	5,00	4,00	2,60	4,50	2,0	2,00	Investigação ambiental na área do ginásio poliesportivo
PM-23	ST-117	28/10/2013	5,70	4,00	2,20	5,00	2,0	2,00	Investigação ambiental na área do ginásio poliesportivo
PM-24	ST-118	29/10/2013	5,80	4,0	2,70	4,70	2,0	2,00	Investigação ambiental na área do ginásio poliesportivo
PM-25	ST-119	30/10/2013	6,20	4,0	4,00	6,00	2,0	2,00	Investigação ambiental na área do ginásio poliesportivo
PM-26	ST-04	31/10/2013	5,50	4,0	1,74	4,90	2,0	2,00	Maior valor obtido a partir das medidas *in situ* de vapores orgânicos na coleta de solo
PM-26A	ST-105	04/11/2013	9,00	4,0	6,18	8,60	2,0	1,00	Investigação ambiental na porção inferior do aquífero livre, próximo de área com maior medida *in situ* de vapores orgânicos no solo
PM-27	ST-32	31/10/2013	5,50	4,0	2,67	4,90	2,0	2,00	Maior valor obtido a partir das medidas *in situ* de vapores orgânicos na coleta de solo
PM-27A	ST-106	04/11/2013	9,60	4,0	7,33	9,23	2,0	1,00	Investigação ambiental na porção inferior do aquífero livre, próximo de área com maior medida *in situ* de vapores orgânicos no solo
PM-28	ST-45	31/10/2013	5,60	4,0	2,74	5,00	2,0	2,00	Maior valor obtido a partir das medidas *in situ* de vapores orgânicos na coleta de solo
PM-29	ST-18	31/10/2013	6,00	4,0	2,62	5,10	2,0	2,00	Maior valor obtido a partir das medidas *in situ* de vapores orgânicos na coleta de solo
PM-30	ST-63	31/10/2013	5,30	4,0	1,70	4,50	2,0	2,00	Maior valor obtido a partir das medidas *in situ* de vapores orgânicos na coleta de solo
PM-30A	ST-120	05/11/2013	9,20	4,0	8,05	8,53	2,0	1,00	Investigação ambiental na porção inferior do aquífero livre, próximo de área com maior medida *in situ* de vapores orgânicos no solo
PM-31	ST-69	31/10/2013	5,80	4,0	3,23	5,65	2,0	2,00	Maior valor obtido a partir das medidas *in situ* de vapores orgânicos na coleta de solo
PM-32	ST-12	01/11/2013	6,00	4,0	1,54	5,07	2,0	2,00	Maior valor obtido a partir das medidas *in situ* de vapores orgânicos na coleta de solo
PM-33	ST-72	01/11/2013	4,60	4,0	1,39	3,90	2,0	2,00	Maior valor obtido a partir das medidas *in situ* de vapores orgânicos na coleta de solo
PM-34	ST-85	01/11/2013	5,00	4,0	1,66	4,60	2,0	2,00	Maior valor obtido a partir das medidas *in situ* de vapores orgânicos na coleta de solo
PM-35	ST-96	05/11/2013	5,10	4,0	3,62	4,75	2,0	2,00	Maior valor obtido a partir das medidas *in situ* de vapores orgânicos na coleta de solo
PM-36	ST-129	23/12/2013	5,00	4,0	2,50	4,60	2,0	2,00	Sondagem para coleta de solo apresentou concentrações de algumas SQIs acima dos padrões ambientais
PM-36A	ST-10	23/12/2013	9,20	4,0	2,50	8,53	2,0	1,00	Investigação ambiental da porção inferior do aquífero, adjacente à sondagem para coleta de solo que apresentou concentrações de algumas SQI
PM-37	ST-20	23/12/2013	5,20	4,0	2,00	4,70	2,0	2,00	Executada no mesmo local da sondagem destinada à coleta de solo, que apresentou concentrações de algumas SQI
PM-38	ST-05	23/12/2013	4,40	4,0	2,00	4,20	2,0	2,00	Executada no mesmo local da sondagem destinada à coleta de solo, que apresentou concentrações de algumas SQI
PM-39	ST-98	23/12/2013	5,00	4,0	2,20	4,90	2,0	2,00	Executada no mesmo local da sondagem destinada à coleta de solo, que apresentou concentrações de algumas SQI
PM-39A	ST-107	23/12/2013	8,90	4,0	1,90	8,80	2,0	1,00	Investigação ambiental da porção inferior do aquífero, adjacente à sondagem para coleta de solo que apresentou concentrações de algumas SQI
PM-40	ST-22	23/12/2013	4,80	4,0	2,00	4,50	2,0	2,00	Executada no mesmo local da sondagem destinada à coleta de solo, que apresentou concentrações de algumas SQI
PM-41	ST-93	26/12/2013	5,00	4,0	2,50	4,60	2,0	2,00	Executada no mesmo local da sondagem destinada à coleta de solo, que apresentou concentrações de algumas SQI
PM-42	ST-90	26/12/2013	4,20	4,0	1,80	4,00	2,0	2,00	Executada no mesmo local da sondagem destinada à coleta de solo, que apresentou concentrações de algumas SQI
PM-43	ST-25	23/10/2013	4,60	4,0	2,20	4,50	2,0	2,00	Executada no mesmo local da sondagem destinada à coleta de solo, que apresentou concentrações de algumas SQI
PM-44	ST-64	23/10/2013	3,60	4,0	1,50	3,50	2,0	2,00	Executada no mesmo local da sondagem destinada à coleta de solo, que apresentou concentrações de algumas SQI
PM-45	ST-128	23/10/2013	4,10	4,0	1,80	4,00	2,0	2,00	Delimitação de possíveis contaminantes na água subterrânea adjacente à área do PM-44

[(1)] - Nível da água subterrânea não estabilizado, obtido durante a perfuração.
PM-xx - Poço de monitoramento instalado na porção superior do aquífero livre.
PM-xxA - Poço de monitoramento instalado na porção inferior do aquífero livre.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

Figura 3.2.5.1. Localização dos poços de monitoramento preexistentes e instalados na área AI-01 e USP LESTE

Projeto:

Investigação Detalhada

Contrato Interno: 4841
Revisão: 00

Data de emissão do Relatório
02/2014

ST-12/PM-32 — Poço de monitoramento existente

ST-117/PM-27A — Poço de monitoramento multinível

PM-01 — Poço de monitoramento preexistente

ST-10 — Sondagem de investigação

Área verde

Cabine de alta tensão

Talude

Linha férrea

Galeria

Fluxo de água superficial

Árvore

Delimitação da área AI01 da USP LESTE

Escala
0 50 100(m)

Servmar
AMBIENTAL & ENGENHARIA

Cliente:

USP LESTE
Av. Dr. Arlindo Bettio, nº 1000
São Paulo - SP

Desenhado por:	Roberto M. Santana
Elaborado por:	Daphne Silva Pino
Aprovado por:	Aline Bernice

3.2.6. Levantamento altimétrico e medidas de nível estabilizado da água subterrânea

O levantamento altimétrico visou à obtenção das cotas das bocas dos poços de monitoramento instalados, utilizando como referência as cotas já estabelecidas para os poços de monitoramento preexistentes, por meio do nivelador a *laser* PRO SHOT modelo L3. Este serviço foi realizado nos dias 26 e 27 de novembro de 2013, e complementado no dia 23 de janeiro de 2014, após a instalação dos poços de monitoramento adicionais.

As medidas de nível estabilizado da água subterrânea e da eventual espessura de fase livre foram efetuadas em todos os poços instalados na área AI-01 e nos poços preexistentes no campus, no dia 03 de janeiro de 2014, no mesmo local onde foram retiradas as cotas altimétricas, utilizando um medidor eletrônico de interface água/óleo da marca *Solinst*®, bem como um *bailer* descartável (um para cada poço) para verificar a existência de fase livre com espessura inferior a 1,0 mm.

O medidor eletrônico de interface água/óleo foi descontaminado entre cada poço monitorado através da lavagem com água deionizada e detergente neutro não fosfatado, a fim de evitar a contaminação cruzada entre os poços.

As cotas obtidas das bocas dos poços, juntamente com as profundidades dos níveis de água, são utilizadas para o cálculo das respectivas cargas hidráulicas necessárias para a confecção do mapa de fluxo da água subterrânea na área.

3.2.7. Amostragem de água subterrânea para análises químicas

Na primeira etapa dos serviços, entre 28 de novembro e 01 de dezembro de 2013, foi realizada a coleta de amostras de água subterrânea provenientes de 35 dos poços de monitoramento instalados e preexistentes na área de interesse. As amostras foram denominadas AA-01 a AA-12, AA-14 a AA-18, AA-20 a AA-24, AA-26 a AA-35, AA-26A e AA-27A, seguindo a numeração dos respectivos poços.

Com o objetivo de avaliar possíveis interferências externas que pudessem influenciar na qualidade das amostras de água subterrânea coletadas, foram encaminhadas para análise; 01 amostra duplicata do poço PM-01, denominada AA-01A, 01 amostra de branco de equipamento, denominada AA-50, e 01 amostra de branco de campo, denominada AA-60.

A amostra duplicata consiste na coleta de uma amostra em paralelo e concomitantemente com a amostra de um poço de monitoramento. O resultado desta amostra deverá ser utilizado para comparação com a concentração obtida no poço de interesse, e o intuito é verificar a qualidade analítica do laboratório envolvido.

O branco de campo consiste em coletar uma amostra de água deionizada no local dos trabalhos de campo e submetê-la às mesmas condições das amostras de água subterrânea, possibilitando a detecção de potencial contaminação presente na atmosfera do ambiente investigado que poderia interferir nos resultados analíticos.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

O branco de equipamento consiste na coleta de uma amostra de água deionizada após submetê-la ao contato com os equipamentos utilizados durante a amostragem de água subterrânea. Desta maneira, é possível detectar eventuais contaminações cruzadas provenientes dos equipamentos.

Na segunda etapa dos serviços, executada no dia 03 de janeiro de 2014, foi realizada a coleta de amostras de água subterrânea provenientes dos poços adicionais instalados na área de interesse. As amostras foram denominadas de AA-36 a AA-45, e AA-36A e AA-39A, seguindo a numeração dos respectivos poços.

Ressalta-se que no período de instalação dos poços de monitoramento e a coleta das amostras de água subterrânea na segunda etapa decorreram-se 10 dias, permanecendo em conformidade com o estabelecido na NBR 15.847 “Amostragem de água subterrânea em poços de monitoramento – Métodos de purga” (ABNT, 2010a).

Para avaliação da qualidade das amostras de água subterrânea coletadas na segunda etapa, coletou-se 01 amostra de branco de campo (AA-60) e 01 amostra de branco de equipamento (AA-61).

Para a coleta nas duas etapas utilizou-se a metodologia de amostragem em baixa vazão (*Low Flow*), conforme o recomendado na NBR 15.847 (ABNT, 2010a) e ASTM (2002).

Esse método consiste basicamente em coletar as amostras de água subterrânea com o auxílio de bombas de vazão controlável, de maneira que seja causado um rebaixamento mínimo na coluna d’água do poço. Deste modo, a renovação da água ocorre a uma vazão próxima à capacidade de produção do poço, permitindo a coleta de uma amostra representativa do aquífero com baixa concentração de sólidos em suspensão e mínima degaseificação e volatilização da amostra.

As amostras de água subterrânea destinadas às análises de metais dissolvidos foram filtradas em campo, por meio de membranas de 0,45 µm, transferidas para frascos com preservantes apropriados fornecidos pelo laboratório, de acordo com CETESB (2001).

Durante a purga, são monitorados o nível d’água – NA (m) e os parâmetros físico-químicos indicadores de qualidade: temperatura - T (^{o}C), condutividade elétrica – CE (µS/cm), potencial hidrogeniônico – pH (UpH), potencial de oxirredução (ORP), posteriormente convertido a potencial redox (Eh), e oxigênio dissolvido – OD (mg/L).

A estabilização do nível d’água e dos parâmetros indicadores é utilizada para determinar o momento em que a água da formação é acessada, eliminando a possibilidade de coleta de água estagnada no poço e na região do pré-filtro.

A célula de fluxo e o medidor eletrônico de nível da água foram os únicos equipamentos não descartáveis utilizados durante as amostragens e, deste modo, foram descontaminados a cada um dos poços amostrados por meio de lavagem com água deionizada e detergente neutro líquido, seguido de novo enxague com água deionizada, eliminando o risco de contaminação cruzada entre os poços.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

Todas as amostras de água subterrânea foram encaminhadas para análises definidas pela CETESB, i.e. de VOC, SVOC, PCB, compostos das séries nitrogenada e sulfatada, cloreto total, fosfato, cianeto, metais dissolvidos (listados em CETESB, 2005), berílio total e tálio.

As amostras foram enviadas ao laboratório *Analytical Technology*®, acompanhadas por cadeia de custódia (**Anexo 6**), de modo a garantir seus recebimentos dentro dos padrões de qualidade estabelecidos (integridade, validade e rastreabilidade das amostras).

3.2.8. Ensaios de permeabilidade

A determinação precisa dos valores de condutividade hidráulica é necessária para estimar a velocidade de fluxo da água subterrânea no cálculo das taxas de transporte dos contaminantes, na avaliação de risco das áreas impactadas e no esboço dos métodos de remediação.

Assim, visando um maior detalhamento na base de dados das condutividades hidráulicas obtidas em trabalhos ambientais anteriores, foram realizados no dia 08 de janeiro, 07 ensaios de permeabilidade dos tipos *Slug Test* e *Bail Test*. Os poços de monitoramento selecionados foram o PM-27, PM-30, PM-31 e PM-32, que possuem com suas seções filtrantes posicionadas na porção superior do aquífero livre, e os poços PM-26A, PM-36A e PM-39A, cuja seção filtrante está posicionada na porção inferior do aquífero livre.

Para realização dos ensaios na área de estudo, seguiu-se a metodologia proposta por Pede (2004). O sólido utilizado foi um cilindro de *nylon* de 1 $^{3}/^{8}$ polegadas de diâmetro e 1,0 m de comprimento, denominado de tarugo. O volume do tarugo é igual a 983 cm³ (1 litro aproximadamente), correspondendo a um deslocamento do nível da água de 48 cm em um tubo liso de 2 polegadas. O monitoramento do deslocamento da água durante os ensaios foi efetuado por meio de um transdutor marca DRUCK, modelo PTX 1830, com correção automática de barometria acoplado a um *notebook.* A leitura, o armazenamento e a análise dos ensaios foram efetuados automaticamente, utilizando o *software* WinSlug.

O *Slug Test* consiste na introdução do tarugo no interior do poço de monitoramento, promovendo desta forma a elevação do nível da água subterrânea. Posteriormente é registrado o tempo de recuperação até atingir o nível estático inicial. Ao final desse ensaio foi realizado o *Bail Test*, que consiste na retirada do tarugo, o qual gera o rebaixamento no nível de água do poço, com o acompanhamento da recuperação do seu nível estático inicial.

O registro das informações foi realizado através de um transdutor de pressão, e os dados foram interpretados através do aplicativo marca *Winslug*, criado pela Universidade Estadual Paulista (UNESP), o qual tem como objetivo medir e analisar a taxa com que o volume é drenado através do aquífero para a obtenção do coeficiente de condutividade hidráulica nos horizontes litológicos atravessados pela seção filtrante.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

Os dados dos *Slug Test* e *Bail Test* são analisados usando equações que regem o fluxo da água subterrânea, considerando que o aquífero é homogêneo, isotrópico, infinito e sua espessura se mantém constante durante os ensaios (Pede, 2004). Os dados obtidos estão apresentados no **Anexo 7**.

3.2.9. Padrões de referência ambiental

Os teores quantificados para cada substância analisada em laboratório, tanto nas amostras de solo como nas de água subterrânea, foram comparados a valores de intervenção (V.I.) estabelecidos pela CETESB (2014). Essa lista de referência foi publicada no dia 20 de fevereiro de 2014, e foi utilizada para comparação com os resultados analíticos das SQI nas amostras de solo superficial, solo subsuperficial e água subterrânea.

Para os compostos que não possuem padrões de qualidade estabelecidos pela CETESB (2014), foram adotados como referência complementar os *Risk Screening Level* (RSL) estabelecidos pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (USEPA, 2013).

Para o solo foram adotados os V.I. e, na falta destes, os RSL, estabelecidos para cenário residencial (CETESB, 2014; USEPA, 2013), devido ao tipo de ocupação da região de interesse.

Valores Orientadores para Solos e Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo (CETESB, 2014)

Refere-se aos valores aprovados pelo órgão de controle ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), de acordo com a Decisão de Diretoria n° 045/2014/E/C/I de 20 de fevereiro de 2014, e aplicados tanto na prevenção da poluição de solos e águas subterrâneas como no controle de áreas contaminadas. Informa-se que os valores apresentados em CETESB (2014) substituem os valores anteriormente apresentados em CETESB (2005).

Conforme Artigo 3° desse documento, o qual foi seguindo na íntegra para elaboração da investigação detalhada apresentada neste relatório, essa decisão de diretoria entra em vigor na data de sua publicação, surtindo seus efeitos na seguinte conformidade:

I. *A partir de 1° de setembro de 2014 – aplicação dos Valores de Intervenção (V.I.) e prevenção (V.P.) para as substâncias que, em relação ao publicado em 2005*, *tenham sofrido alteração para valores mais restritivos, bem como dos V.I. e V.P. para as novas substâncias relacionadas no Anexo Único que integra esta Decisão de Diretoria*.

II. *A partir da publicação desta decisão – aplicação dos Valores de Intervenção (V.I.) para as substâncias que, em relação aos publicados em 2005, tenham mantido os valores anteriores ou que tenham sofrido alteração para valores menos restritivos.*

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

O V.I. é a concentração de determinada substância no solo ou na água subterrânea acima da qual existem riscos potenciais, diretos ou indiretos, à saúde humana, considerando um cenário de exposição genérico.

Para o solo, os valores foram calculados utilizando-se o procedimento de avaliação de risco à saúde humana para o cenário de exposição Residencial, Industrial e Agrícola - Área de Proteção Máxima (APMax).

Portanto, nas áreas em que as concentrações das substâncias químicas analisadas ultrapassarem os V.I. definidos pela CETESB, deverão ser adotadas medidas de gerenciamento para a área.

Regional Screening Levels for Chemical at Superfund Sites – RSL (*United States Environment Protection Agency* – USEPA, novembro de 2013)

Os valores de referência estabelecidos pela USEPA estão disponíveis no documento *Regional Screening Level (RSL),* acessível pelo endereço eletrônico http://www.epa.gov/region09/superfund/prg.

Esta lista é baseada nos critérios toxicológicos aprovados pela USEPA e representa as concentrações no solo, ar e água subterrânea, cuja expectativa é que não resultem em incremento de risco de câncer e quocientes de risco (não carcinogênico) maiores que os limites aceitáveis para um cenário de exposição residencial ou industrial. Esses valores de referência são os mais recentes em uso nos EUA, sendo que quaisquer valores excedentes requerem avalição dos riscos.

3.2.10. Modelo numérico de evolução das plumas

Para os contaminantes que apresentaram concentrações superiores aos padrões de referência ambiental nas amostras de solo e água subterrânea e que não são de ocorrência natural da área de interesse deverão ser realizadas modelagens de transporte na zona insaturada e saturada em função do tempo (05 e 10 anos) e da distância percorrida no meio, conforme preconizações da CETESB (2007) e expressos na NBR 15151-3 “Avaliação de passivo ambiental em solo e água subterrânea - Parte 3: Investigação detalhada” (ABNT, 2013a).

A ferramenta de suporte utilizada refere-se aos modelos propostos por *American Society for Testing and Materials* – ASTM (2000) e Domenico (1987), presentes no software *Risk Based Corrective Actions – RBCA Tool Kit for Chemical Releases*, v. 2.6 (2011), cujos parâmetros físico-químicos e toxicológicos presentes no mesmo são os expressos na versão de 2011 da planilha de *Risk Screening Levels* (RSL) do programa “Superfund” da USEPA (2011).

Para a simulação das substâncias químicas orgânicas que apresentarem concentrações superiores aos padrões de referência ambiental na porção superior e/ou inferior do aquífero livre, serão considerados os parâmetros de transporte advecção, dispersão e de primeira ordem de decaimento, além de uma fonte constante de contaminação e a capacidade de adsorção em matéria orgânica.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

Para as substâncias orgânicas que apresentarem concentração superior ao padrão de referência ambiental somente no solo insaturado, será considerada, além dos parâmetros de transporte citados acima, a lixiviação.

O modelo a ser utilizado pelo software para calcular a concentração da SQI na água subterrânea a partir da lixiviação da SQI detectada no solo refere-se ao da ASTM (RBCA, 2011; *apud* ASTM, 2000), ajustado com o modelo de atenuação natural (SAM). O modelo da ASTM assume que a lixiviação das SQI no solo se mistura com o sistema de fluxo da água subterrânea diretamente sob o solo afetado. Já o SAM refere-se a um ajustamento do modelo da ASTM para lixiviação do solo, que representa a atenuação das concentrações das SQI devido à sorção entre a fonte de contaminação no solo e a água subterrânea (Connor *et* al., 1997; *apud* RBCA, 2011) e ao decaimento de primeira ordem, que representa a atenuação adicional das concentrações das SQI devido à biodegradação.

A equação utilizada para o cálculo das concentrações dos compostos de interesse na zona saturada em relação à distância corresponde à equação de advecção, dispersão e sorção incorporada à primeira ordem de decaimento, estabelecida por Domenico (1987).

Cabe salientar que de forma restritiva, não será considerada a reação de biodegradação instantânea para estes compostos orgânicos, a qual é limitada pela quantidade de aceptores de elétrons e tende a minimizar as concentrações que atingem o receptor em função do tempo e da distância percorrida.

3.2.11. Avaliação de risco à saúde humana

A metodologia adotada se baseou na NBR 16.209 “Avaliação de risco a saúde humana para fins de gerenciamento de áreas contaminadas” (ABNT, 2013b), no *Risk Assessment Guidance for Superfund* – RAGS publicado pela *United States Environmental Protection Agency* – USEPA (USEPA, 1989) e no *Public Health Assessment Guidance Manual* estabelecido pela *Agency for Toxic Substances and Disease Registry* – ATSDR (ATSDR, 2005).

A avaliação de risco à saúde humana foi realizada de forma direcionada para a AI-01 da **USP LESTE**, visando à análise dos perigos associados ao atual (real) uso da mesma, bem como aos usos futuros e hipotéticos, com o objetivo de garantir que os riscos associados à saúde humana não sejam subestimados.

As ferramentas de suporte utilizadas foram as planilhas para cálculo do risco publicadas pela CETESB em outubro de 2009 e atualizadas em maio de 2013 (disponível em http://www.cetesb.sp.gov.br/areas-contaminadas/planilhas-para-avalia%C3%A7%C3%A3o-de-risco/8-planilhas).

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

O desenvolvimento do estudo se fundamentou na execução de quatro fases principais, que resultaram em uma avaliação dos riscos provocados pela exposição ao contaminante cientificamente defensável. Estas fases são divididas em coleta e avaliação de dados, avaliação de exposição, análise de toxicidade e caracterização de risco, e estão de acordo com as propostas estabelecidas pela USEPA (1989) e ABNT (2013b).

Salienta-se que na etapa de caracterização do risco também foram apresentadas, além da quantificação do risco, a interpretação e a análise das incertezas a ela associadas.

Em uma etapa final do processo de avaliação de risco, foram determinadas as concentrações limites (Concentrações Máximas Aceitáveis – CMA) para as Substâncias Químicas de Interesse (SQI) que apresentaram concentrações superiores aos padrões de referência ambiental (CETESB, 2014; USEPA, 2013) e não são de origem natural, para cada cenário real, futuro e hipotético considerado para a AI-01, assegurando que os receptores identificados não estejam expostos a riscos crônicos à saúde humana, de acordo com os critérios de risco adotados, auxiliando na tomada de decisões e na elaboração de ações futuras a serem contempladas no plano de intervenção.

Esta avaliação de risco não se aplica à saúde ocupacional, de acordo com a NBR 16.209 (ABNT, 2013b).

3.2.12. Plano de Intervenção

O Plano de Intervenção pode ser definido como um conjunto de ações a serem adotadas visando à reabilitação de uma área para o uso declarado.

Esta etapa do gerenciamento ambiental é realizada após a de avaliação de risco, seguindo as preconizações expressas na Decisão de Diretoria n° 103/2007/C/E (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB, 2007) e na legislação estadual vigente (Lei n° 13.577/2009 e Decreto 59.263/2013).

As atividades realizadas para o desenvolvimento do plano de intervenção englobaram:

- Avaliação da necessidade do plano de intervenção;
- Avaliação e a determinação das alternativas de ações de mitigação;
- Estabelecimento do plano de intervenção.

Para a avaliação da necessidade do plano de intervenção realizou-se a averiguação dos resultados obtidos na etapa de avaliação de risco, pois é nessa etapa em que se define a necessidade de implementação de ações de mitigação em uma área contaminada e se estabelece os níveis aceitáveis a serem atingidos.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

As ações de mitigação a serem adotadas foram selecionadas conforme recomendações contidas nos itens 5.8.1 e 5.9 do “Procedimento para Gerenciamento de Áreas Contaminadas” (CETESB, 2007), com base nos resultados apresentados nos eventuais mapas de risco gerados durante as etapas de investigação de gases e de avaliação de risco.

As alternativas de ações que poderão ser apresentadas no plano para a mitigação dos riscos à saúde, compreendem:

- Ações emergenciais;
- Ações de controle institucional;
- Ações de controle de engenharia;
- Ações de remediação.

No processo de escolha das formas de intervenção a serem adotadas foram considerados os níveis aceitáveis (CMA) a serem atingidos definidos para o uso atual e futuro pretendido para a AI-01 a partir da avaliação de risco, bem como os padrões legais aplicáveis para o caso de ingestão de água subterrânea e dos corpos de água superficial.

3.3. Modelo Conceitual

Após a execução das etapas de investigação detalhada de gases e investigação e avaliação de risco à saúde humana da AI-01, o modelo conceitual foi atualizado seguindo as preconizações expressas na NBR 16.210 (ABNT, 2013c).

Segundo a norma regulamentadora supracitada, um modelo conceitual é a representação gráfica ou escrita de um sistema ambiental e seus processos que determinam o transporte dos contaminantes a partir das fontes, por meio dos meios, até os receptores envolvidos.

Assim, para tanto, foram avaliadas as seguintes informações levantadas no presente trabalho:

- Determinação dos limites dos edifícios internos;
- Resumo das informações das medições de gases no período monitorado;
- Determinação dos limites da AI-01;
- Resumo das informações históricas de uso e ocupação da AI-01;
- Identificação das potenciais e reais SQI e suas áreas de abrangência na AI-01;
- Determinação dos valores de ocorrência natural das SQI;
- Identificação, caracterização e localização das potenciais, suspeitas e reais fontes de contaminação;
- Caracterização do meio físico;
- Mecanismos de liberação dos contaminantes;
- Vias de transportes dos contaminantes;
- Identificação e caracterização dos receptores e bens a proteger.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

4. RESULTADOS OBTIDOS NA INVESTIGAÇÃO DETALHADA DE GASES

A presença de gases perigosos em um espaço confinado pode trazer prejuízos à integridade da vida humana. Entretanto, a exata natureza deste perigo depende dos tipos de gases presentes na atmosfera; em geral, dividem-se em três classes:

1. Inflamáveis: metano (CH_4), hidrogênio (H_2), propano (C_3H_8), butano (C_4H_{10}), etano (C_2H_6), hexano (C_6H_{14}), metanol (CH_3OH) e octano (C_8H_{18});
2. Tóxicos e inflamáveis: monóxido de carbono (CO) e sulfeto de hidrogênio (H_2S);
3. Asfixiantes: nitrogênio (N_2) e argônio (Ar).

Entre os gases analisados na **USP LESTE**, três deles (metano, monóxido de carbono e sulfeto de hidrogênio) podem apresentar risco de explosão. Todavia, é importante destacar que qualquer explosão somente se inicia com a combinação de três elementos em quantidade suficiente: combustível (gás inflamável), uma fonte de calor (ou ignição) e comburente (no caso, o gás oxigênio, cuja média encontrada na atmosfera é de 20,9% em volume).

Na **USP LESTE** também foram efetuadas medições de dióxido de carbono (CO_2), o qual é um gás incolor e inodoro, naturalmente presente na atmosfera em 0,039% em volume, visando à análise da ação da degradação da matéria orgânica presente no aterro oriundo da dragagem do leito do rio Tietê e no solo quaternário original do local. Na atuação em degradação de matéria orgânica as bactérias aeróbicas consomem oxigênio e liberam dióxido de carbono.

O Limite Inferior de Inflamabilidade (LII) de um gás corresponde à concentração mínima abaixo da qual a quantidade do gás inflamável é muito pequena (mistura pobre) para queimar ou explodir, pois o calor produzido na reação de uma primeira partícula de vapor combustível com o gás oxigênio não chega até outra partícula de vapor combustível, impedindo a propagação do fogo.

Em concentrações acima do Limite Superior de Inflamabilidade (LSI), a quantidade de gás inflamável é muito grande (mistura rica) para queimar ou explodir, pois há muito gás combustível e há pouco gás oxigênio para o mesmo reagir.

Assim, apenas haverá risco de explosividade se o teor do gás inflamável de interesse estiver entre o LII e o LSI, e se houver uma fonte de calor e oxigênio suficiente.

Em relação aos gases estudados na **USP LESTE**, as características dos que podem oferecer risco aos receptores locais são descritas a seguir (CETESB, 2003).

1. Metano (CH_4): É um gás inflamável e incolor, menos denso que o ar atmosférico, de pouca solubilidade na água e, quando adicionado à atmosfera, se transforma em mistura de teor inflamável. Valores entre 5,0 % (LII) e 15,0 % (LSI) oferecem condições de explosividade.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

2. Monóxido de Carbono (CO): É um gás levemente inflamável, incolor, inodoro e perigoso devido à sua grande toxicidade. Seus limites inferior e superior de inflamabilidade estão entre 12,0 % e 75,0 %, respectivamente.

3. Sulfeto de Hidrogênio (H_2S): É um gás resultante do processo de formação bacteriológica, oriunda principalmente de esgotos. Teores entre 4,3 % (LII) a 45,0 % (LSI) configuram o intervalo de inflamabilidade.

4.1. Medição *in situ* de vapores orgânicos

Foram realizadas medições diárias pela equipe da Servmar, porém periódicas em todos os pontos devido ao grande quantitativo dos mesmos, entre os dias 30 de setembro e 30 de dezembro de 2013. Os resultados são indicados nas tabelas do **Anexo 8**. As leituras originais extraídas do equipamento de medição da marca Landtec® modelo GEM 5000 estão indicadas no **Anexo 9**, visto que este equipamento permite o armazenamento interno de dados.

Observa-se nas tabelas do **Anexo 8** que não foram quantificadas concentrações de monóxido de carbono nem de sulfeto de hidrogênio acima de seus respectivos LII.

Assim, tendo em vista que dentre os gases monitorados o metano foi o único gás inflamável quantificado acima do LII, na interpretação dos resultados obtidos nos subitens a seguir, os mesmos foram classificados da seguinte forma:

- “Pontos de alerta” – A detecção das concentrações de metano acima do LII, em pelo menos uma medição no período monitorado, nos PMG localizados no nível “B” próximo da franja capilar, com suas seções filtrantes posicionadas em torno de 1,0 m;

- “Pontos críticos” – A detecção, em pelo menos uma medição no período monitorado, das concentrações de metano no intervalo de explosividade (entre o LII e o LSI) nos PMG localizados no nível “A”, ou seja, com suas seções filtrantes posicionadas abaixo do contra-piso (*sub-slab*);

- “Pontos extremamente críticos” – São os PMG localizados no nível “A”, ou seja, com suas seções filtrantes posicionadas abaixo do contra-piso (*sub-slab*), que apresentaram pelo menos em uma das medições, concentrações de metano acima do LSI.

A classificação destes pontos de medidas (PMG) auxiliará na tomada de decisões futuras, bem como ser uma forma acessível e prática na interpretação da situação da intrusão de vapores (metano) nos ambientes internos.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

Conforme discutido em relatórios técnicos anteriormente protocolados na CETESB (Servmar, 2013a, 2013b e 2013c) e apresentado no **Anexo 2**, os edifícios da **USP LESTE** foram construídos sobre uma extensa camada de brita, com espessura que varia entre 0,1 m a 1,0 m, a fim de favorecer a ventilação dos gases embaixo das estruturas edificantes. As únicas exceções se referem ao pavimento “Laranjinha”, o CAT e a Incubadora, os quais foram construídos com o intuito de serem provisórios.

Este favorecimento corrobora com as medições nulas de metano observadas nas estruturas subterrâneas (ralos, caixas de passagem, casas de máquinas e tomadas), situadas mais próximas à superfície do terreno (Servmar, 2013a, 2013b e 2013c).

A **Figura 4.1.1.** apresenta a localização dos poços de monitoramento de gases nas áreas edificadas da **USP LESTE**.

4.1.1. Módulo Inicial (Conjunto Didático)

O edifício do Módulo Inicial, conhecido na **USP LESTE** como Conjunto Didático, possui um conjunto de prédios, sendo divididos em B1, B2, B3 e auditórios.

Com base nas informações do monitoramento, este edifício apresentou quatro pontos de alerta, sendo detectadas concentrações de metano superiores ao LII em pelo menos uma de suas medições, sendo eles: PMG-01B e PMG-03B (B-1), PMG-06B (B-2) e PMG-09B (auditório). Estas medições encontram-se no **Anexo 8**.

Porém, de acordo com os resultados obtidos no período monitorado, verificou-se que não há possibilidade de intrusão de gases inflamáveis para o interior desse edifício a partir das concentrações de metano detectadas nos pontos de alerta PMG-01B (B-1), PMG-06B (B-2) e PMG-09B (auditório), visto que em seus pares com seção filtrante posicionada na porção superior (PMG-01A, PMG-06A e PMG-09A) não foram quantificadas concentrações superiores ao LII.

Com relação ao PMG-03B, o qual possui seção filtrante instalada no nível inferior (exatamente a 0,9 m de profundidade), o mesmo apresentou concentrações acima do LSI e entre o LII e LSI em 05 e 03 medições, respectivamente.

Quanto ao nível superior, de todos os PMG monitorados somente um foi considerado como ponto crítico, o PMG-03A. Este poço, o qual possui seção filtrante posicionada sob as lajes (i.e. a 0,3 m de profundidade), apresentou concentrações de metano entre o LII e LSI em apenas uma medida, mais precisamente no dia 03 de dezembro de 2013.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

Figura 4.1.1. Localização das áreas edificadas e dos poços de monitoramento de gases na USP LESTE

Projeto:
Investigação detalhada de gases

Contrato Interno: 4841
Revisão: 00

Data de emissão do Relatório
02/2014

ST-100/PMG-100 — Sondagem de investigação/ Poço de monitoramento de gases

Área verde

Área de solo exposto (aterro)

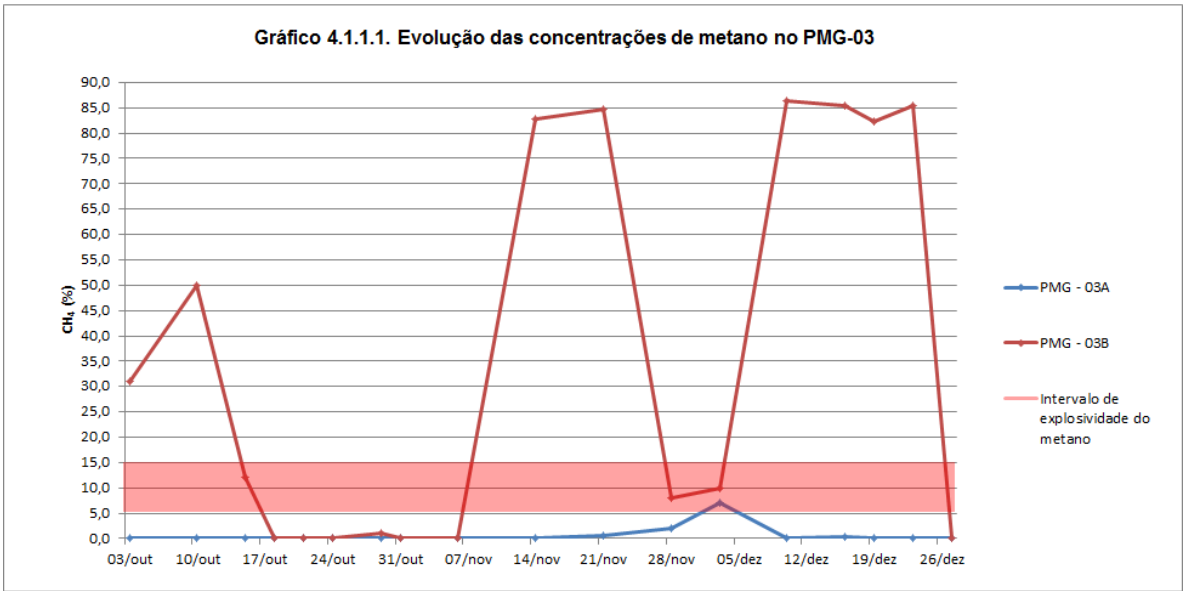
Escala
0 30 60(m)

Servmar
AMBIENTAL & ENGENHARIA

Cliente:
USP LESTE
Av. Dr. Arlindo Bettio, nº 1000
São Paulo - SP

Desenhado por:	Roberto M. Santana
Elaborado por:	Bruno Lima
Aprovado por:	Aline Bernice

O **Gráfico 4.1.1.1.** apresenta a evolução das concentrações de metano no PMG-03 (níveis A e B) ao longo do período monitorado. Estatisticamente, os resultados indicam que em 12 de cada 13 medições efetuadas neste específico poço de monitoramento de gases, as concentrações de metano estão se dispersando no meio poroso antes de atingirem o nível superior (*sub-slab*), em valores superiores ao LII.



A **Figura 4.1.1.1.** apresenta o mapa de concentrações de metano nos dois níveis de monitoramento localizados no Módulo Inicial (Conjunto Didático), considerando as maiores concentrações obtidas no período monitorado.

4.1.2. Edifício I-1

Com base na **Figura 4.1.1.**, este edifício se encontra na porção norte da **USP LESTE**, sendo que na porção oeste deste edifício encontram-se os Auditórios do edifício I-3, na porção sul encontra-se a área denominada AI-01, e na porção leste encontra-se o Conjunto Laboratorial.

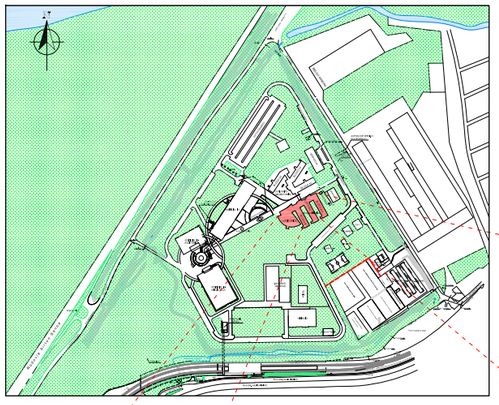
Dentre o monitoramento realizado no período de 30 de setembro a 30 de dezembro de 2013 nos 17 pares dos PMG situados neste edifício, verificou-se apenas um ponto de alerta, situado no PMG-11B.

Em seu par com seção filtrante posicionada no nível mais raso (*sub-slab*), o PMG-11A, detectou-se uma concentração máxima de metano no período monitorado de 3,0 % (**Gráfico 4.1.2.1.**), ou seja, inferior ao LII.

Portanto, na região deste poço o metano está se dispersando por difusão molecular no meio poroso da zona insaturada, anteriormente atingir a base das edificações com concentrações superiores ao LII e, desta forma, durante o período monitorado o ambiente interno deste edifício não apresentou risco de inflamabilidade.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

Figura 4.1.1.1. Mapa com as máximas isoconcentrações de metano detectadas no Módulo Inicial (Conjunto Didático)



Bloco Incial - Nível A - Abaixo do contra piso

Bloco Inicial - Nível B - Próximo ao nível da água subterrânea

N

Projeto:
Investigação Detalhada de Gases

Contrato Interno: 4841
Revisão: 00

Data de emissão do Relatório
02/2014

PMG-84
0,0

Sondagem de investigação/ Poço de monitoramento de gases
Concentração em % de metano

Área verde

Concentração em % de metano

- Linha de isoconcentração definida
- Linha de isoconcentração inferida
- 0,1 - 4,9
- 5,0 - 15,0
- 15,1 - 50,0
- > 50,0

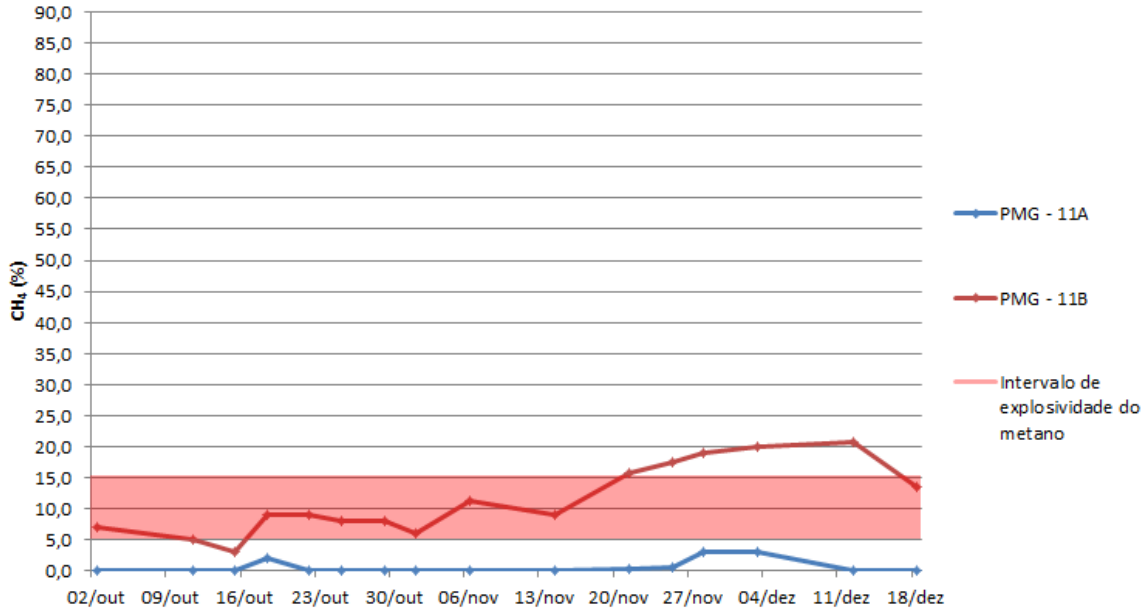
Escala
0 10 20(m)

Servmar
AMBIENTAL & ENGENHARIA

Cliente:
USP LESTE
Rua Arlindo Bettio, nº 1000
São Paulo - SP

Desenhado por:	Roberto M. Santana
Elaborado por:	Bruno Lima
Aprovado por:	Aline Bernice

Gráfico 4.1.2.1. Evolução das concentrações de metano no PMG-11



Com relação às medidas dos outros poços, não foi verificada concentração acima do LII, tanto no nível A como no B.

As **Figuras 4.1.2.1.** e **4.1.2.2.** apresentam o mapa de concentrações de metano nos dois níveis de monitoramento, localizados no Edifício I-1, considerando as maiores concentrações no período monitorado.

4.1.3. Auditórios (Edifício I-3)

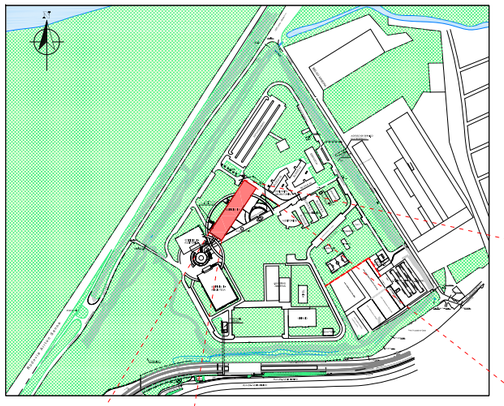
Com base na **Figura 4.1.1.**, este edifício se encontra próximo da portaria P1, sendo que na porção sul deste edifício encontra-se a Biblioteca e na porção leste encontra-se o edifício I-1.

Com exceção de uma única medida, realizada no dia 10 de outubro de 2013 no poço PMG-29B, a qual acusou o valor de 1,0 %, as demais concentrações de metano quantificados no auditório do edifício I-3 foram nulas. Portanto, durante o período monitorado o ambiente interno deste edifício não apresentou risco de inflamabilidade.

Ainda assim, a **Figura 4.1.3.1.** apresenta o mapa de concentrações de metano nos dois níveis de monitoramento, localizados nos Auditórios do I-3, considerando as maiores concentrações no período monitorado.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

Figura 4.1.2.1. Mapa com as máximas isoconcentrações de metano detectadas no Edifício I-1 (Parte 1)



N

Edifício I-1 - Parte 1 Nível A - Abaixo do contra piso

Edifício I-1 - Parte 1 Nível B - Próximo ao nível da água subterrânea

Projeto:
Investigação Detalhada de Gases

Contrato Interno: 4841
Revisão: 00

Data de emissão do Relatório
02/2014

PMG-14
0,0
Sondagem de investigação/ Poço de monitoramento de gases
Concentração em % de metano

Área verde

Concentração em % de metano

- Linha de isoconcentração definida
- Linha de isoconcentração inferida
- 0,1 - 4,9
- 5,0 - 15,0
- 15,1 - 50,0
- > 50,0

Escala
0 5 10(m)

Servmar
AMBIENTAL & ENGENHARIA

Cliente:
USP LESTE
Rua Arlindo Bettio, nº 1000
São Paulo - SP

Desenhado por:	Roberto M. Santana
Elaborado por:	Bruno Lima
Aprovado por:	Aline Bernice

Figura 4.1.2.2. Mapa com as máximas isoconcentrações de metano detectadas do Edifício I-1 (Parte 2)

Edifício I-1 - Parte 2 Nível A - Abaixo do contra piso

Edifício I-1 - Parte 2 Nível B - Próximo ao nível da água subterrânea

N

Projeto:
Investigação Detalhada de Gases

Contrato Interno: 4841
Revisão: 00

Data de emissão do Relatório
02/2014

PMG-14
0,0
Sondagem de investigação/ Poço de monitoramento de gases
Concentração em % de metano

Área verde

Concentração em % de metano

- Linha de isoconcentração definida
- Linha de isoconcentração inferida
- 0,1 - 4,9
- 5,0 - 15,0
- 15,1 - 50,0
- > 50,0

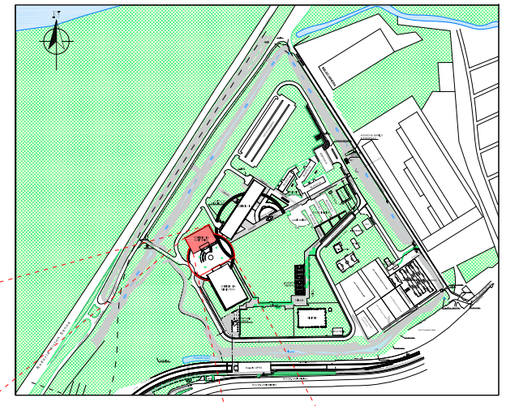
Escala
0 5 10(m)

Servmar
AMBIENTAL & ENGENHARIA

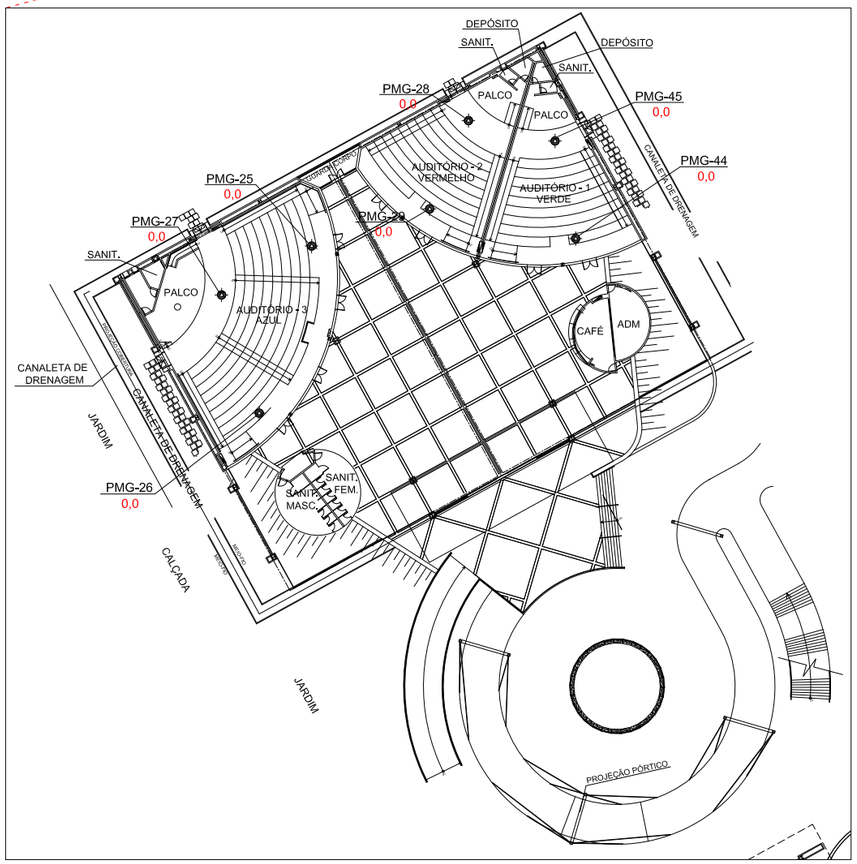
Cliente:
USP LESTE
Rua Arlindo Bettio, nº 1000
São Paulo - SP

Desenhado por:	Roberto M. Santana
Elaborado por:	Bruno Lima
Aprovado por:	Aline Bernice

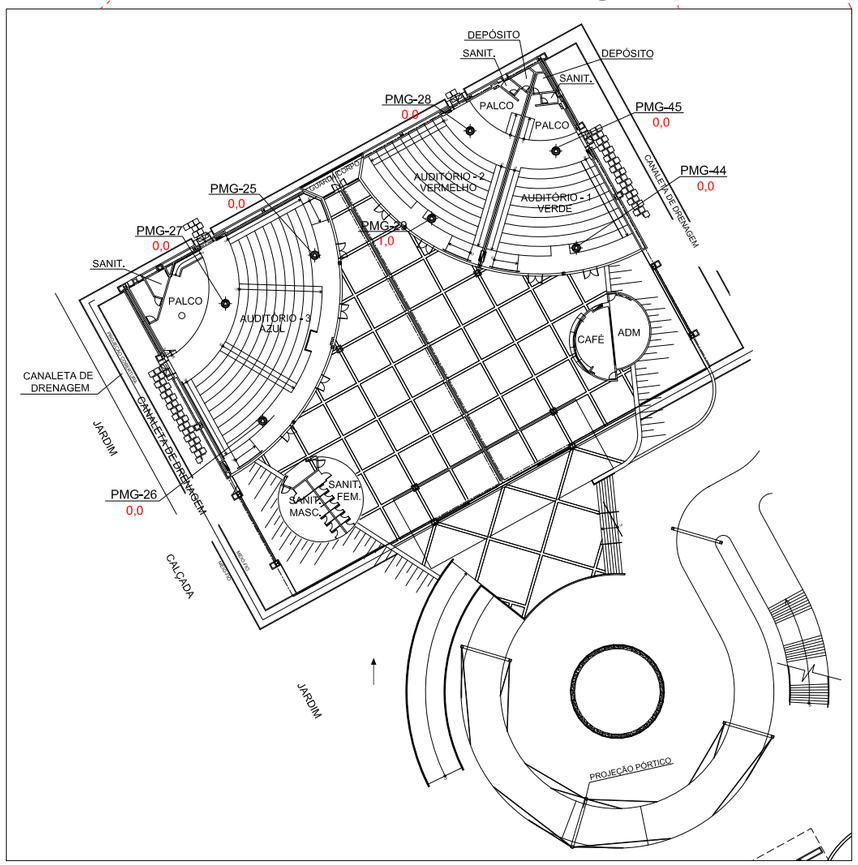
Figura 4.1.3.1.. Mapa com as máximas isoconcentrações de metano detectadas nos Audiórios do I-3



Auditório Nível A - Abaixo do contra piso



Auditório Nível B - Próximo ao nível da água subterrânea



Projeto:
Investigação Detalhada de Gases

Contrato Interno: 4841
Revisão: 00

Data de emissão do Relatório
02/2014

PMG-44
0,0
Poço de monitoramento de gases

Concentração em % de metano

Área verde

Concentração em % de metano

- Linha de isoconcentração definida
- Linha de isoconcentração inferida
- 0,1 - 4,9
- 5,0 - 15,0
- 15,1 - 50,0
- > 50,0

Escala
0 10 20(m)

Servmar
AMBIENTAL & ENGENHARIA

Cliente:
USP LESTE
Av. Dr. Arlindo Bettio, nº 1000
São Paulo - SP

Desenhado por:	Bárbara Vivêncio
Elaborado por:	Bruno Lina
Aprovado por:	Aline Bernice

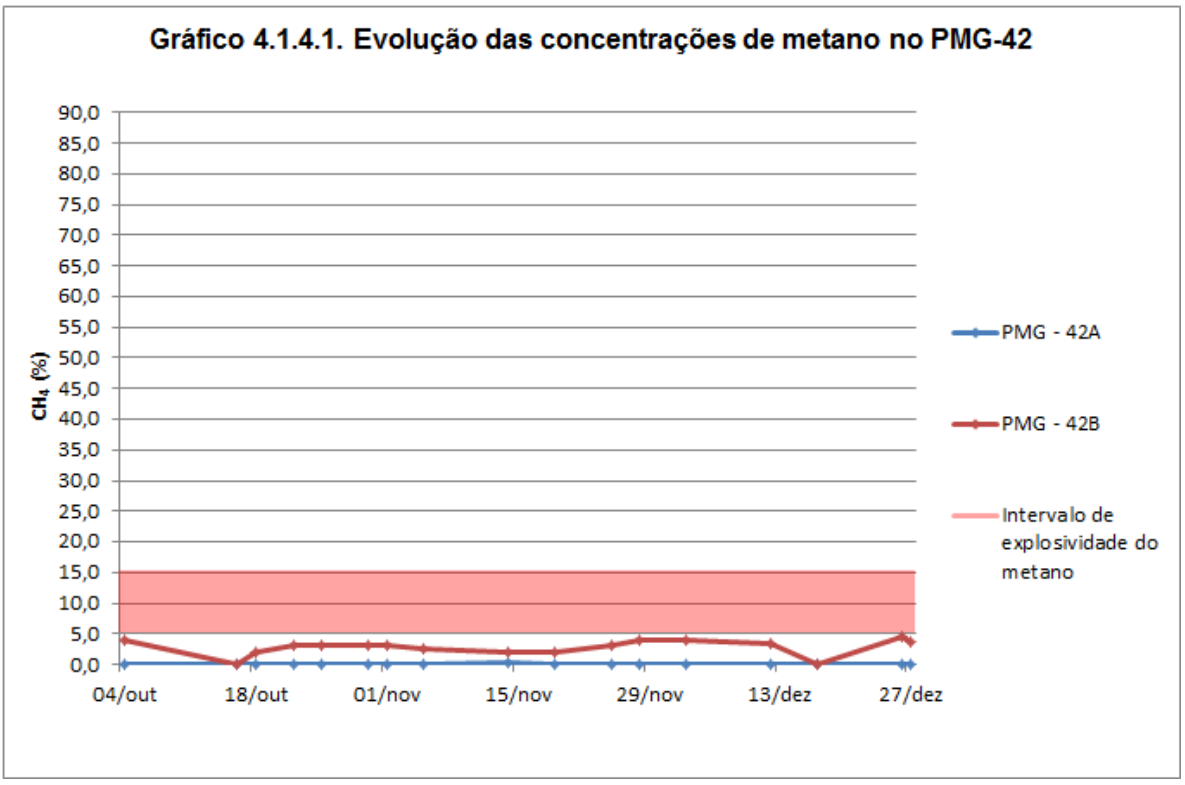
4.1.4. Biblioteca (Edifício I-3)

A Biblioteca, localizada no edifício I-3, encontra-se na porção centro-oeste da **USP LESTE**, na qual a AI-01 está na porção leste e a portaria da CPTM encontra-se na porção sul (vide **Figura 4.1.1.**).

As concentrações de metano nos PMG da biblioteca do edifício I-3 foram, em sua maioria, nulas, havendo poucos valores entre 0,1 % e 4,1 % (vide **Gráfico 4.1.4.1.**, o qual apresenta a evolução das concentrações no PMG que apresentou as medições positivas mais constantes). Portanto, durante o período monitorado o ambiente interno deste edifício não apresentou risco de inflamabilidade.

Com base nas sondagens executadas e a descrição do perfil litológico, foi possível notar que foi neste edifício as maiores espessuras do colchão de brita, localizado exatamente abaixo do piso, chegando a variar entre 0,15 m a 1,00 m de espessura.

Este fato indica que esta medida de engenharia está sendo eficiente para a ventilação sob a edificação, justificando as concentrações abaixo do LII neste edifício.

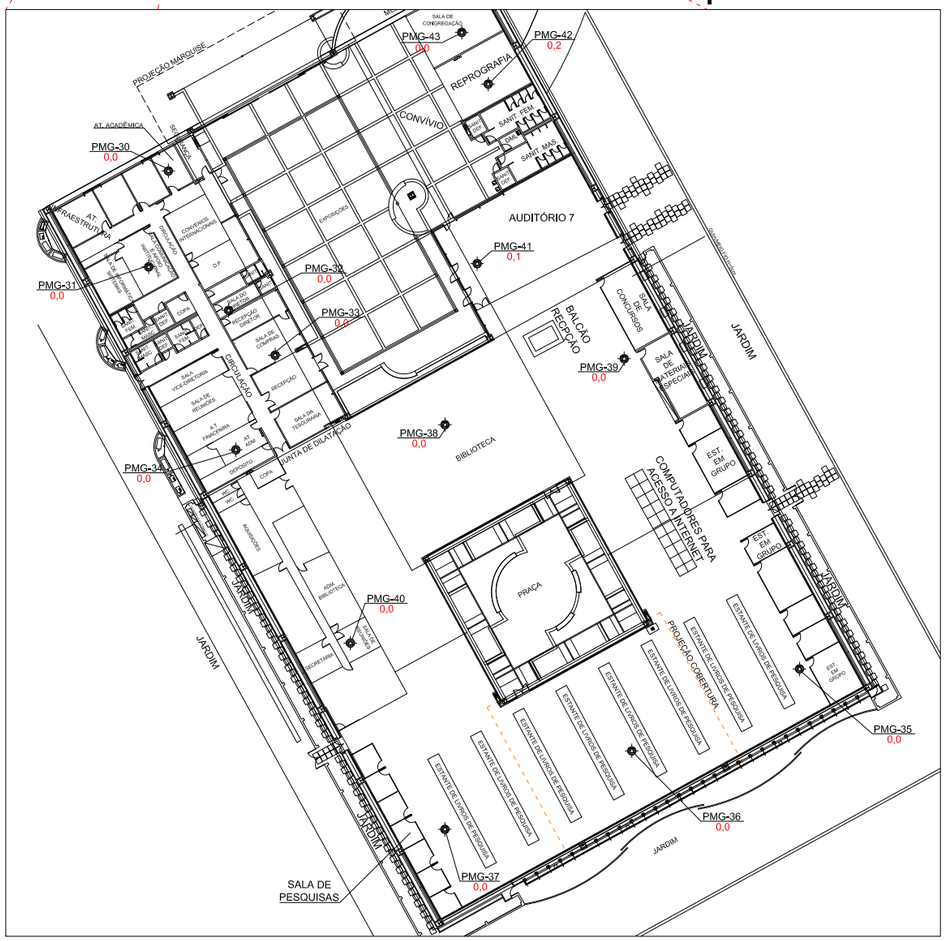


A **Figura 4.1.4.1.** apresenta o mapa com as máximas isoconcentrações de metano nos dois níveis de monitoramento, localizado na Biblioteca do I-3.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

Figura 4.1.4.1. Mapa com as máximas isoconcentrações de metano detectadas na Biblioteca do I-3

Biblioteca - Nível A - Abaixo do contra piso



Biblioteca - Nível B - Próximo ao nível da água subterrânea

N

Projeto:
Investigação Detalhada de Gases

Contrato Interno: 4841
Revisão: 00

Data de emissão do Relatório
02/2014

PMG-38 0,0 — Sondagem de investigação/ Poço de monitoramento de gases
Concentração em % de metano

Área verde

Concentração em % de metano

- Linha de isoconcentração definida
- Linha de isoconcentração inferida
- 0,1 - 4,9
- 5,0 - 15,0
- 15,1 - 50,0
- > 50,0

Escala
0 5 10(m)

Servmar
AMBIENTAL & ENGENHARIA

Cliente:
USP LESTE
Rua Arlindo Bettio, nº 1000
São Paulo - SP

Desenhado por:	Roberto M. Santana
Elaborado por:	Bruno Lima
Aprovado por:	Aline Bernice

4.1.5. Conjunto laboratorial

O Conjunto Laboratorial está localizado na porção nordeste da USP LESTE, o qual possui o edifício I-4 na sua porção leste, o Módulo Inicial (Conjunto Didático) na sua porção sul, e em sua porção oeste o edifício I-1, como pode ser observado na **Figura 4.1.1.**.

O Conjunto Laboratorial é dividido em 03 edifícios, a saber A1, A2 e A3. Neste conjunto de edifícios foram detectados 11 pontos de alerta, sendo eles: PMG-47B, PMG-48B, PMG-50B, PMG-51B, PMG-53B, PMG-54B, PMG-57B, PMG-59B, PMG-60B, PMG-61B e PMG-62B.

Para efeito de comparação e evolução das concentrações de metano neste edifício, foram utilizados os poços que apresentaram medições acima do LII frequentemente, sendo eles: PMG-48 e PMG-50 (localizados no A-1), o PMG-54 (localizado no A-2), e os PMG-57, PMG-59, PMG-61 e PMG-62 (localizados no A-3). Os **Gráficos 4.1.5.1.** a **4.1.5.7.** apresentam a evolução das medições de metano desses poços.

Observa-se que, as concentrações de metano superiores ao LII foram quantificadas somente nos níveis inferiores (sufixo “B”, situados em torno de 1,0 m de profundidade), à exceção do PMG-59A, em que foram realizadas duas leituras superiores ao LII, em 17 e 21 de outubro de 2013. Assim, este foi o único ponto crítico detectado em todo o conjunto laboratorial.

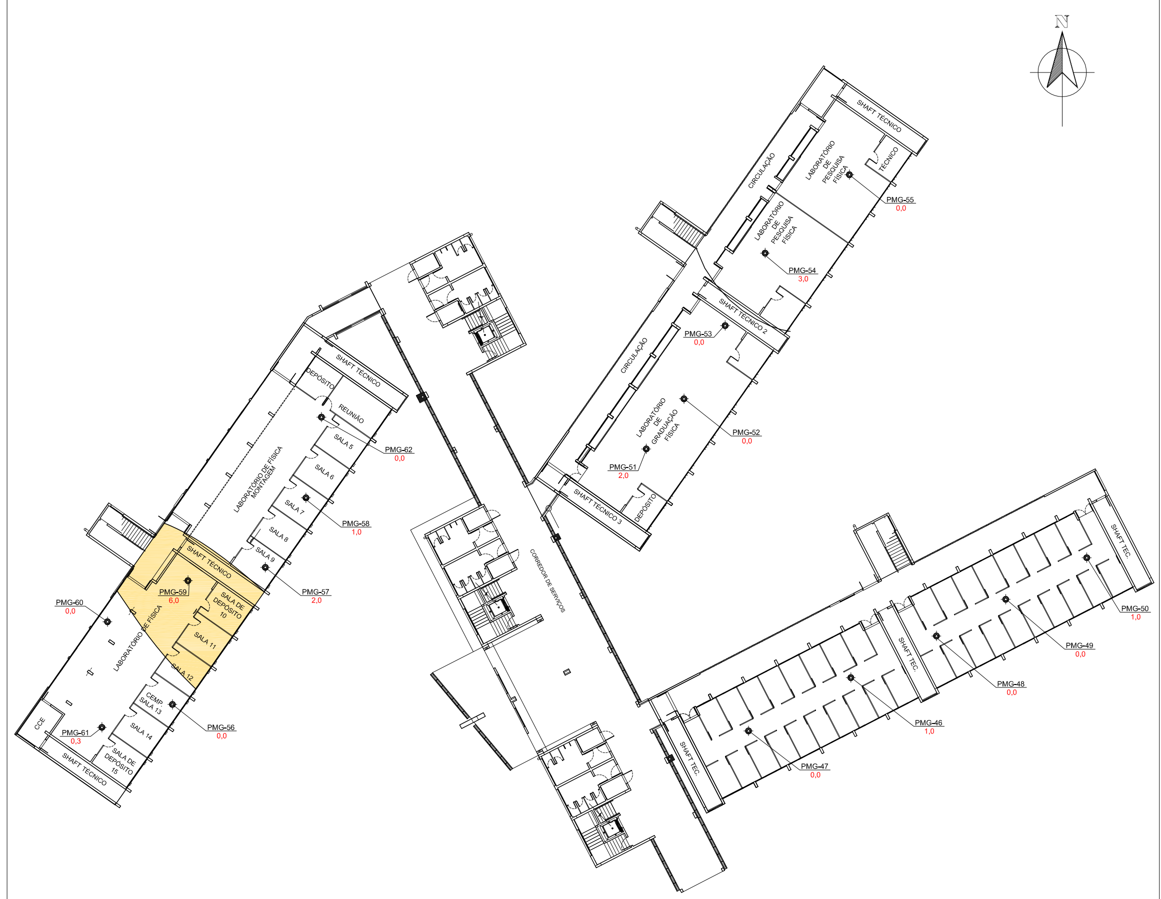
Com relação às medidas dos outros poços no nível A, não foi verificada concentração acima do LII. Desta forma, no subsolo dos edifícios A-1, A-2 e em parte do A-3 o metano está se dispersando por difusão molecular no meio poroso da zona insaturada, anteriormente atingir a base das edificações com concentrações superiores ao LII.

A **Figura 4.1.5.1.** apresenta o mapa com as máximas isoconcentrações de metano nos dois níveis de monitoramento, localizado no Conjunto Laboratorial da **USP LESTE**.

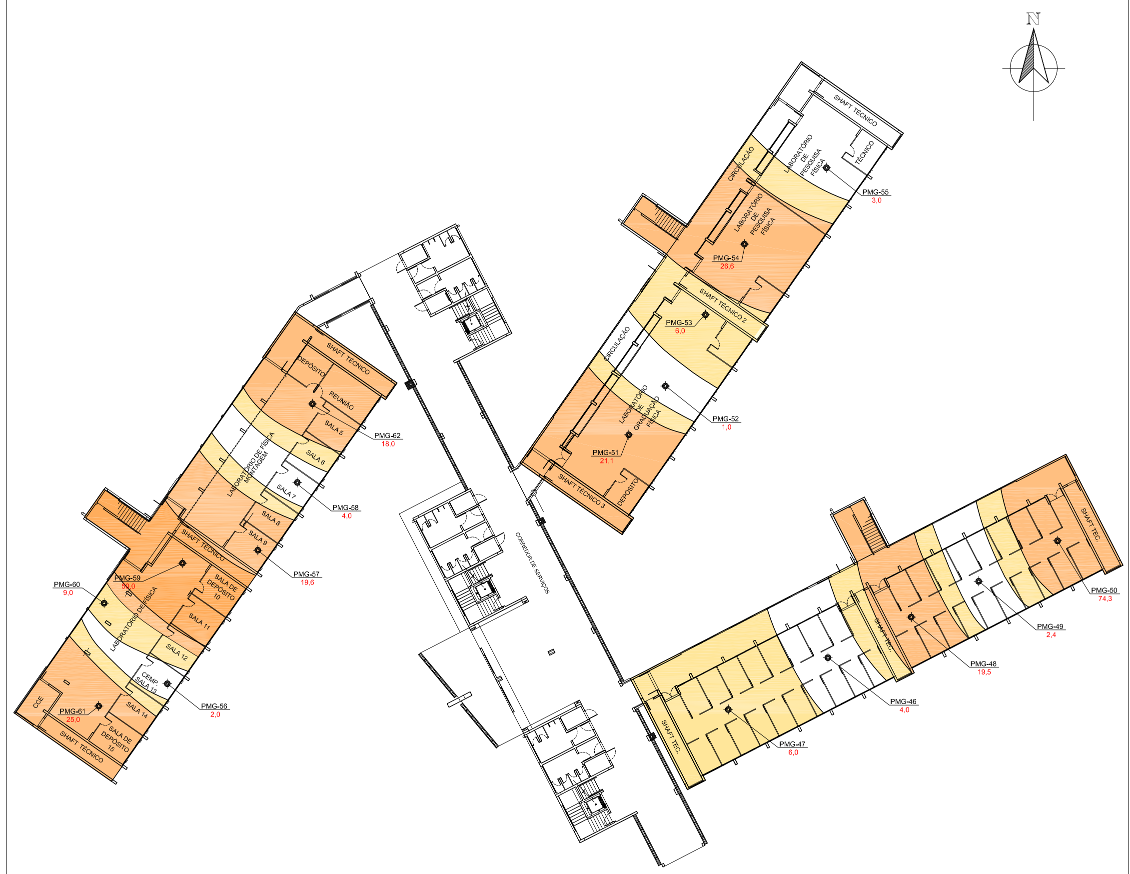
MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

Figura 4.1.5.1. Mapa com as máximas isoconcentrações de metano detectadas no Conjunto Laboratorial

Conjunto Laboratorial - Nível A - Abaixo do contra piso



Conjunto Laboratorial - Nível B - Próximo ao nível de água subterrânea



Projeto:
Investigação Detalhada de Gases

Contrato Interno: 4841
Revisão: 00

Data de emissão do Relatório
02/2014

PMG-52
1,0 — Sondagem de investigação/ Poço de monitoramento de gases
Concentração em % de metano

Área verde

Concentração em % de metano

- Linha de isoconcentração definida
- Linha de isoconcentração inferida
- 0,1 - 4,9
- 5,0 - 15,0
- 15,1 - 50,0
- > 50,0

Escala
0 5 10(m)

Servmar
AMBIENTAL & ENGENHARIA

Cliente:
USP LESTE
Rua Arlindo Bettio, nº 1000
São Paulo - SP

Desenhado por: Roberto M. Santana
Elaborado por: Bruno Lima
Aprovado por: Aline Bernice

Gráfico 4.1.5.1. Evolução das concentrações de metano no PMG-48

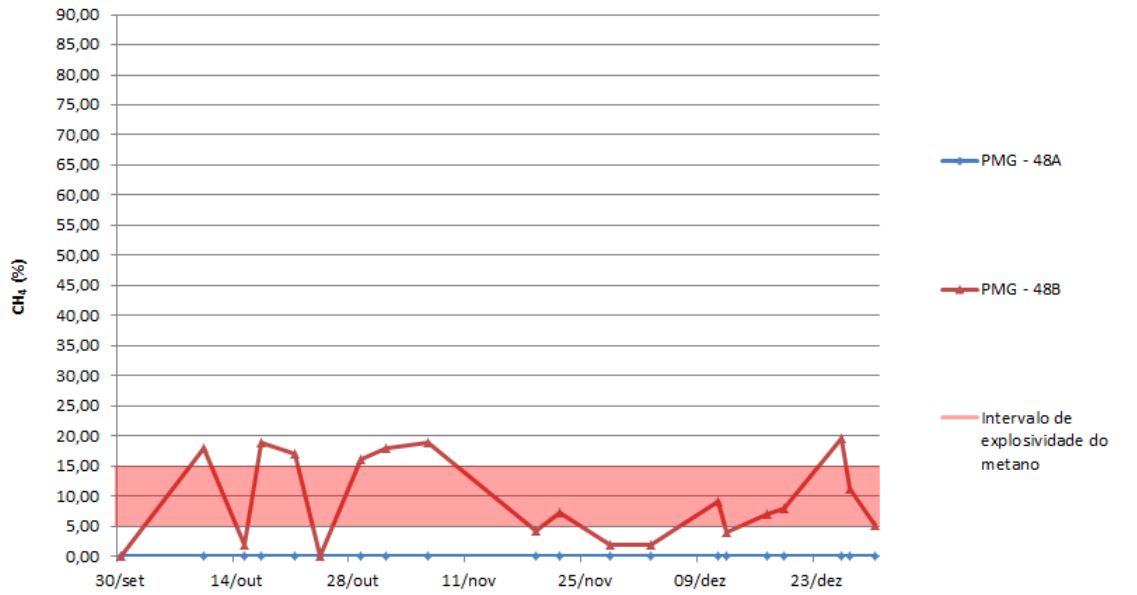
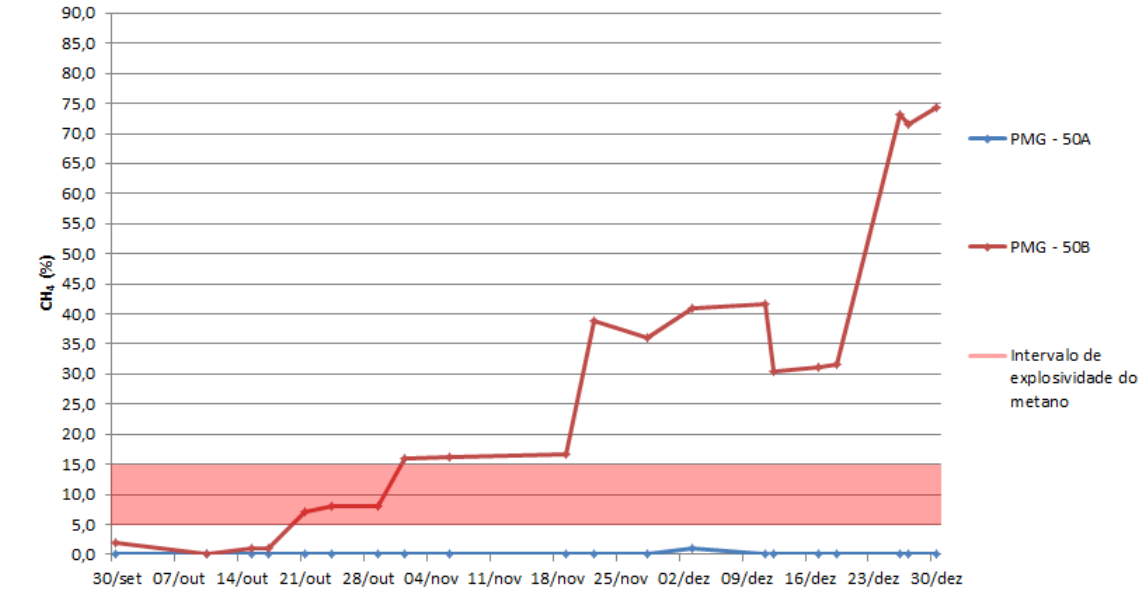


Gráfico 4.1.5.2. Evolução das concentrações de metano no PMG-50



MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

Gráfico 4.1.5.3. Evolução das concentrações de metano no PMG-54

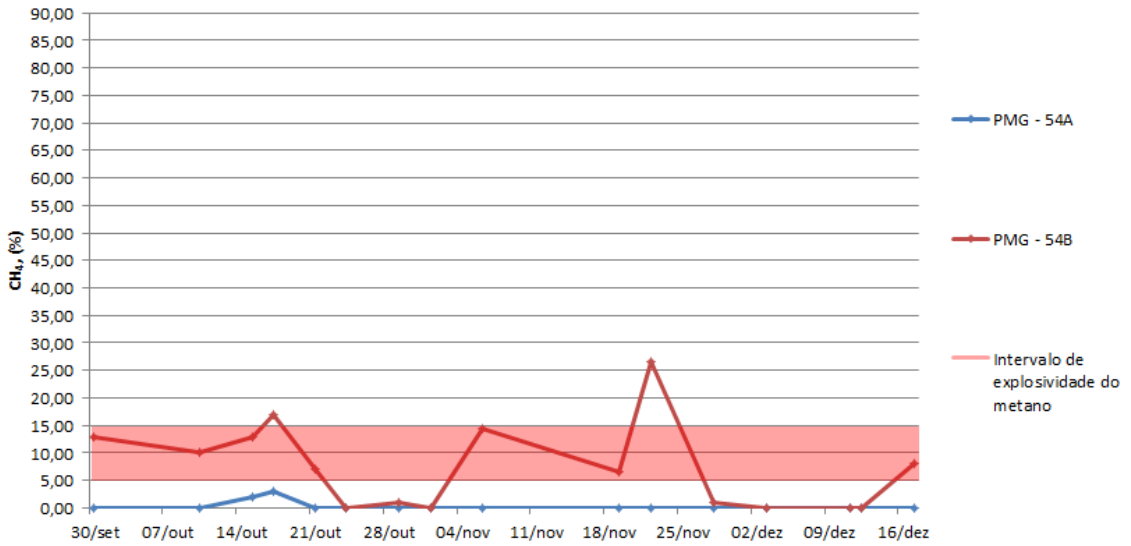
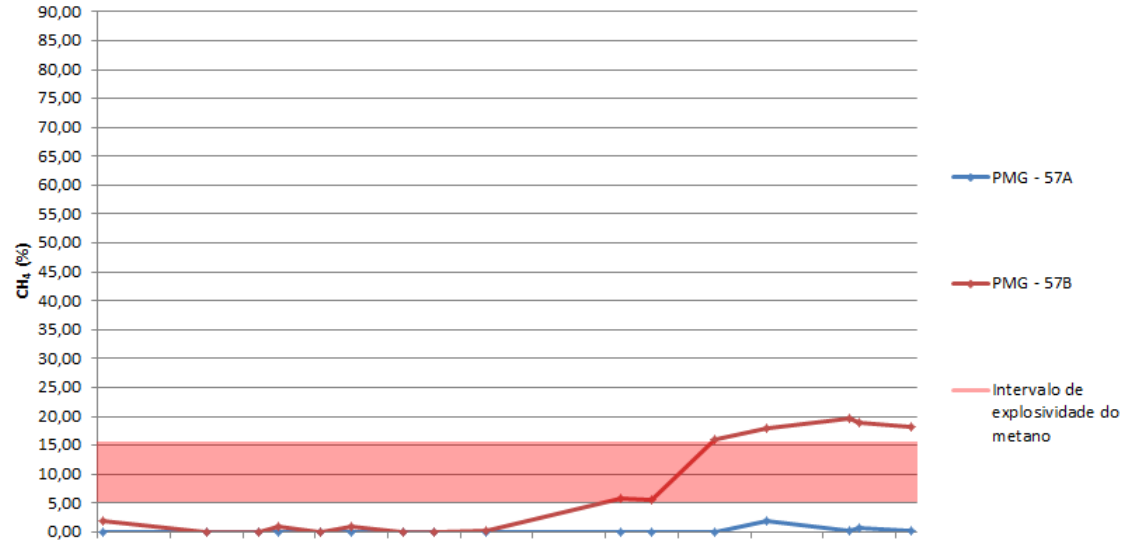


Gráfico 4.1.5.4. Evolução das concentrações de metano no PMG-57



MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

Gráfico 4.1.5.5. Evolução das concentrações de metano no PMG-59

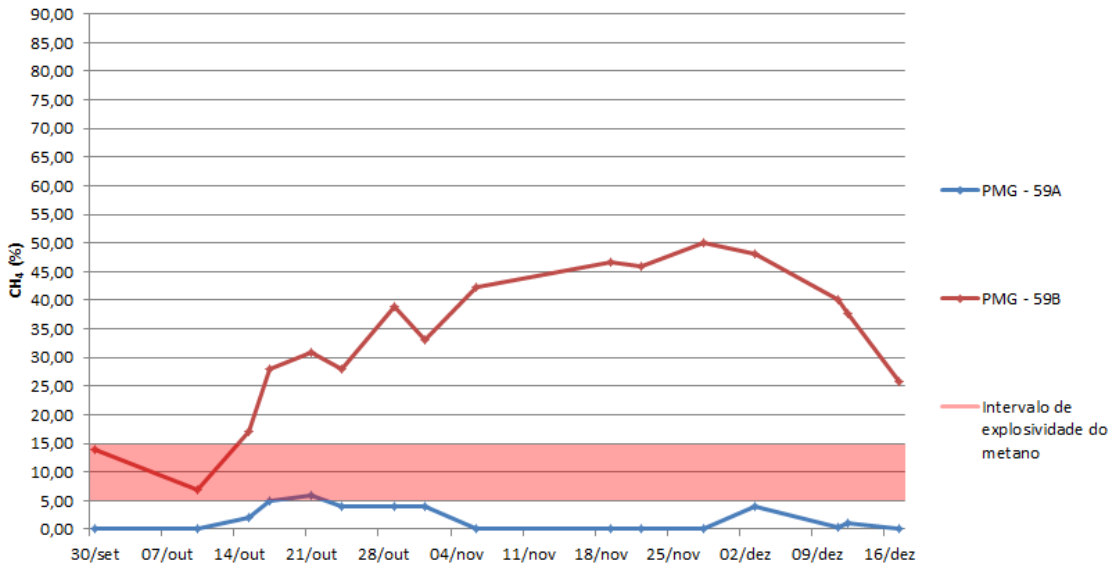
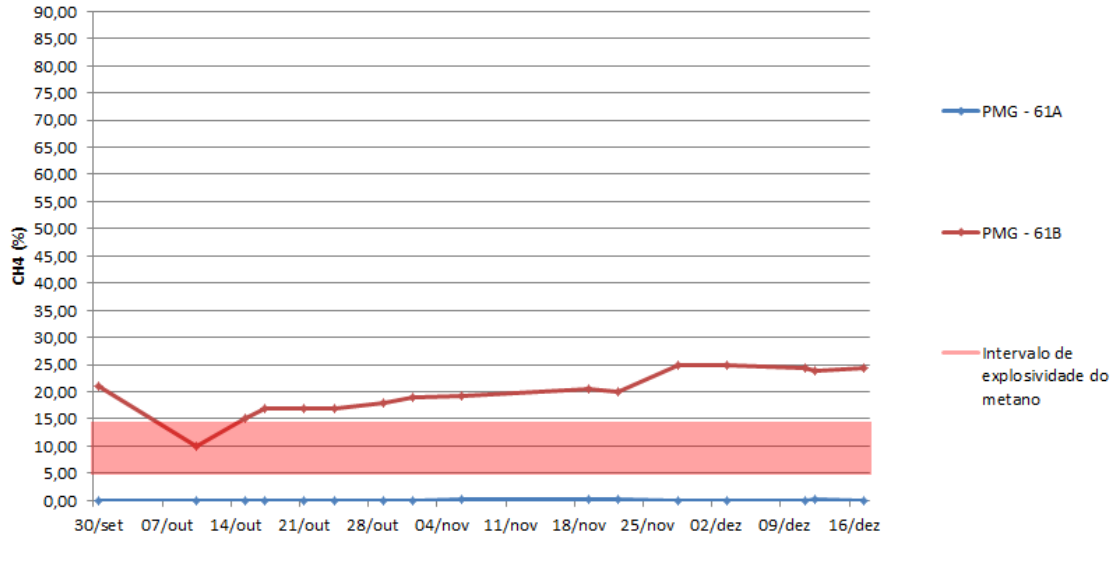
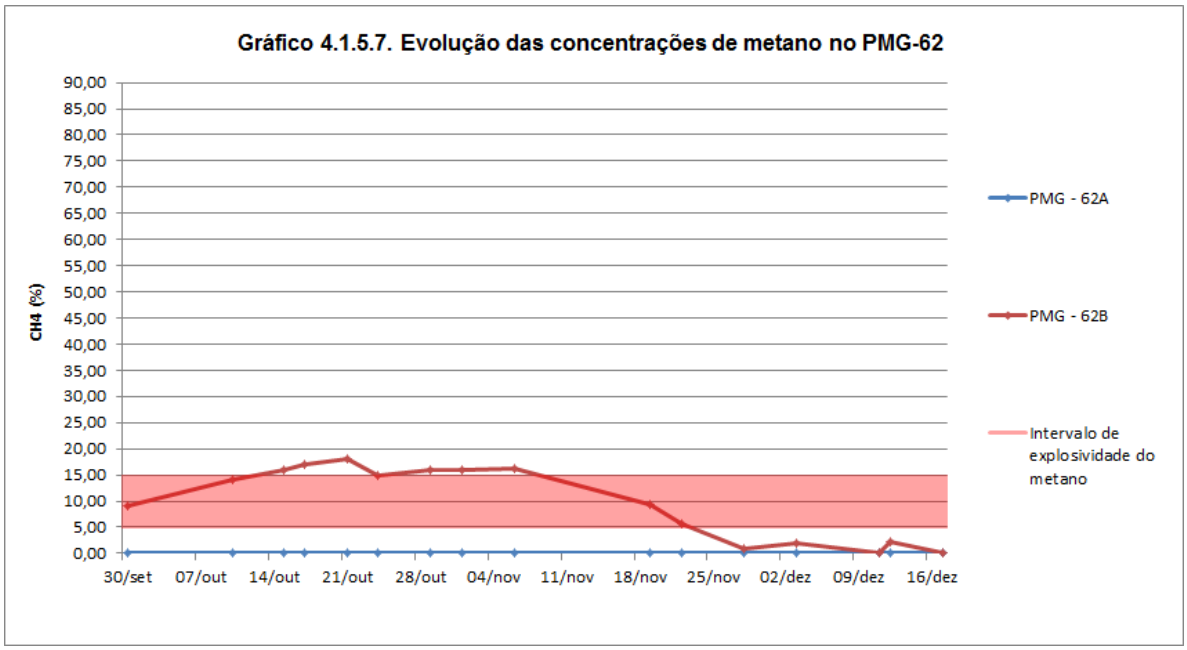


Gráfico 4.1.5.6. Evolução das concentrações de metano no PMG-61



MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.



MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

4.1.6. Edifício I-4

O Edifício I-4 está localizado no extremo nordeste da área da USP LESTE, como ilustra a **Figura 4.1.1.**.

Com base nas medições realizadas no período monitorado, o edifício I-4 apresentou dois pontos de alerta localizados nos níveis inferiores (sufixo “B”) dos poços PMG-66 e PMG-69.

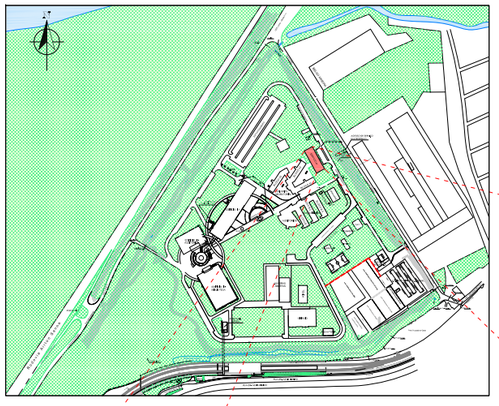
O nível PMG-66A (i.e. par do PMG-66B, instalado com seção filtrante abaixo do contra-piso) foi determinado como ponto crítico, devido as suas medições de metano se apresentarem acima do LII nos dias 31 de outubro e 03 de dezembro de 2013. Já no nível PMG-69A (i.e. par do PMG-69B, instalado com seção filtrante abaixo do contra-piso) somente foram obtidas medições nulas de metano no período monitorado.

Assim o **Gráfico 4.1.6.1.** apresenta a evolução das concentrações de metano no poço PMG-66 nos níveis A e B, devido aos valores acima do LII, inclusive na porção superior (PMG-66A), e o **Gráfico 4.1.6.2.** apresenta a evolução das concentrações de metano no poço PMG-69 nos seus níveis A e B.

A **Figura 4.1.6.1.** apresenta o mapa com as máximas isoconcentrações de metano nos dois níveis de monitoramento, localizado no Edifício I-4 da **USP LESTE**.

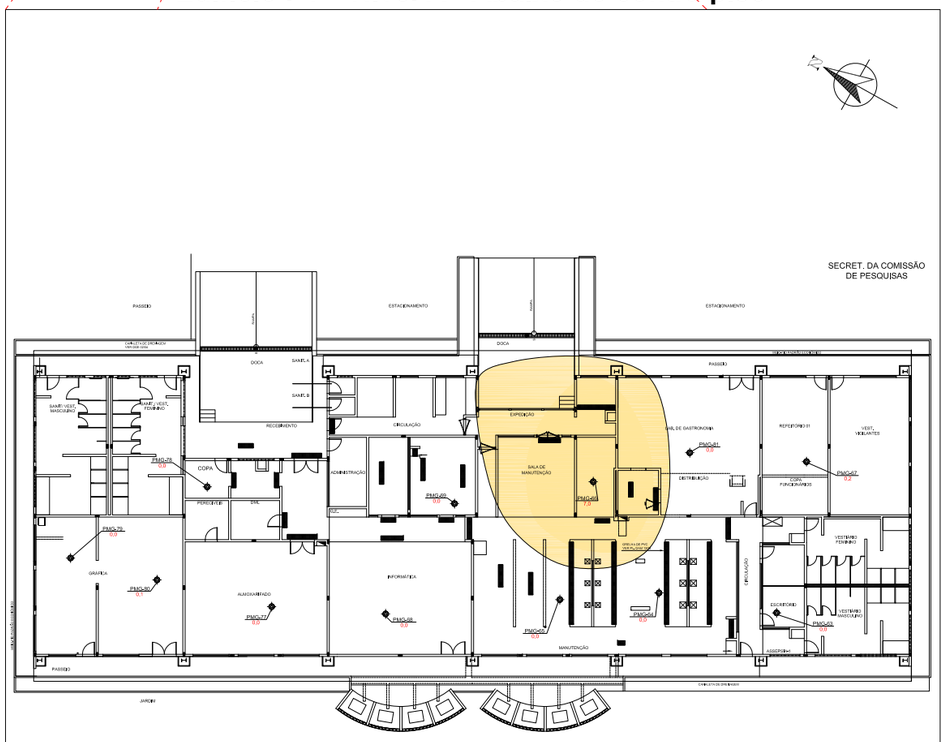
MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

Figura 4.1.6.1. Mapa com as máximas isoconcentrações de metano detectadas no Edifício I-4

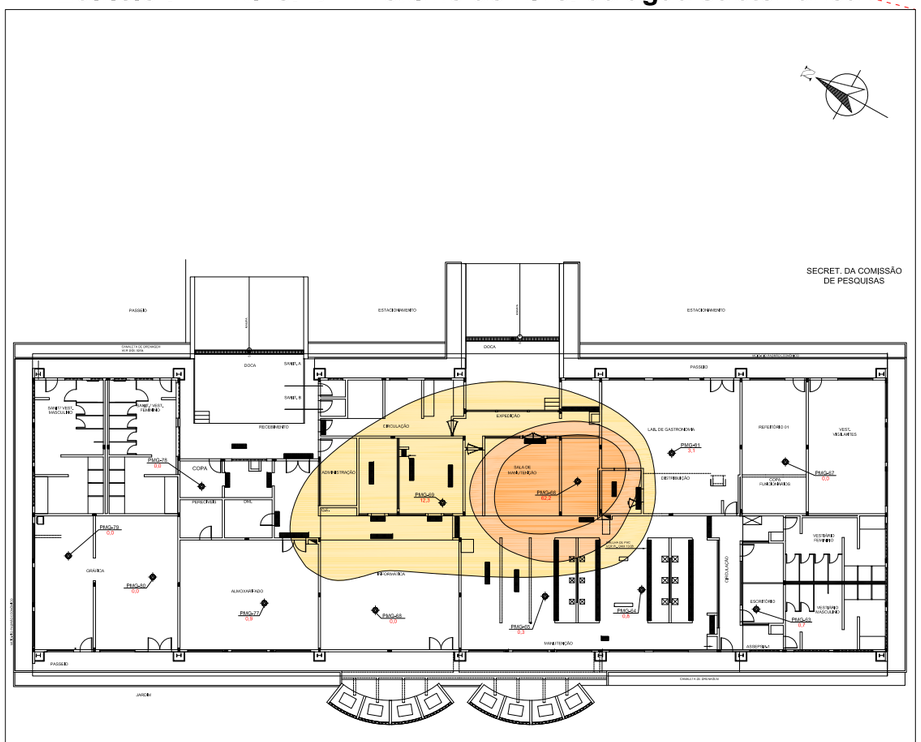


N

Edifício I-4 - Nível A - Abaixo do contra piso



Edifício I-4 - Nível B - Próximo ao nível da água subterrânea



Projeto:
Investigação Detalhada de Gases

Contrato Interno: 4841
Revisão: 00

Data de emissão do Relatório
02/2014

PMG-67
0,0
Sondagem de investigação/ Poço de monitoramento de gases
Concentração em % de metano

Área verde

Concentração em % de metano

- Linha de isoconcentração definida
- Linha de isoconcentração inferida
- 0,1 - 4,9
- 5,0 - 15,0
- 15,1 - 50,0
- > 50,0

Escala
0 5 10(m)

Servmar
AMBIENTAL & ENGENHARIA

Cliente:
USP LESTE
Rua Arlindo Bettio, nº 1000
São Paulo - SP

Desenhado por	Roberto M. Santana
Elaborado por	Bruno Lima
Aprovado por:	Aline Bernice

Gráfico 4.1.6.1. Evolução das concentrações de metano no PMG-66

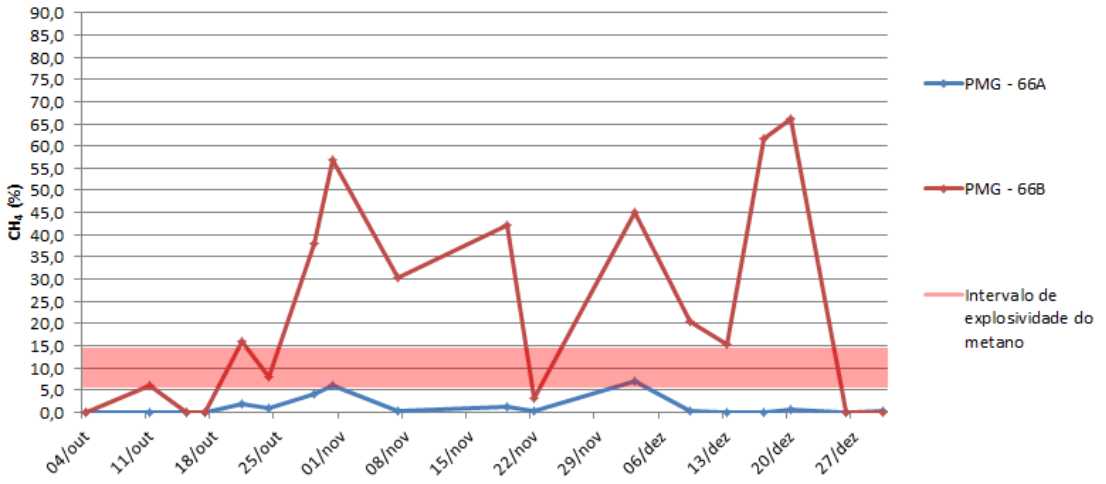
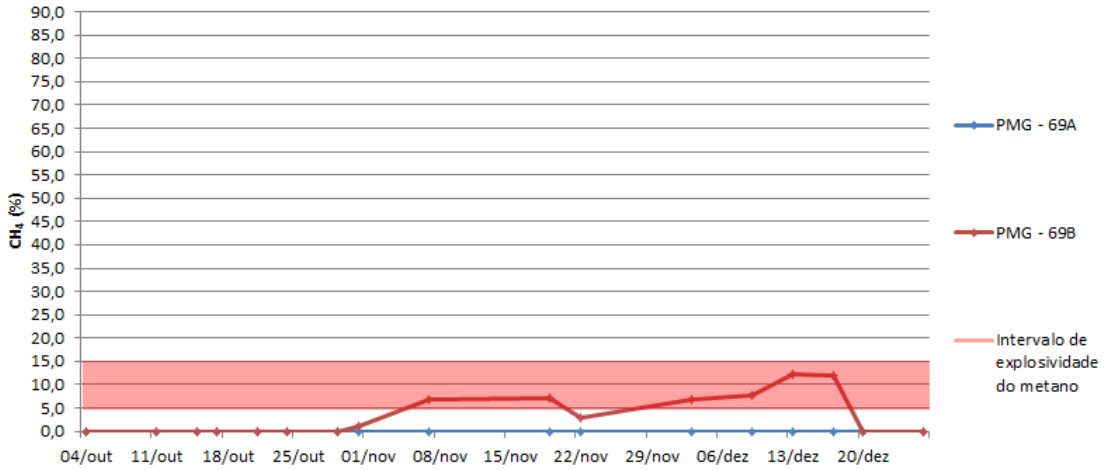


Gráfico 4.1.6.2. Evolução das concentrações de metano no PMG-69



MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

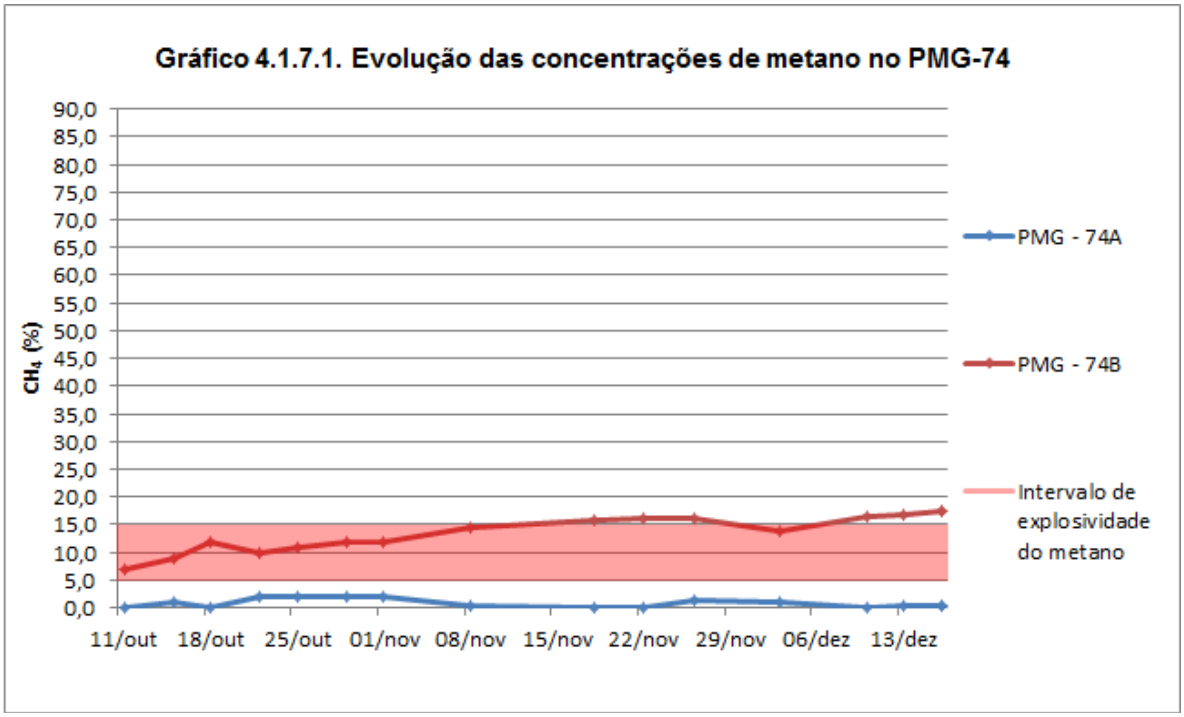
4.1.7. Enfermaria

A Enfermaria está localizada na porção oeste da **USP LESTE**, adjacente à AI-01 e à Incubadora, como pode ser visualizado na **Figura 4.1.1.**.

Neste edifício foi detectado somente um ponto de alerta. Esta detecção ocorreu no nível PMG-74B, o qual apresentou concentrações de metano superiores ao LII. Portanto, na região deste poço o metano está se dispersando por difusão molecular no meio poroso da zona insaturada, anteriormente atingir a base das edificações com concentrações superiores ao LII e, desta forma, durante o período monitorado o ambiente interno deste edifício não apresentou risco de inflamabilidade.

O **Gráfico 4.1.7.1.** apresenta a evolução das concentrações neste poço, englobando os seus dois níveis.

A **Figura 4.1.7.1.** apresenta o mapa com as máximas isoconcentrações de metano nos dois níveis de monitoramento, localizada na Enfermaria da **USP LESTE**.



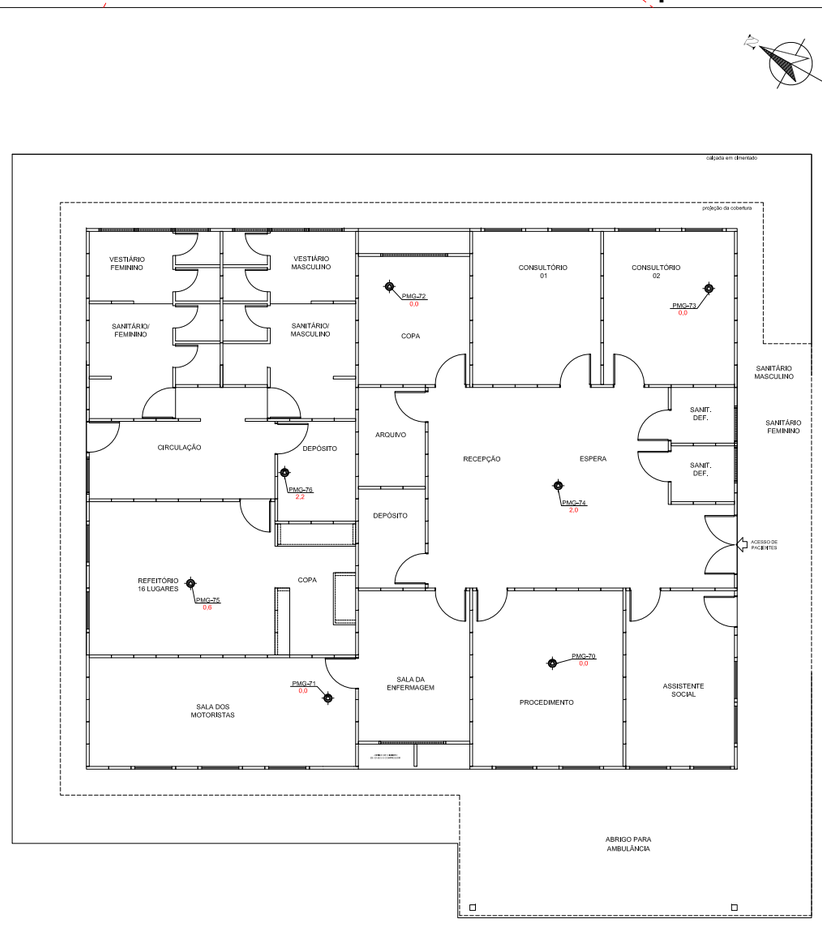
4.1.8. Incubadora

A Incubadora é um edifício localizado entre a Enfermaria e o CAT da **USP LESTE**, conforme ilustrado na **Figura 4.1.1.**. Durante o período de monitoramento na Incubadora não foram detectadas concentrações de metano, sendo que em todas as medições, tanto no nível superior quanto no inferior, os teores de metano foram nulos (**Figura 4.1.8.1.**). Portanto, durante o período monitorado o ambiente interno deste edifício não apresentou risco de inflamabilidade.

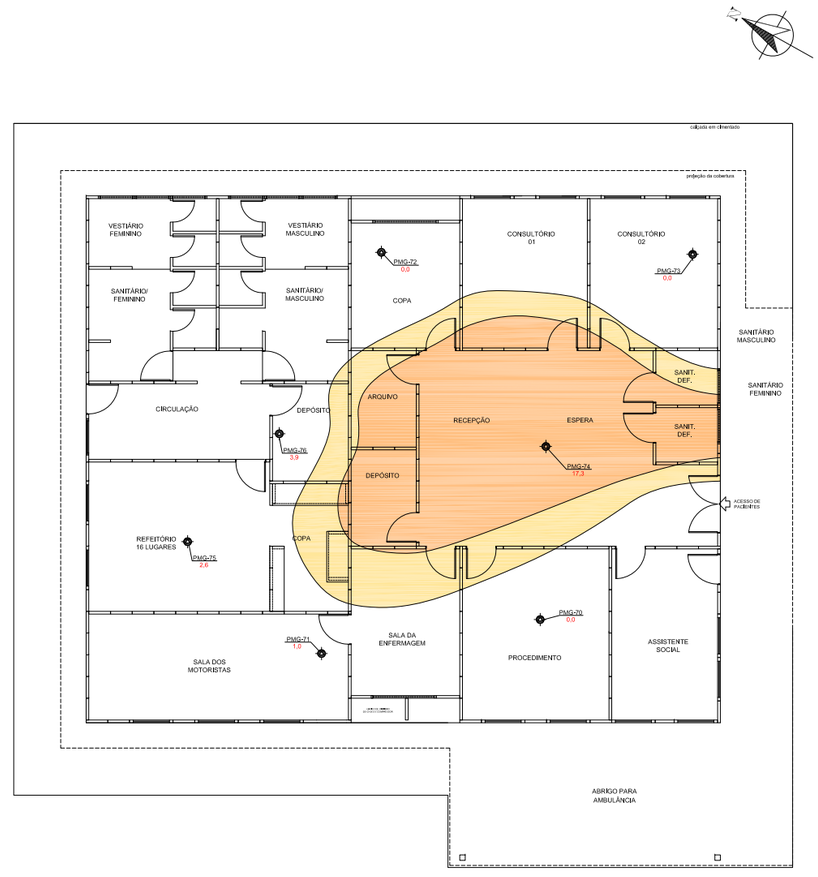
MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

Figura 4.1.7.1. Mapa com as máximas isoconcentrações de metano detectadas na Enfermaria

Enfermaria - Nível A - Abaixo do contra piso



Enfermaria - Nível B - Próximo ao nível da água subterrânea



Projeto:
Investigação Detalhada de Gases

Contrato Interno: 4841
Revisão: 00

Data de emissão do Relatório
02/2014

PMG-73
0,0
Sondagem de investigação/ Poço de monitoramento de gases
Concentração em % de metano

Área verde

Concentração em % de metano

- Linha de isoconcentração definida
- Linha de isoconcentração inferida
- 0,1 - 4,9
- 5,0 - 15,0
- 15,1 - 50,0
- > 50,0

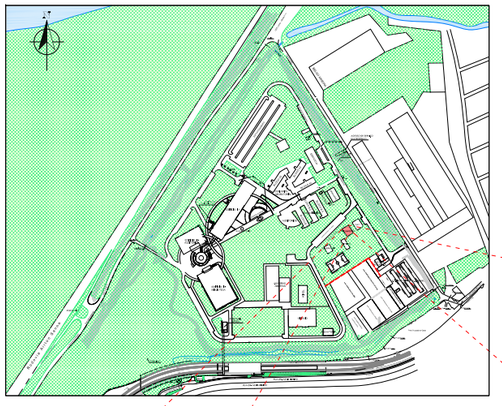
Escala
0 2 4(m)

Servmar
AMBIENTAL & ENGENHARIA

Cliente:
USP LESTE
Rua Arlindo Bettio, nº 1000
São Paulo - SP

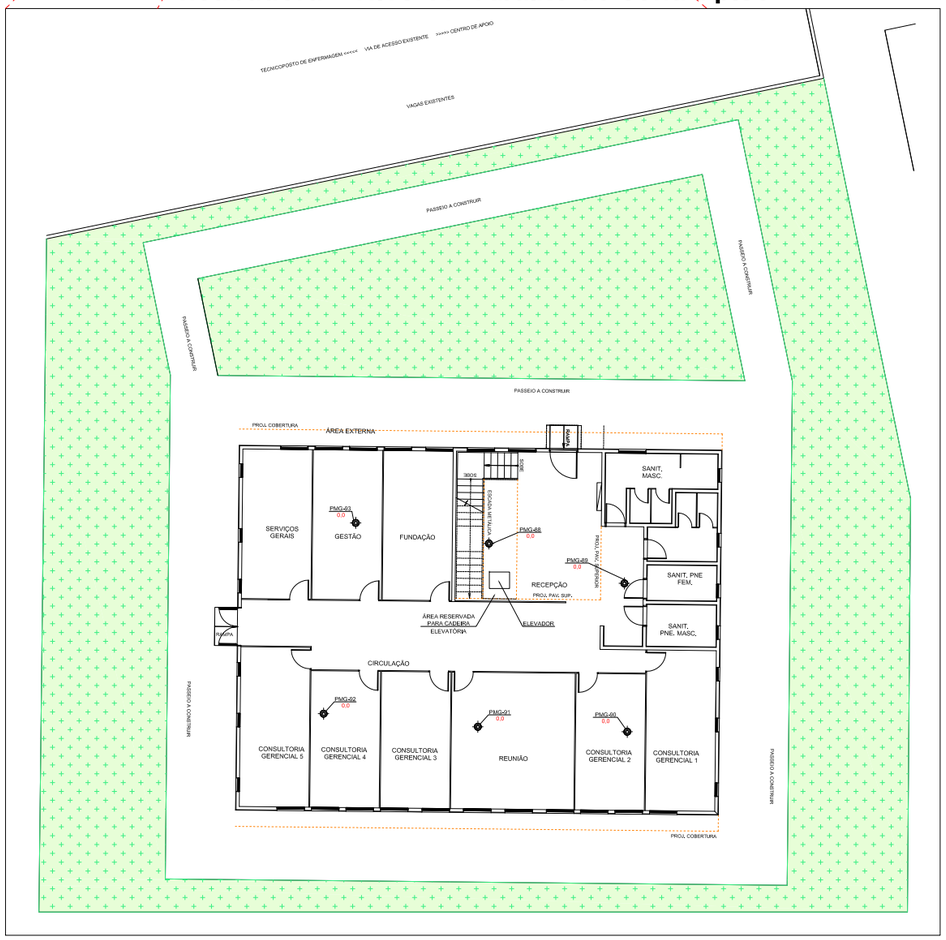
Desenhado por:	Roberto M. Santana
Elaborado por:	Bruno Lima
Aprovado por:	Aline Bernice

Figura 4.1.8.1. Mapa com as máximas isoconcentrações de metano detectadas na Incubadora

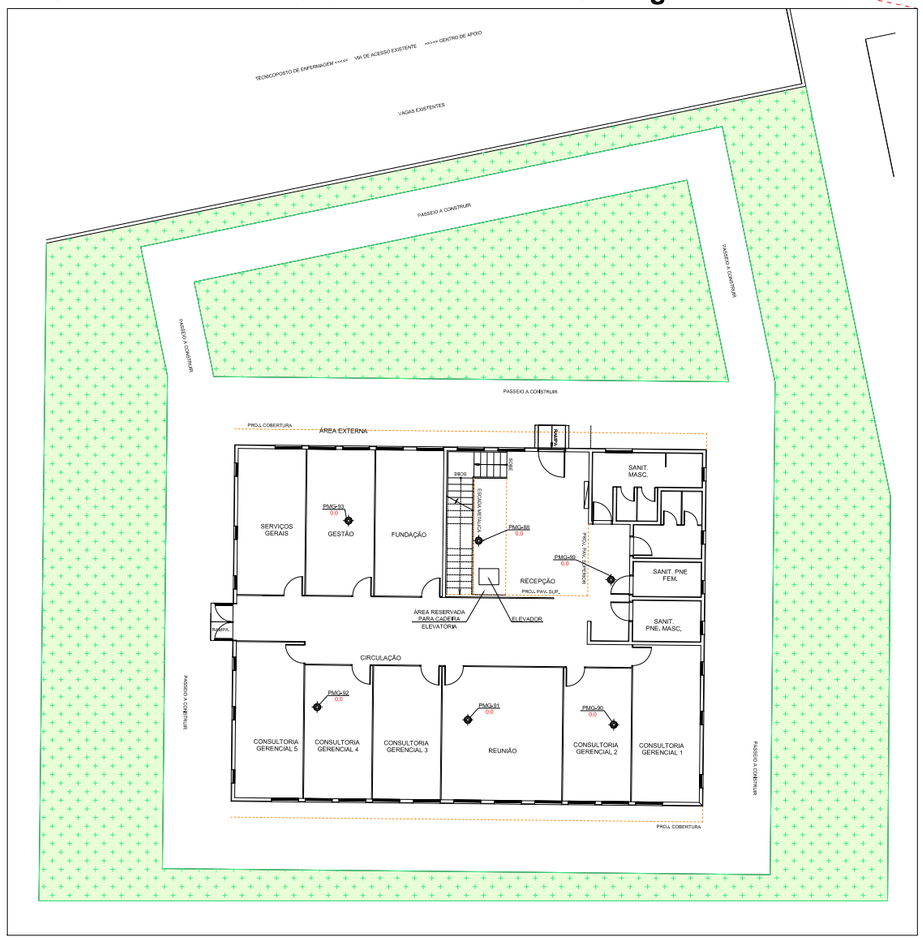


N

Incubadora - Nível A - Abaixo do contra piso



Incubadora - Nível B - Próximo ao nível da água subterrânea



Projeto:
Investigação Detalhada de Gases

Contrato Interno: 4841
Revisão: 00

Data de emissão do Relatório
02/2014

PMG-88 0,0 — Sondagem de investigação/ Poço de monitoramento de gases
Concentração em % de metano

Área verde

Concentração em % de metano

- Linha de isoconcentração definida
- Linha de isoconcentração inferida
- 0,1 - 4,9
- 5,0 - 15,0
- 15,1 - 50,0
- > 50,0

Escala
0 5 10(m)

Servmar
AMBIENTAL & ENGENHARIA

Cliente:
USP LESTE
Rua Arlindo Bettio, nº 1000
São Paulo - SP

Desenhado por:	Roberto M. Santana
Elaborado por:	Bruno Lima
Aprovado por:	Aline Bernice

4.1.9. CAT

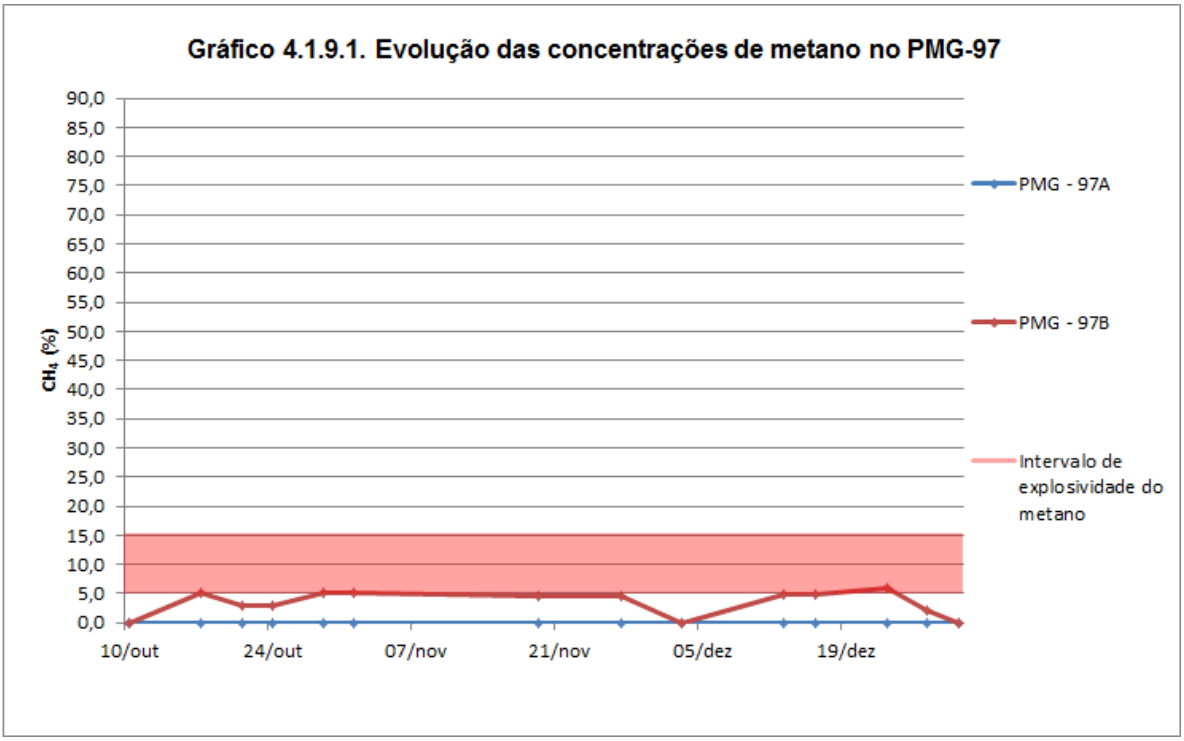
O CAT da **USP LESTE** é localizado na extremidade a oeste do campus, como pode ser observado na **Figura 4.1.1.**. Neste edifício foram detectados dois pontos de alerta.

Em um deles, no nível PMG-98B, foi detectada uma concentração de 8,0% de metano somente no dia 24 de outubro de 2013. Nos demais dias, as concentrações de metano nesse nível foram nulas.

O outro foi o nível PMG-97B, que apresentou concentrações de metano acima do LII nos dias 17 e 29 de outubro, 01 de novembro e 23 de dezembro de 2013. O **Gráfico 4.1.9.1.** apresenta a evolução das concentrações de metano nos dois níveis desse poço, visto que ele apresentou maior constância nas medições positivas.

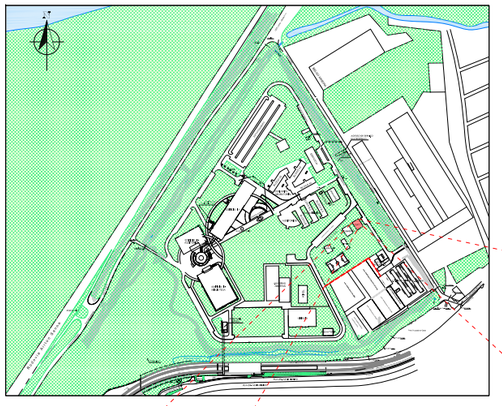
Desta forma, tendo como base as informações supracitadas, na região destes poços o metano está se dispersando por difusão molecular no meio poroso da zona insaturada, anteriormente atingir a base das edificações com concentrações superiores ao LII e, desta forma, durante o período monitorado o ambiente interno deste edifício não apresentou risco de inflamabilidade.

Com relação às medidas dos outros poços, tanto no nível A quanto no nível B, não foram verificadas concentrações acima do LII. A **Figura 4.1.9.1.** apresenta o mapa com as máximas isoconcentrações de metano nos dois níveis de monitoramento dos poços existentes no pavimento CAT da **USP LESTE**.



MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

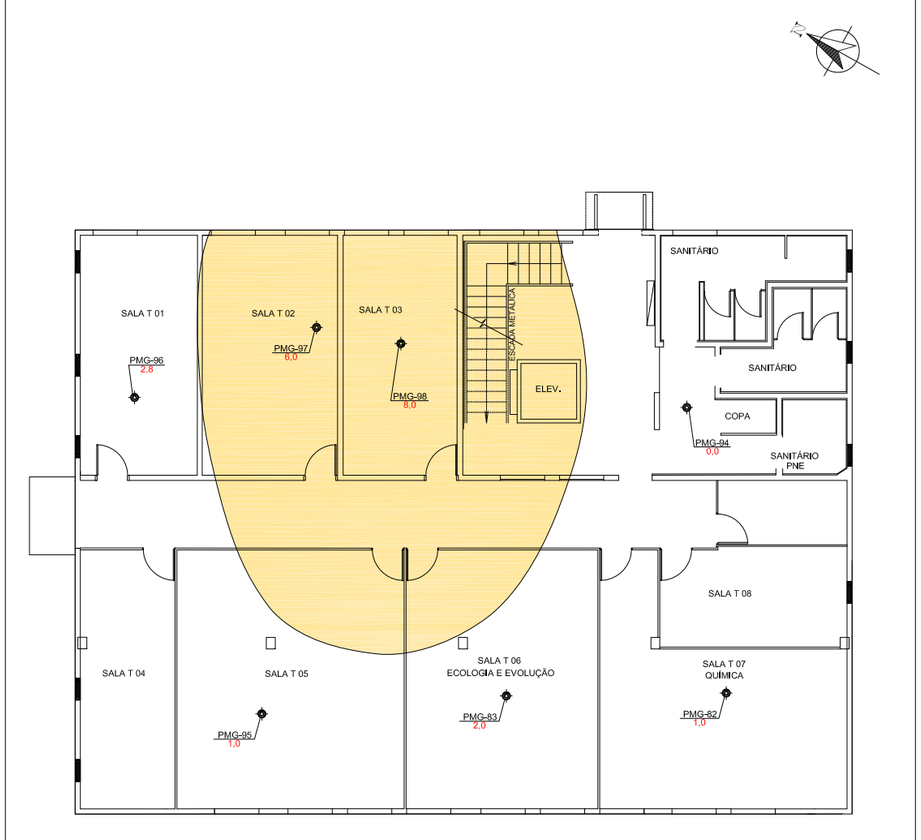
Figura 4.1.9.1. Mapa com as máximas isoconcentrações de metano detectadas no pavimento CAT



N

CAT - Nível A - Abaixo do contra piso

CAT - Nível B - Próximo ao nível da água subterrânea



Projeto:
Investigação Detalhada de Gases

Contrato Interno: 4841
Revisão: 00

Data de emissão do Relatório
02/2014

PMG-98
0,0
Sondagem de investigação/ Poço de monitoramento de gases
Concentração em % de metano

Área verde

Concentração em % de metano

- Linha de isoconcentração definida
- Linha de isoconcentração inferida
- 0,1 - 4,9
- 5,0 - 15,0
- 15,1 - 50,0
- > 50,0

Escala
0 2 4(m)

Servmar
AMBIENTAL & ENGENHARIA

Cliente:
USP LESTE
Rua Arlindo Bettio, nº 1000
São Paulo - SP

Desenhado por:	Roberto M. Santana
Elaborado por:	Bruno Lima
Aprovado por:	Aline Bernice

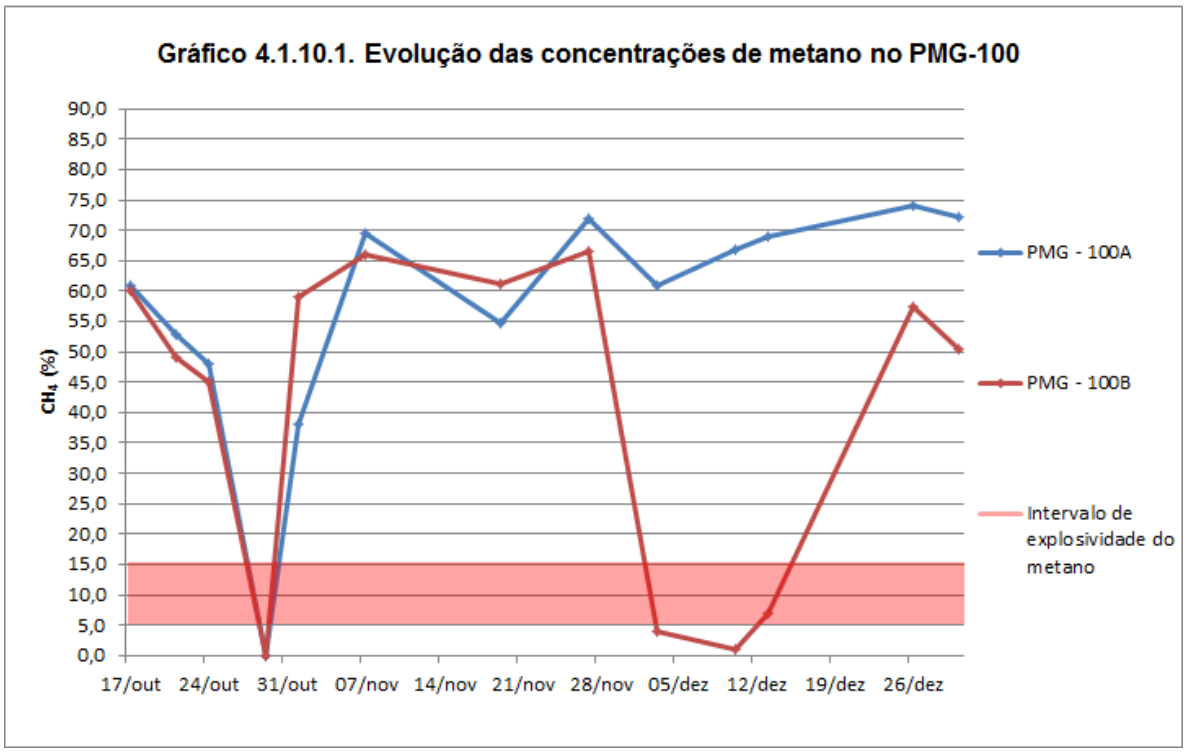
4.1.10. Laranjinha

O pavimento Laranjinha, que foi construído somente para ser utilizado durante as obras de construção do campus e era o antigo refeitório, é o edifício com a situação mais crítica no campus (detectado 01 ponto extremamente crítico e 01 ponto crítico), localizado na porção nordeste, ao lado do módulo inicial (conjunto didático), como pode ser visualizado na **Figura 4.1.1.**. Por ser uma edificação construída para ser provisória, na mesma não há o colchão de brita sobre a sua laje.

Nos três poços (PMG-99 a PMG-101) instalados em seu interior foram quantificadas concentrações de metano elevadas, chegando em até 80,0 % no nível inferior (PMG-101B) e, no caso do poço PMG-100A (nível superior), superiores a 74,0 %.

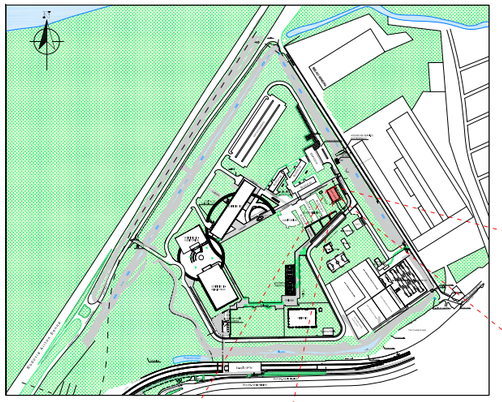
Devido à presença de água nos poços PMG-99A, PMG-99B e PMG-101A em alguns dias de monitoramento, o gráfico de evolução dos teores de metano é apresentado apenas para o poço PMG-100 (**Gráfico 4.1.10.1.**). Informa-se que este fato ocorreu devido o nível da água subterrânea neste local (aproximadamente 0,5 m) ser mais raso do que nas demais áreas (aproximadamente entre 1,0 m e 1,5 m).

A **Figura 4.1.10.1.** apresenta o mapa com as máximas isoconcentrações de metano nos dois níveis de monitoramento localizados no pavimento Laranjinha da **USP LESTE**.

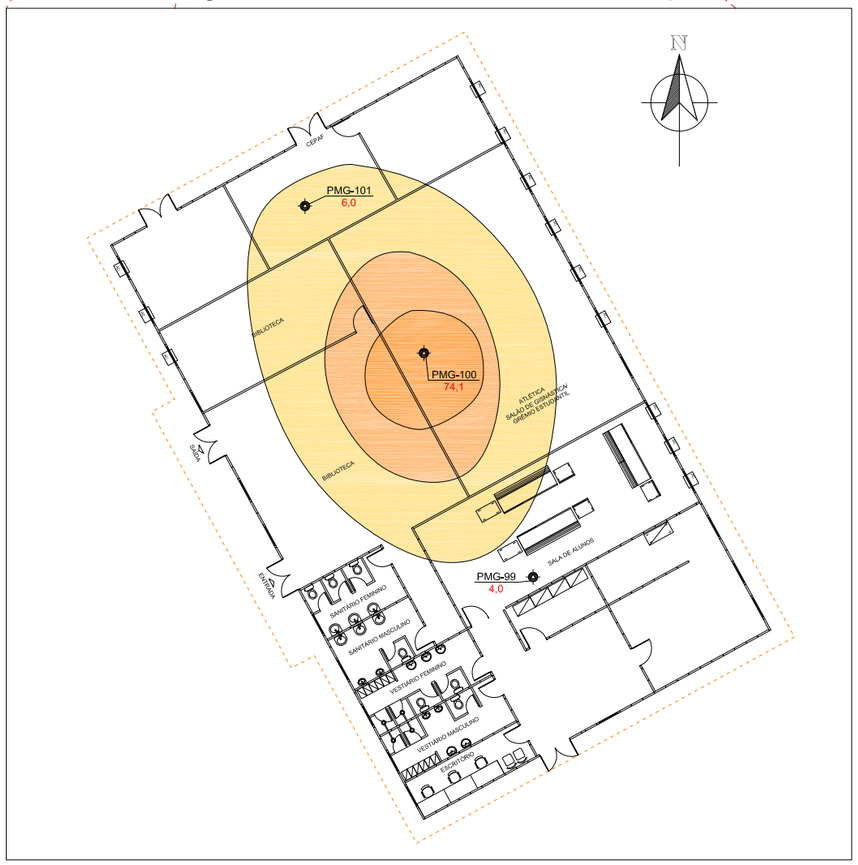


MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

Figura 4.1.10.1. Mapa com as máximas isoconcentrações de metano detectadas no pavimento Laranjinha



Laranjinha Nível A - Abaixo do contra piso



Laranjinha Nível B - Próximo ao nível da água subterrânea

Projeto:
Investigação Detalhada de Gases

Contrato Interno: 4841
Revisão: 00

Data de emissão do Relatório
02/2014

PMG-100
71,9
Sondagem de investigação/ Poço de monitoramento de gases
Concentração em % de metano

Área verde

Concentração em % de metano

- Linha de isoconcentração definida
- Linha de isoconcentração inferida
- 0,1 - 4,9
- 5,0 - 15,0
- 15,1 - 50,0
- > 50,0

Escala
0 3 6(m)

Servmar
AMBIENTAL & ENGENHARIA

Cliente:
EACH/USP
Rua Arlindo Bettio, nº 1000
São Paulo - SP

Desenhado por:	Roberto M. Santana
Elaborado por:	Bruno Lima
Aprovado por:	Aline Bernice

4.1.11. Ginásio

O Ginásio de esportes fica localizado na porção sul da USP LESTE, conforme ilustra a **Figura 4.1.1.**. Com relação às medições no ginásio, não foram quantificadas concentrações de metano superiores a 3,0 %. Portanto, durante o período monitorado o ambiente interno deste edifício não apresentou risco de inflamabilidade.

A **Figura 4.1.11.1.** apresenta o mapa com as máximas isoconcentrações de metano nos dois níveis de monitoramento localizados no Ginásio Poliesportivo da **USP LESTE**.

4.2. Testes de Estanqueidade

Conforme a elucidação do procedimento no capítulo 3.1.4. o teste de estanqueidade foi feito em todos os PMG instalados. As **Tabelas 4.2.1.a.** a **4.2.1.d.** apresentam os resultados do teste de estanqueidade nos PMG instalados.

Devido à detecção de água nos poços PMG-02B, PMG-05B, PMG-06B, PMG-07B, PMG-51B, PMG-65B, PMG-66B, PMG-69B, PMG-99A, e PMG-101A, nos mesmos não foram feitos os testes de estanqueidade, assim como no PMG-79, por este estar obstruído nos dias da execução destes trabalhos.

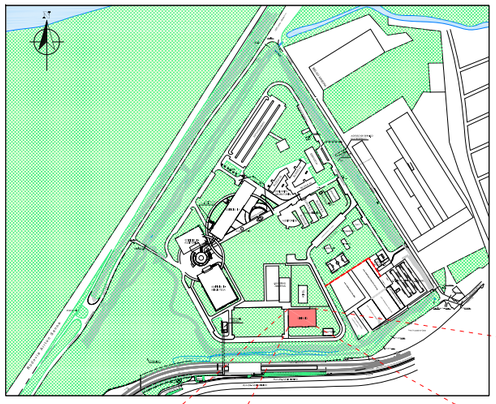
Nota-se que dentre os 219 níveis monitorados, apenas 05 níveis (PMG-20A, PMG-75A, PMG-76A, PMG-77A e PMG-100A) apresentaram concentrações positivas de gás hélio.

Porém, conforme ITRC (2007), uma pequena quantidade de traçador numa amostra não indica necessariamente que a amostra não é confiável, das quais são admitidas concentrações de traçadores de até 10% da concentração inicial antes de se considerar a amostra comprometida.

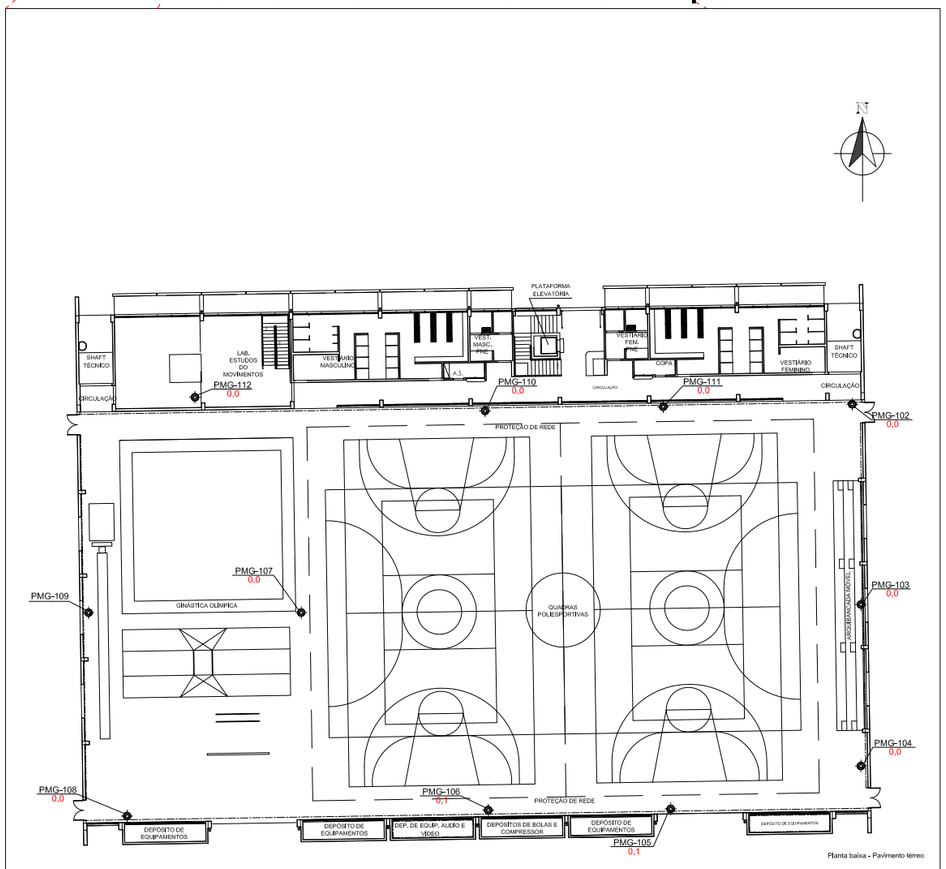
Desta forma, pode considerar que somente o PMG-100A, localizado no pavimento Laranjinha encontra-se com vazamento, comprometendo a qualidade de sua medição. Ainda assim, avaliando as medições efetuadas neste nível ao longo do período monitorado, verificaram-se altas concentrações de metano, mesmo não estando estanque.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

Figura 4.1.11.1. Mapa com as máximas isoconcentrações de metano detectadas no Ginásio Poliesportivo

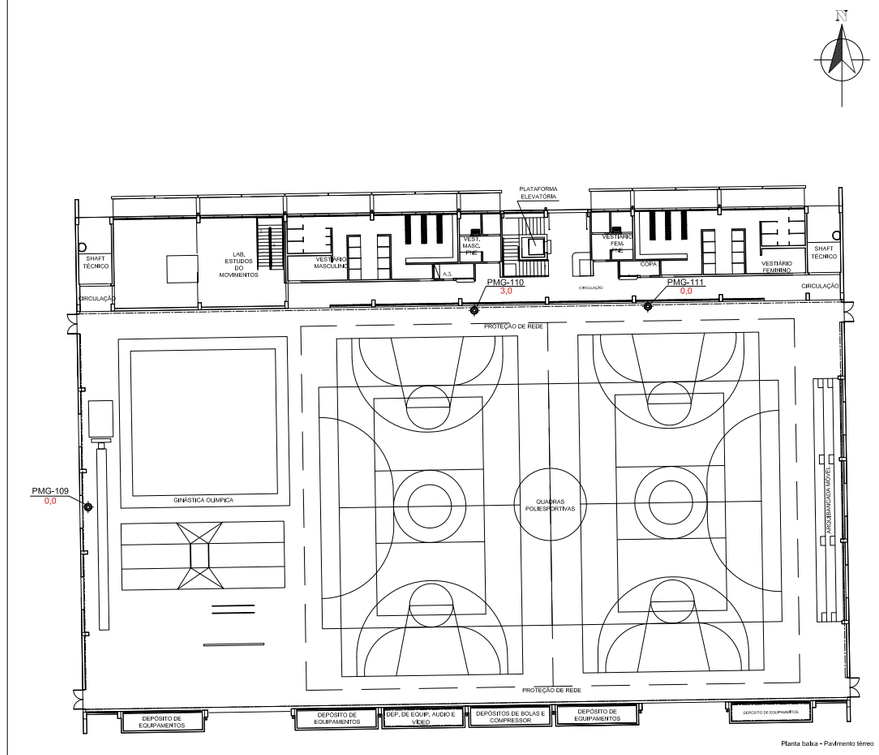


Ginásio - Nível A - Abaixo do contra piso



Planta baixa - Pavimento térreo

Ginásio - Nível B - Próximo ao nível da água subterrânea



Planta baixa - Pavimento térreo

Projeto:
Investigação Detalhada de Gases

Contrato Interno: 4841
Revisão: 00

Data de emissão do Relatório
02/2014

PMG-73
0,1
Sondagem de investigação/ Poço de monitoramento de gases
Concentração em % de metano

Área verde

Concentração em % de metano

- Linha de isoconcentração definida
- Linha de isoconcentração inferida
- 0,1 - 4,9
- 5,0 - 15,0
- 15,1 - 50,0
- > 50,0

Escala
0 5 10(m)

Servmar
AMBIENTAL & ENGENHARIA

Cliente:
USP LESTE
Rua Arlindo Bettio, nº 1000
São Paulo - SP

Desenhado por:	Roberto M. Santana
Elaborado por:	Bruno Lima
Aprovado por:	Aline Bernice

Tabela 4.2.1.a. Resultados do teste de estanqueidade nos poços de monitoramento de gases

MÓDULO INICIAL (CONJUNTO DIDÁTICO)				
Poço	**Localização**	**CAIXA PLÁSTICA (CUBO) INÍCIO**	**PMG**	**CAIXA PLÁSTICA (CUBO) TÉRMINO**
		% HÉLIO	**% HÉLIO**	**% HÉLIO**
PMG - 01A	Sala de Aula B1-T-03	8,1	0,0	7,9
PMG - 01B			0,0	
PMG - 02A	Sala de Aula B1-T-05	5,2	0,0	4,7
PMG - 02B			Água	
PMG - 03A	Sala de Aula B1-T-09	6,8	0,0	5,1
PMG - 03B			0,0	
PMG - 04A	Sala de Aula B1-T-11	11,2	0,0	10,3
PMG - 04B			0,0	
PMG - 05A	Anfiteatro CB-03	5,9	0,0	6,1
PMG - 05B			Água	
PMG - 06A	Anfiteatro CB-02	8,3	0,0	7,9
PMG - 06B			Água	
PMG - 07A	Anfiteatro CB-01	6,5	0,0	5,8
PMG - 07B			Água	
PMG - 08A	Laboratório Multimeios B2-T-03	13,1	0,0	13,1
PMG - 08B			0,0	
PMG - 09A	RP-2 B2-T-09	7,4	0,0	6,2
PMG - 09B			0,0	
PMG - 10A	RP-10 B2-T-09	8,6	0,0	7,9
PMG - 10B			0,0	
PMG - 84A	Núcleo Sala-T-05	10,6	0,0	7,4
PMG - 84B			0,0	
PMG - 85A	Sala-T-09	11,1	0,0	6,3
PMG - 85B			0,0	
PMG - 86A	Complexo	11,4	0,0	8,7
PMG - 86B			0,0	
PMG - 87A	Sala-T-19	16,5	0,0	16,6
PMG - 87B			0,0	
EDIFÍCIO I-1				
Poço	**Localização**	**CAIXA PLÁSTICA (CUBO) INÍCIO**	**PMG**	**CAIXA PLÁSTICA (CUBO) TÉRMINO**
		% HÉLIO	**% HÉLIO**	**% HÉLIO**
PMG - 11A	Secretária de Pós-Graduação-T-03	7,0	0,0	3,2
PMG - 11B			0,0	
PMG - 12A	SAS-T-01	7,5	0,0	6,0
PMG - 12B			0,0	
PMG - 13A	Sala-T-21	8,6	0,0	7,6
PMG - 13B			0,0	
PMG - 14A	Serviço de Graduação-T-29	10,7	0,0	8,3
PMG - 14B			0,0	
PMG - 15A	RAC	11,0	0,0	10,4
PMG - 15B			0,0	
PMG - 16A	Comissão de Pesquisa-T-41	15,3	0,0	11,1
PMG - 16B			0,0	
PMG - 17A	Seção de apoio ao Docente	12,3	0,0	10,6
PMG - 17B			0,0	
PMG - 18A	Copa	14,2	0,0	8,3
PMG - 18B			0,0	
PMG - 19A	Sala-T-09	11,8	0,0	8,3
PMG - 19B			0,0	
PMG - 20A	Sala-T-16	6,7	**0,3025**	4,3
PMG - 20B			0,0	
PMG - 21A	Sala-T-25	18,0	0,0	8,8
PMG - 21B			0,0	
PMG - 22A	Sala-T-53	11,4	0,0	7,6
PMG - 22B			0,0	
PMG - 23A	Copa-T-33	15,3	0,0	8,2
PMG - 23B			0,0	
PMG - 24A	USP Internacional	16,1	0,0	10,5
PMG - 24B			0,0	
PMG - 113A	Refeitório	11,8	0,0	9,5
PMG - 113B			0,0	
PMG - 114A	Refeitório	12,0	0,0	10,1
PMG - 114B			0,0	
PMG - 115A	Refeitório	10,1	0,0	8,1
PMG - 115B			0,0	

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

Tabela 4.2.1.b. Resultados do teste de estanqueidade nos poços de monitoramento de gases

EDIFÍCIO I-3 - BIBLIOTECA				
Poço	**Localização**	**CAIXA PLÁSTICA (CUBO) INÍCIO**	**PMG**	**CAIXA PLÁSTICA (CUBO) TÉRMINO**
		% HÉLIO	**% HÉLIO**	**% HÉLIO**
PMG - 30A	Acadêmica-AT	7,3	0,0	3,4
PMG - 30B			0,0	
PMG - 31A	Sala de Comunicação B apoio institucional	8,0	0,0	5,2
PMG - 31B			0,0	
PMG - 32A	Gabinete do Diretor	8,8	0,0	4,8
PMG - 32B			0,0	
PMG - 33A	Compras	6,9	0,0	4,3
PMG - 33B			0,0	
PMG - 34A	Administrativa-AT	6,2	0,0	4,1
PMG - 34B			0,0	
PMG - 35A	Em frente a Sala Prof. Dr. Aziz Ab' Saber	16,1	0,0	8,7
PMG - 35B			0,0	
PMG - 36A	Entre as estantes 11-B e 12-A	8,5	0,0	6,4
PMG - 36B			0,0	
PMG - 37A	Em frente a Sala de Estudos 12	9,9	0,0	7,2
PMG - 37B			0,0	
PMG - 38A	Salão de Leitura	8,9	0,0	5,6
PMG - 38B			0,0	
PMG - 39A	Em frente a Sala 02 - Materiais Especiais	9,3	0,0	4,8
PMG - 39B			0,0	
PMG - 40A	Sala de Reunião	13,9	0,0	12,0
PMG - 40B			0,0	
PMG - 41A	Auditório-07	7,2	0,0	4,5
PMG - 41B			0,0	
PMG - 42A	Sala de Reprografia	7,6	0,0	5,2
PMG - 42B			0,0	
PMG - 43A	Sala de congregação	8,1	0,0	7,3
PMG - 43B			0,0	
CONJUNTO LABORATORIAL				
Poço	**Localização**	**CAIXA PLÁSTICA (CUBO) INÍCIO**	**PMG**	**CAIXA PLÁSTICA (CUBO) TÉRMINO**
		% HÉLIO	**% HÉLIO**	**% HÉLIO**
PMG - 46A	A1 - Salas dos Professores T-04	5,9	0,0	4,2
PMG - 46B			0,0	
PMG - 47A	A1 - Sala 01	8,9	0,0	6,8
PMG - 47B			0,0	
PMG - 48A	A1 - Salas dos Professores T-10	5,8	0,0	4,9
PMG - 48B			0,0	
PMG - 49A	A1 - Sala 01	6,8	0,0	5,9
PMG - 49B			0,0	
PMG - 50A	A1 - Sala 02	8,9	0,0	7,5
PMG - 50B			0,0	
PMG - 51A	A2 - Lab. Física e saúde lado diretio T-04	10,0	0,0	7,0
PMG - 51B			Água	
PMG - 52A	A2 - Lab. Física e Centro da sala T-04	8,8	0,0	7,1
PMG - 52B			0,0	
PMG - 53A	A2 - Lab. Física e Saúde lado esquerdo	9,1	0,0	7,3
PMG - 53B			0,0	
PMG - 54A	A2 - Lab. de Desen. de Recursos Naturais-T-08	7,9	0,0	5,9
PMG - 54B			0,0	
PMG - 55A	A2 - Lab. de Desen. de Recursos Naturais-T-10	12,4	0,0	10,6
PMG - 55B			0,0	
PMG - 56A	Laboratórios do A3	10,3	0,0	8,0
PMG - 56B			0,0	
PMG - 57A	Laboratórios do A3	12,9	0,0	7,6
PMG - 57B			0,0	
PMG - 58A	Laboratórios do A3	10,3	0,0	9,8
PMG - 58B			0,0	
PMG - 59A	Laboratórios do A3	11,8	0,0	6,9
PMG - 59B			0,0	
PMG - 60A	Laboratórios do A3	12,0	0,0	11,8
PMG - 60B			0,0	
PMG - 61A	Laboratórios do A3	8,3	0,0	6,5
PMG - 61B			0,0	
PMG - 62A	Laboratórios do A3	11,5	0,0	9,7
PMG - 62B			0,0	

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

Tabela 4.2.1.c. Resultados do teste de estanqueidade nos poços de monitoramento de gases

EDIFÍCIO I-3 - AUDITÓRIOS				
Poço	**Localização**	**CAIXA PLÁSTICA (CUBO) INÍCIO**	**PMG**	**CAIXA PLÁSTICA (CUBO) TÉRMINO**
		% HÉLIO	**% HÉLIO**	**% HÉLIO**
PMG - 25A	Auditório Azul	5,2	0,0	4,2
PMG - 25B			0,0	
PMG - 26A		4,9	0,0	4,0
PMG - 26B			0,0	
PMG - 27A		6,4	0,0	5,1
PMG - 27B			0,0	
PMG - 28A	Auditório Vermelho	9,5	0,0	8,1
PMG - 28B			0,0	
PMG - 29A		6,9	0,0	7,0
PMG - 29B			0,0	
PMG - 44A	Auditório Verde	21,3	0,0	18,0
PMG - 44B			0,0	
PMG - 45A		7,6	0,0	5,7
PMG - 45B			0,0	
PAVIMENTO CAT				
Poço	**Localização**	**CAIXA PLÁSTICA (CUBO) INÍCIO**	**PMG**	**CAIXA PLÁSTICA (CUBO) TÉRMINO**
		% HÉLIO	**% HÉLIO**	**% HÉLIO**
PMG - 82A	Sala Química-T-07	11,2	0,0	5,7
PMG - 82B			0,0	
PMG - 83A	Sala Ecologia e Evolução-T-06	10,2	0,0	8,5
PMG - 83B			0,0	
PMG - 94A	Copa	16,9	0,0	8,7
PMG - 94B			0,0	
PMG - 95A	Sala-T-05	13,9	0,0	6,9
PMG - 95B			0,0	
PMG - 96A	Sala-T-01	9,8	0,0	6,4
PMG - 96B			0,0	
PMG - 97A	Sala-T-02	11,9	0,0	7,8
PMG - 97B			0,0	
PMG - 98A	Lab.-M1-Biomaterias-Espectroscopia	12,1	0,0	8,4
PMG - 98B			0,0	
EDIFÍCIO I-4				
Poço	**Localização**	**CAIXA PLÁSTICA (CUBO) INÍCIO**	**PMG**	**CAIXA PLÁSTICA (CUBO) TÉRMINO**
		% HÉLIO	**% HÉLIO**	**% HÉLIO**
PMG - 63A	Sala da equipe de Manutenção	8,9	0,0	7,4
PMG - 63B			0,0	
PMG - 64A	Sala da equipe de Manutenção	10,1	0,0	8,1
PMG - 64B			0,0	
PMG - 65A	Sala da equipe de Manutenção	6,2	0,0	5,3
PMG - 65B			Água	
PMG - 66A	Sala da equipe de Manutenção	9,5	0,0	6,7
PMG - 66B			Água	
PMG - 67A	Refeitório dos funcionários	8,3	0,0	4,3
PMG - 67B			0,0	
PMG - 68A	Informática	6,0	0,0	4,2
PMG - 68B			0,0	
PMG - 69A	Informática-FND	7,9	0,0	7,3
PMG - 69B			Água	
PMG - 77A	Almoxarifado	14,3	**0,0050**	14,0
PMG - 77B			0,0	
PMG - 78A	Almoxarifado-Dentro da copa	11,0	0,0	10,9
PMG - 78B			0,0	
PMG - 79A	Gráfica	Poço Obstruído		
PMG - 79B				
PMG - 80A	Gráfica	11,6	0,0	6,5
PMG - 80B			0,0	
PMG - 81A	Laboratório de Gastronomia	9,5	0,0	3,5
PMG - 81B			0,0	

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

Tabela 4.2.1.d. Resultados do teste de estanqueidade nos poços de monitoramento de gases

ENFERMARIA				
Poço	**Localização**	**CAIXA PLÁSTICA (CUBO) INÍCIO**	**PMG**	**CAIXA PLÁSTICA (CUBO) TÉRMINO**
		% HÉLIO	**% HÉLIO**	**% HÉLIO**
PMG - 70A	Sala de Procedimento	12,9	0,0	8,0
PMG - 70B			0,0	
PMG - 71A	Sala de Enfermagem/Motorista	17,7	0,0	19,3
PMG - 71B			0,0	
PMG - 72A	Interior da copa	16,3	0,0	9,8
PMG - 72B			0,0	
PMG - 73A	Interior do Consultório-02	11,7	0,0	6,8
PMG - 73B			0,0	
PMG - 74A	Sala de Espera	12,4	0,0	7,4
PMG - 74B			0,0	
PMG - 75A	Refeitorio da Limpeza	11,2	**0,4675**	10,8
PMG - 75B			0,0	
PMG - 76A	Depósito e Sala da Limpeza	16,6	**0,6800**	16,5
PMG - 76B			0,0	
GINÁSIO POLIESPORTIVO				
Poço	**Localização**	**CAIXA PLÁSTICA (CUBO) INÍCIO**	**PMG**	**CAIXA PLÁSTICA (CUBO) TÉRMINO**
		% HÉLIO	**% HÉLIO**	**% HÉLIO**
PMG - 102A	Ginásio	8,2	0,0	6,9
PMG - 103A	Ginásio	6,8	0,0	5,0
PMG - 104A	Ginásio	7,7	0,0	6,4
PMG - 105A	Ginásio	5,3	0,0	4,7
PMG - 106A	Ginásio	8,8	0,0	7,7
PMG - 107A	Ginásio	7,7	0,0	7,2
PMG - 108A	Ginásio	6,0	0,0	5,8
PMG - 109A	Ginásio	10,1	0,0	8,3
PMG - 109B			0,0	
PMG - 110A	Ginásio	7,2	0,0	6,1
PMG - 110B			0,0	
PMG - 111A	Ginásio	10,9	0,0	10,8
PMG - 111B			0,0	
PMG - 112A	Ginásio	7,0	0,0	6,6
INCUBADORA				
Poço	**Localização**	**CAIXA PLÁSTICA (CUBO) INÍCIO**	**PMG**	**CAIXA PLÁSTICA (CUBO) TÉRMINO**
		% HÉLIO	**% HÉLIO**	**% HÉLIO**
PMG - 88A	Recepção abaixo da escada	10,3	0,0	13,3
PMG - 88B			0,0	
PMG - 89A	Em frente a porta dos Banheiros	13,6	0,0	8,1
PMG - 89B			0,0	
PMG - 90A	Sala-T-06	17,3	0,0	16,9
PMG - 90B			0,0	
PMG - 91A	Sala-T-07	13,5	0,0	9,6
PMG - 91B			0,0	
PMG - 92A	Sala-T-09	13,9	0,0	6,9
PMG - 92B			0,0	
PMG - 93A	Sala-T-13	11,1	0,0	13,3
PMG - 93B			0,0	
PAVIMENTO LARANJINHA				
Poço	**Localização**	**CAIXA PLÁSTICA (CUBO) INÍCIO**	**PMG**	**CAIXA PLÁSTICA (CUBO) TÉRMINO**
		% HÉLIO	**% HÉLIO**	**% HÉLIO**
PMG - 99A	Antiga sala dos alunos	12,4	Água	10,1
PMG - 99B			0,0	
PMG - 100A	Antigo Grêmio/Atlética	20,0	**10,0**	25,7
PMG - 100B			0,0	
PMG - 101A	CEPAF	24,4	Água	18,7
PMG - 101B			0,0	

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

5. RESULTADOS OBTIDOS NA INVESTIGAÇÃO DETALHADA E AVALIAÇÃO DE RISCO NA AI-01

5.1. Resultados das características do uso e ocupação do solo

De acordo com os dados levantados, a maior parte do entorno da área de interesse corresponde ao Parque Ecológico do Rio Tietê, o qual abrange todas suas regiões norte, noroeste, oeste e sudoeste (**Figura 5.1.1.).**

Dentre as grandes atividades industriais em operação no entorno, verificaram-se duas empresas multinacionais (**Figura 5.1.1.**). Uma delas está situada imediatamente a leste da área de interesse e corresponde a indústria siderúrgica ArcelorMittal S.A., a qual opera no terreno anteriormente ocupado pela Companhia Siderúrgica Belgo-Mineira Ltda. A outra está localizada imediatamente a sul da área de interesse e corresponde a indústria Owens Illinois do Brasil Inc., a qual atua na fabricação de vidro e ocupa o terreno anteriormente pertencente a Cisper Indústria e Comércio S/A., a qual também operou na fabricação de vidro.

A linha férrea da Companhia Paulista de Trens Metropolitanos (CPTM) corta o entorno em estudo desde a sua região leste a sua região sudoeste, sendo que imediatamente a sul da **USP LESTE** há uma estação de trem que possui a mesma designação da área de interesse.

Na porção sul-sudoeste observou-se a presença do centro de treinamento do Corinthians, o qual é vizinho da área da **USP LESTE**.

No demais, nas regiões leste, sudeste e sul também foram observadas áreas residenciais, comércios de pequeno porte, indústrias metalúrgicas, oficinas mecânicas, uma mineração, escolas, igrejas, quadra de esportes, desmanche, pátio de apreensão de veículos, fábricas de blocos, transportadoras, lava-rápido de veículos, motel e áreas verdes (**Figura 5.1.1.**).

A região conta com provimento de abastecimento público de água e rede coletora de esgoto, sob responsabilidade da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP).

Foi denotado um córrego, cuja nascente provavelmente se localiza na área residencial situada na porção sul do entorno, sendo que o mesmo percorre por esta área residencial e, posteriormente, entre o limite da AI-03 (limite oeste da **USP LESTE**) e o Centro de Treinamento do Corinthians, e então, passa a fluir paralelamente entre a Rua de Acesso e a **USP LESTE** (limite norte), percorrendo também a norte do limite da indústria siderúrgica ArcelorMittal S.A., até desaguar no rio Tietê. Justamente no ponto de deságue desse córrego há uma intercepção com outro afluente do rio Tietê, que percorre entre o Parque Ecológico e a área residencial situada a nordeste. Salienta-se que o rio Tietê situa-se a cerca de 200 m a norte da **USP LESTE**.

Ademais, o terreno do campus é circundado, em seus limites sul e leste, por córregos artificiais executados por atividades antrópicas.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

Figura 5.1.1. Mapeamento do uso e ocupação do solo no entorno da USP LESTE

Projeto:
Investigação Detalhada na Área AI-01

Contrato Interno: 4841
Revisão: 00

Data de emissão do Relatório
02/2014

Área da USP Leste

Área AI-01

PT-01 Poço tubular

1 Residência
1/2 Área mista
2 Comércio
3 Industria Metalúrgica
4 Edifício Residencial com até 5 andares
5 Edifício Residencial com acima de 5 andares
6 Transportadora
7 Quadra de esportes
8 Imóvel abandonado
9 Fábrica de blocos
10 Oficina Mecânica
11 Imóvel fehado
12 Motel
13 Despachante
14 Lava-rápido
15 Escola e crechê
16 Owens ilinois - fábrica de vidro (antiga Cisper)
17 Terreno Baldio
18 Estação de trem USP-Leste
19 Garagem de ônibus
20 Centro poli esportivo do Corinthians
21 Pátio de apreensão de veiculos
22 Arcelor Mital
23 Área verde

Igreja

Escala
0 200 400(m)

Servmar
AMBIENTAL & ENGENHARIA

Cliente:
USP LESTE
Av. Dr. Arlindo Bettio, nº 1000
São Paulo - SP

Desenhado por:	Nathalia Lucca
Elaborado por:	Bruno Lima
Aprovado por:	Aline Bernice

Em consulta ao site da CETESB (03 de fevereiro de 2014) referente à sua lista de áreas contaminadas ou reabilitadas (última publicação *on line* em dezembro de 2012, www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/areas-contaminadas/2011/endereco.pdf), não se verificaram áreas classificadas como contaminadas ou reabilitadas no entorno de 500 m a partir dos limites da **USP LESTE**.

Em complementação ao levantamento de uso e ocupação do solo, realizou-se o levantamento de poços que fazem captação de água subterrânea no entorno da área de interesse por meio de entrevistas aos ocupantes dos imóveis do entorno e consulta ao cadastro do Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE).

Em um raio de 500 m, a partir dos limites da área de interesse, foram identificados 05 poços de captação de água subterrânea, cujas suas principais características são apresentadas na **Tabela 5.1.1.**. Na **Figura 5.1.1.** pode-se notar a localização dos mesmos.

5.2. Resultados do solo

5.2.1. Medições de vapores orgânicos *in situ*

As **Tabelas 5.2.1.1.a.** e **5.2.1.1.b.** apresentam as medições *in situ* de vapores orgânicos realizadas durante as sondagens de investigação.

Observa-se que as amostras em que foram medidos os maiores teores de vapores orgânicos são provenientes das sondagens ST-17 a ST-22, ST-27, ST-28, ST-30 e ST-32. Tais pontos encontram-se alinhados, aproximadamente noroeste-sudeste, na porção centro-norte da área AI-01 (**Figura 3.2.2.1.**).

Em relação à profundidade das amostras, aquelas coletadas a 1,0 m apresentaram maior valor médio de vapores orgânicos medidos *in situ* (**Tabela 5.2.1.2.**), ou seja, de 8,8 ppm. A essa profundidade também foi quantificado o maior teor máximo de vapores orgânicos, ou seja, de 72,0 ppm (ST-32).

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

Tabela 5.1.1. Características dos poços de captação no entorno

Idetificação do poço [1]	Código no DAEE	Razão Social	Tipo de uso	Endereço	UTM N (km)	UTM E (km)	Vazão (m^3/h)	Aquífero	Distância em relação a AI-01 (m)
PT-01	0102	Badoni ATB Indústria Metalmecanica S.A	Industrial	Rua Arlindo Bettio, s/n°	7402729,98	347299,988	1,97	-	517,35
PT-02	3240133	AcelorMittal S.A.	Industrial	Rua Arlindo Bettio, s/n°	7402569,82	347109,985	8,00	Cristalino	272,35
PT-03	3240117	AcelorMittal S.A.	Industrial	Rua Arlindo Bettio, s/n°	7402729,98	347079,987	2,20	Cristalino	347,26
PT-04	3240080	Owens Illinois do Brasil S.A.	Industrial	Av. Olavo Egídio de Souza Aranha, n° 5000	7401910,16	347109,985	10,40	Cristalino	370,19
PT-05 [2]	-	Turismo Santa Rita	-	Rua Senador Elói de Souza, n° 50	7401747,93	346594,930	-	-	261,91

[1] - As consultadas foram realizadas com base nos dados colhidos do DAEE, pois a equipe de campo não foi autorizada a entrar nas áreas afim de vistoriar os poços.

[2] - As informações referentes a este poço foram fornecidas por meio de entrevista e via contato telefônico com o Sr. Leandro José de Lima, gerente de qualidade e meio ambiente da empresa. Este poço não se encontra cadastrado no DAEE.

- Sem informação.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

Tabela 5.2.1.1.a. Medições *in situ* de vapores orgânicos nas amostras de solo

Sondagem		VOC (ppm)			
Sondagem	Data	Amostra 0,3 m	Amostra 0,5 m	Amostra 1,0 m	Amostra 1,5 m
ST-01	15/10/2013	0,0 *	1,1	1,5 *	-
ST-02	15/10/2013	0,3	0,7	-	-
ST-03	15/10/2013	0,6 *	1,0	1,7 *	1,0
ST-04	15/10/2013	1,2 *	1,7 *	1,5	-
ST-05	15/10/2013	0,6 *	1,3	6,3 *	-
ST-06	15/10/2013	1,3 *	1,5	2,2 *	1,5
ST-07	15/10/2013	0,3 *	0,7 *	0,3	0,3
ST-08	15/10/2013	1,4 *	1,4	2,5 *	1,7
ST-09	15/10/2013	25,2 *	13,7 *	12,8	11,1
ST-10	15/10/2013	29,7 *	27,9	30,9 *	29,5
ST-11	15/10/2013	17,4 *	14,7 *	2,1	1,9
ST-12	15/10/2013	10,7 *	10,6	10,9	11,1 *
ST-13	15/10/2013	9,3 *	13,9	10,5	14,1 *
ST-14	16/10/2013	10,0 *	15,7	10,1	18,5 *
ST-15	16/10/2013	10,0 *	17,1 *	8,6	14,1
ST-16	16/10/2013	16,6 *	19,6	21,3 *	13,4
ST-17	16/10/2013	19,1 *	16,8	22,8 *	21,0
ST-18	21/10/2013	19,9 *	16,5	24,2 *	17,4
ST-19	21/10/2013	39,3 *	27,6	31,9 *	29,3
ST-20	21/10/2013	29,0 *	32,3	26,1	37,4 *
ST-21	21/10/2013	22,1 *	34,6 *	25,8	22,0
ST-22	21/10/2013	44,6 *	28,2	43,8 *	3,5
ST-23	21/10/2013	10,9 *	17,3 *	11,7	4,3
ST-24	21/10/2013	16,4 *	6,1 *	1,1	2,3
ST-25	21/10/2013	17,9 *	11,0 *	9,7	6,6
ST-26	21/10/2013	14,9 *	13,7 *	12,4	-
ST-27	21/10/2013	28,5	29,8	35,0	6,0
ST-28	21/10/2013	30,8	31,9	40,3	3,5
ST-29	21/10/2013	16,4 *	15,5	15,6	16,1 *
ST-30	22/10/2013	32,1 *	35,3 *	32,7	5,2
ST-31	22/10/2013	1,4 *	2,0	1,4	2,7 *
ST-32	22/10/2013	14,6 *	16,0	72,0 *	6,8
ST-33	22/10/2013	10,3 *	11,5 *	9,0	11,3
ST-34	22/10/2013	1,2 *	2,7 *	1,5	2,4
ST-35	22/10/2013	1,0 *	1,0	2,9 *	1,6
ST-36	22/10/2013	11,3 *	11,3 *	9,4	8,9
ST-37	22/10/2013	0,5 *	1,3 *	0,4	-
ST-38	22/10/2013	11,6 *	11,6	11,7 *	9,5
ST-39	22/10/2013	0,9 *	0,4	1,1	1,3 *
ST-40	22/10/2013	11,3 *	16,1 *	14,7	12,2
ST-41	22/10/2013	11,1 *	11,2	11,8 *	1,1
ST-42	22/10/2013	9,7 *	10,3 *	9,4	9,4
ST-43	23/10/2013	0,6 *	-	-	-
ST-44	23/10/2013	0,4 *	0,5 *	0,4	0,0
ST-45	23/10/2013	6,3 *	10,1 *	7,4	7,5
ST-46	23/10/2013	0,1 *	0,5	0,6	0,8 *
ST-47	23/10/2013	9,2 *	8,8 *	8,5	6,5
ST-48	23/10/2013	0,5 *	0,2	0,7 *	0,6
ST-49	23/10/2013	7,9 *	11,1 *	5,5	7,0
ST-50	23/10/2013	0,0 *	0,0	0,7	1,1 *
ST-51	23/10/2013	7,3 *	0,6	1,0	1,3 *
ST-52	23/10/2013	0,6 *	0,5	1,6	2,3 *
ST-53	23/10/2013	1,1 *	1,0	2,9 *	-
ST-54	23/10/2013	0,1 *	0,7	1,3 *	-
ST-55	23/10/2013	10,6 *	5,6	15,6 *	15,5
ST-56	23/10/2013	1,7 *	12,7 *	12,5	9,4
ST-57	23/10/2013	1,6 *	11,7 *	10,5	10,0
ST-58	23/10/2013	5,2 *	6,7 *	-	-
ST-59	23/10/2013	7,2 *	5,3	11,5 *	-
ST-60	24/10/2013	6,3 *	9,3 *	8,9	-
ST-61	24/10/2013	13,1 *	14,1	14,6	15,6 *
ST-62	24/10/2013	5,8 *	4,1 *	-	-
ST-63	24/10/2013	14,3 *	16,5 *	15,2	-
ST-64	24/10/2013	12,4 *	14,2	14,2 *	-
ST-65	24/10/2013	13,6 *	19,0 *	11,9	-
ST-66	24/10/2013	4,8	5,1	-	-
ST-67	24/10/2013	10,1	9,9	-	-

[1] Fim do aterro: não são mais identificados restos de construção (concreto, telhas, azulejo), plásticos, metais, etc.

" * ": Amostra selecionada para análises químicas

" - ": Não foi coletada amostra, devido: ao deslocamento de sondagem já amostrada; ou ao solo estar muito úmido ou já saturado.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

Tabela 5.2.1.1.b. Medições *in situ* de vapores orgânicos nas amostras de solo

Sondagem		VOC (ppm)			
Sondagem	Data	Amostra 0,3 m	Amostra 0,5 m	Amostra 1,0 m	Amostra 1,5 m
ST-68	24/10/2013	16,3 *	7,6	7,7	11,9 *
ST-69	24/10/2013	15,5 *	16,2 *	5,9	4,8
ST-70	24/10/2013	3,1 *	14,5 *	10,7	12,3
ST-71	28/10/2013	0,6 *	0,0	0,7	0,7 *
ST-72	28/10/2013	2,0 *	6,3	7,9 *	6,0
ST-73	28/10/2013	1,0 *	1,3	1,9 *	1,6
ST-74	28/10/2013	10,5 *	5,5	9,2 *	-
ST-75	28/10/2013	0,2 *	0,5	0,4	0,7 *
ST-76	28/10/2013	5,0 *	1,0	0,9	1,2 *
ST-77	28/10/2013	0,3 *	0,8	1,4 *	1,1
ST-78	28/10/2013	1,0 *	1,2	1,6 *	1,1
ST-79	28/10/2013	1,7 *	1,7	0,8	2,9 *
ST-80	28/10/2013	1,5 *	0,8	1,7 *	0,7
ST-81	28/10/2013	0,0 *	6,2 *	3,5	0,6
ST-82	28/10/2013	0,6 *	0,2 *	0,0	0,1
ST-83	28/10/2013	0,5 *	0,6 *	0,1	0,4
ST-84	28/10/2013	0,0 *	0,7 *	0,6	0,3
ST-85	28/10/2013	0,4 *	0,6	9,2 *	1,2
ST-86	28/10/2013	0,0 *	0,1	0,8 *	0,7
ST-87	28/10/2013	-	-	-	-
ST-88	28/10/2013	0,7 *	3,3 *	1,8	2,2
ST-89	28/10/2013	10,1 *	9,0	10,7 *	10,1
ST-90	29/10/2013	1,0 *	1,1	1,6	3,2 *
ST-91	29/10/2013	0,2 *	0,3	0,9 *	0,8
ST-92	29/10/2013	1,5 *	1,4 *	0,5	-
ST-93	29/10/2013	0,7 *	1,2	1,7 *	-
ST-94	29/10/2013	1,6 *	1,6	1,7	2,4 *
ST-95	29/10/2013	0,3 *	0,9	0,8	1,6 *
ST-96	29/10/2013	2,2 *	3,3	3,6 *	-
ST-97	29/10/2013	0,7 *	0,4	1,3 *	1,0
ST-98	29/10/2013	1,2 *	1,6	1,9	2,8 *
ST-99	29/10/2013	0,4 *	0,3	0,7 *	0,6
ST-100	29/10/2013	2,2 *	1,6	1,9 *	1,0
ST-101	29/10/2013	0,4 *	0,1	8,9	9,8 *
ST-102	29/10/2013	11,2 *	11,5	11,6 *	10,3
ST-103	29/10/2013	1,9 *	2,2	3,0 *	2,1
ST-104	29/10/2013	10,7 *	9,9	10,9 *	9,8
ST-105	04/11/2013	1,4	2,2	0,8	-
ST-106	04/11/2013	11,1	8,3	2,8	-
ST-107	23/12/2013	-	0,6	1,8	1,2
ST-116	30/10/2013	4,3 *	3,5 *	1,4	-
ST-117	30/10/2013	1,3 *	-	-	-
ST-118	29/10/2013	15,0 *	13,2 *	-	-
ST-119	30/10/2013	18,7 *	12,3 *	-	-
ST-120	05/11/2013	1,5	1,2	2,4	-
ST-121	23/12/2013	2,8 *	6,5	8,6 *	-
ST-122	27/12/2013	5,2 *	12,1	16,8 *	-
ST-123	27/12/2013	12,8 *	9,6	17,5 *	-
ST-124	27/12/2013	6,8 *	7,7	9,5 *	-
ST-125	27/12/2013	3,1 *	2,8	15,0	-
ST-126	27/12/2013	2,4 *	16,1 *	-	-
ST-127	27/12/2013	6,8 *	7,1	9,4	-
ST-128	23/12/2013	2,1 *	1,5	3,2 *	1,8
ST-129	23/12/2013	2,6 *	-	-	-
ST-130	23/12/2013	0,8 *	0,6	2,6	-

[1] Fim do aterro: não são mais identificados restos de construção (concreto, telhas, azulejo), plásticos, metais, etc.

" * ": Amostra selecionada para análises químicas

" - ": Não foi coletada amostra, devido: ao deslocamento de sondagem já amostrada; ou ao solo estar muito úmido ou já saturado.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

Tabela 5.2.1.2. Teores médios e máximos de vapores orgânicos medidos *in situ* nas amostras de solo selecionadas para análises químicas

Coleta de amostras		Vapores orgânicos medidos *in situ*	
Profundidade	**Total de amostras**	**Teor médio (ppm)**	**Teor máximo (ppm)**
0,3 m	112	7,6	44,6
0,5 m	40	8,0	35,3
1,0 m	44	8,8	72,0
1,5 m	22	6,6	37,4

Embora as medições sistemáticas de vapores orgânicos tenham sido realizadas apenas durante as sondagens de investigação, a presença de gases foi constatada no decorrer da instalação de 02 dos 03 poços de monitoramento com seção filtrante posicionada na porção inferior do aquífero livre sedimentar.

Houve bolhas de ar na água subterrânea indicando uma liberação de gás durante as sondagens ST-106 / PM-27A e ST-120 / PM-30A, ao ser atingida a profundidade aproximada de 8,0 m, na qual se observou uma argila rica em restos vegetais, de coloração preta e de origem natural.

É relevante salientar que, durante a amostragem do poço PM-30A, foi constatado borbulhamento da água subterrânea, indicando a saída de gases do subsolo.

Possivelmente, a argila orgânica interceptada pelas sondagens ST-117 / PM-27A e ST-119 / PM-30A atuava como uma camada confinante do gás que foi liberado, uma vez que argilas não são um material normalmente capaz de armazenar volumes significativos de fluidos (sejam gases ou líquidos).

Medidas obtidas com o equipamento GEM®5000 da Landtec na sondagem ST-117 / PM-27A antes da instalação do poço acusaram 0,7 % de oxigênio, 63 % de metano, 19,9 ppm de sulfeto de hidrogênio e 0 ppm de monóxido de carbono. Na ST-119 / PM-30A, por outro lado, não foi possível obter uma leitura dos gases, pois devido ao volume de metano, não foi possível adquirir uma medida estabilizada do balanço dos demais gases no equipamento.

A presença de microrganismos na camada argilosa identificada na área da **USP LESTE** favorece a decomposição da matéria orgânica, consumindo oxigênio. Com a redução das concentrações desse gás pela degradação da matéria orgânica e com o soterramento dos sedimentos argilosos devido ao aterramento da área, as condições de decomposição da matéria orgânica tendem a se tornar anaeróbias, o que favorece o crescimento das colônias de bactérias metanogênicas.

Sob condições anaeróbias, a degradação da matéria orgânica ocorre em duas etapas (Bianchini Jr., 1999). Inicialmente, convertem-se os compostos orgânicos complexos em ácidos voláteis de baixa massa molecular. Em um segundo momento, tais ácidos são transformados em metano e gás carbônico. Esses dois gases, juntamente com a água, são os principais produtos da decomposição anaeróbia da matéria orgânica, sendo o nitrato e o sulfeto de hidrogênio produtos secundários (Davis e Cornwell, 1991).

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

5.2.2. Litologia

As sondagens realizadas permitiram constatar que os solos observados na área AI-01 da **USP LESTE** podem ser divididos entre os depósitos antropogênicos e depósitos quaternários. Essas duas unidades foram caracterizadas durante a execução das sondagens de investigação na área AI-01 e do ginásio poliesportivo, e são descritas a seguir. Os perfis das sondagens de investigação realizadas e dos poços de monitoramento instalados são apresentados no **Anexo 10**.

Depósitos antropogênicos (aterro)

Os depósitos antropogênicos referem-se a três camadas de aterro. Uma delas foi depositada nas décadas de 80 e 90 em toda margem do rio Tietê, a qual inclui a região em que a **USP LESTE** está inserida, e era oriunda das dragagens do leito desse rio que visaram a sua retificação. Uma segunda camada de aterro foi disposta nos anos de 2004 a 2008 em toda a Gleba I da **USP LESTE**, visando à sua terraplanagem, para posterior construção das edificações do campus. A terceira se refere ao aterro com solo de origem desconhecida, disposto em 2011, nos locais denominados de AI-01, AI-02 e AI-03 da **USP LESTE**.

Além dessas camadas de aterro, foram identificadas as seguintes coberturas sobrepostas aos mesmos: concreto, camada de brita média e gramíneas, sendo que esta última recobre a maior parte da AI-01.

A camada de aterro de origem desconhecida foi descrita durante as sondagens de investigação, conforme segue abaixo:

- Areia siltosa a areia argilosa, de coloração marrom avermelhada, com mica, por vezes com caulim, eventualmente com fragmentos de materiais da construção civil (fragmentos de azulejo, concreto, telha, madeira e tijolo), arames, luvas, latas de tinta, panos e estopas.

A camada de aterro utilizada para a terraplanagem da Gleba I foi descrita durante as sondagens de investigação, conforme segue abaixo:

- Areia siltosa a areia pouco siltosa, de coloração marrom avermelhada, com fragmentos de materiais da construção civil (fragmentos de azulejo, concreto e telha), eventualmente com mica e caulim.

A camada de aterro oriundo da dragagem do leito do rio Tietê foi descrita durante as sondagens de investigação e é composta por:

- Argila arenosa a silte arenoso, de coloração cinza amarronzada ou preta ou de coloração variegada (marrom, vermelho, cinza, amarelo), rica em restos vegetais, eventualmente com restos de plástico e fragmentos de piso de ardósia, por vezes com porções de areia, algumas vezes siltosa, de coloração ocre, e silte compacto de coloração cinza claro.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

Depósitos quaternários (aluvionares)

Os depósitos quaternários correspondem às camadas aluvionares depositadas naturalmente na região pela ação do rio Tietê e seus afluentes. Caracterizam-se pelas camadas descritas a seguir:

- Argila plástica a argila arenosa (fina a grossa), rica em restos vegetais, de coloração preta;
- Areia (muito fina) siltosa, de coloração cinza amarronzada a marrom escura, rica em mica, por vezes com restos vegetais e com porções mais compactas;
- Areia (fina a grossa), de coloração marrom a cinza, por vezes pouco siltosa, rica em mica.

Salienta-se que essas camadas aparecem frequentemente intercaladas ou em lentes descontínuas, possivelmente devido ao caráter originalmente meandrante do rio Tietê e dos córregos da região, atualmente retificados.

5.2.3. Análises químicas e geotécnicas

Os resultados das análises dos parâmetros geotécnicos dos solos locais são apresentados na **Tabela 5.2.3.1.**. O **Anexo 11** apresenta os laudos das análises laboratoriais das amostras deformadas e indeformadas (estas últimas coletadas em duplicata) nos horizontes predominantes da área de interesse.

Com base nos resultados das análises granulométricas e com o auxílio do manual de classificação textural do solo (IBGE, 2007), bem como a classificação de Shepard (1957), foi possível denominar que as amostras deformadas, coletadas tanto na zona saturada como na não saturada, correspondem a solo como matriz areno siltosa e areno argilosa, coerente com a litologia descrita para a área.

As amostras deformadas identificadas como AG-01 (ZNS), AG-02 (ZNS) e AG-03 (ZNS) foram coletadas a 0,40 m de profundidade, nas sondagens ST-121, ST-125 e ST-130, respectivamente, e representam o horizonte do aterro de origem desconhecida. Nas amostras deformadas coletadas na zona saturada (AG-01 ZS, AG-02 ZS e AG-03 ZS), o horizonte também é coerente com a granulometria encontrada (areno siltosa).

Desta forma, conforme a **Tabela 5.2.3.1.**, a fração de carbono orgânico média, para a zona não saturada, é de 0,006 e, para a zona saturada, de 0,009, resultando na média de 0,0074 para o meio físico estudado. A densidade aparente média é de 1,57 g/cm^3.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

Tabela 5.2.3.1. Resultados analíticos dos parâmetros físicos e físico-químicos do solo

Parâmetros	Unidade	Sondagem / Identificação da amostra / Profundidade de coleta (m)					
		ST-121 AG-01 (ZNS) 0,40	ST-121 AG-01 (ZS) 2,50	ST-125 AG-02 (ZNS) 0,40	ST-125 AG-02 (ZS) 2,00	ST-130 AG-03 (ZNS) 0,40	ST-130 AG-03 (ZS) 2,50
Densidade de Partículas	g/cm³	2,43	2,39	2,53	2,48	2,54	2,47
Argila	%	4,61	13,70	19,00	7,35	36,50	5,26
Silte	%	32,40	33,90	28,00	38,80	13,70	32,60
Areia muito fina	%	7,91	24,50	8,19	18,00	5,53	21,60
Areia fina	%	9,68	11,90	10,60	14,00	9,49	19,40
Areia média	%	13,20	6,52	11,70	10,60	15,50	9,12
Areia grossa	%	13,20	5,55	9,38	5,49	11,90	4,25
Areia muito grossa	%	8,94	2,90	6,40	2,16	6,68	2,47
Cascalho	%	10,10	1,10	6,57	3,55	0,78	5,30
Areia Total	%	63,06	52,46	52,89	53,82	49,81	62,14
Matéria orgânica	%	1,03	2,28	1,04	1,16	0,91	1,42
FOC	%	0,60	1,32	0,60	0,67	0,53	0,82
Profundidade de coleta	m	0,40	na	0,40	na	0,40	na
Densidade aparente	g/cm³	1,54	na	1,43	na	1,75	na
Porosidade efetiva	%	5,06	na	4,01	na	5,41	na
Porosidade total	%	41,80	na	45,80	na	35,50	na

ZNS - Amostra coletada na zona não saturada.

ZS - amostra coletada na zona saturada.

FOC - Fração de Carbono Orgânico.

na - Não analisado devido a amostra apresentar-se saturada.

A porosidade total média foi de 41,03 %, com porosidade efetiva relativamente baixa (média de 4,83 %), entretanto dentro da variação registrada por Morris and Johnson, 1967 *apud* McWhorter and Sunada, 1977.

A partir da malha de sondagem de investigação e do resultado médio da densidade aparente, pode-se calcular o volume total e a massa total aproximados, da camada de aterro de origem desconhecida depositada na AI-01.

Desta forma, o volume e massa totais aproximados foram de 16.375,27 m^3 e 25.709,18 toneladas, respectivamente. Desta forma, pôde-se concluir que dos 109.000,00 m^3 de solo de origem desconhecida que foram depositados na área, de acordo com representantes da SEF/USP e da **USP LESTE**, aproximadamente 16.375,27 m^3 foram depositados na AI-01.

Estão apresentados abaixo os resultados obtidos a partir das análises químicas das amostras de solo. As cópias das cadeias de custódia e *check list*, assim como os laudos analíticos das amostras de solo estão apresentadas nos **Anexos 6** e **11**, respectivamente.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

Metais

Em baixas concentrações, muitos metais são essenciais para o crescimento de diversos organismos, desde bactérias a plantas, e até ao ser humano (Nakano e Avila-Campos, s.d.). Todavia, em altos teores, metais podem ser prejudiciais aos sistemas biológicos.

A presença de metais no solo pode ser de origem natural, devida ao processo de alteração das rochas; alguns dos mais comumente encontrados são o alumínio, o ferro e o manganês. A presença de metais no solo também pode ser antropogênica, devida à deposição de cinzas, ao uso de fertilizantes químicos e adubos orgânicos, e à disposição de resíduos urbanos e industriais (Tsutiya, 1999; Melo *et* al., 2006).

Nas **Tabelas 5.2.3.1.a.** a **5.2.3.1.l.**, presentes no **Anexo 12**, são apresentados os resultados analíticos para metais (listados em CETESB, 2005), bem como de berílio total e tálio.

Observa-se que foram quantificados teores de metais acima dos padrões de referência ambiental para manganês (ST-60 / 0,3 m) e alumínio (ST-68 / 1,5 m) nas amostras de solo da área AI-01, e chumbo nas amostras ST-122 / 0,3 m e ST-124 / 1,0 m coletadas no ginásio poliesportivo. Salienta-se que o alumínio e o manganês são oriundos da lixiviação dos minerais naturalmente presentes no solo.

Vale salientar que as concentrações de chumbo detectadas acima de V.I. foram quantificadas nas amostras coletadas fora dos limites da AI-01 e no aterro utilizado para terraplanagem da Gleba I, desta forma, as mesmas não serão incluídas na etapa de avaliação de risco, pois estarão previstos para os trabalhos futuros a investigação completa nas áreas permeáveis da **USP LESTE**, com exceção da AI-01 que já foi investigada, incluindo a delimitação das concentrações de chumbo detectadas nas sondagens ST-122 e ST-124.

Para o tálio, não foram denotadas concentrações acima do limite de quantificação, entretanto, devido a restrições na metodologia analítica, o laboratório informou (**Anexo 13**) que não é possível por meio das tecnologias disponíveis no mercado, alcançar a mesma ordem de grandeza do valor de referência utilizado, isto é, o RSL (USEPA, 2013). Ressalta-se que a própria CETESB não definiu valor de intervenção para esse elemento.

Bifenilas Policloradas (PCB)

Bifenilas Policloradas (PCB) é a denominação para substâncias organocloradas resultantes da reação do grupo bifenila com cloro anidro, na presença de catalizador (Penteado e Vaz, 2001). Os PCB foram sintetizados pela primeira vez ao redor de 1800 na Alemanha, embora sua produção em escala industrial tenha se iniciado apenas a partir de 1922.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

O amplo uso de produtos contendo PCB em diversos setores da indústria é devido essencialmente às suas propriedades físico-químicas, entre as quais se destacam a alta constante dielétrica e a elevada estabilidade térmica.

Não há registros de produção de PCB no Brasil; o produto era importado principalmente da Alemanha e dos Estados Unidos (Penteado e Vaz, 2001; Tardivo, 2004). Em 1981, estabeleceu-se a proibição da fabricação, do uso e do comércio de PCB em todo o território brasileiro, bem como o descarte de PCB ou produtos contaminados em cursos de água e a exposição de equipamentos com PCB a intempéries.

Devido à disseminação de seu uso e à sua estabilidade, combinados ao frequente mau acondicionamento dos produtos, os PCB configuraram-se em contaminantes ambientais persistentes (Tardivo, 2004).

As **Tabelas 5.2.3.2.a.** a **5.2.3.2.k.** (**Anexo 12**) indicam os resultados analíticos para PCB nas amostras de solo da AI-01. Entre as substâncias analisadas, constata-se que o teor de PCB total nas amostras oriundas das sondagens/profundidade de coleta: ST-22 / 1,0 m, ST-25 / 0,3 m, ST-90 / 0,3 m, ST-99 / 0,3 m e ST-123 / 0,3 m, executadas na porção central e sudeste da AI-01, ultrapassou o valor de intervenção estabelecido pela CETESB (2014).

Essas amostras foram coletadas, predominantemente, na camada de areia siltosa / areia argilosa que compõe o aterro de solo com origem desconhecida. Apenas na amostra ST-22 / 1,0 m a descrição litológica indicou se tratar da camada de aterro areno siltoso oriundo da terraplanagem, cuja origem é conhecida e comprovadamente não é contaminado (Alano Serviços de Terraplanagem).

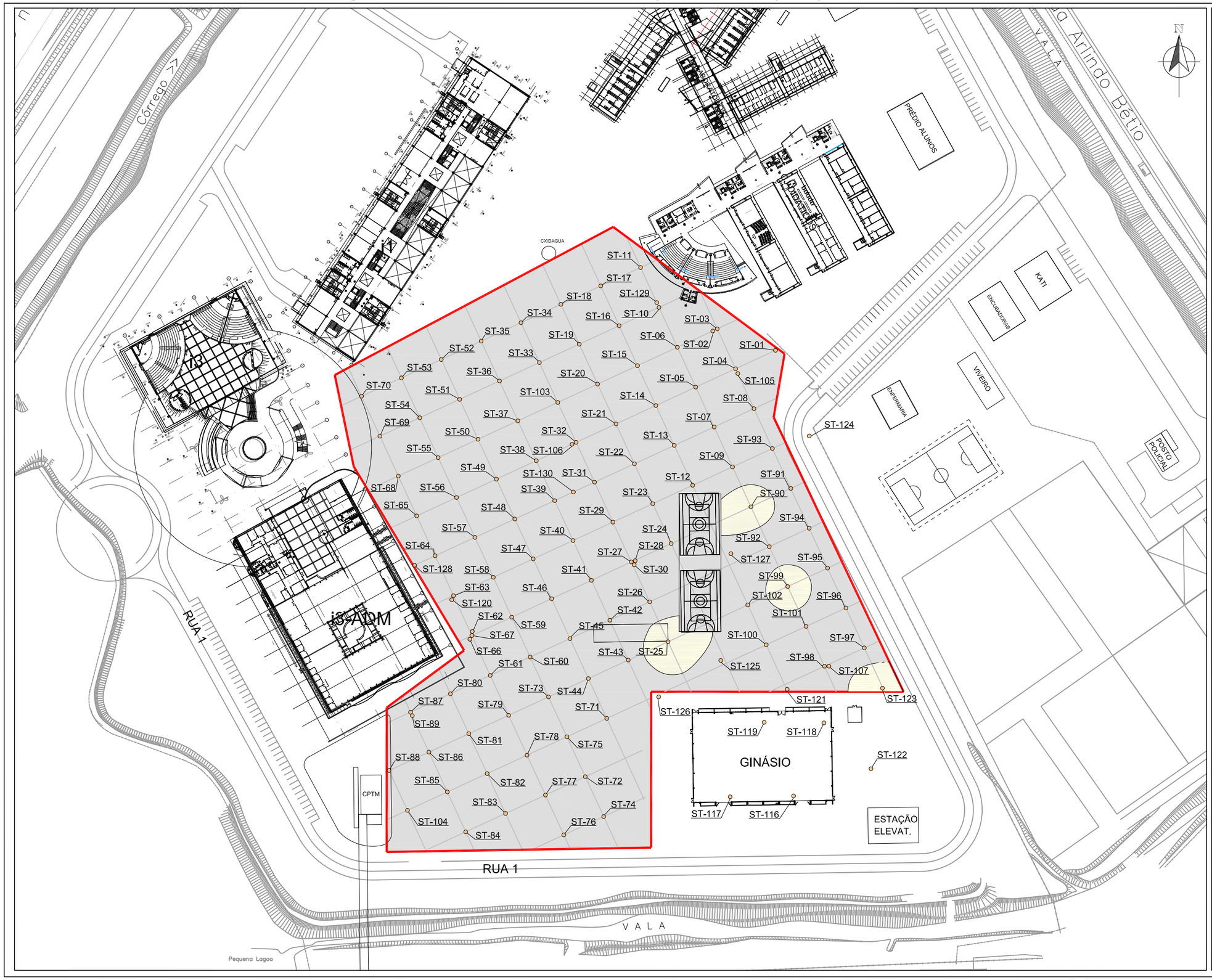
Nas **Figuras 5.2.3.1.** e **5.2.3.2.** é possível visualizar em planta a distribuição das concentrações de PCB quantificadas no solo superficial e subsuperficial.

Avaliando-se trabalhos ambientais anteriores (Servmar 2005, 2011; IPT, 2011a), observa-se que no campus da **USP LESTE** não há histórico de contaminação dos solos por PCB. Considerando-se ainda que esse grupo de compostos foi quantificado acima do padrão ambiental apenas em pontos dispersos na AI-01, sugere-se que a presença de PCB no solo seja oriunda do solo de origem desconhecida depositado para aterro em 2011. A presença de PCB na amostra ST-22 / 1,0 m pode estar associada ao revolvimento ocorrido durante os eventos de aterramento, provocando o deslocamento desse contaminante.

Por fim, salienta-se que, à exceção da ST-22, nas demais sondagens supracitadas as concentrações de PCB foram quantificadas apenas superficialmente. Foi possível delimitar a extensão horizontal e vertical da pluma de fase retida na zona insaturada da região investigada. Salienta-se que para a delimitação da fase retida verificada na região representada pela ST-123 (limite sudeste da AI-01), utilizou o limite do aterro com solo de origem desconhecida constatado nas imagens aéreas da AI-01 e durante as sondagens de investigação realizadas entre a AI-01 e o ginásio poliesportivo.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

Figura 5.2.3.1. Mapa de isoconcentrações de PCB (total) no solo superficial na área AI-01



Projeto:
Investigação detalhada na Área AI-01

Contrato Interno: 4841
Revisão: 01

Data de emissão do Relatório
02/2014

Área de solo exposto (aterro)

ST-10 Sondagem de investigação

Concentração de PCB Total (µg/kg)

Linha de isoconcentração definida

Linha de isoconcentração inferida

> 30,0

Escala
0 20 40(m)

Servmar
AMBIENTAL & ENGENHARIA

Cliente:
USP LESTE
Av. Dr. Arlindo Bettio, nº 1000
São Paulo - SP

Desenhado por:	Fabiana Regina dos Santos
Elaborado por:	Roberta Menegazzi
Aprovado por:	Aline Bernice

Figura 5.2.3.2. Mapa de isoconcentrações de PCB (total) no solo subsuperficial na área AI-01

Projeto:
Investigação detalhada na Área AI-01

Contrato Interno: 4841 Revisão: 00	Data de emissão do Relatório **02/2014**

Área de solo exposto (aterro)

ST-10 Sondagem de investigação

Concentração de PCB Total (µg/kg)

Linha de isoconcentração definida

Linha de isoconcentração inferida

> 30,0

Escala
0 20 40(m)

Servmar
AMBIENTAL & ENGENHARIA

Cliente:
USP LESTE
Av. Dr. Arlindo Bettio, nº 1000
São Paulo - SP

Desenhado por:	Roberto M. Santana
Elaborado por:	Daphne Pino
Aprovado por:	Aline Bernice

Informa-se também, com base nessas fotos aéreas que as quadras esportivas existentes no interior da AI-01 já existiam em 2010 e 2011 e, portanto, a região onde as mesmas encontram-se instaladas não foi aterrada com o solo de origem desconhecida.

Pesticidas organoclorados

Na década de 1990, compostos organoclorados foram amplamente utilizados na produção de pesticidas no Brasil, tornando-se contaminantes onipresentes no ambiente (Tardivo, 2004).

Pesticidas usados no controle de pragas, doenças e ervas daninhas das culturas agrícolas, mesmo que utilizados corretamente, podem gerar problemas de ordem ecológica ou de saúde pública (Lara e Batista, 1992).

Os pesticidas acumulam-se facilmente na cadeia alimentar, devido ao caráter lipofilicida e persistente desses compostos (Tardivo, 2004). Caracterizam-se como tóxicos devido à sua estrutura ser diferente das substâncias normalmente encontradas na natureza, de forma que os organismos contaminados não são capazes de metabolizá-los, provocando a acumulação (Tardivo, 2004).

Os resultados das análises de pesticidas organoclorados nas amostras de solo da área AI-01 são apresentados nas **Tabelas 5.2.3.3.a.** a **5.2.3.3.l.**, do **Anexo 12**. Note-se que essas substâncias não foram quantificadas acima do limite laboratorial e encontram-se abaixo dos padrões de referência utilizados (CETESB, 2014 e RSL, 2013).

Compostos orgânicos voláteis (VOC)

Os VOC são compostos químicos com elevada pressão de vapor a temperaturas ambientes (Zogorski *et al.*, 2006), incluindo tanto compostos naturais como artificiais. Em relação ao segundo grupo, muitos são usados na manufatura de tintas, adesivos, produtos do petróleo, farmacêuticos e fluidos refrigerantes. Também são frequentes componentes de combustíveis, solventes, fluidos hidráulicos, diluente de tintas e agentes de limpeza a seco (USGS, 2005; US EPA, s.d.).

Conforme a concentração em que se encontram, os VOC podem resultar em efeitos crônicos ou agudos à saúde humana (Silveira, 2001), além de ocasionar danos ao meio ambiente.

Não foram identificados teores de VOC acima do limite de quantificação, desta forma, as concentrações não ultrapassam os valores de referência utilizados, conforme observado nas **Tabelas 5.2.3.4.a.** a **5.2.3.4.i.**, presentes no **Anexo 12**.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

Compostos orgânicos semi-voláteis (SVOC)

Os SVOC são compostos orgânicos cujo ponto de ebulição é superior ao da água e que podem se volatilizar quando expostos a temperaturas superiores a do ambiente (US EPA, s.d.). Assim como os VOC, também são prejudiciais à saúde humana e ao ambiente em elevados teores.

O fator mais significativo que afeta o teor de SVOC na água é a presença de sólidos suspensos (USGS, 2013). No caso de sedimentos, é a presença de carbono orgânico e a distância em relação à fonte.

As **Tabelas 5.2.3.5.a.** a **5.2.3.5.h.** (**Anexo 12**) apresentam os resultados das análises de SVOC nas amostras de solo.

Verifica-se que não foram detectadas concentrações acima dos padrões ambientais para os SVOC.

Compostos inorgânicos - Série nitrogenada

Os resultados para os parâmetros inorgânicos (séries nitrogenada e sulfatada, fosfato, cloreto e cianeto) das análises realizadas nas amostras de solo da área AI-01 são apresentados nas **Tabelas 5.2.3.6.a.** a **5.2.3.6.l.**, que se encontram no **Anexo 12**. Os compostos analisados são discutidos a seguir.

O nitrato e o amônio em solos e águas podem ser de origem natural, constituindo-se em produtos da mineralização da matéria orgânica (Sampaio *et al.*, 2010). Entretanto, em elevadas concentrações, a presença de nitrogênio em suas diversas formas iônicas (nitrito, nitrato, amônio) no solo ou na água subterrânea pode ser empregada como um indicador de contaminação. O tipo de composto observado pode ser também sugestivo do tipo de ambiente (redutor ou oxidante) e ainda do tempo em que ocorreu a contaminação.

A transformação de um íon de nitrogênio para outro ocorre principalmente através da ação de bactérias: no processo de nitrificação, o amônio é oxidado a nitrito e posteriormente a nitrato; no processo de desnitrificação, o nitrato é reduzido a óxido nitroso e a nitrogênio molecular.

Em zona não saturada tipicamente aeróbia, a desnitrificação pode ocorrer dentro de micro-ambientes anaeróbios formados nos espaços entre os poros no interior de sedimentos de granulação mais fina, de baixa condutividade hidráulica (Varnier, 2007).

A maior parte do nitrogênio nos solos é absorvida pelas plantas na forma inorgânica, como amônio e, principalmente, como nitrato. Todavia, o excesso de nitrogênio acrescentado pela fertilização de culturas agrícolas pode consistir em uma fonte de contaminação do solo e da água superficial e subterrânea, devido à lixiviação dos solos (Embrapa, 2011).

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

O nitrato é comumente encontrado em pequenas quantidades em esgotos domésticos. Todavia, em estações de tratamento biológico nitrificantes, teores acima de 30 mg/L de nitrato podem ser quantificadas nos efluentes (Embrapa, 2011).

O nitrito auxilia a avaliar a intensidade da contaminação por nitrato, uma vez que o nitrito pode ser rapidamente oxidado a nitrato em ambientes oxidantes.

A amônia, por sua vez, indica contaminação recente por matéria orgânica. Em águas ou solos naturais, é encontrada em baixos teores, devido ao processo de degradação biológica da matéria orgânica. Concentrações mais altas podem ser resultado de contaminação por esgoto ou efluentes industriais.

O termo nitrogênio total refere-se à combinação do íon amônio e do nitrogênio orgânico.

O método Kjeldahl de determinação do nitrogênio total consiste na digestão completa das amostras em ácido sulfúrico concentrado com catalisadores (como sais de cobre e titânio) em alta temperatura (US EPA 2001). São analisados apenas os compostos de nitrogênio orgânico que aparecem como nitrogênio ligado organicamente no estado trivalente. O nitrogênio nessa forma é convertido em sais de amônio pela ação de ácido sulfúrico e peróxido de hidrogênio. Determina-se, então, o teor de amônio.

Dentre as 218 amostras de solo coletadas, em 170 (78%) foram quantificadas concentrações de nitrato, com teores entre 0,171 mg/kg e 24,90 mg/kg. Os maiores teores (acima de 5,00 mg/kg foram quantificados tanto nas amostras coletadas na porção superficial quanto subsuperficial, com ocorrências nas porção sudoeste, central e oeste da AI-01.

Não foram quantificados teores de nitrito nas amostras de solo analisadas e, em relação ao nitrogênio amoniacal (i.e. tanto na forma de amônia e como de amônio) foram encontrados teores entre 0,753 mg/kg e 228,6 mg/kg, em cerca de 73% das amostras analisadas. As maiores concentrações dessa substância encontram-se distribuídas nas porções sul e leste da AI-01.

Assim, observa-se que as quantidades de nitrogênio amoniacal são superiores às de nitrato, sugerindo ambientes com tendência redutora e alteração da qualidade dos solos depositados na área, possivelmente por esgotos. Salienta-se que a degradação da matéria orgânica, presente a partir de 3,0 ou 4,0 m de profundidade e abundante de 7,5 a 8,0 m, também é uma fonte potencial de nitrogênio amoniacal, embora em quantidades menos expressivas do que contaminantes antropogênicos.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

Compostos inorgânicos - Série sulfatada

O enxofre pode ser encontrado na natureza em quatro estados de oxidação, os quais se transformam entre si conforme as condições ambientes: sulfeto, enxofre elementar, sulfito, sulfato.

Sua presença é em geral devida a descargas de esgotos domésticos, através da degradação de proteínas, e de efluentes industriais, como os oriundos de indústrias de celulose e papel, química, farmacêutica. Em águas tratadas, o sulfato é proveniente do emprego de coagulantes, tais como o sulfato de alumínio, sulfato ferroso, sulfato férrico e caparrosa clorada (Morita & Piveli, 1996).

Em depósitos de matéria orgânica, em ambiente anaeróbico, pode ser transformado em sulfeto, provocando a exalação de gás sulfídrico.

O sulfato total aparece disseminado por toda a área AI-01 (**Tabelas 5.2.3.6.a.** a **5.2.3.6.l.** - **Anexo 12**). Entretanto, os valores mais elevados, superiores a 500 mg/kg, concentram-se essencialmente na porção centro-leste da AI-01 e na porção adjacente, fora dos limites da AI-01, na entrada da estação da CPTM.

Teores de sulfeto total foram quantificados em 74% das amostras analisadas e são menos expressivos do que os teores de sulfato total, quantificado em 100% das amostras. Os maiores valores de sulfeto, acima de 10 mg/kg, são encontrados predominantemente nas porções extremo leste e oeste da área AI-01, em geral próximas a algum ponto com elevada concentração de sulfato.

Não foram quantificadas concentrações de sulfito acima dos limites de quantificação laboratoriais nas amostras de solo da área AI-01.

Compostos inorgânicos - Fosfato

O fósforo é essencial para o crescimento dos organismos (Embrapa, 2011). É encontrado nas formas orgânica (matéria orgânica dissolvida e particulada na biomassa) e inorgânica (sais dissolvidos de fósforo e minerais pouco solúveis).

Fosfatos podem ser ainda de origem antrópica, oriundos de esgoto bruto ou tratado, de drenagem agrícola, e ainda de resíduos industriais. Entretanto, a principal fonte de fósforo em águas residuais são detergentes fosfatados de uso doméstico, os quais são empregados em grande escala.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

Os teores de fosfato na área variaram entre 0,421 mg/kg e 118,1 mg/kg, sendo quantificado em 83 % das amostras analisadas. Os maiores teores predominaram na porção central da AI-01. As **Tabelas 5.2.3.6.a.** a **5.2.3.6.l.**, que constam no **Anexo 12**, apresentam os resultados obtidos.

Compostos inorgânicos - Cloreto

O cloreto é um ânion que pode ser de ocorrência natural nas águas devido à lixiviação dos solos e à alteração das rochas. Quando antropogênico, as principais fontes são os esgotos sanitários e efluentes industriais dos setores de petróleo, farmacêutico e de curtumes (Morita & Piveli, 1996).

Conforme indicado nas **Tabelas 5.2.3.6.a.** a **5.2.3.6.l.**, teores de cloreto total acima de 10 mg/kg foram quantificados em diversas amostras de solo da AI-01, distribuídas por toda a área.

Compostos inorgânicos - Cianeto

Compostos de cianeto entram no ambiente por diversas vias, podendo liberar cianetos livres, os quais são extremamente tóxicos (Silva, 2005). Nos solos, o cianeto pode ocorrer na forma de compostos solúveis ou como complexos estáveis e insolúveis.

Uma das fontes não naturais de cianeto no ambiente são as descargas de efluentes industriais, em especial aqueles provenientes de atividades de galvanoplastia. Nesse processo, é feito o recobrimento de uma peça metálica com outro metal, a fim de protegê-la contra a corrosão ou aumentar a resistência mecânica. Esse recobrimento é executado através da incursão de corrente elétrica e um banho da peça, sendo o cianeto um dos eletrólitos comumente utilizados nesse banho alcalino (Silva, 2005).

Nas amostras de solo coletadas na área AI-01 não foram quantificados teores de cianeto acima do limite de quantificação laboratorial e, portanto, encontram-se abaixo dos padrões ambientais.

5.3. Resultados da água subterrânea

5.3.1. Hidrogeologia

A partir das descrições e informações obtidas em campo, juntamente com os resultados das análises físicas realizadas nas amostras deformadas e indeformadas de solo e de dados bibliográficos, pode-se caracterizar o aquífero sedimentar como livre, composto predominantemente por horizontes com matriz areno siltosa e areno argilosa, sendo que durante os trabalhos de campo não foi atingido o limitante inferior do aquífero livre até a profundidade máxima perfurada (9,60 m, ST-106/ PM-27A).

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

A partir das cotas e do nível estabilizado da água subterrânea medidos nos poços de monitoramento, foi possível calcular as cargas hidráulicas (**Tabela 5.3.1.1.**). Salienta-se que não foram observados indícios visuais de contaminação nos poços de monitoramento.

Assim, por meio da interpolação das cargas hidráulicas, foi possível confeccionar os mapas potenciométricos nas porções superior e inferior do aquífero local, apresentados nas **Figuras 5.3.1.1.** e **5.3.1.2.**.

Verifica-se nesta figura que o fluxo de água subterrânea na porção superior do aquífero no campus da **USP LESTE** é preferencialmente para norte, em sentido ao córrego que flui entre a Rua de Acesso e o limite norte da **USP LESTE**.

Observou-se também um divisor de águas subterrâneas na área central da AI-01, o qual faz com que o fluxo local também apresente componente em sentido ao córrego artificial a sul do campus da **USP LESTE**.

Já na porção inferior, o fluxo de água subterrânea apresentou sentido preferencial para nordeste. É importante destacar que o poço PM-15, reinstalado pelo IPT (2010) em substituição ao PM-04A da Servmar (2005), é representativo da camada inferior do aquífero livre, pois possui seção filtrante entre 5,5 m e 9,5 m.

Em relação ao monitoramento do nível estabilizado de água subterrânea de todos os poços instalados na USP LESTE, realizado no dia 03 de janeiro de 2014, constata-se que houve variação entre 0,57 m (PM-14) e 4,35 m (PM-25), com média de 2,03 m, sendo que, em relação apenas aos poços na AI-01, a profundidade média do nível freático foi de 1,80 m.

Já na porção inferior, o nível estabilizado da água subterrânea variou entre 4,17 m (PM-30A) e 7,16 m (PM-16A), com média de 6,17 m.

Na avaliação das cargas hidráulicas dos cinco conjuntos de pares multiníveis instalados na AI-01 (PM-26/ PM-26A, PM-27/PM-27A, PM-30/PM-30A, PM-36/PM-36A e PM-39/PM-39A), constata-se que o fluxo vertical é descendente, característico de áreas de recarga do aquífero.

As **Figuras 5.3.1.3.** a **5.3.1.26.** apresentam as seções hidrogeológicas A-A’ a Y-Y’, com as representações longitudinais e transversais ao sentido preferencial do fluxo da água subterrânea na AI-01. Verifica-se que, de modo geral, o nível estabilizado da água subterrânea se encontra na camada de aterro oriundo da dragagem do leito do rio Tietê.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

Tabela 5.3.1.1. Cotas altimétricas, medidas de nível d'água e cargas hidráulicas (03/01/2014)

Poço	Cota (m)	N.A[1] (m)	Indicios visuais de contaminação	Carga Hidráulica (m)
PM-01	99,44	3,65	Ausente	95,79
PM-02	99,43	2,08	Ausente	97,35
PM-03	99,35	1,30	Ausente	98,05
PM-04	99,33	3,24	Ausente	96,09
PM-05	98,96	1,19	Ausente	97,77
PM-06	99,03	1,07	Ausente	97,96
PM-07	99,46	1,87	Ausente	97,59
PM-08	99,09	3,42	Ausente	95,67
PM-09	96,94	2,08	Ausente	94,86
PM-10	99,21	1,73	Ausente	97,48
PM-11	99,35	2,39	Ausente	96,96
PM-12	98,96	1,85	Ausente	97,11
PM-14	99,03	0,57	Ausente	98,46
PM-15	98,74	6,85	Ausente	91,89
PM-16	97,36	2,35	Ausente	95,01
PM-17	98,66	3,10	Ausente	95,56
PM-18	99,25	2,20	Ausente	97,05
PM-20	99,5	1,68	Ausente	97,82
PM-21	98,67	2,32	Ausente	96,35
PM-22	98,99	1,54	Ausente	97,45
PM-23	98,97	1,77	Ausente	97,20
PM-24	98,98	3,64	Ausente	95,34
PM-25	98,93	4,35	Ausente	94,58
PM-26	99,58	1,88	Ausente	97,70
PM-26A	99,59	6,24	Ausente	93,35
PM-27	99,93	2,70	Ausente	97,23
PM-27A	100	7,16	Ausente	92,84
PM-28	99,57	1,97	Ausente	97,60
PM-29	99,76	2,45	Ausente	97,31
PM-30	99,18	1,15	Ausente	98,03
PM-30A	99,18	4,17	Ausente	95,01
PM-31	99,7	3,89	Ausente	95,81
PM-32	99,35	2,40	Ausente	96,95
PM-33	98,79	1,23	Ausente	97,56
PM-34	98,93	1,50	Ausente	97,43
PM-35	98,99	1,22	Ausente	97,77
PM-36	99,68	2,04	Ausente	97,64
PM-36A	99,72	7,03	Ausente	92,69
PM-37	100,01	2,53	Ausente	97,48
PM-38	99,68	1,60	Ausente	98,08
PM-39	99,19	1,24	Ausente	97,95
PM-39A	99,19	5,93	Ausente	93,26
PM-40	99,78	1,79	Ausente	97,99
PM-41	99,43	1,30	Ausente	98,13
PM-42	99,27	2,00	Ausente	97,27
PM-43	98,93	1,60	Ausente	97,33
PM-44	99,18	0,73	Ausente	98,45
PM-45	99,23	0,83	Ausente	98,40

[1] Nível d'água estabilizado.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

Figura 5.3.1.1. Mapa potenciométrico da porção superior do aquífero na USP LESTE (03/01/2014)

Projeto:

Investigação Detalhada na Área AI-01

Contrato Interno: 4841 Revisão: 00	Data de emissão do Relatório **02/2014**

Servmar
AMBIENTAL & ENGENHARIA

Cliente:

USP LESTE
Av. Dr. Arlindo Bettio, nº 1000
São Paulo - SP

Desenhado por:	Nathalia Lucca
Elaborado por:	Bruno Lima
Aprovado por:	Aline Bernice

Figura 5.3.1.2. Mapa potenciométrico da porção inferior do aquífero na USP LESTE (03/01/2014)

Projeto:

Investigação Detalhada na Área AI-01

Contrato Interno: 4841 Revisão: 00	Data de emissão do Relatório **02/2014**

PM-05 — Poço de monitoramento existente

PM-39A
93,26 — Poço de monitoramento multinível
Carga hidráulica (m)

PM-01 — Poço de monitoramento preexistente

Área verde

Cabine de alta tensão

Talude

Linha férrea

Galeria

Fluxo de água superficial

Árvore

Delimitação da área AI01 da USP LESTE

Hidrogeologia

Linhas equipotenciais inferidas

Linhas equipotenciais definidas

Sentido do fluxo subterrâneo

Escala
0 50 100(m)

Servmar
AMBIENTAL & ENGENHARIA

Cliente:

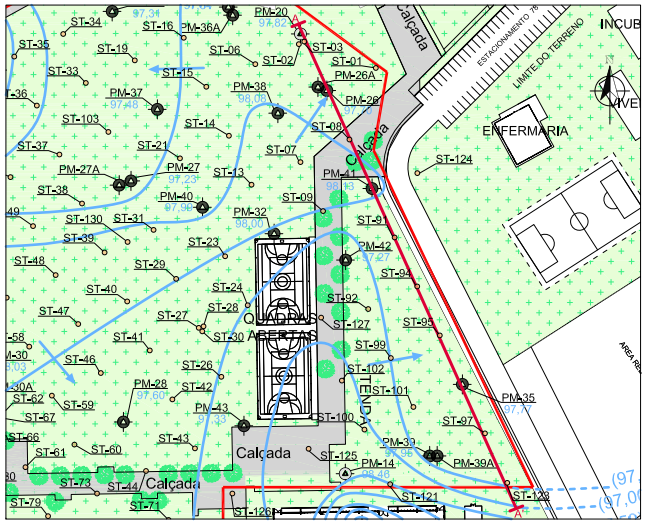
USP LESTE

Av. Dr. Arlindo Bettio, nº 1000
São Paulo - SP

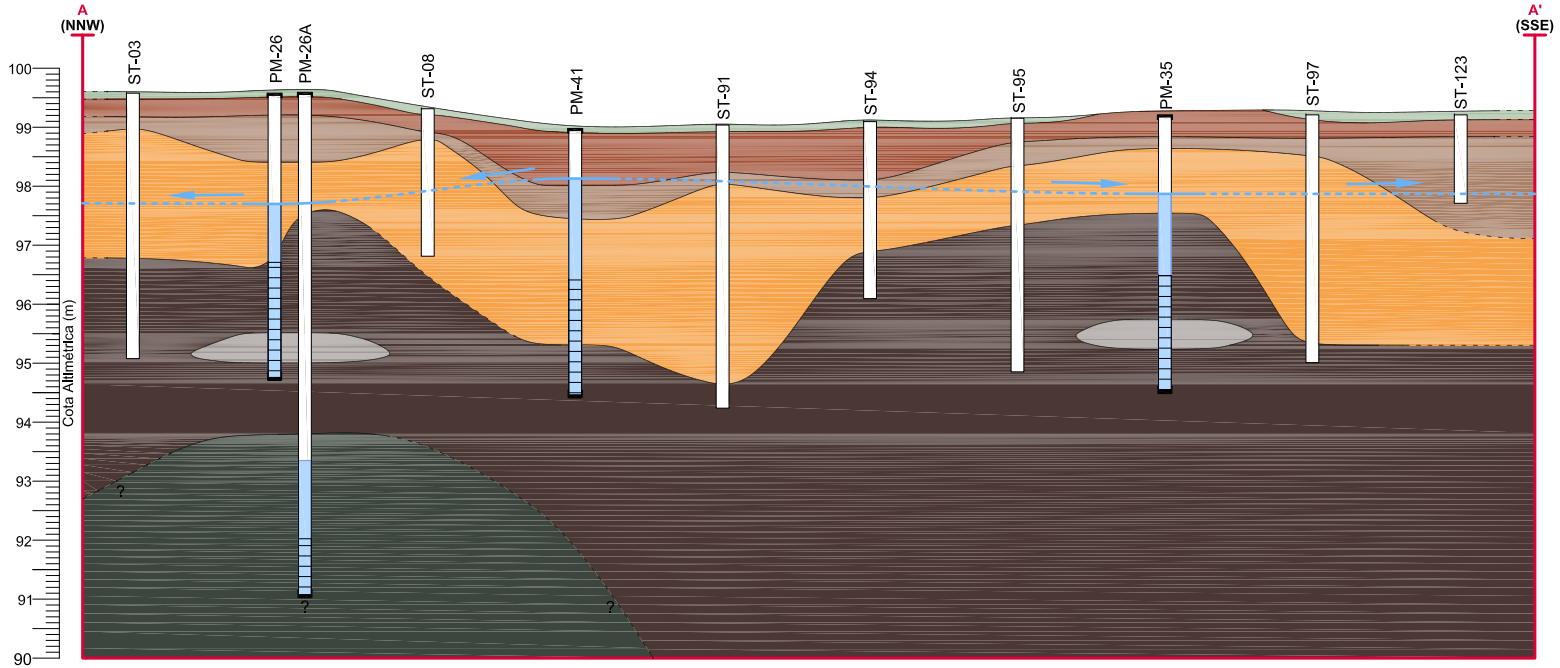
Desenhado por:	Nathalia Lucca
Elaborado por:	Bruno Lima
Aprovado por:	Aline Bernice

Figura 5.3.1.3. Seção hidrogeológica A - A' (03/01/2014)

Situação em Planta



Obs: Para efeito ilustrativo os poços de monitoramento estão superdimensionados



Projeto:
Investigação Detalhada na Área AI-01

Contrato Interno: 4841
Revisão: 00

Data de emissão do Relatório
02/2014

Depósitos antropogênicos (aterro)

- Concreto
- Grama
- Camada de brita média
- Aterro de origem desconhecida composto por areia siltosa a areia argilosa, de coloração marrom avermelhada, com mica, eventualmente com fragmentos de materiais da construção civil (azulejo, concreto, telha, madeira e tijolo), arames, luvas, latas de tinta, panos e estopas
- Aterro utilizado para terraplanagem composto por areia siltosa a areia pouco siltosa, de coloração marrom avermelhada, com fragmentos de materiais de construção civil (azulejo, concreto e telha), eventualmente com mica e caulim
- Aterro oriundo da dragagem do leito do rio Tietê composto por argila/silte arenosa, de coloração cinza amarronzada ou preta ou de coloração variegada (marrom, vermelho, cinza, amarelo), rica em restos vegetais, eventualmente com restos de plástico e outros materiais fragmentos de piso de ardósia, por vezes com porções de areia, algumas vezes siltosa, de coloração ocre e silte compacto de coloração cinza claro

Depósitos quaternários (aluvionares)

- Argila plástica a argila arenosa (fina a grossa), rica em restos vegetais, de coloração preta
- Areia (muito fina) siltosa, de coloração cinza amarronzada a marrom escura, rica em mica, por vezes com restos vegetais e com porções mais compactas
- Areia (fina a grossa), de coloração marrom a cinza, por vezes pouco siltosa, rica em mica
- Impenetrável

- Contato litológico definido
- Contato litológico inferido
- Sentido do fluxo subterrâneo
- Nível estabilizado da água subterrânea definido
- Nível estabilizado da água subterrânea inferido
- A A' Corte em planta da seção hidrogeológica
- ? Não há informação sobre a continuidade da camada

Escala Horizontal
0 20 40(m)

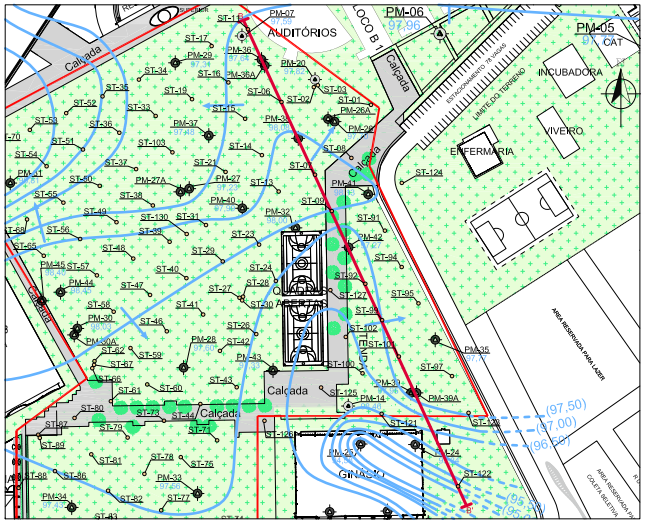
Servmar
AMBIENTAL & ENGENHARIA

Cliente:
USP LESTE
Rua Arlindo Bettio, nº 1000
São Paulo - SP

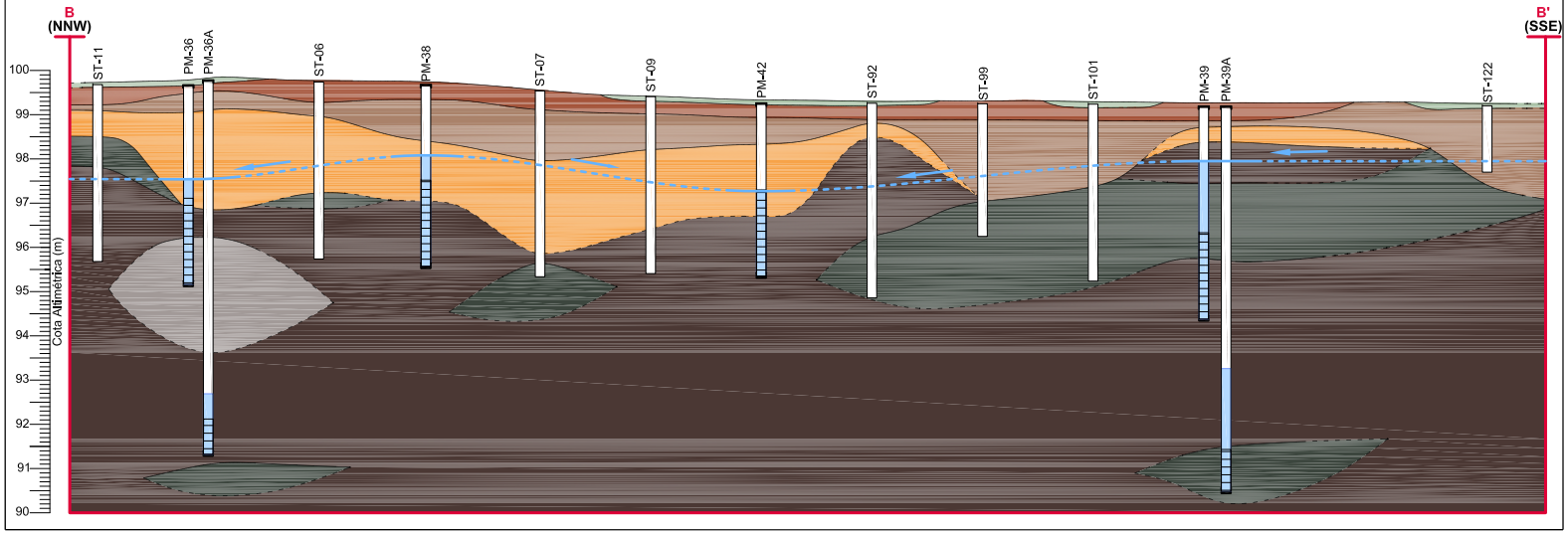
Desenhado por:	Fabiana Santos
Elaborado por:	Flavio Monteiro
Aprovado por:	Aline Bernice

Figura 5.3.1.4. Seção hidrogeológica B - B' (03/01/2014)

Situação em Planta



Obs: Para efeito ilustrativo os poços de monitoramento estão superdimensionados



Projeto:
Investigação Detalhada na Área AI-01

Contrato Interno: 4841
Revisão: 00

Data de emissão do Relatório
02/2014

Depósitos antropogênicos (aterro)

- Concreto
- Grama
- Camada de brita média
- Aterro de origem desconhecida composto por areia siltosa a areia argilosa, de coloração marrom avermelhada, com mica, eventualmente com fragmentos de materiais da construção civil (azulejo, concreto, telha, madeira e tijolo), arames, luvas, latas de tinta, panos e estopas
- Aterro utilizado para terraplanagem composto por areia siltosa a areia pouco siltosa, de coloração marrom avermelhada, com fragmentos de materiais de construção civil (azulejo, concreto e telha), eventualmente com mica e caulim
- Aterro oriundo da dragagem do leito do rio Tietê composto por argila/silte arenosa, de coloração cinza amarronzada ou preta ou de coloração variegada (marrom, vermelho, cinza, amarelo), rica em restos vegetais, eventualmente com restos de plástico e outros materiais fragmentos de piso de ardósia, por vezes com porções de areia, algumas vezes siltosa, de coloração ocre e silte compacto de coloração cinza claro

Depósitos quaternários (aluvionares)

- Argila plástica a argila arenosa (fina a grossa), rica em restos vegetais, de coloração preta
- Areia (muito fina) siltosa, de coloração cinza amarronzada a marrom escura, rica em mica, por vezes com restos vegetais e com porções mais compactas
- Areia (fina a grossa), de coloração marrom a cinza, por vezes pouco siltosa, rica em mica
- Impenetrável

- Contato litológico definido
- Contato litológico inferido
- Sentido do fluxo subterrâneo
- Nível estabilizado da água subterrânea definido
- Nível estabilizado da água subterrânea inferido
- B B' Corte em planta da seção hidrogeológica
- ? Não há informação sobre a continuidade da camada

Escala Horizontal
0 20 40(m)

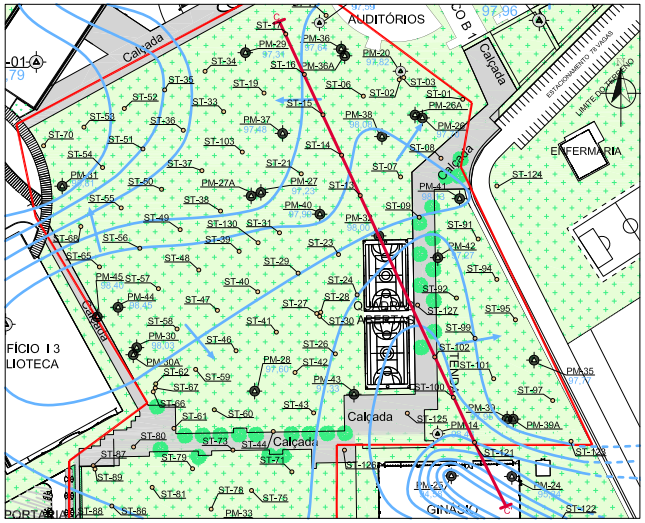
Servmar
AMBIENTAL & ENGENHARIA

Cliente:
USP LESTE
Rua Arlindo Bettio, nº 1000
São Paulo - SP

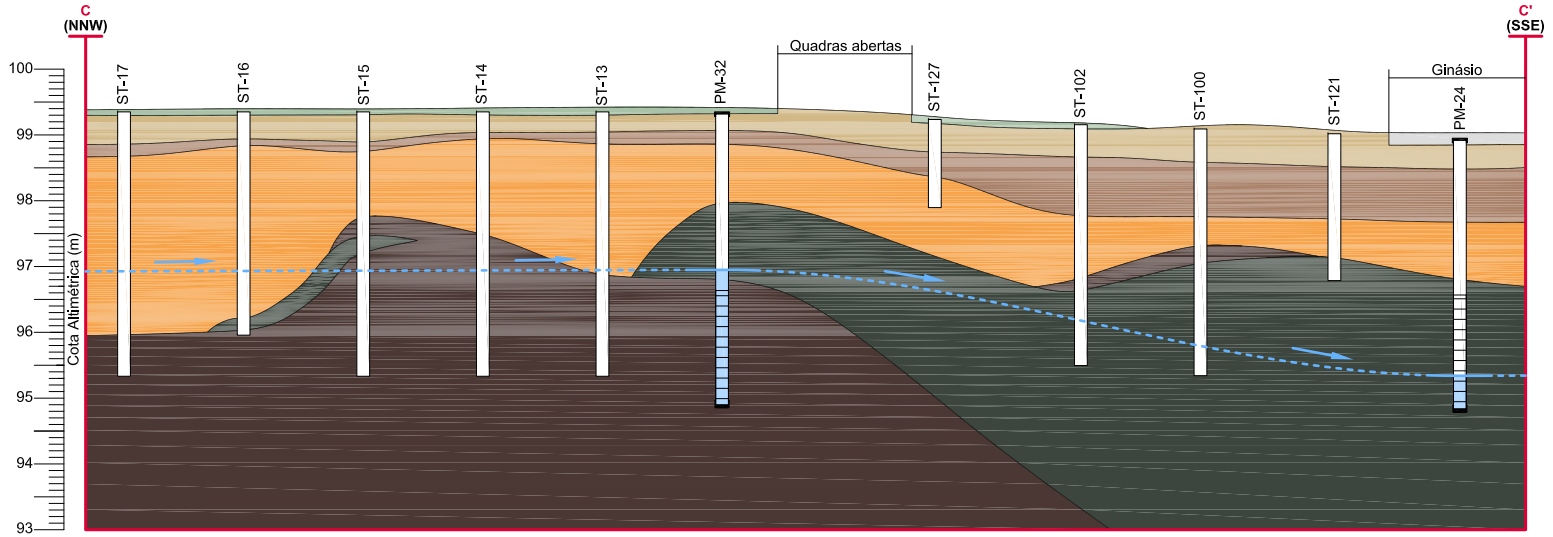
Desenhado por: Fabiana Santos
Elaborado por: Flavio Monteiro
Aprovado por: Aline Bernice

Figura 5.3.1.5. Seção hidrogeológica C - C' (03/01/2014)

Situação em Planta



Obs: Para efeito ilustrativo os poços de monitoramento estão superdimensionados



Projeto:

Investigação Detalhada na Área AI-01

Contrato Interno: 4841
Revisão: 00

Data de emissão do Relatório
02/2014

Depósitos antropogênicos (aterro)

- Concreto
- Grama
- Camada de brita média
- Aterro de origem desconhecida composto por areia siltosa a areia argilosa, de coloração marrom avermelhada, com mica, eventualmente com fragmentos de materiais da construção civil (azulejo, concreto, telha, madeira e tijolo), arames, luvas, latas de tinta, panos e estopas
- Aterro utilizado para terraplanagem composto por areia siltosa a areia pouco siltosa, de coloração marrom avermelhada, com fragmentos de materiais de construção civil (azulejo, concreto e telha), eventualmente com mica e caulim
- Aterro oriundo da dragagem do leito do rio Tietê composto por argila/silte arenosa, de coloração cinza amarronzada ou preta ou de coloração variegada (marrom, vermelho, cinza, amarelo), rica em restos vegetais, eventualmente com restos de plástico e outros materiais fragmentos de piso de ardósia, por vezes com porções de areia, algumas vezes siltosa, de coloração ocre e silte compacto de coloração cinza claro

Depósitos quaternários (aluvionares)

- Argila plástica a argila arenosa (fina a grossa), rica em restos vegetais, de coloração preta
- Areia (muito fina) siltosa, de coloração cinza amarronzada a marrom escura, rica em mica, por vezes com restos vegetais e com porções mais compactas
- Areia (fina a grossa), de coloração marrom a cinza, por vezes pouco siltosa, rica em mica
- Impenetrável

- Contato litológico definido
- Contato litológico inferido
- Sentido do fluxo subterrâneo
- Nível estabilizado da água subterrânea definido
- Nível estabilizado da água subterrânea inferido
- C C' Corte em planta da seção hidrogeológica
- ? Não há informação sobre a continuidade da camada

Escala Horizontal
0 20 40(m)

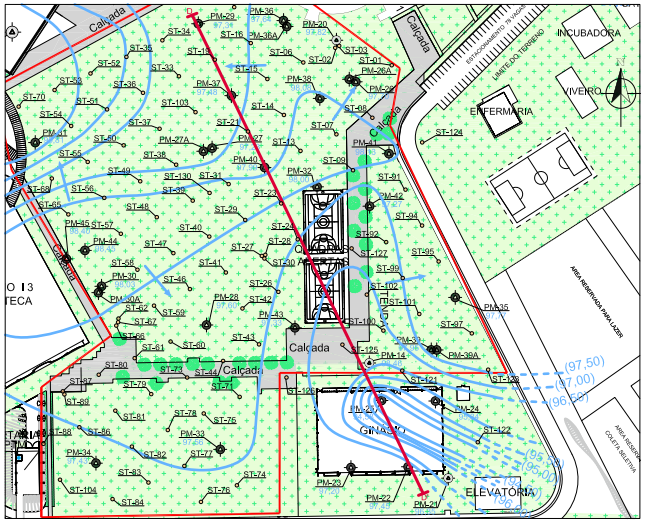
Servmar
AMBIENTAL & ENGENHARIA

Cliente:
USP LESTE
Rua Arlindo Bettio, nº 1000
São Paulo - SP

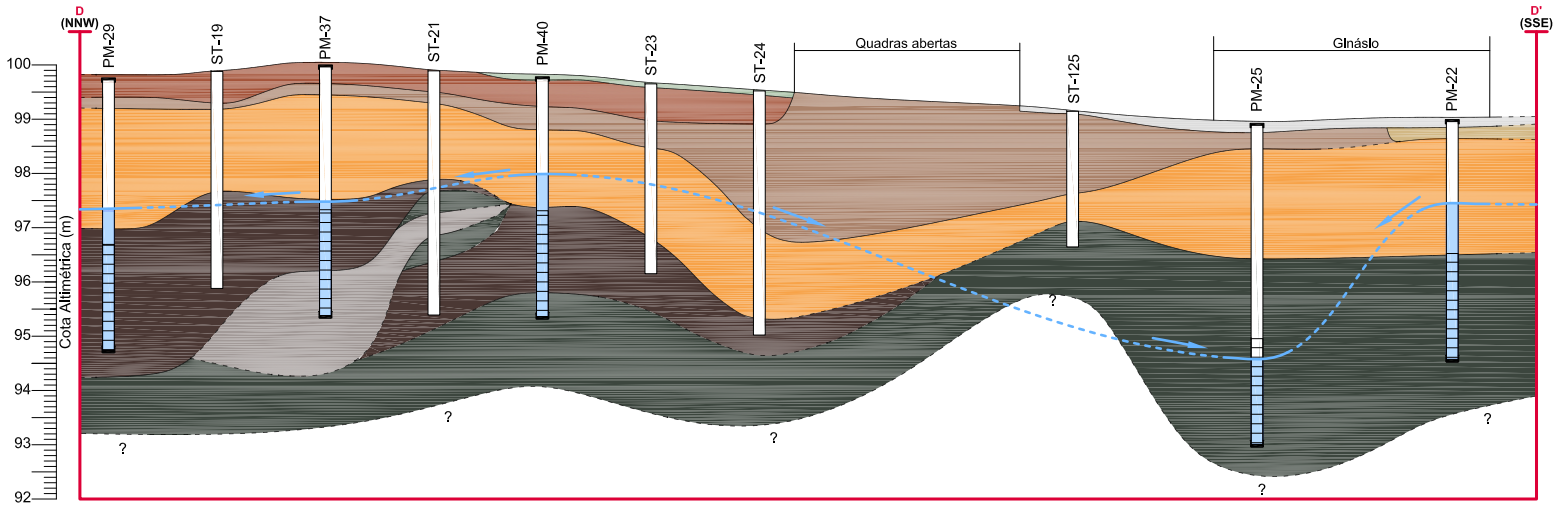
Desenhado por:	Fabiana Santos
Elaborado por:	Flavio Monteiro
Aprovado por:	Aline Bernice

Figura 5.3.1.6. Seção hidrogeológica D - D' (03/01/2014)

Situação em Planta



Obs: Para efeito ilustrativo os poços de monitoramento estão superdimensionados



Projeto:
Investigação Detalhada na Área AI-01

Contrato Interno: 4841
Revisão: 00

Data de emissão do Relatório
02/2014

Depósitos antropogênicos (aterro)

- Concreto
- Grama
- Camada de brita média
- Aterro de origem desconhecida composto por areia siltosa a areia argilosa, de coloração marrom avermelhada, com mica, eventualmente com fragmentos de materiais da construção civil (azulejo, concreto, telha, madeira e tijolo), arames, luvas, latas de tinta, panos e estopas
- Aterro utilizado para terraplanagem composto por areia siltosa a areia pouco siltosa, de coloração marrom avermelhada, com fragmentos de materiais de construção civil (azulejo, concreto e telha), eventualmente com mica e caulim
- Aterro oriundo da dragagem do leito do rio Tietê composto por argila/silte arenosa, de coloração cinza amarronzada ou preta ou de coloração variegada (marrom, vermelho, cinza, amarelo), rica em restos vegetais, eventualmente com restos de plástico e outros materiais fragmentos de piso de ardósia, por vezes com porções de areia, algumas vezes siltosa, de coloração ocre e silte compacto de coloração cinza claro

Depósitos quaternários (aluvionares)

- Argila plástica a argila arenosa (fina a grossa), rica em restos vegetais, de coloração preta
- Areia (muito fina) siltosa, de coloração cinza amarronzada a marrom escura, rica em mica, por vezes com restos vegetais e com porções mais compactas
- Areia (fina a grossa), de coloração marrom a cinza, por vezes pouco siltosa, rica em mica
- Impenetrável

- Contato litológico definido
- Contato litológico inferido
- Sentido do fluxo subterrâneo
- Nível estabilizado da água subterrânea definido
- Nível estabilizado da água subterrânea inferido
- D D' Corte em planta da seção hidrogeológica
- ? Não há informação sobre a continuidade da camada

Escala Horizontal
0 20 40(m)

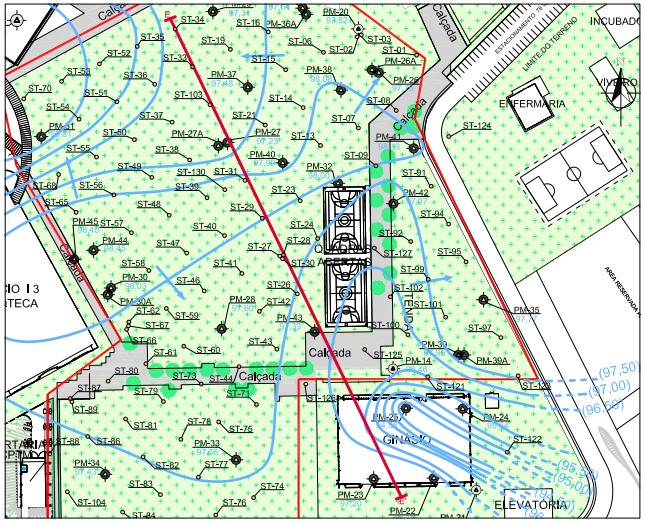
Servmar
AMBIENTAL & ENGENHARIA

Cliente:
USP LESTE
Rua Arlindo Bettio, nº 1000
São Paulo - SP

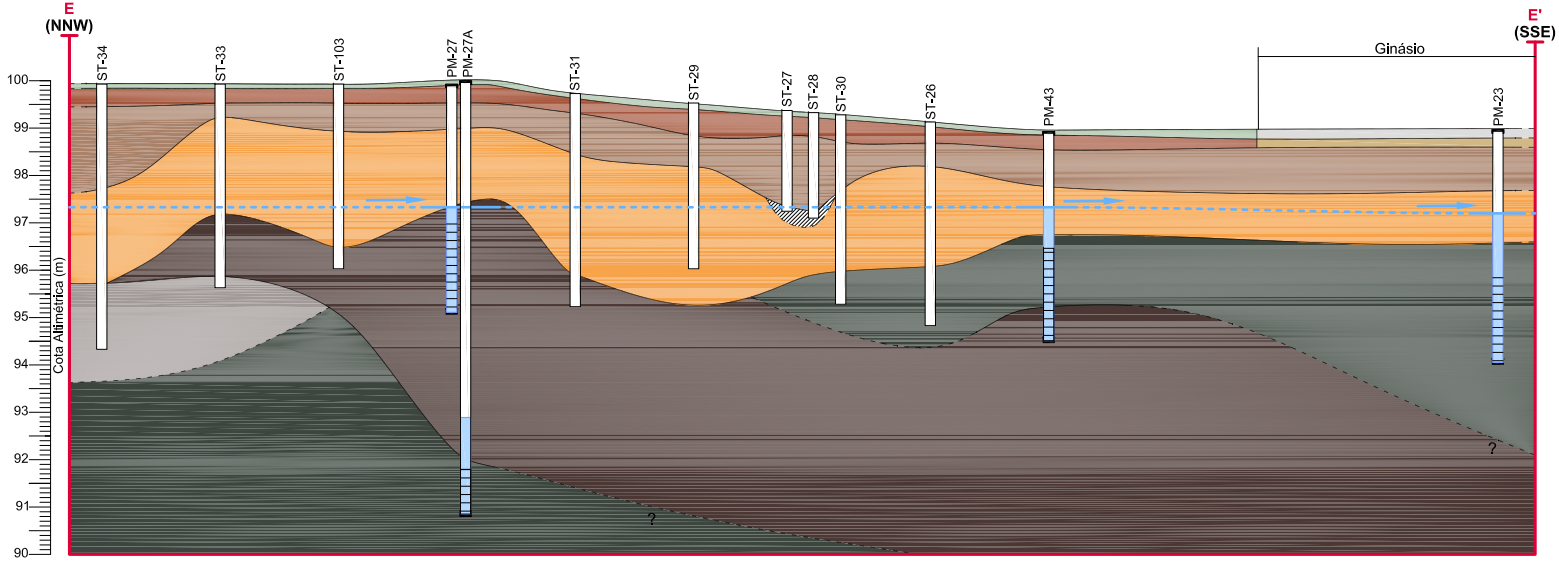
Desenhado por: Fabiana Santos
Elaborado por: Flavio Monteiro
Aprovado por: Aline Bernice

Figura 5.3.1.7. Seção hidrogeológica E - E' (03/01/2014)

Situação em Planta



Obs: Para efeito ilustrativo os poços de monitoramento estão superdimensionados



Projeto:
Investigação Detalhada na Área AI-01

Contrato Interno: 4841
Revisão: 00

Data de emissão do Relatório
02/2014

Depósitos antropogênicos (aterro)

- Concreto
- Grama
- Camada de brita média
- Aterro de origem desconhecida composto por areia siltosa a areia argilosa, de coloração marrom avermelhada, com mica, eventualmente com fragmentos de materiais da construção civil (azulejo, concreto, telha, madeira e tijolo), arames, luvas, latas de tinta, panos e estopas
- Aterro utilizado para terraplanagem composto por areia siltosa a areia pouco siltosa, de coloração marrom avermelhada, com fragmentos de materiais de construção civil (azulejo, concreto e telha), eventualmente com mica e caulim
- Aterro oriundo da dragagem do leito do rio Tietê composto por argila/silte arenosa, de coloração cinza amarronzada ou preta ou de coloração variegada (marrom, vermelho, cinza, amarelo), rica em restos vegetais, eventualmente com restos de plástico e outros materiais fragmentos de piso de ardósia, por vezes com porções de areia, algumas vezes siltosa, de coloração ocre e silte compacto de coloração cinza claro

Depósitos quaternários (aluvionares)

- Argila plástica a argila arenosa (fina a grossa), rica em restos vegetais, de coloração preta
- Areia (muito fina) siltosa, de coloração cinza amarronzada a marrom escura, rica em mica, por vezes com restos vegetais e com porções mais compactas
- Areia (fina a grossa), de coloração marrom a cinza, por vezes pouco siltosa, rica em mica
- Impenetrável

- Contato litológico definido
- Contato litológico inferido
- Sentido do fluxo subterrâneo
- Nível estabilizado da água subterrânea definido
- Nível estabilizado da água subterrânea inferido
- E E' Corte em planta da seção hidrogeológica
- ? Não há informação sobre a continuidade da camada

Escala Horizontal
0 20 40(m)

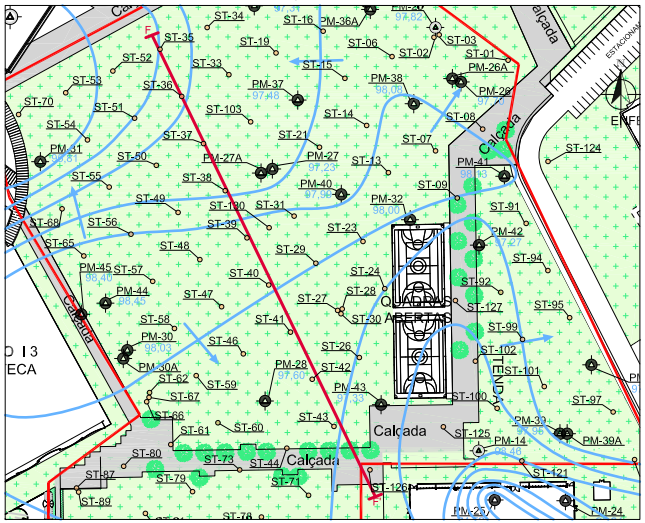
Servmar
AMBIENTAL & ENGENHARIA

Cliente:
USP LESTE
Rua Arlindo Bettio, nº 1000
São Paulo - SP

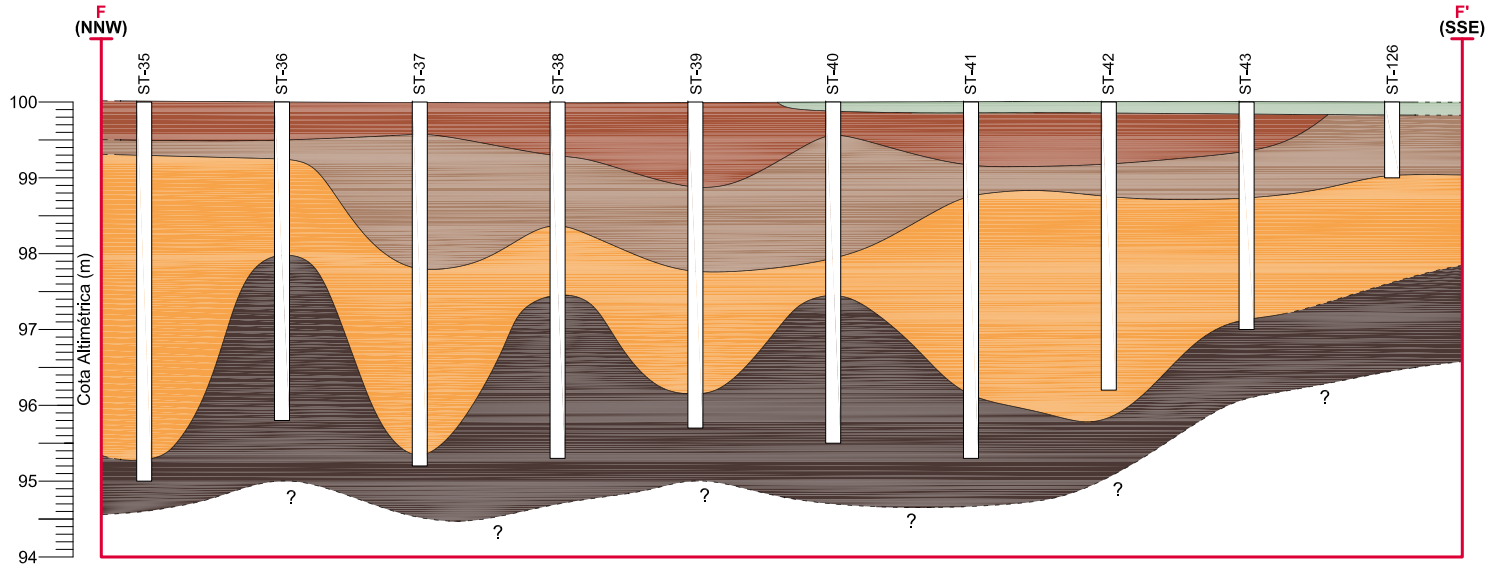
Desenhado por: Fabiana Santos
Elaborado por: Flavio Monteiro
Aprovado por: Aline Bernice

Figura 5.3.1.8. Seção hidrogeológica F - F' (03/01/2014)

Situação em Planta



Obs: Para efeito ilustrativo os poços de monitoramento estão superdimensionados



Projeto:
Investigação Detalhada na Área AI-01

Contrato Interno: 4841
Revisão: 00

Data de emissão do Relatório
02/2014

Depósitos antropogênicos (aterro)

- Concreto
- Grama
- Camada de brita média
- Aterro de origem desconhecida composto por areia siltosa a areia argilosa, de coloração marrom avermelhada, com mica, eventualmente com fragmentos de materiais da construção civil (azulejo, concreto, telha, madeira e tijolo), arames, luvas, latas de tinta, panos e estopas
- Aterro utilizado para terraplanagem composto por areia siltosa a areia pouco siltosa, de coloração marrom avermelhada, com fragmentos de materiais de construção civil (azulejo, concreto e telha), eventualmente com mica e caulim
- Aterro oriundo da dragagem do leito do rio Tietê composto por argila/silte arenosa, de coloração cinza amarronzada ou preta ou de coloração variegada (marrom, vermelho, cinza, amarelo), rica em restos vegetais, eventualmente com restos de plástico e outros materiais fragmentos de piso de ardósia, por vezes com porções de areia, algumas vezes siltosa, de coloração ocre e silte compacto de coloração cinza claro

Depósitos quaternários (aluvionares)

- Argila plástica a argila arenosa (fina a grossa), rica em restos vegetais, de coloração preta
- Areia (muito fina) siltosa, de coloração cinza amarronzada a marrom escura, rica em mica, por vezes com restos vegetais e com porções mais compactas
- Areia (fina a grossa), de coloração marrom a cinza, por vezes pouco siltosa, rica em mica
- Impenetrável

- Contato litológico definido
- Contato litológico inferido
- Sentido do fluxo subterrâneo
- Nível d'água
- F F' Corte em planta da seção hidrogeológica
- ? Não há informação sobre a continuidade da camada

Escala Horizontal
0 20 40(m)

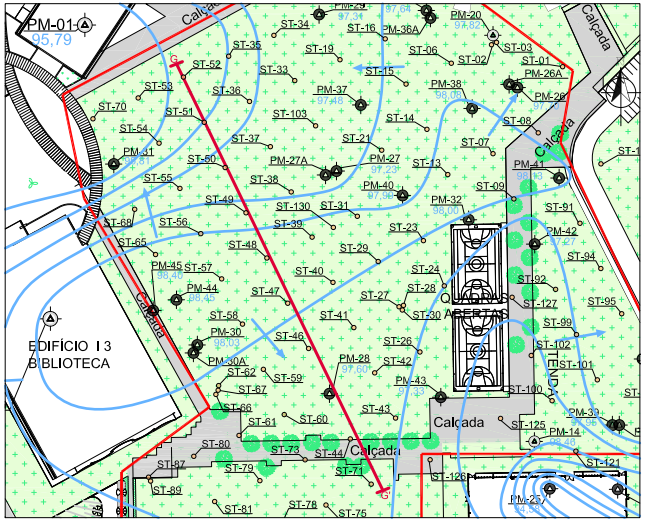
Servmar
AMBIENTAL & ENGENHARIA

Cliente:
USP LESTE
Rua Arlindo Bettio, nº 1000
São Paulo - SP

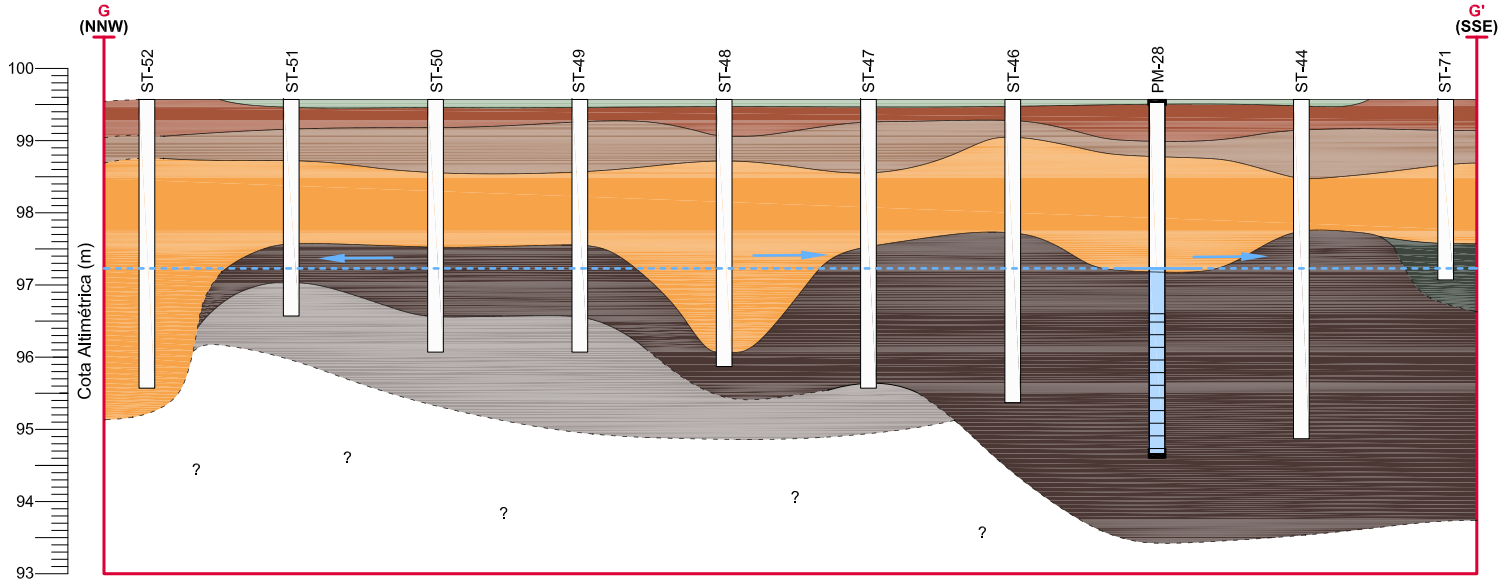
Desenhado por:	Fabiana Santos
Elaborado por:	Flavio Monteiro
Aprovado por:	Aline Bernice

Figura 5.3.1.9. Seção hidrogeológica G - G' (03/01/2014)

Situação em Planta



Obs: Para efeito ilustrativo os poços de monitoramento estão superdimensionados



Projeto:
Investigação Detalhada na Área AI-01

Contrato Interno: 4841
Revisão: 00

Data de emissão do Relatório
02/2014

Depósitos antropogênicos (aterro)

- Concreto
- Grama
- Camada de brita média
- Aterro de origem desconhecida composto por areia siltosa a areia argilosa, de coloração marrom avermelhada, com mica, eventualmente com fragmentos de materiais da construção civil (azulejo, concreto, telha, madeira e tijolo), arames, luvas, latas de tinta, panos e estopas
- Aterro utilizado para terraplanagem composto por areia siltosa a areia pouco siltosa, de coloração marrom avermelhada, com fragmentos de materiais de construção civil (azulejo, concreto e telha), eventualmente com mica e caulim
- Aterro oriundo da dragagem do leito do rio Tietê composto por argila/silte arenosa, de coloração cinza amarronzada ou preta ou de coloração variegada (marrom, vermelho, cinza, amarelo), rica em restos vegetais, eventualmente com restos de plástico e outros materiais fragmentos de piso de ardósia, por vezes com porções de areia, algumas vezes siltosa, de coloração ocre e silte compacto de coloração cinza claro

Depósitos quaternários (aluvionares)

- Argila plástica a argila arenosa (fina a grossa), rica em restos vegetais, de coloração preta
- Areia (muito fina) siltosa, de coloração cinza amarronzada a marrom escura, rica em mica, por vezes com restos vegetais e com porções mais compactas
- Areia (fina a grossa), de coloração marrom a cinza, por vezes pouco siltosa, rica em mica
- Impenetrável

- Contato litológico definido
- Contato litológico inferido
- Sentido do fluxo subterrâneo
- Nível estabilizado da água subterrânea definido
- Nível estabilizado da água subterrânea inferido
- G G' Corte em planta da seção hidrogeológica
- ? Não há informação sobre a continuidade da camada

Escala Horizontal
0 20 40(m)

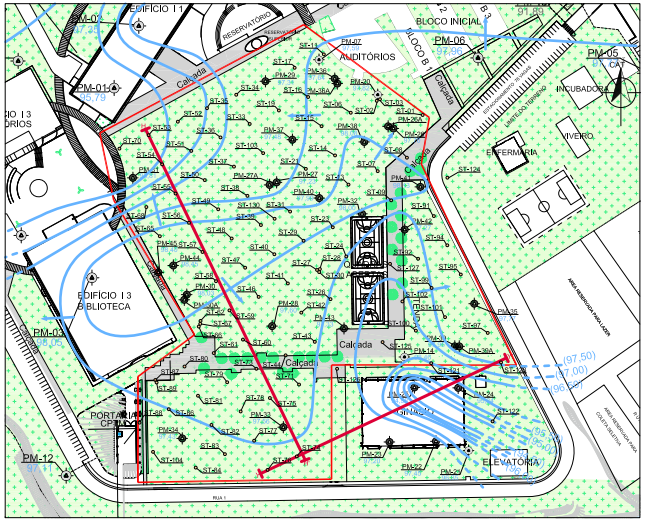
Servmar
AMBIENTAL & ENGENHARIA

Cliente:
USP LESTE
Rua Arlindo Bettio, nº 1000
São Paulo - SP

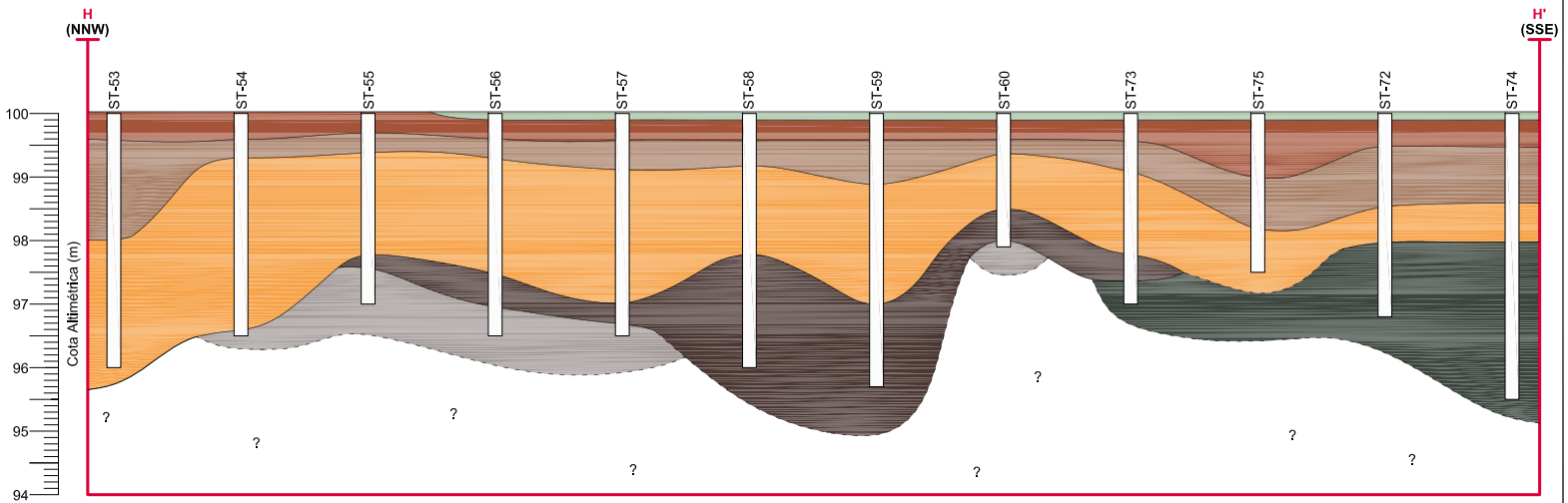
Desenhado por: Nathalia Lucca
Elaborado por: Flavio Monteiro
Aprovado por: Aline Bernice

Figura 5.3.1.10. Seção hidrogeológica H - H' (03/01/2014)

Situação em Planta



Obs: Para efeito ilustrativo os poços de monitoramento estão superdimensionados



Projeto:
Investigação Detalhada na Área AI-01

Contrato Interno: 4841
Revisão: 00

Data de emissão do Relatório
02/2014

Depósitos antropogênicos (aterro)

- Concreto
- Grama
- Camada de brita média
- Aterro de origem desconhecida composto por areia siltosa a areia argilosa, de coloração marrom avermelhada, com mica, eventualmente com fragmentos de materiais da construção civil (azulejo, concreto, telha, madeira e tijolo), arames, luvas, latas de tinta, panos e estopas
- Aterro utilizado para terraplanagem composto por areia siltosa a areia pouco siltosa, de coloração marrom avermelhada, com fragmentos de materiais de construção civil (azulejo, concreto e telha), eventualmente com mica e caulim
- Aterro oriundo da dragagem do leito do rio Tietê composto por argila/silte arenosa, de coloração cinza amarronzada ou preta ou de coloração variegada (marrom, vermelho, cinza, amarelo), rica em restos vegetais, eventualmente com restos de plástico e outros materiais fragmentos de piso de ardósia, por vezes com porções de areia, algumas vezes siltosa, de coloração ocre e silte compacto de coloração cinza claro

Depósitos quaternários (aluvionares)

- Argila plástica a argila arenosa (fina a grossa), rica em restos vegetais, de coloração preta
- Areia (muito fina) siltosa, de coloração cinza amarronzada a marrom escura, rica em mica, por vezes com restos vegetais e com porções mais compactas
- Areia (fina a grossa), de coloração marrom a cinza, por vezes pouco siltosa, rica em mica
- Impenetrável

- Contato litológico definido
- Contato litológico inferido
- Sentido do fluxo subterrâneo
- Nível estabilizado da água subterrânea definido
- Nível estabilizado da água subterrânea inferido
- H H' Corte em planta da seção hidrogeológica
- ? Não há informação sobre a continuidade da camada

Escala Horizontal
0 20 40(m)

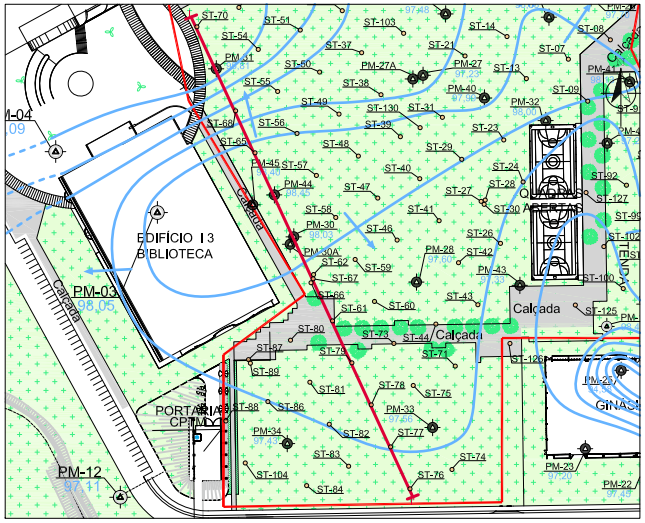
Servmar
AMBIENTAL & ENGENHARIA

Cliente:
USP LESTE
Rua Arlindo Bettio, nº 1000
São Paulo - SP

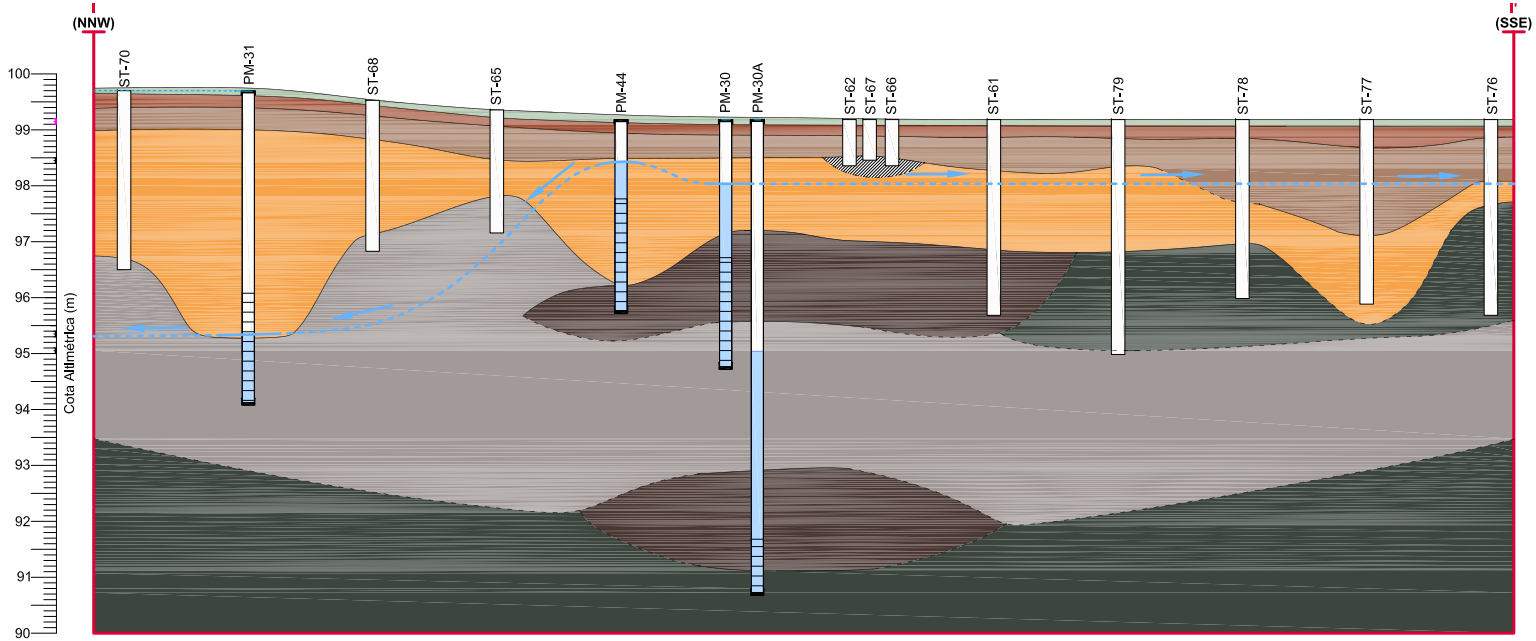
Desenhado por:	Nathalia Lucca
Elaborado por:	Flavio Monteiro
Aprovado por:	Aline Bernice

Figura 5.3.1.11. Seção hidrogeológica I - I' (03/01/2014)

Situação em Planta



Obs: Para efeito ilustrativo os poços de monitoramento estão superdimensionados



Projeto:
Investigação Detalhada na Área AI-01

Contrato Interno: 4841
Revisão: 00

Data de emissão do Relatório
02/2014

Depósitos antropogênicos (aterro)

- Concreto
- Grama
- Camada de brita média
- Aterro de origem desconhecida composto por areia siltosa a areia argilosa, de coloração marrom avermelhada, com mica, eventualmente com fragmentos de materiais da construção civil (azulejo, concreto, telha, madeira e tijolo), arames, luvas, latas de tinta, panos e estopas
- Aterro utilizado para terraplanagem composto por areia siltosa a areia pouco siltosa, de coloração marrom avermelhada, com fragmentos de materiais de construção civil (azulejo, concreto e telha), eventualmente com mica e caulim
- Aterro oriundo da dragagem do leito do rio Tietê composto por argila/silte arenosa, de coloração cinza amarronzada ou preta ou de coloração variegada (marrom, vermelho, cinza, amarelo), rica em restos vegetais, eventualmente com restos de plástico e outros materiais fragmentos de piso de ardósia, por vezes com porções de areia, algumas vezes siltosa, de coloração ocre e silte compacto de coloração cinza claro

Depósitos quaternários (aluvionares)

- Argila plástica a argila arenosa (fina a grossa), rica em restos vegetais, de coloração preta
- Areia (muito fina) siltosa, de coloração cinza amarronzada a marrom escura, rica em mica, por vezes com restos vegetais e com porções mais compactas
- Areia (fina a grossa), de coloração marrom a cinza, por vezes pouco siltosa, rica em mica
- Impenetrável

- Contato litológico definido
- Contato litológico inferido
- Sentido do fluxo subterrâneo
- Nível estabilizado da água subterrânea definido
- Nível estabilizado da água subterrânea inferido
- I — I' Corte em planta da seção hidrogeológica
- ? Não há informação sobre a continuidade da camada

Escala Horizontal
0 20 40(m)

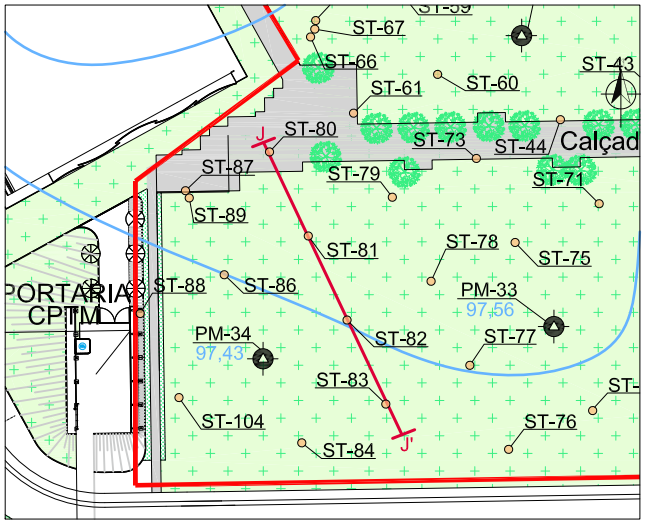
Servmar
AMBIENTAL & ENGENHARIA

Cliente:
USP LESTE
Rua Arlindo Bettio, nº 1000
São Paulo - SP

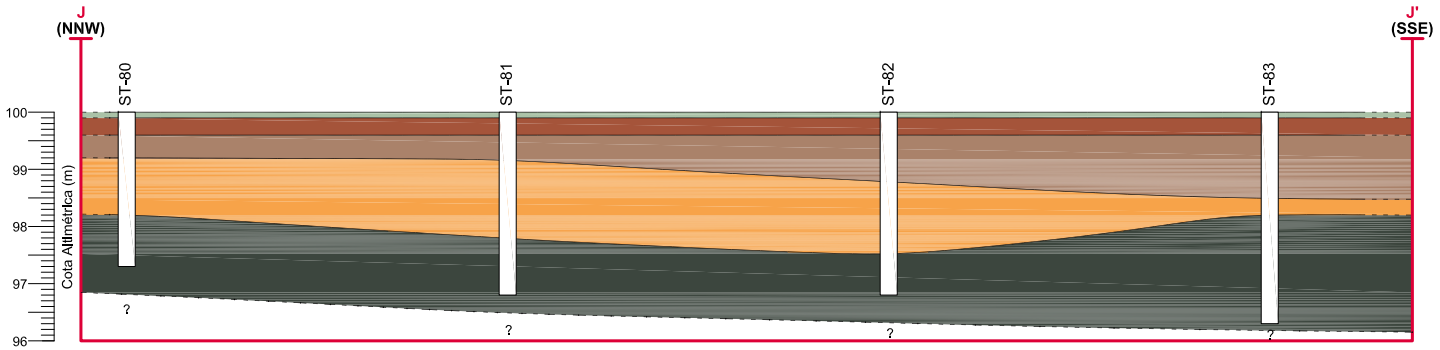
Desenhado por: Nathalia Lucca
Elaborado por: Flavio Monteiro
Aprovado por: Aline Bernice

Figura 5.3.1.12. Seção hidrogeológica J - J' (03/01/2014)

Situação em Planta



Obs: Para efeito ilustrativo os poços de monitoramento estão superdimensionados



Projeto:
Investigação Detalhada na Área AI-01

Contrato Interno: 4841
Revisão: 00

Data de emissão do Relatório
02/2014

Depósitos antropogênicos (aterro)

- Concreto
- Grama
- Camada de brita média
- Aterro de origem desconhecida composto por areia siltosa a areia argilosa, de coloração marrom avermelhada, com mica, eventualmente com fragmentos de materiais da construção civil (azulejo, concreto, telha, madeira e tijolo), arames, luvas, latas de tinta, panos e estopas
- Aterro utilizado para terraplanagem composto por areia siltosa a areia pouco siltosa, de coloração marrom avermelhada, com fragmentos de materiais de construção civil (azulejo, concreto e telha), eventualmente com mica e caulim
- Aterro oriundo da dragagem do leito do rio Tietê composto por argila/silte arenosa, de coloração cinza amarronzada ou preta ou de coloração variegada (marrom, vermelho, cinza, amarelo), rica em restos vegetais, eventualmente com restos de plástico e outros materiais fragmentos de piso de ardósia, por vezes com porções de areia, algumas vezes siltosa, de coloração ocre e silte compacto de coloração cinza claro

Depósitos quaternários (aluvionares)

- Argila plástica a argila arenosa (fina a grossa), rica em restos vegetais, de coloração preta
- Areia (muito fina) siltosa, de coloração cinza amarronzada a marrom escura, rica em mica, por vezes com restos vegetais e com porções mais compactas
- Areia (fina a grossa), de coloração marrom a cinza, por vezes pouco siltosa, rica em mica
- Impenetrável

- Contato litológico definido
- Contato litológico inferido
- Sentido do fluxo subterrâneo
- Nível estabilizado da água subterrânea definido
- Nível estabilizado da água subterrânea inferido
- J J' Corte em planta da seção hidrogeológica
- ? Não há informação sobre a continuidade da camada

Escala Horizontal
0 5 10(m)

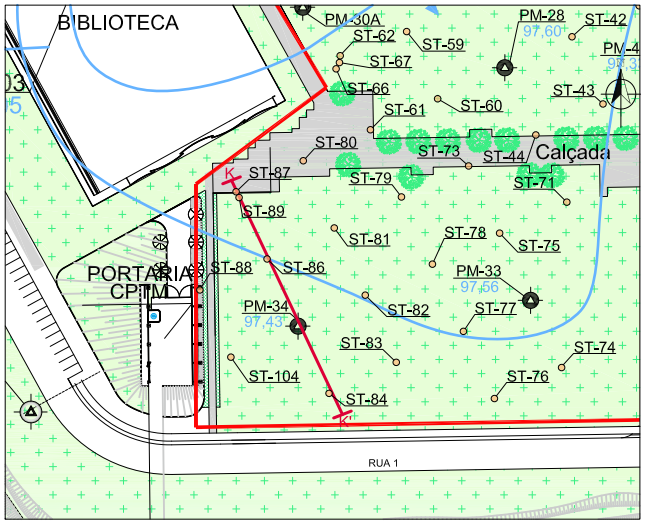
Servmar
AMBIENTAL & ENGENHARIA

Cliente:
USP LESTE
Rua Arlindo Bettio, nº 1000
São Paulo - SP

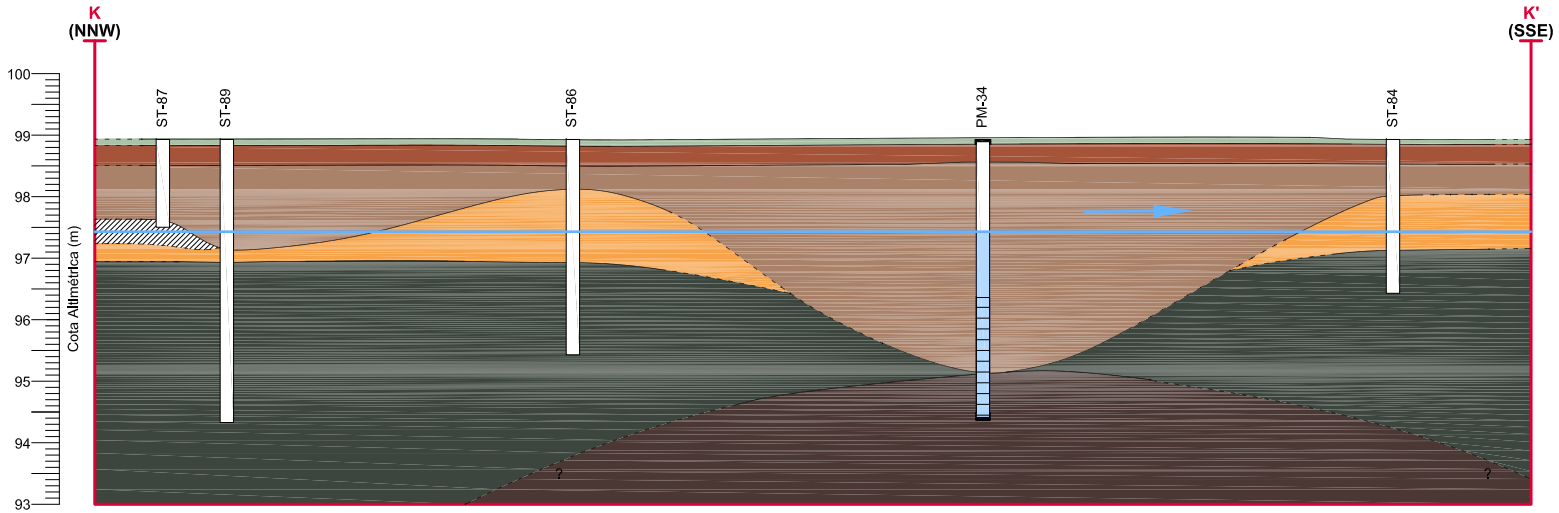
Desenhado por: Fabiana Santos
Elaborado por: Flavio Monteiro
Aprovado por: Aline Bernice

Figura 5.3.1.13. Seção hidrogeológica K - K' (03/01/2014)

Situação em Planta



Obs: Para efeito ilustrativo os poços de monitoramento estão superdimensionados



Projeto:
Investigação Detalhada na Área AI-01

Contrato Interno: 4841
Revisão: 00

Data de emissão do Relatório
02/2014

Depósitos antropogênicos (aterro)

- Concreto
- Grama
- Camada de brita média
- Aterro de origem desconhecida composto por areia siltosa a areia argilosa, de coloração marrom avermelhada, com mica, eventualmente com fragmentos de materiais da construção civil (azulejo, concreto, telha, madeira e tijolo), arames, luvas, latas de tinta, panos e estopas
- Aterro utilizado para terraplanagem composto por areia siltosa a areia pouco siltosa, de coloração marrom avermelhada, com fragmentos de materiais de construção civil (azulejo, concreto e telha), eventualmente com mica e caulim
- Aterro oriundo da dragagem do leito do rio Tietê composto por argila/silte arenosa, de coloração cinza amarronzada ou preta ou de coloração variegada (marrom, vermelho, cinza, amarelo), rica em restos vegetais, eventualmente com restos de plástico e outros materiais fragmentos de piso de ardósia, por vezes com porções de areia, algumas vezes siltosa, de coloração ocre e silte compacto de coloração cinza claro

Depósitos quaternários (aluvionares)

- Argila plástica a argila arenosa (fina a grossa), rica em restos vegetais, de coloração preta
- Areia (muito fina) siltosa, de coloração cinza amarronzada a marrom escura, rica em mica, por vezes com restos vegetais e com porções mais compactas
- Areia (fina a grossa), de coloração marrom a cinza, por vezes pouco siltosa, rica em mica
- Impenetrável

- Contato litológico definido
- Contato litológico inferido
- Sentido do fluxo subterrâneo
- Nível estabilizado da água subterrânea definido
- Nível estabilizado da água subterrânea inferido
- K K' Corte em planta da seção hidrogeológica
- ? Não há informação sobre a continuidade da camada

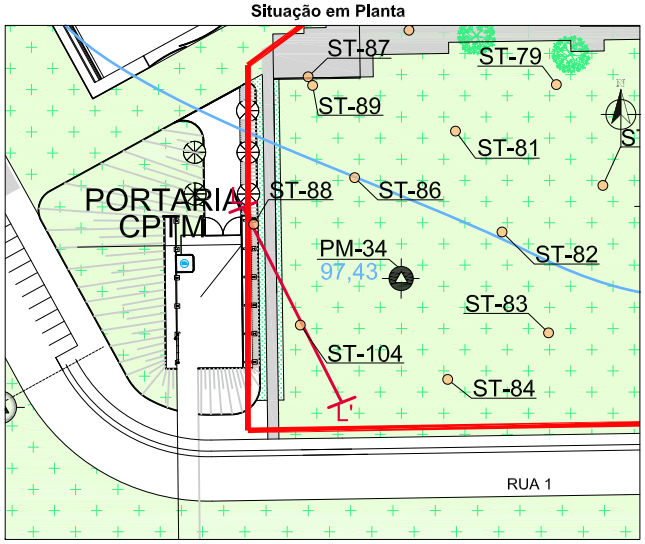
Escala Horizontal
0 5 10(m)

Servmar
AMBIENTAL & ENGENHARIA

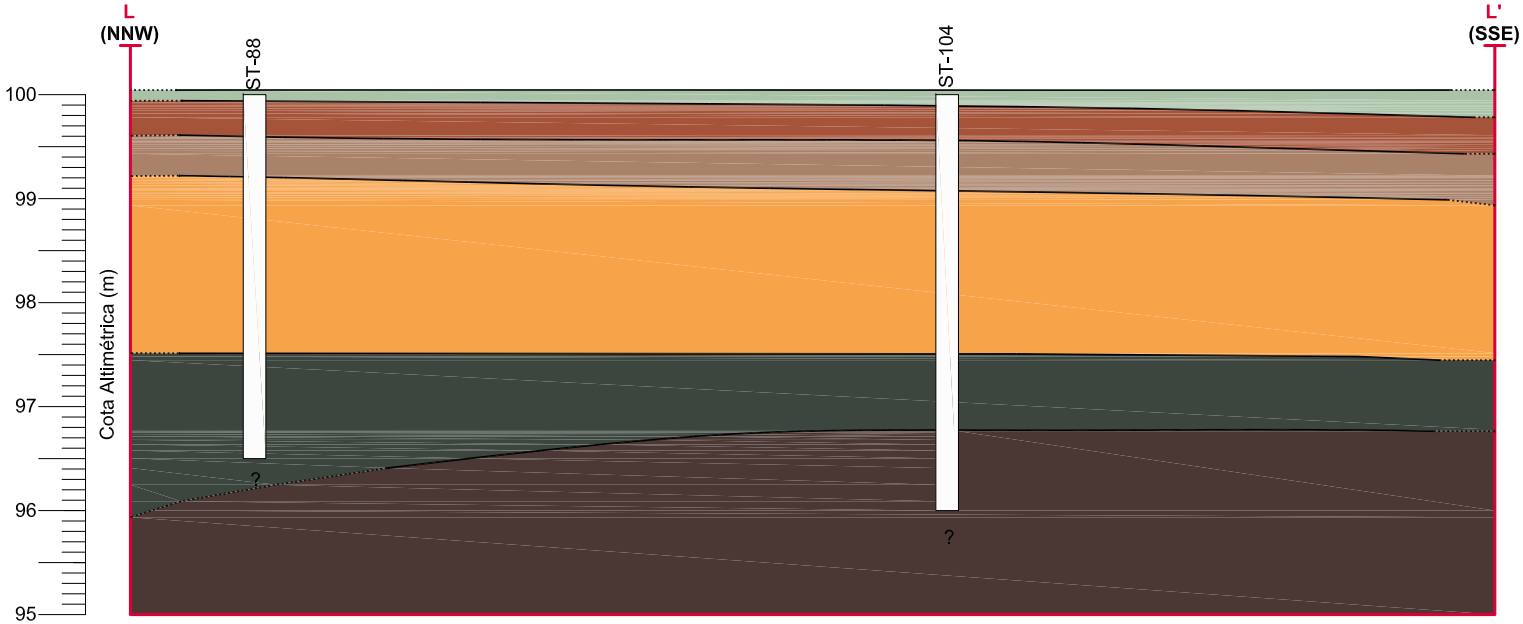
Cliente:
USP LESTE
Rua Arlindo Bettio, nº 1000
São Paulo - SP

Desenhado por: Fabiana Santos
Elaborado por: Flavio Monteiro
Aprovado por: Aline Bernice

Figura 5.3.1.14. Seção hidrogeológica L - L' (03/01/2014)



Obs: Para efeito ilustrativo os poços de monitoramento estão superdimensionados



Projeto:
Investigação Detalhada na Área AI-01

Contrato Interno: 4841
Revisão: 00

Data de emissão do Relatório
02/2014

Depósitos antropogênicos (aterro)

- Concreto
- Grama
- Camada de brita média
- Aterro de origem desconhecida composto por areia siltosa a areia argilosa, de coloração marrom avermelhada, com mica, eventualmente com fragmentos de materiais da construção civil (azulejo, concreto, telha, madeira e tijolo), arames, luvas, latas de tinta, panos e estopas
- Aterro utilizado para terraplanagem composto por areia siltosa a areia pouco siltosa, de coloração marrom avermelhada, com fragmentos de materiais de construção civil (azulejo, concreto e telha), eventualmente com mica e caulim
- Aterro oriundo da dragagem do leito do rio Tietê composto por argila/silte arenosa, de coloração cinza amarronzada ou preta ou de coloração variegada (marrom, vermelho, cinza, amarelo), rica em restos vegetais, eventualmente com restos de plástico e outros materiais fragmentos de piso de ardósia, por vezes com porções de areia, algumas vezes siltosa, de coloração ocre e silte compacto de coloração cinza claro

Depósitos quaternários (aluvionares)

- Argila plástica a argila arenosa (fina a grossa), rica em restos vegetais, de coloração preta
- Areia (muito fina) siltosa, de coloração cinza amarronzada a marrom escura, rica em mica, por vezes com restos vegetais e com porções mais compactas
- Areia (fina a grossa), de coloração marrom a cinza, por vezes pouco siltosa, rica em mica
- Impenetrável
- Contato litológico definido
- Contato litológico inferido
- Sentido do fluxo subterrâneo
- Nível estabilizado da água subterrânea definido
- Nível estabilizado da água subterrânea inferido
- L L' Corte em planta da seção hidrogeológica
- ? Não há informação sobre a continuidade da camada

Escala Horizontal
0 3 6(m)

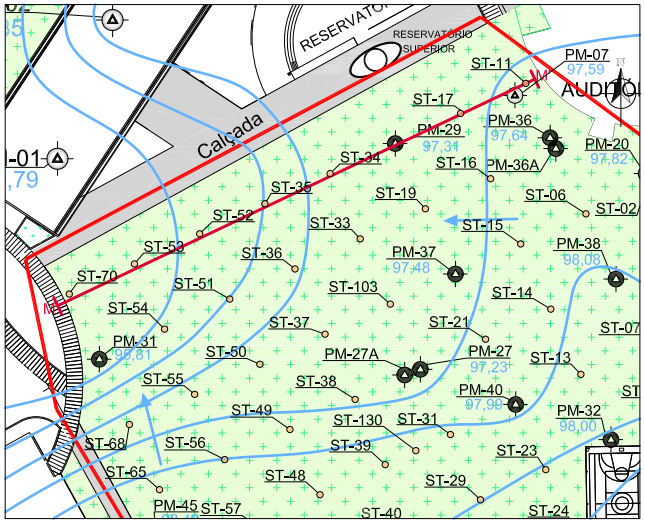
Servmar
AMBIENTAL & ENGENHARIA

Cliente:
USP LESTE
Rua Arlindo Bettio, nº 1000
São Paulo - SP

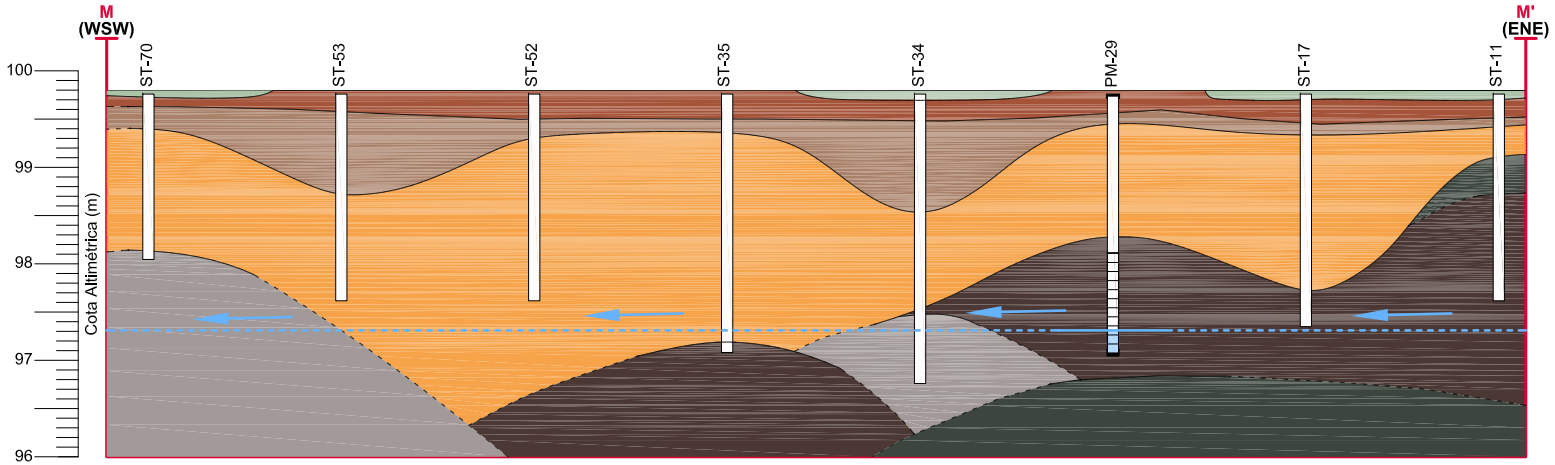
Desenhado por: Nathalia Lucca
Elaborado por: Flavio Monteiro
Aprovado por: Aline Bernice

Figura 5.3.1.15. Seção hidrogeológica M - M' (03/01/2014)

Situação em Planta



Obs: Para efeito ilustrativo os poços de monitoramento estão superdimensionados



Projeto:
Investigação Detalhada na Área AI-01

Contrato Interno: 4841
Revisão: 00

Data de emissão do Relatório
02/2014

Depósitos antropogênicos (aterro)

- Concreto
- Grama
- Camada de brita média
- Aterro de origem desconhecida composto por areia siltosa a areia argilosa, de coloração marrom avermelhada, com mica, eventualmente com fragmentos de materiais da construção civil (azulejo, concreto, telha, madeira e tijolo), arames, luvas, latas de tinta, panos e estopas
- Aterro utilizado para terraplanagem composto por areia siltosa a areia pouco siltosa, de coloração marrom avermelhada, com fragmentos de materiais de construção civil (azulejo, concreto e telha), eventualmente com mica e caulim
- Aterro oriundo da dragagem do leito do rio Tietê composto por argila/silte arenosa, de coloração cinza amarronzada ou preta ou de coloração variegada (marrom, vermelho, cinza, amarelo), rica em restos vegetais, eventualmente com restos de plástico e outros materiais fragmentos de piso de ardósia, por vezes com porções de areia, algumas vezes siltosa, de coloração ocre e silte compacto de coloração cinza claro

Depósitos quaternários (aluvionares)

- Argila plástica a argila arenosa (fina a grossa), rica em restos vegetais, de coloração preta
- Areia (muito fina) siltosa, de coloração cinza amarronzada a marrom escura, rica em mica, por vezes com restos vegetais e com porções mais compactas
- Areia (fina a grossa), de coloração marrom a cinza, por vezes pouco siltosa, rica em mica
- Impenetrável

- Contato litológico definido
- Contato litológico inferido
- Sentido do fluxo subterrâneo
- Nível estabilizado da água subterrânea definido
- Nível estabilizado da água subterrânea inferido
- M M' Corte em planta da seção hidrogeológica
- ? Não há informação sobre a continuidade da camada

Escala Horizontal
0 10 20(m)

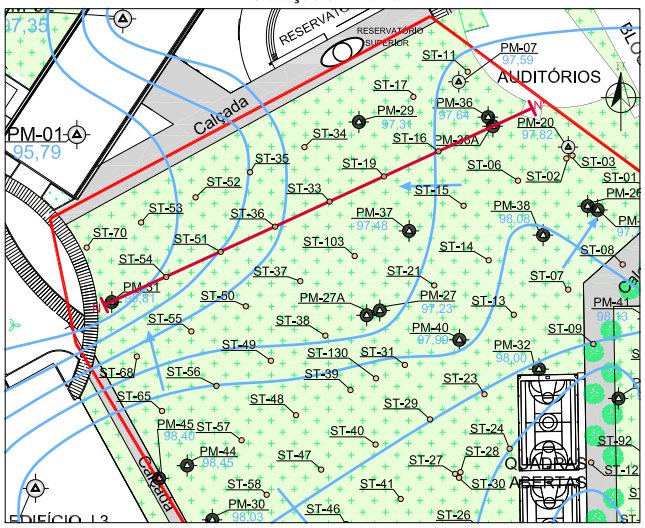
Servmar
AMBIENTAL & ENGENHARIA

Cliente:
USP LESTE
Rua Arlindo Bettio, nº 1000
São Paulo - SP

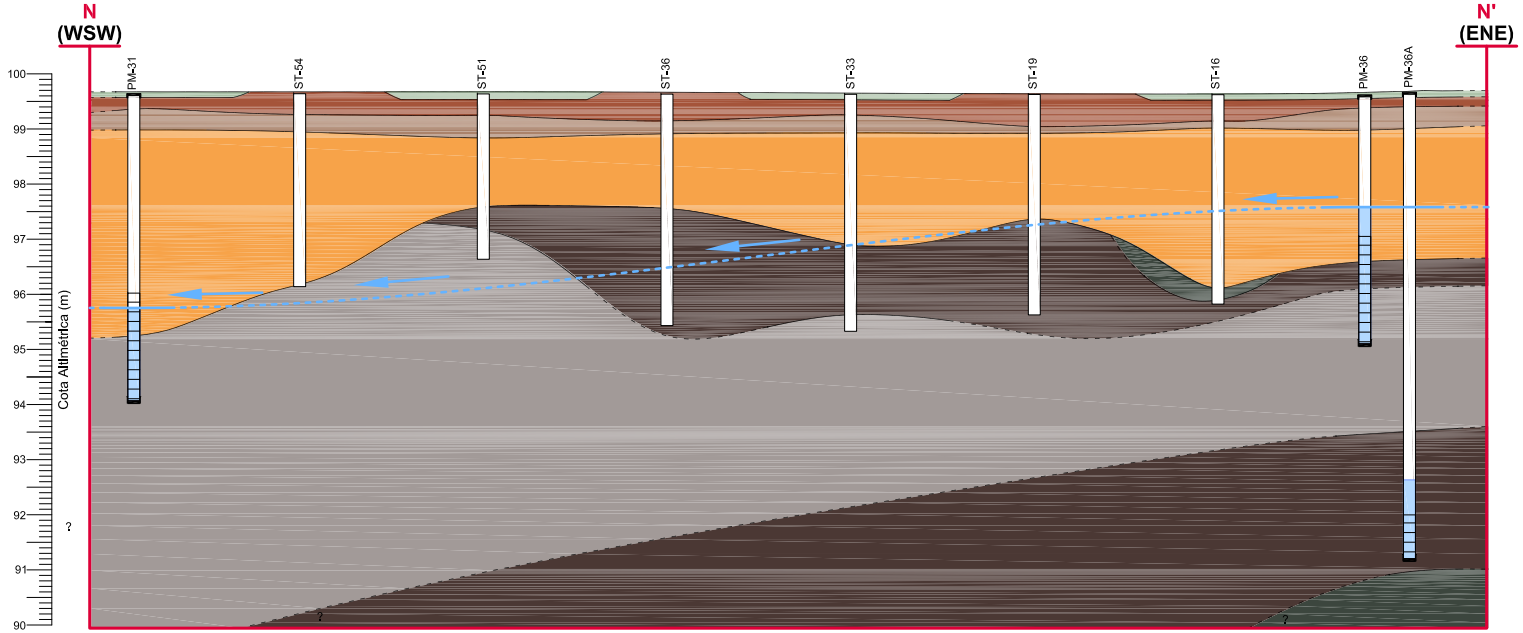
Desenhado por: Roberto M. Santana
Elaborado por: Flavio Monteiro
Aprovado por: Aline Bernice

Figura 5.3.1.16. Seção hidrogeológica N - N' (03/01/2014)

Situação em Planta



Obs: Para efeito ilustrativo os poços de monitoramento estão superdimensionados



Projeto:

Investigação Detalhada na Área AI-01

Contrato Interno: 4841
Revisão: 00

Data de emissão do Relatório
02/2014

Depósitos antropogênicos (aterro)

- Concreto
- Grama
- Camada de brita média
- Aterro de origem desconhecida composto por areia siltosa a areia argilosa, de coloração marrom avermelhada, com mica, eventualmente com fragmentos de materiais da construção civil (azulejo, concreto, telha, madeira e tijolo), arames, luvas, latas de tinta, panos e estopas
- Aterro utilizado para terraplanagem composto por areia siltosa a areia pouco siltosa, de coloração marrom avermelhada, com fragmentos de materiais de construção civil (azulejo, concreto e telha), eventualmente com mica e caulim
- Aterro oriundo da dragagem do leito do rio Tietê composto por argila/silte arenosa, de coloração cinza amarronzada ou preta ou de coloração variegada (marrom, vermelho, cinza, amarelo), rica em restos vegetais, eventualmente com restos de plástico e outros materiais fragmentos de piso de ardósia, por vezes com porções de areia, algumas vezes siltosa, de coloração ocre e silte compacto de coloração cinza claro

Depósitos quaternários (aluvionares)

- Argila plástica a argila arenosa (fina a grossa), rica em restos vegetais, de coloração preta
- Areia (muito fina) siltosa, de coloração cinza amarronzada a marrom escura, rica em mica, por vezes com restos vegetais e com porções mais compactas
- Areia (fina a grossa), de coloração marrom a cinza, por vezes pouco siltosa, rica em mica
- Impenetrável

- Contato litológico definido
- Contato litológico inferido
- Sentido do fluxo subterrâneo
- Nível estabilizado da água subterrânea definido
- Nível estabilizado da água subterrânea inferido
- N N' Corte em planta da seção hidrogeológica
- ? Não há informação sobre a continuidade da camada

Escala Horizontal
0 10 20(m)

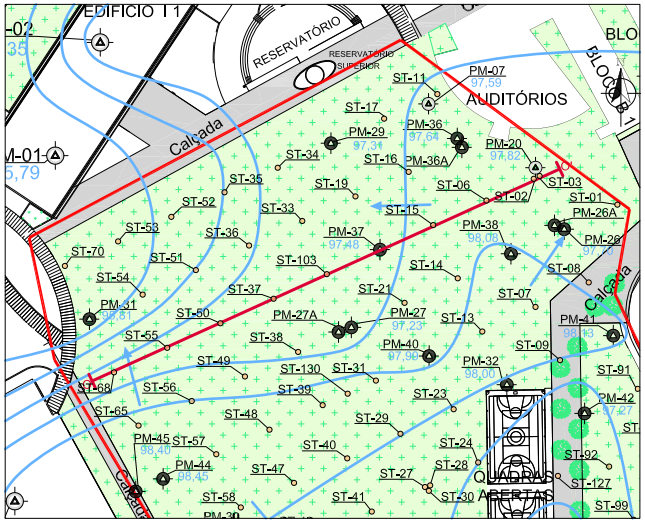
Servmar
AMBIENTAL & ENGENHARIA

Cliente:
USP LESTE
Rua Arlindo Bettio, nº 1000
São Paulo - SP

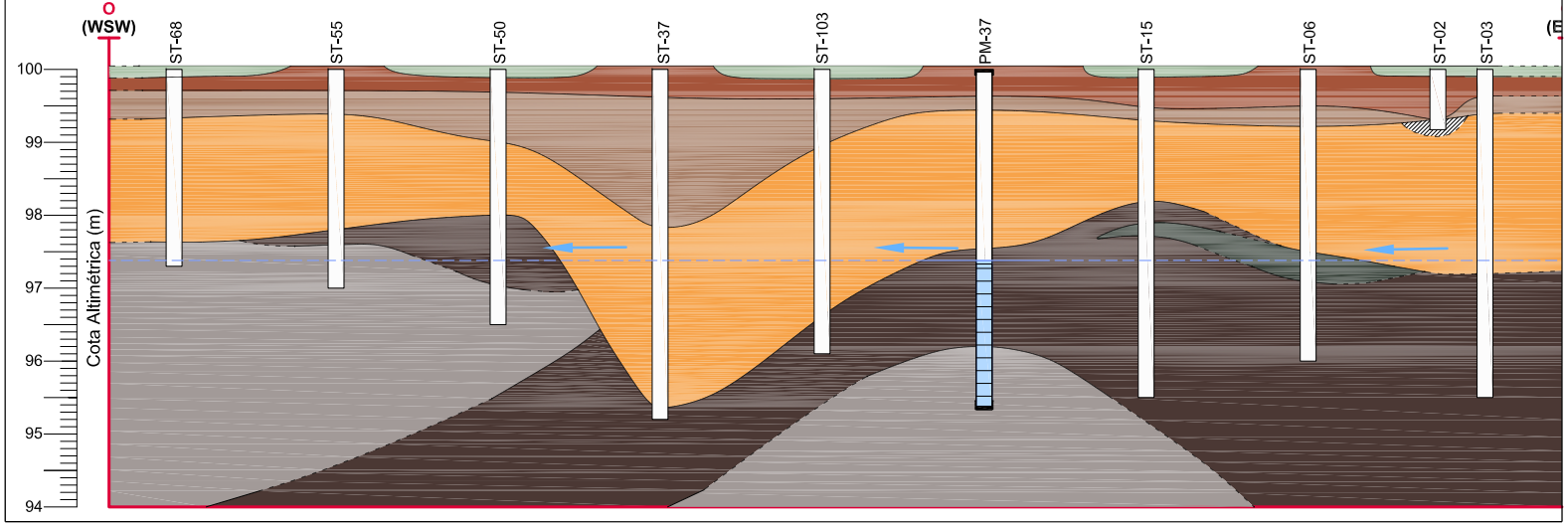
Desenhado por: Fabiana Santos
Elaborado por: Flavio Monteiro
Aprovado por: Aline Bernice

Figura 5.3.1.17. Seção hidrogeológica O - O' (03/01/2014)

Situação em Planta



Obs: Para efeito ilustrativo os poços de monitoramento estão superdimensionados



Projeto:
Investigação Detalhada na Área AI-01

Contrato Interno: 4841
Revisão: 00

Data de emissão do Relatório
02/2014

Depósitos antropogênicos (aterro)

- Concreto
- Grama
- Camada de brita média
- Aterro de origem desconhecida composto por areia siltosa a areia argilosa, de coloração marrom avermelhada, com mica, eventualmente com fragmentos de materiais da construção civil (azulejo, concreto, telha, madeira e tijolo), arames, luvas, latas de tinta, panos e estopas
- Aterro utilizado para terraplanagem composto por areia siltosa a areia pouco siltosa, de coloração marrom avermelhada, com fragmentos de materiais de construção civil (azulejo, concreto e telha), eventualmente com mica e caulim
- Aterro oriundo da dragagem do leito do rio Tietê composto por argila/silte arenosa, de coloração cinza amarronzada ou preta ou de coloração variegada (marrom, vermelho, cinza, amarelo), rica em restos vegetais, eventualmente com restos de plástico e outros materiais fragmentos de piso de ardósia, por vezes com porções de areia, algumas vezes siltosa, de coloração ocre e silte compacto de coloração cinza claro

Depósitos quaternários (aluvionares)

- Argila plástica a argila arenosa (fina a grossa), rica em restos vegetais, de coloração preta
- Areia (muito fina) siltosa, de coloração cinza amarronzada a marrom escura, rica em mica, por vezes com restos vegetais e com porções mais compactas
- Areia (fina a grossa), de coloração marrom a cinza, por vezes pouco siltosa, rica em mica
- Impenetrável

- Contato litológico definido
- Contato litológico inferido
- Sentido do fluxo subterrâneo
- Nível estabilizado da água subterrânea definido
- Nível estabilizado da água subterrânea inferido
- O O' Corte em planta da seção hidrogeológica
- ? Não há informação sobre a continuidade da camada

Escala Horizontal
0 10 20(m)

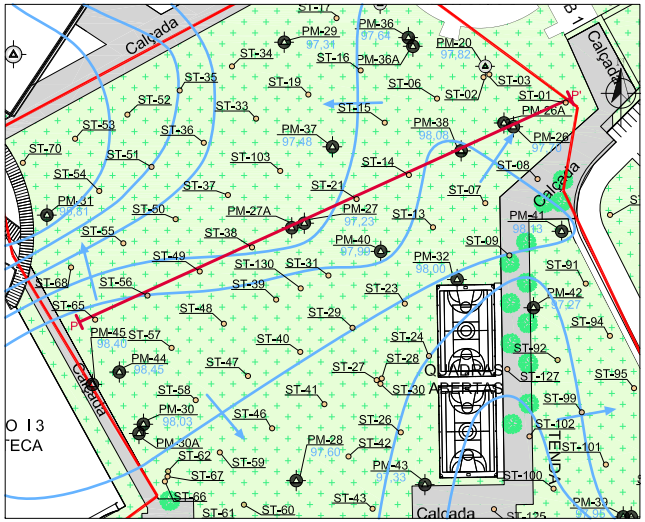
Servmar
AMBIENTAL & ENGENHARIA

Cliente:
USP LESTE
Rua Arlindo Bettio, nº 1000
São Paulo - SP

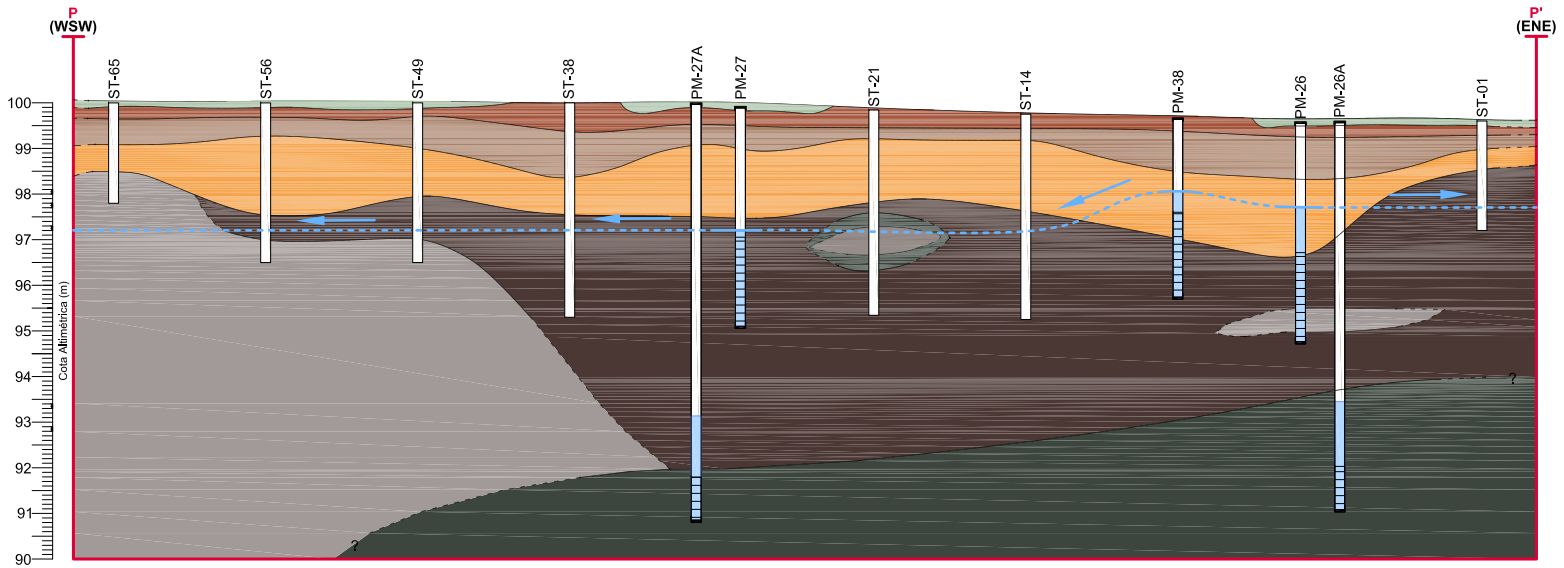
Desenhado por: Nathalia Lucca
Elaborado por: Flavio Monteiro
Aprovado por: Aline Bernice

Figura 5.3.1.18. Seção hidrogeológica P - P' (03/01/2014)

Situação em Planta



Obs: Para efeito ilustrativo os poços de monitoramento estão superdimensionados



Projeto:
Investigação Detalhada na Área AI-01

Contrato Interno: 4841
Revisão: 00

Data de emissão do Relatório
02/2014

Depósitos antropogênicos (aterro)

- Concreto
- Grama
- Camada de brita média
- Aterro de origem desconhecida composto por areia siltosa a areia argilosa, de coloração marrom avermelhada, com mica, eventualmente com fragmentos de materiais da construção civil (azulejo, concreto, telha, madeira e tijolo), arames, luvas, latas de tinta, panos e estopas
- Aterro utilizado para terraplanagem composto por areia siltosa a areia pouco siltosa, de coloração marrom avermelhada, com fragmentos de materiais de construção civil (azulejo, concreto e telha), eventualmente com mica e caulim
- Aterro oriundo da dragagem do leito do rio Tietê composto por argila/silte arenosa, de coloração cinza amarronzada ou preta ou de coloração variegada (marrom, vermelho, cinza, amarelo), rica em restos vegetais, eventualmente com restos de plástico e outros materiais fragmentos de piso de ardósia, por vezes com porções de areia, algumas vezes siltosa, de coloração ocre e silte compacto de coloração cinza claro

Depósitos quaternários (aluvionares)

- Argila plástica a argila arenosa (fina a grossa), rica em restos vegetais, de coloração preta
- Areia (muito fina) siltosa, de coloração cinza amarronzada a marrom escura, rica em mica, por vezes com restos vegetais e com porções mais compactas
- Areia (fina a grossa), de coloração marrom a cinza, por vezes pouco siltosa, rica em mica
- Impenetrável

- Contato litológico definido
- Contato litológico inferido
- Sentido do fluxo subterrâneo
- Nível estabilizado da água subterrânea definido
- Nível estabilizado da água subterrânea inferido
- P P' Corte em planta da seção hidrogeológica
- ? Não há informação sobre a continuidade da camada

Escala Horizontal
0 20 40(m)

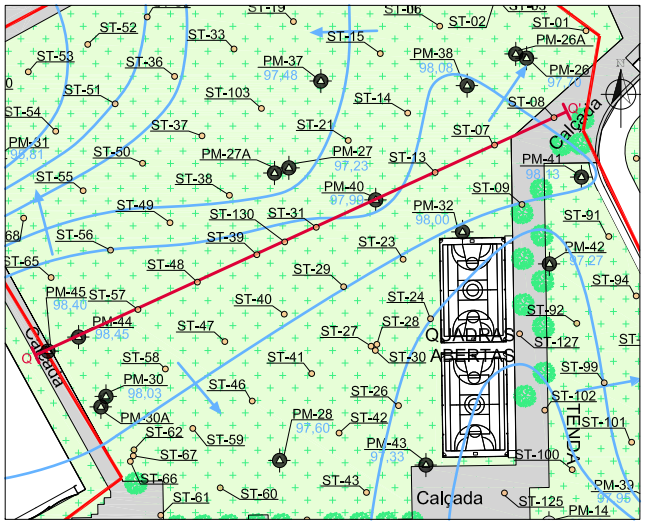
Servmar
AMBIENTAL & ENGENHARIA

Cliente:
USP LESTE
Rua Arlindo Bettio, nº 1000
São Paulo - SP

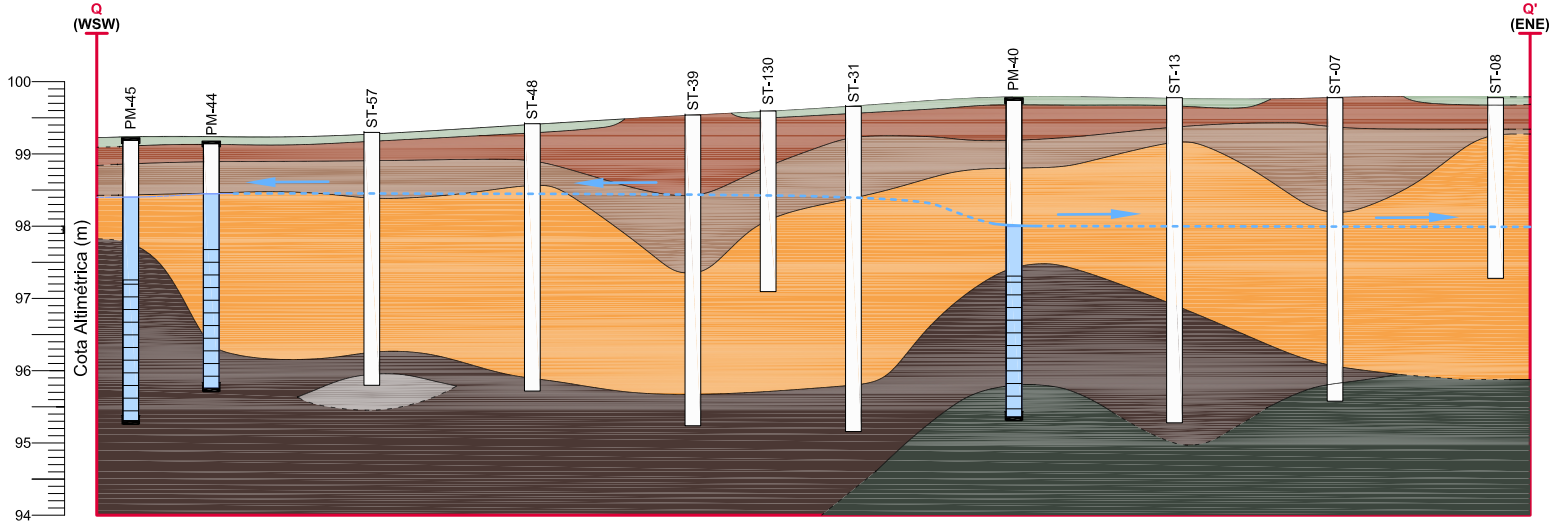
Desenhado por: Nathalia Lucca
Elaborado por: Flavio Monteiro
Aprovado por: Aline Bernice

Figura 5.3.1.19. Seção hidrogeológica Q - Q' (03/01/2014)

Situação em Planta



Obs: Para efeito ilustrativo os poços de monitoramento estão superdimensionados



Projeto:
Investigação Detalhada na Área AI-01

Contrato Interno: 4841
Revisão: 00

Data de emissão do Relatório
02/2014

Depósitos antropogênicos (aterro)

- Concreto
- Grama
- Camada de brita média
- Aterro de origem desconhecida composto por areia siltosa a areia argilosa, de coloração marrom avermelhada, com mica, eventualmente com fragmentos de materiais da construção civil (azulejo, concreto, telha, madeira e tijolo), arames, luvas, latas de tinta, panos e estopas
- Aterro utilizado para terraplanagem composto por areia siltosa a areia pouco siltosa, de coloração marrom avermelhada, com fragmentos de materiais de construção civil (azulejo, concreto e telha), eventualmente com mica e caulim
- Aterro oriundo da dragagem do leito do rio Tietê composto por argila/silte arenosa, de coloração cinza amarronzada ou preta ou de coloração variegada (marrom, vermelho, cinza, amarelo), rica em restos vegetais, eventualmente com restos de plástico e outros materiais fragmentos de piso de ardósia, por vezes com porções de areia, algumas vezes siltosa, de coloração ocre e silte compacto de coloração cinza claro

Depósitos quaternários (aluvionares)

- Argila plástica a argila arenosa (fina a grossa), rica em restos vegetais, de coloração preta
- Areia (muito fina) siltosa, de coloração cinza amarronzada a marrom escura, rica em mica, por vezes com restos vegetais e com porções mais compactas
- Areia (fina a grossa), de coloração marrom a cinza, por vezes pouco siltosa, rica em mica
- Impenetrável

- Contato litológico definido
- Contato litológico inferido
- Sentido do fluxo subterrâneo
- Nível estabilizado da água subterrânea definido
- Nível estabilizado da água subterrânea inferido
- Q Q' Corte em planta da seção hidrogeológica
- ? Não há informação sobre a continuidade da camada

Escala Horizontal
0 20 40(m)

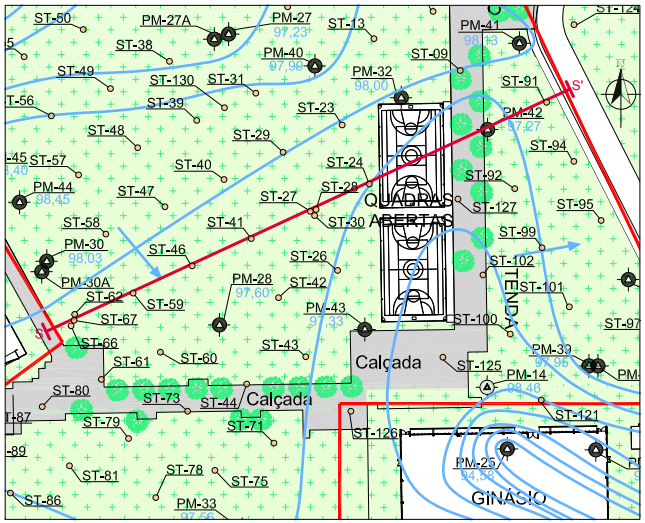
Servmar
AMBIENTAL & ENGENHARIA

Cliente:
USP LESTE
Rua Arlindo Bettio, nº 1000
São Paulo - SP

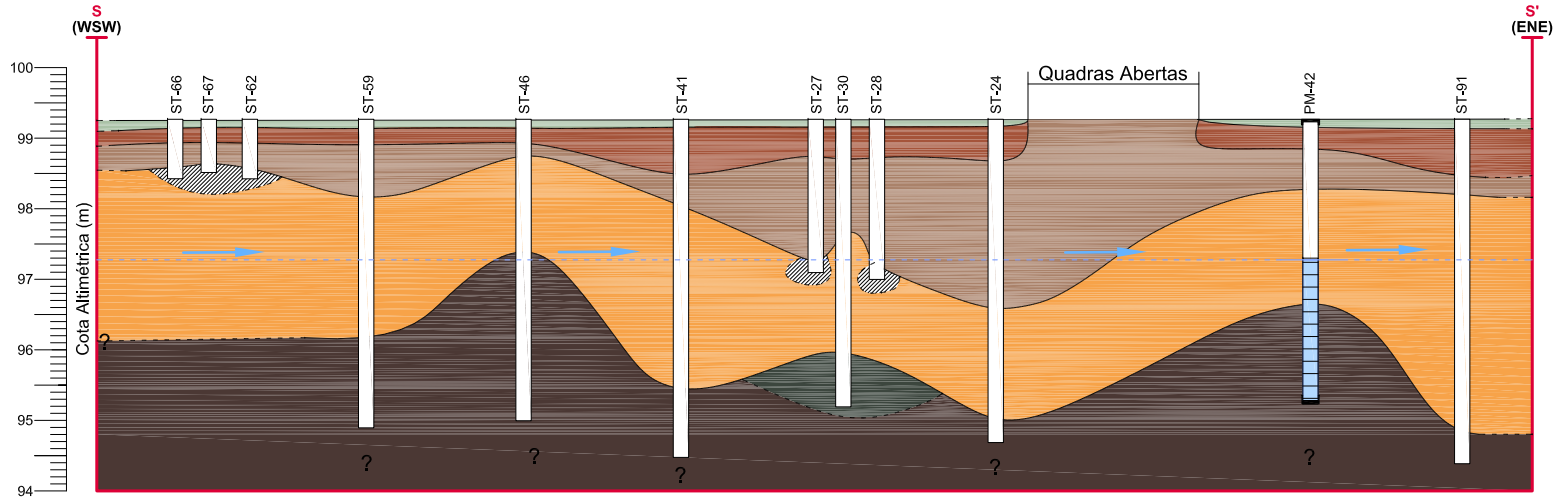
Desenhado por: Nathalia Lucca
Elaborado por: Flavio Monteiro
Aprovado por: Aline Bernice

Figura 5.3.1.21. Seção hidrogeológica S - S' (03/01/2014)

Situação em Planta



Obs: Para efeito ilustrativo os poços de monitoramento estão superdimensionados



Projeto:
Investigação Detalhada na Área AI-01

Contrato Interno: 4841
Revisão: 00

Data de emissão do Relatório
02/2014

Depósitos antropogênicos (aterro)

- Concreto
- Grama
- Camada de brita média
- Aterro de origem desconhecida composto por areia siltosa a areia argilosa, de coloração marrom avermelhada, com mica, eventualmente com fragmentos de materiais da construção civil (azulejo, concreto, telha, madeira e tijolo), arames, luvas, latas de tinta, panos e estopas
- Aterro utilizado para terraplanagem composto por areia siltosa a areia pouco siltosa, de coloração marrom avermelhada, com fragmentos de materiais de construção civil (azulejo, concreto e telha), eventualmente com mica e caulim
- Aterro oriundo da dragagem do leito do rio Tietê composto por argila/silte arenosa, de coloração cinza amarronzada ou preta ou de coloração variegada (marrom, vermelho, cinza, amarelo), rica em restos vegetais, eventualmente com restos de plástico e outros materiais fragmentos de piso de ardósia, por vezes com porções de areia, algumas vezes siltosa, de coloração ocre e silte compacto de coloração cinza claro

Depósitos quaternários (aluvionares)

- Argila plástica a argila arenosa (fina a grossa), rica em restos vegetais, de coloração preta
- Areia (muito fina) siltosa, de coloração cinza amarronzada a marrom escura, rica em mica, por vezes com restos vegetais e com porções mais compactas
- Areia (fina a grossa), de coloração marrom a cinza, por vezes pouco siltosa, rica em mica
- Impenetrável

- Contato litológico definido
- Contato litológico inferido
- Sentido do fluxo subterrâneo
- Nível estabilizado da água subterrânea definido
- Nível estabilizado da água subterrânea inferido
- S S' Corte em planta da seção hidrogeológica
- ? Não há informação sobre a continuidade da camada

Escala Horizontal
0 20 40(m)

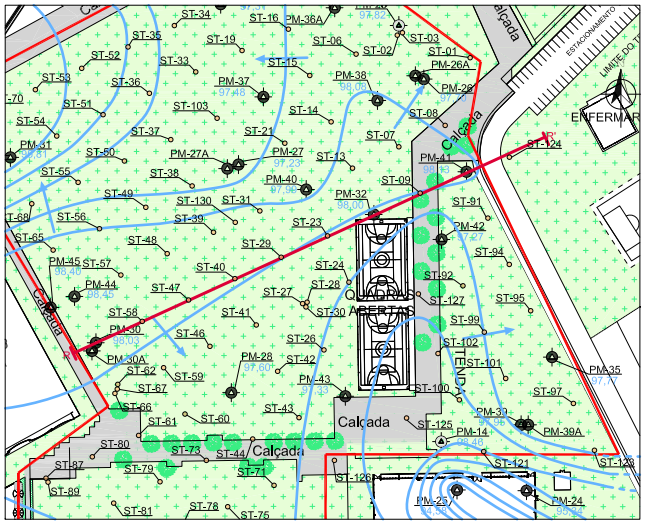
Servmar
AMBIENTAL & ENGENHARIA

Cliente:
USP LESTE
Rua Arlindo Bettio, nº 1000
São Paulo - SP

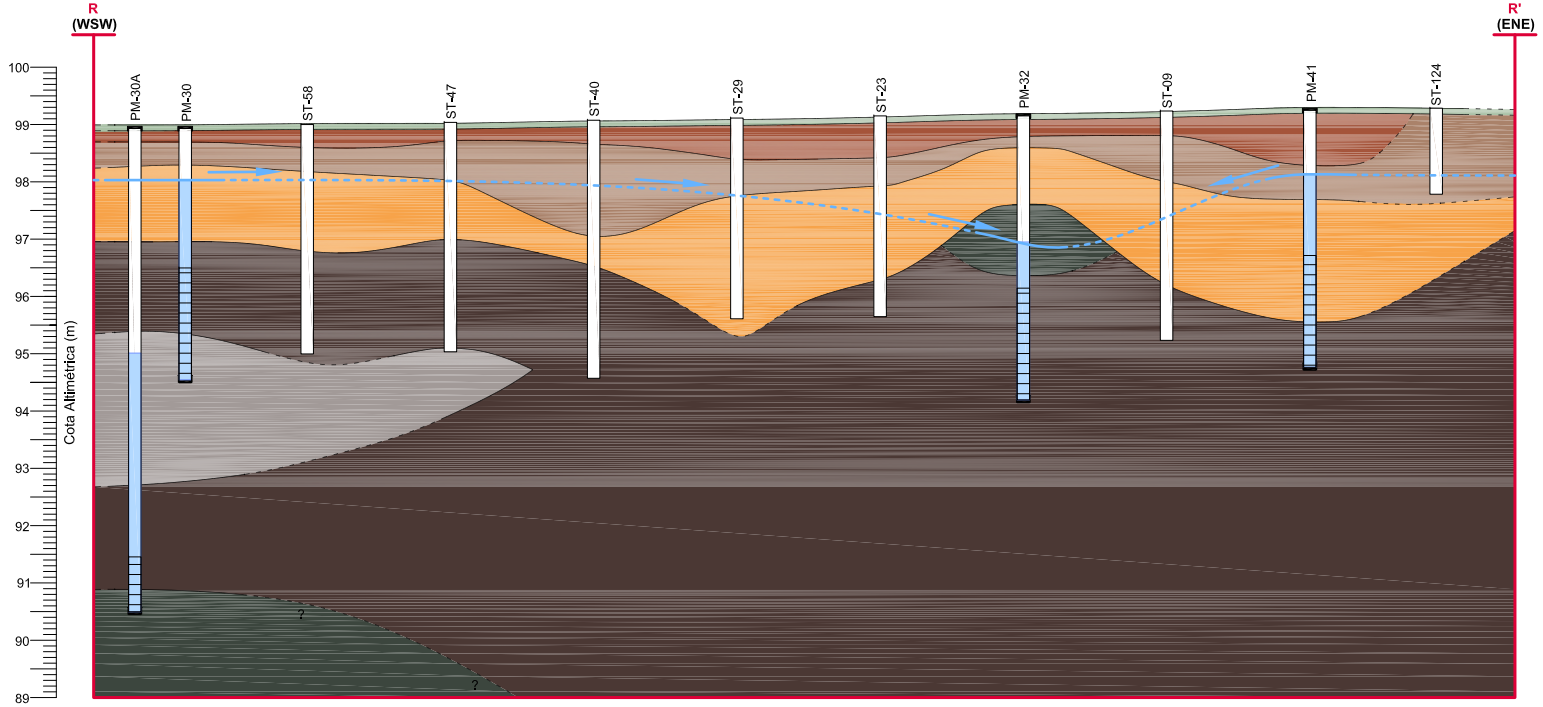
Desenhado por: Nathalia Lucca
Elaborado por: Flavio Monteiro
Aprovado por: Aline Bernice

Figura 5.3.1.20. Seção hidrogeológica R - R' (03/01/2014)

Situação em Planta



Obs: Para efeito ilustrativo os poços de monitoramento estão superdimensionados



Projeto:
Investigação Detalhada na Área AI-01

Contrato Interno: 4841
Revisão: 00

Data de emissão do Relatório
02/2014

Depósitos antropogênicos (aterro)

- Concreto
- Grama
- Camada de brita média
- Aterro de origem desconhecida composto por areia siltosa a areia argilosa, de coloração marrom avermelhada, com mica, eventualmente com fragmentos de materiais da construção civil (azulejo, concreto, telha, madeira e tijolo), arames, luvas, latas de tinta, panos e estopas
- Aterro utilizado para terraplanagem composto por areia siltosa a areia pouco siltosa, de coloração marrom avermelhada, com fragmentos de materiais de construção civil (azulejo, concreto e telha), eventualmente com mica e caulim
- Aterro oriundo da dragagem do leito do rio Tietê composto por argila/silte arenosa, de coloração cinza amarronzada ou preta ou de coloração variegada (marrom, vermelho, cinza, amarelo), rica em restos vegetais, eventualmente com restos de plástico e outros materiais fragmentos de piso de ardósia, por vezes com porções de areia, algumas vezes siltosa, de coloração ocre e silte compacto de coloração cinza claro

Depósitos quaternários (aluvionares)

- Argila plástica a argila arenosa (fina a grossa), rica em restos vegetais, de coloração preta
- Areia (muito fina) siltosa, de coloração cinza amarronzada a marrom escura, rica em mica, por vezes com restos vegetais e com porções mais compactas
- Areia (fina a grossa), de coloração marrom a cinza, por vezes pouco siltosa, rica em mica
- Impenetrável

- Contato litológico definido
- Contato litológico inferido
- Sentido do fluxo subterrâneo
- Nível estabilizado da água subterrânea definido
- Nível estabilizado da água subterrânea inferido
- R R' Corte em planta da seção hidrogeológica
- ? Não há informação sobre a continuidade da camada

Escala Horizontal
0 20 40(m)

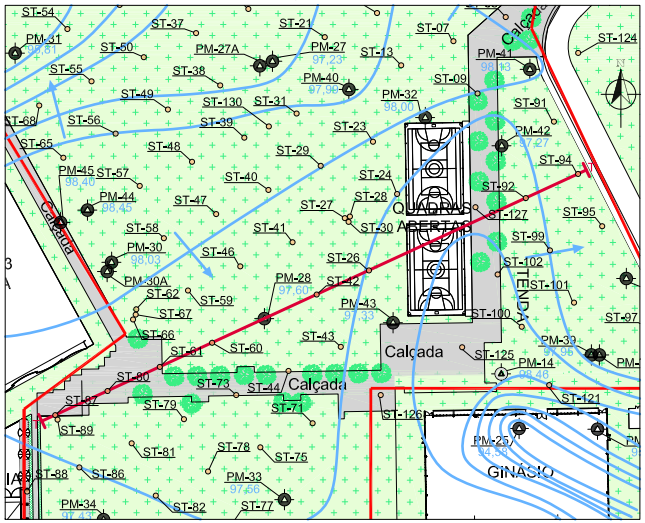
Servmar
AMBIENTAL & ENGENHARIA

Cliente:
USP LESTE
Rua Arlindo Bettio, nº 1000
São Paulo - SP

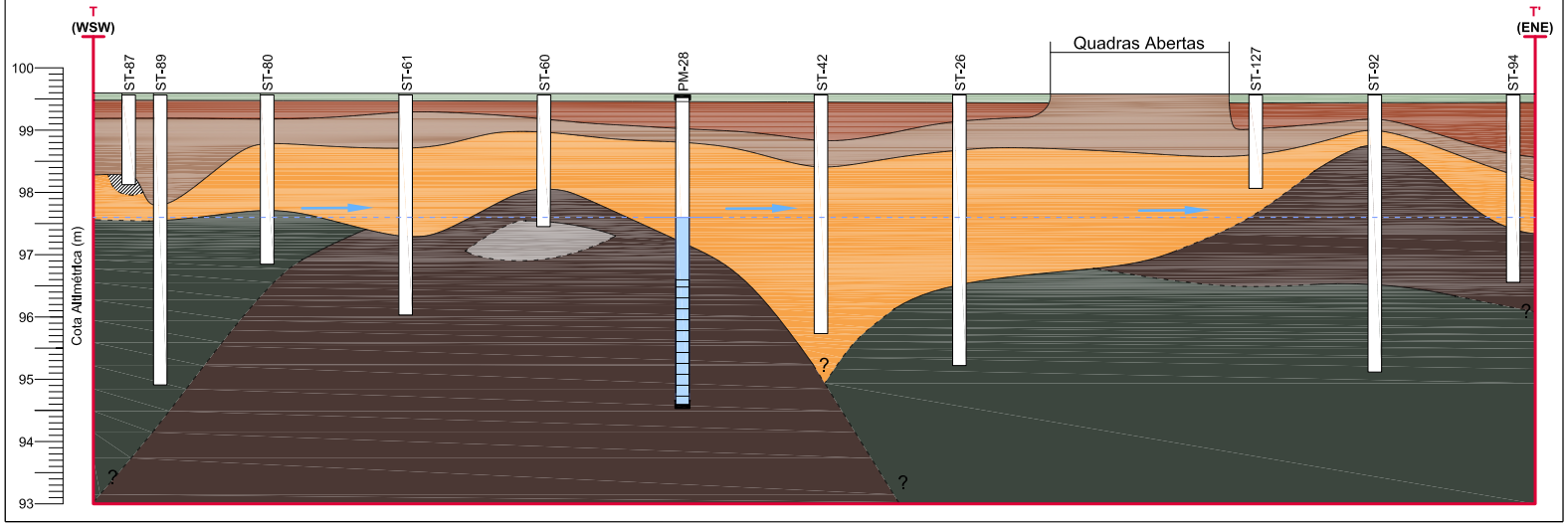
Desenhado por:	Fabiana Santos
Elaborado por:	Flavio Monteiro
Aprovado por:	Aline Bernice

Figura 5.3.1.22. Seção hidrogeológica T - T' (03/01/2014)

Situação em Planta



Obs: Para efeito ilustrativo os poços de monitoramento estão superdimensionados



Projeto:
Investigação Detalhada na Área AI-01

Contrato Interno: 4841
Revisão: 00

Data de emissão do Relatório
02/2014

Depósitos antropogênicos (aterro)

- Concreto
- Grama
- Camada de brita média
- Aterro de origem desconhecida composto por areia siltosa a areia argilosa, de coloração marrom avermelhada, com mica, eventualmente com fragmentos de materiais da construção civil (azulejo, concreto, telha, madeira e tijolo), arames, luvas, latas de tinta, panos e estopas
- Aterro utilizado para terraplanagem composto por areia siltosa a areia pouco siltosa, de coloração marrom avermelhada, com fragmentos de materiais de construção civil (azulejo, concreto e telha), eventualmente com mica e caulim
- Aterro oriundo da dragagem do leito do rio Tietê composto por argila/silte arenosa, de coloração cinza amarronzada ou preta ou de coloração variegada (marrom, vermelho, cinza, amarelo), rica em restos vegetais, eventualmente com restos de plástico e outros materiais fragmentos de piso de ardósia, por vezes com porções de areia, algumas vezes siltosa, de coloração ocre e silte compacto de coloração cinza claro

Depósitos quaternários (aluvionares)

- Argila plástica a argila arenosa (fina a grossa), rica em restos vegetais, de coloração preta
- Areia (muito fina) siltosa, de coloração cinza amarronzada a marrom escura, rica em mica, por vezes com restos vegetais e com porções mais compactas
- Areia (fina a grossa), de coloração marrom a cinza, por vezes pouco siltosa, rica em mica
- Impenetrável

- Contato litológico definido
- Contato litológico inferido
- Sentido do fluxo subterrâneo
- Nível estabilizado da água subterrânea definido
- Nível estabilizado da água subterrânea inferido
- T T' Corte em planta da seção hidrogeológica
- ? Não há informação sobre a continuidade da camada

Escala Horizontal
0 20 40(m)

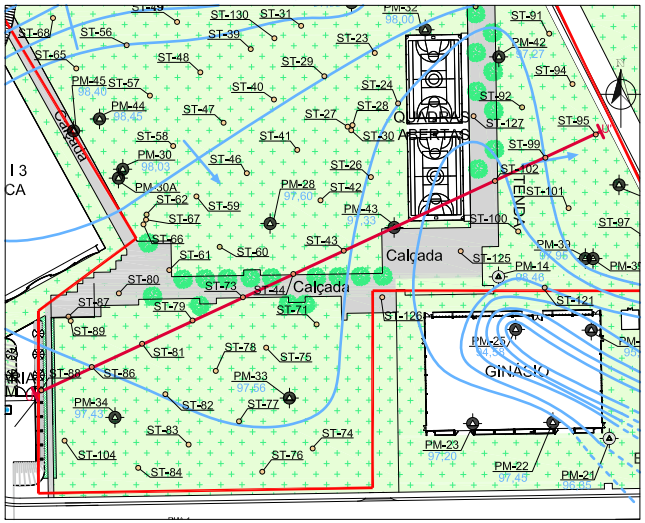
Servmar
AMBIENTAL & ENGENHARIA

Cliente:
USP LESTE
Rua Arlindo Bettio, nº 1000
São Paulo - SP

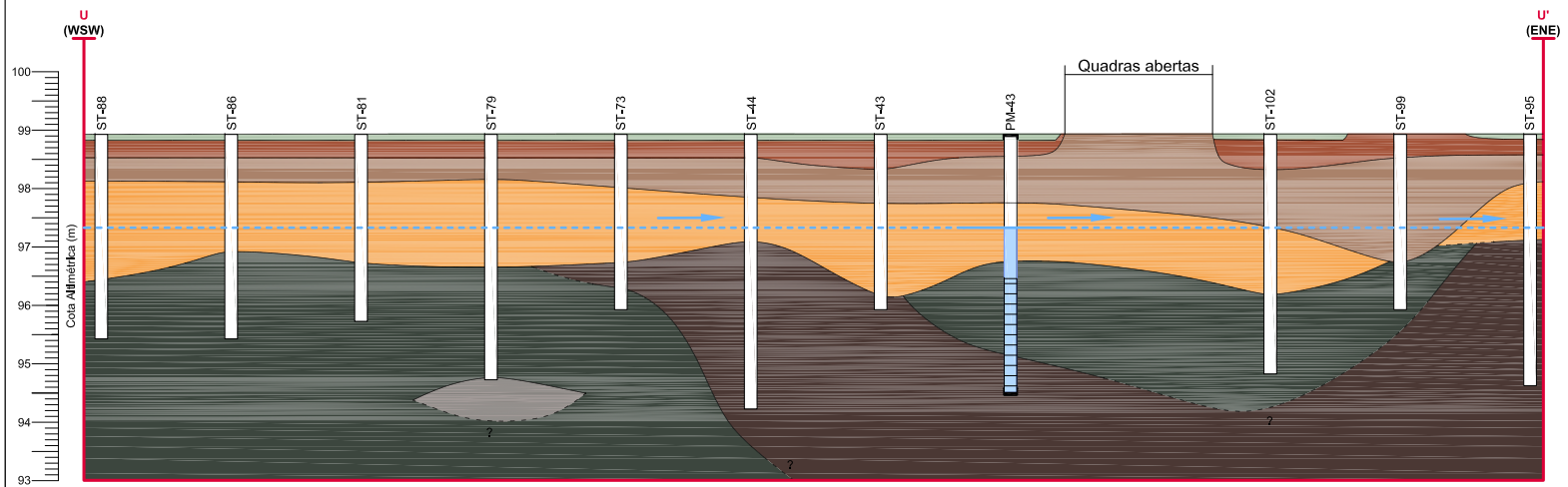
Desenhado por:	Roberto M. Santana
Elaborado por:	Flavio Monteiro
Aprovado por:	Aline Bernice

Figura 5.3.1.23. Seção hidrogeológica U - U' (03/01/2014)

Situação em Planta



Obs: Para efeito ilustrativo os poços de monitoramento estão superdimensionados



Projeto:
Investigação Detalhada na Área AI-01

Contrato Interno: 4841
Revisão: 00

Data de emissão do Relatório
02/2014

Depósitos antropogênicos (aterro)

- Concreto
- Grama
- Camada de brita média
- Aterro de origem desconhecida composto por areia siltosa a areia argilosa, de coloração marrom avermelhada, com mica, eventualmente com fragmentos de materiais da construção civil (azulejo, concreto, telha, madeira e tijolo), arames, luvas, latas de tinta, panos e estopas
- Aterro utilizado para terraplanagem composto por areia siltosa a areia pouco siltosa, de coloração marrom avermelhada, com fragmentos de materiais de construção civil (azulejo, concreto e telha), eventualmente com mica e caulim
- Aterro oriundo da dragagem do leito do rio Tietê composto por argila/silte arenosa, de coloração cinza amarronzada ou preta ou de coloração variegada (marrom, vermelho, cinza, amarelo), rica em restos vegetais, eventualmente com restos de plástico e outros materiais fragmentos de piso de ardósia, por vezes com porções de areia, algumas vezes siltosa, de coloração ocre e silte compacto de coloração cinza claro

Depósitos quaternários (aluvionares)

- Argila plástica a argila arenosa (fina a grossa), rica em restos vegetais, de coloração preta
- Areia (muito fina) siltosa, de coloração cinza amarronzada a marrom escura, rica em mica, por vezes com restos vegetais e com porções mais compactas
- Areia (fina a grossa), de coloração marrom a cinza, por vezes pouco siltosa, rica em mica
- Impenetrável
- Contato litológico definido
- Contato litológico inferido
- Sentido do fluxo subterrâneo
- Nível estabilizado da água subterrânea definido
- Nível estabilizado da água subterrânea inferido
- U U' Corte em planta da seção hidrogeológica
- ? Não há informação sobre a continuidade da camada

Escala Horizontal
0 20 40(m)

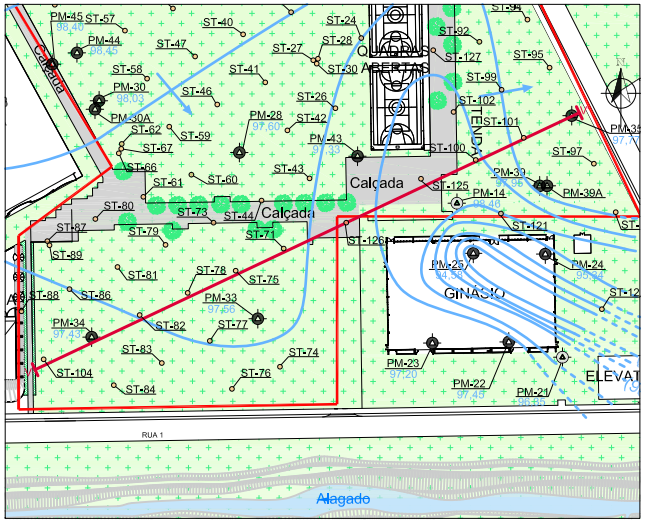
Servmar
AMBIENTAL & ENGENHARIA

Cliente:
USP LESTE
Rua Arlindo Bettio, nº 1000
São Paulo - SP

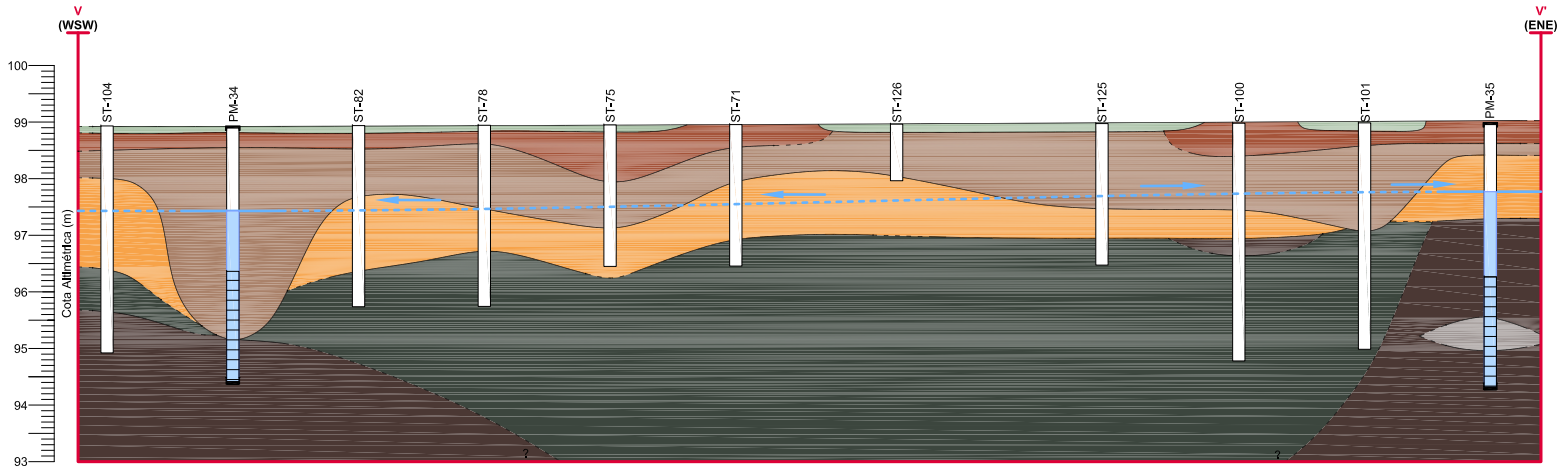
Desenhado por: Fabiana Santos
Elaborado por: Flavio Monteiro
Aprovado por: Aline Bernice

Figura 5.3.1.24. Seção hidrogeológica V - V' (03/01/2014)

Situação em Planta



Obs: Para efeito ilustrativo os poços de monitoramento estão superdimensionados



Projeto:
Investigação Detalhada na Área AI-01

Contrato Interno: 4841
Revisão: 00

Data de emissão do Relatório
02/2014

Depósitos antropogênicos (aterro)

- Concreto
- Grama
- Camada de brita média
- Aterro de origem desconhecida composto por areia siltosa a areia argilosa, de coloração marrom avermelhada, com mica, eventualmente com fragmentos de materiais da construção civil (azulejo, concreto, telha, madeira e tijolo), arames, luvas, latas de tinta, panos e estopas
- Aterro utilizado para terraplanagem composto por areia siltosa a areia pouco siltosa, de coloração marrom avermelhada, com fragmentos de materiais de construção civil (azulejo, concreto e telha), eventualmente com mica e caulim
- Aterro oriundo da dragagem do leito do rio Tietê composto por argila/silte arenosa, de coloração cinza amarronzada ou preta ou de coloração variegada (marrom, vermelho, cinza, amarelo), rica em restos vegetais, eventualmente com restos de plástico e outros materiais fragmentos de piso de ardósia, por vezes com porções de areia, algumas vezes siltosa, de coloração ocre e silte compacto de coloração cinza claro

Depósitos quaternários (aluvionares)

- Argila plástica a argila arenosa (fina a grossa), rica em restos vegetais, de coloração preta
- Areia (muito fina) siltosa, de coloração cinza amarronzada a marrom escura, rica em mica, por vezes com restos vegetais e com porções mais compactas
- Areia (fina a grossa), de coloração marrom a cinza, por vezes pouco siltosa, rica em mica
- Impenetrável

- Contato litológico definido
- Contato litológico inferido
- Sentido do fluxo subterrâneo
- Nível estabilizado da água subterrânea definido
- Nível estabilizado da água subterrânea inferido
- V V' Corte em planta da seção hidrogeológica
- ? Não há informação sobre a continuidade da camada

Escala Horizontal
0 20 40(m)

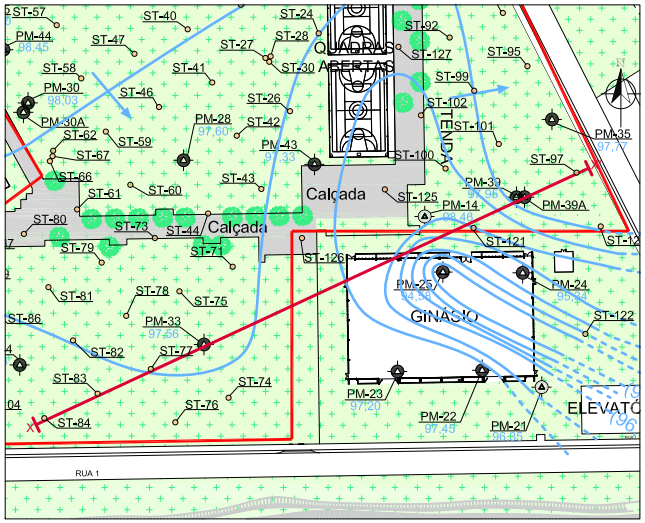
Servmar
AMBIENTAL & ENGENHARIA

Cliente:
USP LESTE
Rua Arlindo Bettio, nº 1000
São Paulo - SP

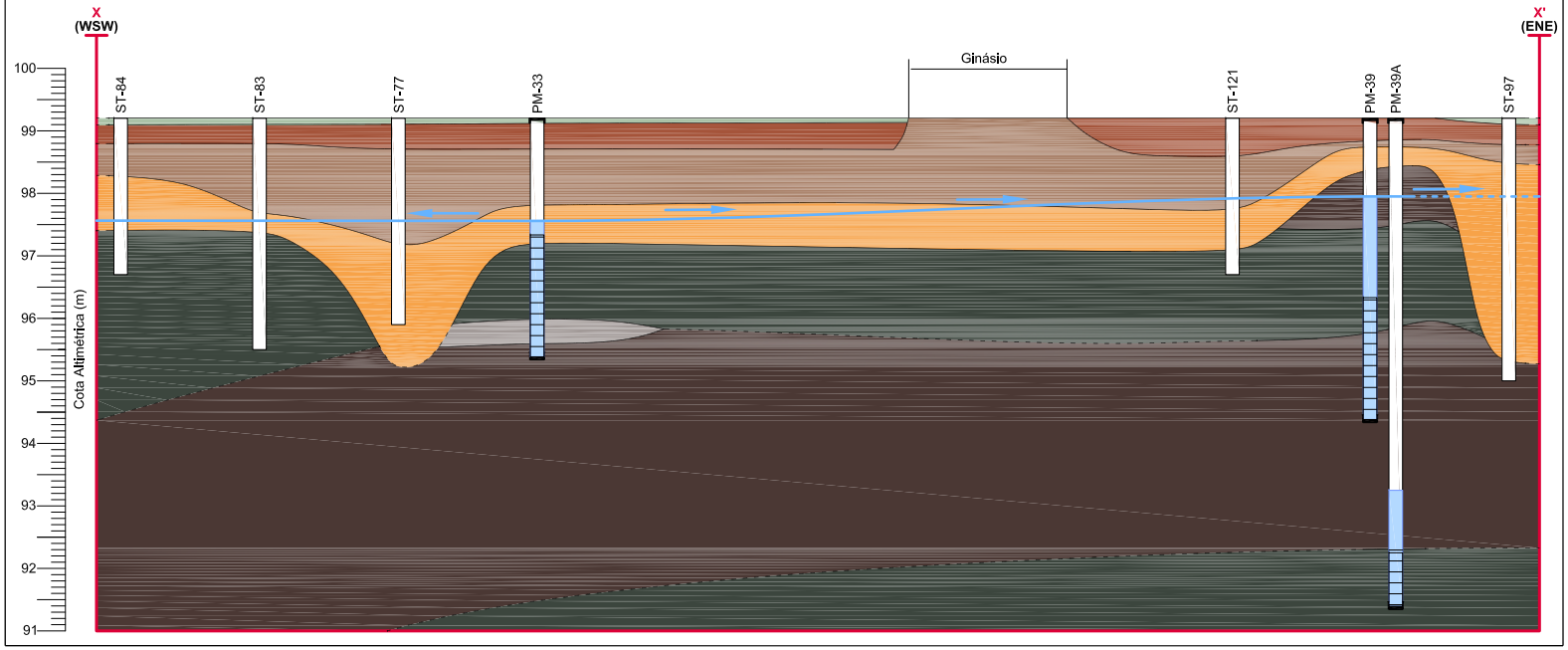
Desenhado por: Fabiana Santos
Elaborado por: Flavio Monteiro
Aprovado por: Aline Bernice

Figura 5.3.1.25. Seção hidrogeológica X - X' (03/01/2014)

SItuação em Planta



Obs: Para efeito ilustrativo os poços de monitoramento estão superdimensionados



Projeto:

Investigação Detalhada na Área AI-01

Contrato Interno: 4841
Revisão: 00

Data de emIssão do Relatório
02/2014

Depósitos antropogênIcos (aterro)

- Concreto
- Grama
- Camada de brita média
- Aterro de origem desconhecida composto por areia siltosa a areia argilosa, de coloração marrom avermelhada, com mica, eventualmente com fragmentos de materiais da construção civil (azulejo, concreto, telha, madeira e tijolo), arames, luvas, latas de tinta, panos e estopas
- Aterro utilizado para terraplanagem composto por areia siltosa a areia pouco siltosa, de coloração marrom avermelhada, com fragmentos de materiais de construção civil (azulejo, concreto e telha), eventualmente com mica e caulim
- Aterro oriundo da dragagem do leito do rio Tietê composto por argila/silte arenosa, de coloração cinza amarronzada ou preta ou de coloração variegada (marrom, vermelho, cinza, amarelo), rica em restos vegetais, eventualmente com restos de plástico e outros materiais fragmentos de piso de ardósia, por vezes com porções de areia, algumas vezes siltosa, de coloração ocre e silte compacto de coloração cinza claro

Depósitos quaternários (aluvIonares)

- Argila plástica a argila arenosa (fina a grossa), rica em restos vegetais, de coloração preta
- Areia (muito fina) siltosa, de coloração cinza amarronzada a marrom escura, rica em mica, por vezes com restos vegetais e com porções mais compactas
- Areia (fina a grossa), de coloração marrom a cinza, por vezes pouco siltosa, rica em mica
- Impenetrável

- Contato litológico definido
- Contato litológico inferido
- Sentido do fluxo subterrâneo
- Nível estabilizado da água subterrânea definido
- Nível estabilizado da água subterrânea inferido
- X X' Corte em planta da seção hidrogeológica
- ? Não há informação sobre a continuidade da camada

Escala Horizontal
0 20 40(m)

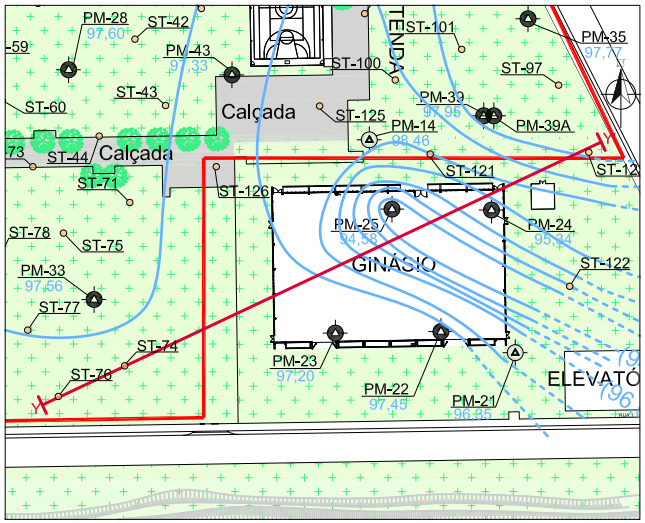
Servmar
AMBIENTAL & ENGENHARIA

Cliente:
USP LESTE
Rua Arlindo Bettio, nº 1000
São Paulo - SP

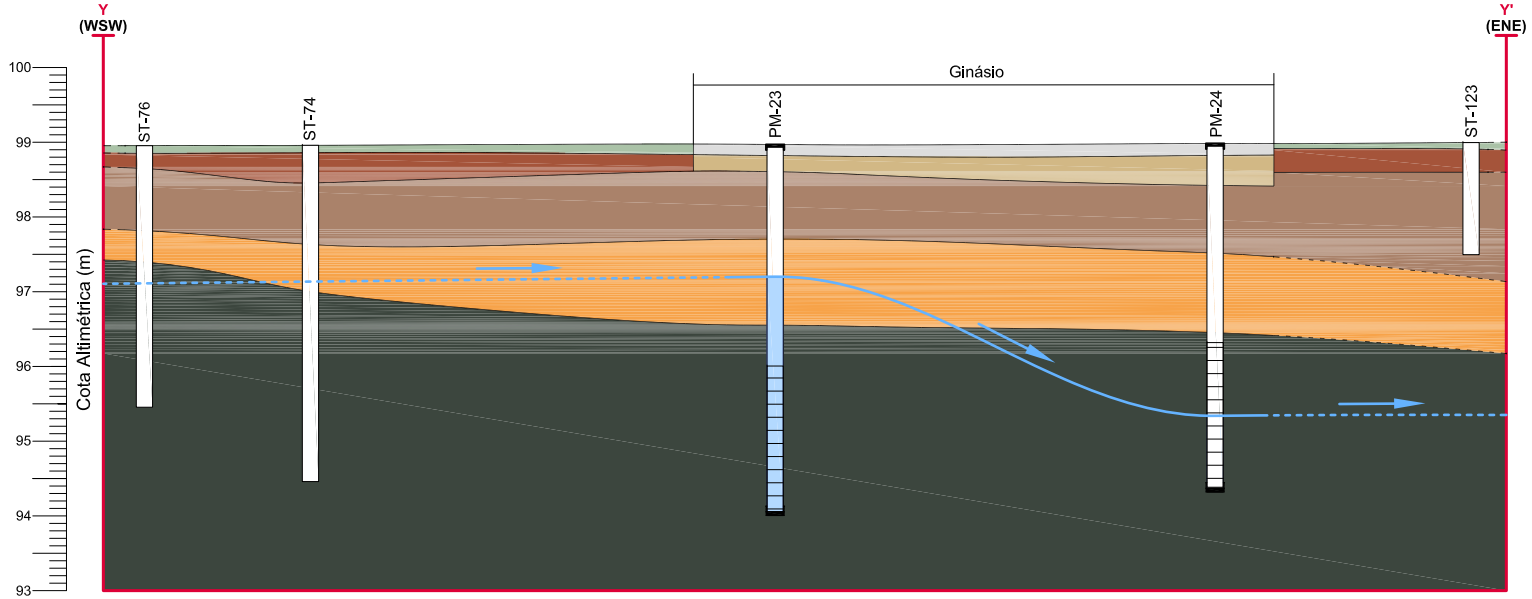
Desenhado por: Fabiana Santos
Elaborado por: Flavio Monteiro
Aprovado por: Aline Bernice

Figura 5.3.1.26. Seção hidrogeológica Y - Y' (03/01/2014)

Situação em Planta



Obs: Para efeito ilustrativo os poços de monitoramento estão superdimensionados



Projeto:
Investigação Detalhada na Área AI-01

Contrato Interno: 4841
Revisão: 00

Data de emissão do Relatório
02/2014

Depósitos antropogênicos (aterro)

- Concreto
- Grama
- Camada de brita média
- Aterro de origem desconhecida composto por areia siltosa a areia argilosa, de coloração marrom avermelhada, com mica, eventualmente com fragmentos de materiais da construção civil (azulejo, concreto, telha, madeira e tijolo), arames, luvas, latas de tinta, panos e estopas
- Aterro utilizado para terraplanagem composto por areia siltosa a areia pouco siltosa, de coloração marrom avermelhada, com fragmentos de materiais de construção civil (azulejo, concreto e telha), eventualmente com mica e caulim
- Aterro oriundo da dragagem do leito do rio Tietê composto por argila/silte arenosa, de coloração cinza amarronzada ou preta ou de coloração variegada (marrom, vermelho, cinza, amarelo), rica em restos vegetais, eventualmente com restos de plástico e outros materiais fragmentos de piso de ardósia, por vezes com porções de areia, algumas vezes siltosa, de coloração ocre e silte compacto de coloração cinza claro

Depósitos quaternários (aluvionares)

- Argila plástica a argila arenosa (fina a grossa), rica em restos vegetais, de coloração preta
- Areia (muito fina) siltosa, de coloração cinza amarronzada a marrom escura, rica em mica, por vezes com restos vegetais e com porções mais compactas
- Areia (fina a grossa), de coloração marrom a cinza, por vezes pouco siltosa, rica em mica
- Impenetrável

- Contato litológico definido
- Contato litológico inferido
- Sentido do fluxo subterrâneo
- Nível estabilizado da água subterrânea definido
- Nível estabilizado da água subterrânea inferido
- Y Y' Corte em planta da seção hidrogeológica
- ? Não há informação sobre a continuidade da camada

Escala Horizontal
0 20 40(m)

Servmar
AMBIENTAL & ENGENHARIA

Cliente:
USP LESTE
Rua Arlindo Bettio, nº 1000
São Paulo - SP

Desenhado por: Fabiana Santos
Elaborado por: Flavio Monteiro
Aprovado por: Aline Bernice

Os dados obtidos durante os ensaios de permeabilidade para a determinação do coeficiente de condutividade hidráulica são analisados utilizando-se equações que regem o fluxo da água subterrânea, considerando um aquífero homogêneo, isotrópico, infinito e com espessura constante, segundo a metodologia proposta por Hvorslev (1951).

Para o cálculo, foram utilizados apenas os dados gerados após a extração do tarugo, na segunda etapa do teste. Os dados relativos à inserção do tarugo são válidos somente se a porção do filtro encontrar-se totalmente saturada, pois, caso não se encontre, a água fluirá do poço para zona vadosa do aquífero, resultando em valores superestimados de condutividade hidráulica.

Salienta-se que durante os ensaios nos 07 poços selecionados verificou-se influência em 03 *Bail Test* (PM-27, PM-26A e PM-25A) da areia pré-filtro utilizada para instalação dos mesmos, desta forma os resultados obtidos nestes poços não foram utilizados para o cálculo do coeficiente de condutividade hidráulica.

As **Tabelas 5.3.1.2.** e **5.3.1.3.** apresentam os valores de condutividade hidráulica (K) válidos, os quais foram determinados a partir dos ensaios de permeabilidade realizados nos poços de monitoramento na porção superior (PM-30, PM-31 e PM-32) e inferior do aquífero livre (PM-39A). Verifica-se nesta tabela que os valores obtidos não apresentam grande variação e estão coerentes com as litologias mais permeáveis interceptadas pelas seções filtrantes dos poços ensaiados.

Tabela 5.3.1.2. Valores de condutividade hidráulica obtidos nos ensaios de permeabilidade – seção filtrante na porção superior

Poço de monitoramento	Data do ensaio	Litologia na seção filtrante	K(1) (cm/s)
PM-30	08/01/2014	Areia (muito fina) siltosa, de coloração cinza amarronzada a marrom escura, rica em mica, por vezes com restos vegetais e com porções mais compactas. Areia (fina a grossa), de coloração marrom a cinza, por vezes pouco siltosa, rica em mica.	$9{,}35 \times 10^{-5}$
PM-31	08/01/2014	Areia (fina a grossa), de coloração marrom a cinza, por vezes pouco siltosa, rica em mica.	$7{,}17 \times 10^{-4}$
PM-32	08/01/2014	Areia (muito fina) siltosa, de coloração cinza amarronzada a marrom escura, rica em mica, por vezes com restos vegetais e com porções mais compactas.	$2{,}33 \times 10^{-5}$
K MÉDIO NA PORÇÃO SUPERIOR DO AQUÍFERO (cm/s)			**$2{,}78 \times 10^{-4}$**

(1) Resultados do *Bail Test* sem tarugo.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

Tabela 5.3.1.3. Valores de condutividade hidráulica obtidos nos ensaios de permeabilidade – seção filtrante na porção inferior

Poço de monitoramento	Data do ensaio	Litologia na seção filtrante	K(1) (cm/s)
PM-39A	08/01/2014	Argila plástica a argila arenosa (fina a grossa), rica em restos vegetais, de coloração preta. Areia (muito fina) siltosa, de coloração cinza amarronzada a marrom escura, rica em mica, por vezes com restos vegetais e com porções mais compactas.	$1,21 \times 10^{-3}$
K MÉDIO NA PORÇÃO INFERIOR DO AQUÍFERO (cm/s)			**$1,21 \times 10^{-3}$**

(1) Resultados do *Bail Test* sem tarugo.

Para determinação dos gradientes hidráulicos (i) máximo e mínimo, representativos da área para a porção superior do aquífero livre na AI-01, foram utilizadas como referência, respectivamente, as cargas hidráulicas e as distâncias entre os poços PM-44 e PM-31 e entre os poços PM-30 e PM-33, considerando o sentido do fluxo da água subterrânea com ângulo de 90° entre as linhas de fluxo elaboradas para a porção superior do aquífero.

Em relação à porção inferior do aquífero livre, o gradiente hidráulico (i) foi determinado utilizando-se como referência as cargas hidráulicas e as distâncias entre os poços PM-27A e PM-30A, considerando um ângulo de 90° entre as linhas de fluxo elaboradas para a porção inferior do aquífero.

Para a estimativa da velocidade de migração da água subterrânea do aquífero livre foi utilizada a equação desenvolvida por Darcy (*apud* Fetter, 1994).

Neste cálculo foi considerado o valor de porosidade efetiva médio, determinado a partir da análise geotécnica das amostras indeformadas coletadas, o qual é representativo da litologia predominante local, bem como os valores de gradiente hidráulico calculados a partir dos mapas potenciométricos e os coeficientes de condutividade hidráulica obtidos a partir dos ensaios realizados nos poços de monitoramento. A **Tabela 5.3.1.4.** apresenta os valores de velocidade obtidos para a porção superior e para porção inferior do aquífero livre.

Para a porção superior do aquífero livre a velocidade mínima e máxima do fluxo da água subterrânea apresentou valores de 8,54 m/ano e 80,55 m/ano, respectivamente, enquanto a porção inferior do aquífero livre apresentou a velocidade média do fluxo da água subterrânea de 200,15 m/ano.

Cabe ressaltar que a velocidade de deslocamento da água subterrânea é diferente das demais substâncias químicas no aquífero, em função das propriedades do fluido (densidade e viscosidade) e dos processos de transporte (atenuação natural, difusão, dispersão, adsorção e decaimento).

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

Tabela 5.3.1.4. Velocidades calculadas para o fluxo horizontal da água subterrânea

Porção do aquífero	K médio	i (cm/cm)	$n_{ef\ média}$ (%)	Velocidade (cm/s)	Velocidade (m/ano)
Superior (1)	2,78 x 10^{-4}	Máximo	4,83%	Máximo	
		0,04435		2,55 x 10^{-4}	80,55
		Mínimo		Mínimo	
		0,00470		2,71 x 10^{-5}	8,54
		Média		Média	
Inferior	1,21 x 10^{-3}	0,02532		6,34 x 10^{-4}	200,15

(1) K médio refere-se condutividade hidráulica média dos poços PM-30, PM-31 e PM-32.

i – gradiente hidráulico.

$n_{ef\ média}$ – porosidade efetiva média.

5.3.2. Características físico-químicas das águas subterrâneas

A **Tabela 5.3.2.1.** apresenta os resultados dos parâmetros físico-químicos estabilizados, medidos *in situ* nas amostras de água subterrânea provenientes dos poços de monitoramento.

Os resultados indicaram que não há diferença significativa entre as características físico-químicas da água subterrânea nos poços instalados na AI-01 e nos poços instalados fora desta. Também é possível verificar que a variação desses indicadores é semelhante nas porções superior e inferior do aquífero livre, desta forma serão reportados abaixo, em conjunto.

Durante a amostragem dos poços existentes no campus a temperatura da água subterrânea variou de 20,70 °C a 29,30 °C (média de 23,46 °C), valores estes bem próximos ao publicado em CETESB (2013) para a Bacia Sedimentar de São Paulo (26 ºC).

O pH médio da área apresentou-se inferior ao registrado para o aquífero da Bacia Sedimentar de São Paulo (7,5 UpH) e, de forma geral, indicou que a área de estudo possui características predominantemente ácidas, com um valor médio de 6,48 UpH (máximo de 5,47 UpH e mínimo de 7,37 UpH). Destaca-se que valores de pH levemente básicos, entre 7,01 UpH e 7,31 UpH, concentraram-se na porção nordeste da AI-01.

As medidas de condutividade elétrica (CE) da água variaram entre 168,5 µS/cm e 2132 µS/cm, com média de 1087,95 µS/cm. Estes valores são superiores aos 160 µS/cm registrados para a bacia (CETESB, 2013) e indicam a presença de grande quantidade de íons. Destaca-se nas porções noroeste e sudoeste da **USP LESTE**, tanto na AI-01 quanto fora desta, há a predominância de valores acima de 1000 µS/cm.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

O potencial redox (ORP) registrado variou de - 403,40 mV a - 27,70 mV, com valor médio de -146,54 mV, caracterizando o meio como redutor. Percebe-se que, em relação à distribuição espacial, os ambientes menos redutores (ORP acima de -199 mV) concentram-se predominantemente nas porções noroeste e sudoeste da área, onde estima-se que a quantidade de íons sejam relativamente maiores.

Em relação ao oxigênio dissolvido (OD), quanto maior a temperatura, a salinidade e a pressão, menor a solubilidade do oxigênio na água. Durante os trabalhos verificou-se que, à exceção do poço PM-40, cuja concentração de oxigênio foi de 1,60 mg/L, os teores de OD foram inferiores a 0,10 mg/L, caracterizando o meio como predominantemente anaeróbio e corroborando o caráter redutor indicado nas medições de ORP.

Salienta-se que este caráter redutor colabora para o crescimento de bactérias naturais do local, que liberam metano durante a degradação da matéria orgânica originalmente presente no solo da região, como também presente no aterro oriundo da dragagem do rio Tietê.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

Tabela 5.3.2.1. Parâmetros físico-químicos medidos *in situ* nos poços de monitoramento da USP LESTE

Poço	Data de medida	T (°C)	CE (µS/cm)	pH (UpH)	ORP (mV)	OD [2] (mg/L)
PM-01	29/11/2013	21,95	936	6,18	-129,0	<0,10
PM-02	29/11/2013	20,78	711	5,50	-100,1	<0,10
PM-03	28/11/2013	23,07	900	5,92	-166,6	<0,10
PM-04	29/11/2013	25,69	169	5,91	-145,3	<0,10
PM-05	30/11/2013	24,83	1525	6,53	-133,8	<0,10
PM-06	30/11/2013	23,84	1421	7,03	-95,3	<0,10
PM-07	30/11/2013	21,73	960	6,11	-403,4	<0,10
PM-08	28/11/2013	25,59	388	6,01	-95,1	<0,10
PM-09	30/11/2013	22,73	1007	6,28	-56,8	<0,10
PM-10	01/12/2013	24,19	1158	6,25	-313,6	<0,10
PM-11	30/11/2013	23,71	993	6,88	-205,3	<0,10
PM-12	30/11/2013	25,00	1598	6,73	-68,1	<0,10
PM-14	01/12/2013	22,62	1075	6,57	-148,6	<0,10
PM-15	30/11/2013	24,75	557	5,47	-98,5	<0,10
PM-16	30/11/2013	22,16	1421	6,56	-47,3	<0,10
PM-17	30/11/2013	22,91	1209	6,58	-70,3	<0,10
PM-18	01/12/2013	22,16	1197	6,48	-123,1	<0,10
PM-20	30/11/2013	21,33	789	6,88	-214,8	<0,10
PM-21	30/11/2013	22,20	1085	6,63	-75,8	<0,10
PM-22	01/12/2013	20,70	1659	6,66	-61,3	<0,10
PM-23	01/12/2013	20,80	1240	6,90	-74,1	<0,10
PM-24	01/12/2013	21,44	1487	6,24	-102,8	<0,10
PM-25	01/12/2013	[3]				
PM-26	30/11/2013	21,82	848	6,47	-112,1	<0,10
PM-26A	30/11/2013	23,14	799	6,48	-87,1	<0,10
PM-27	30/11/2013	22,70	1360	6,53	-65,2	<0,10
PM-27A	30/11/2013	22,90	1003	5,96	-88,2	<0,10
PM-28	30/11/2013	24,34	919	6,53	-288,1	<0,10
PM-29	30/11/2013	22,45	572	6,27	-298,1	<0,10
PM-30	01/12/2013	22,04	731	6,64	-373,2	<0,10
PM-30A	01/12/2013	22,40	710	5,72	-316,1	<0,10
PM-31	30/11/2013	23,31	885	6,24	-319,2	<0,10
PM-32	30/11/2013	21,87	1573	6,18	-144,9	<0,10
PM-33	01/12/2013	22,21	873	6,57	-160,7	<0,10
PM-34	01/12/2013	22,27	1155	6,18	-155,3	<0,10
PM-35	01/12/2013	22,28	1232	6,55	-223,4	<0,10
PM-36	03/01/2014	25,00	1625	7,04	-109,5	<0,10
PM-36A	03/01/2014	24,44	1043	7,01	-111,1	<0,10
PM-37	03/01/2014	24,00	1325	6,36	-70,3	<0,10
PM-38	03/01/2014	24,35	2019	7,37	-154,1	<0,10
PM-39	03/01/2014	25,39	1251	6,83	-73,0	<0,10
PM-39A	03/01/2014	24,75	1536	6,48	-27,7	<0,10
PM-40	03/01/2014	23,48	817	6,87	-74,5	1,60
PM-41	03/01/2014	25,92	2132	7,30	-138,1	<0,10
PM-42	03/01/2014	29,30	847	6,96	-186,6	<0,10
PM-43	03/01/2014	24,41	1029	6,97	-136,6	<0,10
PM-44	03/01/2014	25,90	658	6,26	-108,7	<0,10
PM-45	03/01/2014	27,70	707	6,57	-136,7	<0,10

[1] Valores após estabilização.

[2] Limite de detecção do equipamento de medição = 0,10 mg/L.

[3] Poço não amostrado, devido a coluna d'água insuficiente.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

5.3.3. Análises químicas

O **Anexo 11** apresenta uma cópia dos resultados analíticos das amostras de água subterrânea coletadas no campus da **USP LESTE**, os quais são comentados nos itens seguintes. Salienta-se que os poços PM-26 a PM-35 estão localizados na área AI-01.

Metais

Além das considerações já apresentadas sobre metais no capítulo **5.2.**, no caso da água subterrânea da **USP LESTE** deve ser considerada também a influência das águas do rio Tietê.

As **Tabelas 5.3.3.1.a.** e **5.3.3.1.b. (Anexo 14)** apresentam os resultados analíticos para metais dissolvidos nas amostras de água subterrânea na **USP LESTE**. Foram quantificadas concentrações alumínio (PM-15, PM-23, PM-26A, PM-27A, PM-29 e PM-30A, PM-36A, PM-37, PM-39, PM-39A e PM-43), bário (PM-12, PM-15, PM-21 e PM-39), cobalto (PM-02), ferro (todas as amostras dos poços existentes) e manganês (PM-01 ao PM-03, PM-08, PM-09, PM-12 ao PM-16, PM-20 ao PM-22, PM-24, PM-26A, PM-27, PM-28, PM-33 ao PM-36, PM-37, PM-39 ao PM-44 e PM-39A) e níquel (PM-02) acima dos valores de intervenção.

Entretanto, devido à disposição espacial dessas concentrações, a qual abrange toda a área da **USP LESTE**, e à composição mineralógica da litologia local, consideram-se que o alumínio, bário, ferro e manganês sejam de origem natural, provenientes da lixiviação dos minerais que compõem os solos aluvionares presentes na região. Notaram-se pelos mesmos motivos outros metais naturalmente presentes no solo local, os quais correspondem ao alumínio, boro, manganês e zinco, embora estes somente foram denotados em concentrações inferiores aos padrões ambientais.

As concentrações em água subterrânea dos metais cobalto e níquel identificadas na amostra oriunda do PM-02 (localizado no interior do edifício I-1) deverão ser avaliadas em estudos posteriores que englobarão a investigação detalhada de todo o campus, pois este poço está fora dos limites da AI-01, a qual é objeto do estudo ora apresentado.

Para o tálio, não foram denotadas concentrações acima do limite de quantificação, entretanto, devido a restrições na metodologia analítica, o laboratório informou (**Anexo 13**) que não é possível por meio das tecnologias disponíveis no mercado, alcançar a mesma ordem de grandeza do valor de referência utilizado, isto é, o RSL (USEPA, 2013). Ressalta-se que a própria CETESB não definiu valor de intervenção para esse elemento.

Bifenilas policloradas (PCB)

Não foram obtidas concentrações de PCB acima dos limites de quantificação do método analítico nas amostras de água subterrânea da **USP LESTE** (**Anexo 14 - Tabelas 5.3.3.2.a.** e **5.3.3.2.b.**) e, portanto, apresentam-se inferiores aos padrões de referência ambiental.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

Pesticidas organoclorados

As concentrações de pesticidas organoclorados em água subterrânea apresentaram-se inferiores aos limites de quantificação (**Anexo 14 - Tabelas 5.3.3.3.a.** e **5.3.3.3.b.**) e, portanto, também inferiores aos padrões de referência ambiental.

Compostos Orgânicos Voláteis (VOC)

Não foram quantificadas concentrações de VOC nas amostras provenientes dos poços de monitoramento preexistentes e instalados no campus da **USP LESTE** (**Anexo 14 - Tabelas 5.3.3.4.a.** e **5.3.3.4.b.**). Desta forma, não foram denotadas concentrações superiores aos padrões de referência ambiental.

Compostos Orgânicos Semi-Voláteis (SVOC)

As concentrações de SVOC nas amostras de água subterrânea coletadas na **USP LESTE** também encontram-se inferiores aos limites de quantificação (**Anexo 14 - Tabelas 5.3.3.5.a.** e **5.3.3.5.b.**). Deste modo, não foram denotadas concentrações superiores aos padrões de referência ambiental.

Compostos inorgânicos

Os resultados para parâmetros inorgânicos (séries nitrogenada e sulfatada, fosfato, cloreto e cianeto) das análises realizadas nas amostras de água subterrânea do campus da **USP LESTE** são apresentados nas **Tabelas 5.3.3.6.a.** e **5.3.3.6.b.** (**Anexo 14)**.

Compostos inorgânicos – Série nitrogenada

As concentrações de nitrato das 17 amostras que ficaram superiores ao limite de quantificação são inferiores a 0,7 mg/L, e as demais não apresentam-se superiores ao padrão de referência ambiental. Nitrito foi quantificado ainda em menor quantidade, apenas em 02 amostras, e inferior a 0,03 mg/L.

O teor de nitrogênio total apresentou-se elevado em diversos pontos, particularmente no PM-04 (118,1 mg/L).

Compostos inorgânicos – Série sulfatada

Não foram quantificadas concentrações de sulfeto nem sulfito nas amostras de água da USP LESTE. Sulfato total, por outro lado, está presente na maioria das amostras, salvo naquela do poço PM-18. Os poços PM-07 e PM-22, por sua vez, se destacam por elevadas concentrações de sulfato, 155,0 mg/L e 199,5 mg/L, respectivamente. É possível que as elevadas concentrações de sulfato observadas em outras amostras (entre 10,0 e 82,0 mg/L) sejam devidas a presença de matéria orgânica em decomposição no solo.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

Ressalta-se que, durante a amostragem de alguns poços (PM-11, PM-16, PM-24, PM-27A e PM-30A), foi sentido o odor de gás sulfídrico, o qual é resultante da ação de bactérias na decomposição da matéria orgânica.

Compostos inorgânicos – Fosfato

Com exceção da amostra do PM-06 (13,5 mg/L), os teores de fosfato nas amostras de água subterrânea encontram-se inferiores a 1,0 mg/L.

Compostos inorgânicos – Cloreto

Na área AI-01, a maior parte das concentrações de cloreto se encontra entre 21,0 mg/L e 38,0 mg/L, salvo no poço PM-32, com 84,0 mg/L. No restante do campus, os teores variam em um faixa mais ampla, de 5,14 mg/L (PM-03) a 146,10 mg/L (PM-24).

Compostos inorgânicos – Cianeto

As concentrações de cianeto apresentaram-se inferiores ao limite de quantificação nas amostras de água subterrânea da **USP LESTE** e, portanto, também inferiores aos padrões de referência ambiental.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

5.4. Prognóstico de evolução das plumas

Para a simulação das substâncias químicas orgânicas (bifenilas policloradas) que apresentaram concentrações superiores aos padrões de referência ambiental no solo insaturado superficial e subsuperficial da AI-01, foram considerados os parâmetros de transporte advecção, dispersão, lixiviação e capacidade de adsorção em matéria orgânica, além de uma fonte constante de contaminação no solo.

A primeira ordem de decaimento não foi considerada para o PCB, uma vez que não há meia vida definida para essa substância, classificada como poluente orgânico persistente (POP).

Cabe salientar que de forma restritiva, não foi considerada a reação de biodegradação instantânea, a qual é limitada pela quantidade de aceptores de elétrons e tende a minimizar as concentrações que atingem o receptor em função do tempo e da distância percorrida.

Na modelagem foi considerado o valor de porosidade efetiva média de 4,83 %, obtido por meio das análises físicas do solo local e de espessura da franja capilar de 5,00 cm (CETESB, 2013). Foi utilizada a condutividade hidráulica média para esta litologia, na porção superior do aquífero livre, ou seja, 2,78 x 10^{-4} cm/s, conforme resultados dos ensaios de permeabilidade realizados nos poços de monitoramento representativos dessa camada. O gradiente hidráulico para o sentido de transporte da pluma de contaminação (i.e. advecção), calculado por meio do mapa potenciométrico elaborado para a porção superior do aquífero livre (**Figura 5.3.1.1.**) é de 4,435 %.

Na zona insaturada as dimensões da área afetada por PCB foram medidas em planta, sendo utilizada, em caráter restritivo, a somatória dos comprimentos das plumas de fase retida no solo superficial e subsuperficial (137,4 m), visto que o *software* RBCA Tool Kit for Chemical Releases (2011) não faz distinção entre os dois compartimentos do solo para o modelamento.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

Destaca-se que as plumas de fase retida foram traçadas utilizando a distância de 50% entre a sondagem em que a concentração quantificada superou o padrão ambiental e as sondagens em que este composto não foi detectado ou quando sua concentração não superou os padrões ambientais, de acordo com as preconizações expressas na NBR 15.515-3 (ABNT, 2013a).

Na direção vertical, restritivamente, foi adotado o valor de 1,75 m, sendo que no cálculo foi considerado que a espessura do solo a partir de 0,00 m de profundidade (i.e. desde a superfície) até a franja capilar (nível d'água médio de 1,80 m menos a espessura da franja capilar de 0,05 m) apresenta a maior concentração de PCB quantificada na área.

Na zona saturada não foram identificadas fontes de contaminação, i.e., não há plumas de fase dissolvida de PCB na água subterrânea.

A taxa de infiltração de água no solo aplicada neste estudo foi de 66,10 cm/ano (CETESB, 2013), e a fração de carbono orgânico adotada foi de 0,006 na zona não saturada e 0,009 na zona saturada, conforme média dos dados obtidos nas análises laboratoriais para estes compartimentos.

É importante lembrar que o coeficiente de partição solo/água (Kd), i. e., a afinidade do PCB se fixar na superfície da partícula, é elevada e que, aliado aos baixos valores de solubilidade em água dessa classe de substância, resulta na baixa mobilidade do PCB no meio físico, fortemente ligado à estrutura do solo. Esse fato é comprovado pelos gráficos gerados nas modelagens de transporte para 05 e 10 anos (**Anexo 15**), nos quais se observa que não ocorre a partição do PCB para a água subterrânea e, portanto, não há o transporte do mesmo para esse meio.

A **Tabela 5.4.1.** sintetiza os resultados da modelagem de transporte para o PCB nos tempos de 05 e 10 anos. O **Anexo 15** apresenta as planilhas dos dados utilizados e os resultados desta simulação.

Tabela 5.4.1. Modelagem matemática de transporte das SQI nos tempos de 05 e 10 anos

CAS	SQI	Máxima concentração		Padrão de referência ambiental (CETESB, 2014)		Modelagem da distância percorrida com concentração superior ao padrão ambiental (m)	
		em solo (mg/kg)	em água subterrânea (µg/L)	em solo (mg/kg) (1)	em água subterrânea (µg/L)	5 anos	10 anos
1336-36-3	PCB	0,6991	< 0,003	0,03	3,5	<0,01(2)	<0,01(2)

< 0,003 - concentração inferior ao limite de quantificação do método analítico utilizado pelo laboratório.

(1) Valor de intervenção para áreas residenciais.

(2) Esta SQI não atinge o nível d'água com concentração superio ao padrão ambiental a partir da lixiviação de sua concentração em solo.

Os resultados indicam que, em função da ausência de contaminação na água subterrânea acima do limite de quantificação laboratorial, não há restrição de utilização da água subterrânea devido à presença de PCB.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

5.5. Resultados da avaliação de risco toxicológico à saúde humana

5.5.1. Coleta e avaliação de dados

Segundo ABNT (2013b), a etapa de Coleta e Avaliação de Dados envolve a compilação e validação de todas as informações relevantes para o desenvolvimento de um Modelo Conceitual de Exposição (MCE) da área de interesse (AI-01), bem como a identificação dos dados básicos para a quantificação das doses teóricas de ingresso das SQI.

A etapa de coleta e avaliação de dados está subdividida em três fases:

- Resultados de análises químicas das amostras coletadas nos diferentes compartimentos do meio físico (solo superficial, solo subsuperficial e água subterrânea);
- Características do meio físico que podem afetar o transporte, a atenuação natural e a persistência dos contaminantes;
- Características de uso e ocupação do solo na área de interesse.

5.5.1.1. Resultados analíticos

As fontes secundárias consideradas em relação ao solo foram as máximas concentrações das SQI que não são de origem natural com valores superiores aos padrões ambientais estabelecidos para áreas residenciais (CETESB, 2014; ou, na falta desse, USEPA, 2013) encontradas na zona não saturada da AI-01, as quais foram obtidas nos resultados analíticos das amostras de solo superficial e subsuperficial coletadas nesta investigação ambiental detalhada. Salienta-se que nos trabalhos anteriormente desenvolvidos não foram verificadas concentrações das SQI no solo superiores aos padrões de referência ambiental na AI-01.

Para água subterrânea, as fontes consideradas foram as máximas concentrações das SQI que não são de origem natural com valores superiores aos padrões ambientais (CETESB, 2014; ou, na falta desse, USEPA, 2013) detectadas na zona saturada por meio dos resultados analíticos das amostras de água subterrânea coletadas na AI-01 durante este trabalho.

Entretanto, como se pode notar na etapa de investigação detalhada apresentada neste relatório, na água subterrânea não foram detectadas SQI de origem antrópica e com toxicidade definida em concentrações superiores aos padrões ambientais. Desta forma, este compartimento do meio físico pôde ser desconsiderado desta avaliação de risco à saúde humana.

Assim, nas **Tabelas 5.5.1.1.1.** e **5.5.1.1.2.** estão apresentadas, respectivamente, as máximas concentrações das SQI em relação ao solo superficial e solo subsuperficial, superiores aos valores de intervenção estabelecidos pela CETESB (2014) ou, na falta destes, aos RSL estabelecidos pela USEPA (2013).

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

Tabela 5.5.1.1.1. Máximas concentrações das SQI no solo superficial superiores aos padrões de referência ambiental

CAS[1]	SQI	Máxima concentração	Unidade	Sondagem / Prof. de coleta da amostra (m)	V.I.[2]	RSL[3]
1336-36-3-B	PCB	0,4384	mg/kg	ST-25/0,3	0,0300	na

[1] - Número de registro único no banco de dados do Chemical Abstract Service.

[2] - Valor de Intervenção para áreas residenciais estabelecido pela CETESB (2014).

[3] - *Risk Screening Level* para áreas residenciais estabelecido pela USEPA (2013).

ne - Não estabelecido pela CETESB.

na - Não aplicável. Valor de intervenção já estabelecido pela CETESB.

Tabela 5.5.1.1.2. Máximas concentrações das SQI no solo subsuperficial superiores aos padrões de referência ambiental

CAS[1]	SQI	Máxima concentração	Unidade	Sondagem / Prof. de coleta da amostra (m)	V.I.[2]	RSL[3]
1336-36-3-B	PCB	0,6991	mg/kg	ST-22/1,0	0,0300	na

[1] - Número de registro único no banco de dados do Chemical Abstract Service.

[2] - Valor de Intervenção para áreas residenciais estabelecido pela CETESB (2014).

[3] - *Risk Screening Level* para áreas residenciais estabelecido pela USEPA (2013).

ne - Não estabelecido pela CETESB.

na - Não aplicável. Valor de intervenção já estabelecido pela CETESB.

Em função da não distinção da forma química do PCB detectado no solo na AI-01, considerou-se na avaliação de risco a forma mais tóxica e, portanto, mais restritiva existente na planilha confeccionada pela CETESB (2013), sendo ela: "*Polychlorinated Biphenyls (high risk)*" [i.e. "Bifelinas Policloradas (alto risco)"].

5.5.1.2. Características do meio físico

Os parâmetros do meio físico local utilizados para esta simulação correspondem: ao valor médio do nível estabilizado da água subterrânea na porção superior do aquífero livre da AI-01 (1,80 m) em monitoramento realizado no dia 03 de janeiro de 2014 (**Tabela 5.3.1.1.** – capítulo **5.3.**); e aos valores médios de porosidade efetiva (0,048 cm^3/cm^3), porosidade total (0,410 cm^3/cm^3), densidade aparente (1,57 g/cm^3) e fração de carbono orgânico (0,0074) obtidos nas análises laboratoriais (**Tabela 5.2.3.1.** – capítulo **5.2.**).

Para a avaliação de risco assumiu-se que as plumas de fase dissolvida originadas a partir da lixiviação da SQI presente no solo deslocam-se em concordância com os sentidos de fluxo da água subterrânea obtidos para as porções superior e inferior do aquífero livre, ou seja, preferencialmente de sul para norte em sentido ao afluente rio Tietê existente a norte da **USP LESTE** (**Figuras 5.3.1.1.** e **5.3.1.2.**).

É importante informar que as planilhas de avaliação de risco elaboradas pela CETESB (2013) consideram também, além da advecção, a dispersão em todas as direções, o retardo ocasionado pela adsorção em matéria orgânica e argila, e a primeira ordem de decaimento das SQI orgânicas (com exceção da reação de biodegradação instantânea). Entretanto, conforme já explanado no capítulo anterior, não há primeira ordem de decaimento estabelecida para o PCB.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

Partindo desta premissa, o valor de condutividade hidráulica (K) utilizado corresponde à média obtida a partir dos ensaios realizados nos poços de monitoramento instalados na porção superior do aquífero livre sedimentar da AI-01, ou seja, de 2,78 x 10^{-4} cm/s (24,0 cm/dia), visto que a maioria deles apresentam pré-filtro / seção filtrante posicionados na litologia correspondente a uma areia siltosa, referente aos depósitos quaternários.

O gradiente hidráulico considerado para o sentido de transporte da pluma de fase dissolvida (i.e. advecção) foi o maior valor calculado por meio dos mapas potenciométricos (**Figuras 5.3.1.1.** e **5.3.1.2.**), ou seja, de 4,435 %, visto que a velocidade da água subterrânea é proporcional ao gradiente hidráulico.

A taxa de infiltração de água no solo aplicada neste estudo foi de 66,10 cm/ano, conforme média para o Estado de São Paulo apresentada nas planilhas para cálculo do risco publicadas pela CETESB (2013).

Adotou-se a largura do solo superficial contaminado do mesmo tamanho da somatória das larguras das quatro plumas pontuais de fase retida de PCB observadas no solo superficial da AI-01, sendo um total de 106,5 m. Para o solo subsuperficial, a largura da pluma de fase retida foi medida em planta, a partir da única pluma observada no mesmo, sendo esta de 22,15 m.

De forma conservadora, para esta avaliação de risco à saúde humana considerou-se que tanto o solo superficial como o solo subsuperficial apresentam em sua extensão as máximas concentrações das SQI detectadas em cada um desses meios, desde a sua superfície (0,00 m) ao limite com o solo subsuperficial e desse (0,50 m) até a profundidade média do topo da franja capilar (1,75 m), respectivamente. Salienta-se que a espessura da franja capilar considerada foi de 0,05 m, de acordo com as planilhas da CETESB (2013).

Para esta simulação, em relação aos cenários futuros e hipotéticos que envolvem a inalação de vapores provenientes do solo subsuperficial e da água subterrânea em ambientes fechados por receptores residenciais, comerciais e trabalhadores de obras, a largura da área fonte (W_w) e a largura do solo subsuperficial impactado (W_{ss}) utilizadas foram de 22,15 m, as quais se referem à largura da pluma de fase retida no solo subsuperficial verificadas na AI-01, visto que não foram observadas concentrações das SQI na água subterrânea superiores aos padrões ambientais.

Os cálculos de transporte do meio físico estabelecidos nas planilhas da CETESB têm como base o procedimento descrito no *Risk Assessment Guidance for Superfund - RAGS - Volume I - Human Health Evaluation Manual - Part A* (USEPA, 1989) para quantificação da exposição e do risco, bem como as equações de Domenico (1987) para transporte de contaminantes em meio saturado, o modelo de Jury & Johnson (1991, *apud* CETESB *on line*, acesso em 14 de fevereiro de 2014) para transporte de contaminantes em meio não saturado e Johnson & Ettinger (1991) para intrusão de vapores.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

Informa-se que o modelo de Johnson & Ettinger para volatilização em ambientes fechados pressupõe que a fonte é constante (i.e. infinita). A porosidade, a umidade natural, a fração de carbono orgânico e a densidade do solo são os parâmetros utilizados para estimar o particionamento para a fase vapor na fonte e são característicos do local, com exceção da unidade natural, cujo valor foi fixado em 21% pela CETESB (2013).

Portanto, nesta avaliação foram utilizados os parâmetros do solo superficial, solo subsuperficial e da água subterrânea obtidos por meio de análises em laboratório, dados da hidrogeologia local e os valores restritivos apresentados no *default* das planilhas publicadas pela CETESB (2013).

5.5.1.3. Resumo dos resultados da caracterização do uso e ocupação do solo

Durante as atividades de caracterização do uso e ocupação do solo notou-se que a área residencial mais próxima da AI-01 da **USP LESTE** está localizada a sul, a aproximadamente 100 m de distância. Já a ocupação comercial mais próxima corresponde aos próprios prédios da **USP LESTE**, cujos mais próximos (ginásio, I-1, I-3 e I4) encontram-se distantes a aproximadamente 10 m dos limites da AI-01.

O terreno da **USP LESTE** é circundado por um córrego, afluente do rio Tietê, em seus limites oeste e norte, e por córregos artificiais executados por atividades antrópicas em seus limites sul e leste.

Salienta-se que para os cenários reais desta avaliação de risco foi considerada uma ocupação comercial para a **USP LESTE**, pois não há moradores residenciais no interior dessa universidade, tampouco na AI-01, ou trabalhadores e usuários que permaneçam em cada dia na **USP LESTE** 16 horas por dia em ambientes fechados e 08 horas por dia em ambientes abertos, durante 350 dias por ano, em um período de 30 anos para adultos (maior de 06 anos) e de 06 anos para crianças (menores de 06 anos), conforme dados de exposição estabelecidos para residentes nas planilhas de avaliação de risco da CETESB (2013).

Não há atividades de recreação nas águas dos córregos situados a sul e a norte da **USP LESTE**, bem como no rio Tietê.

Em consulta ao *site* da CETESB (03 de fevereiro de 2014) referente à sua lista de áreas contaminadas ou reabilitadas (última publicação *on line* em dezembro de 2012, www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/areas-contaminadas/2011/endereco.pdf), não se verificou áreas classificadas como contaminadas ou reabilitadas no entorno de 500 m a partir dos limites da **USP LESTE**.

A região conta com provimento de abastecimento público de água e rede coletora de esgoto, sob responsabilidade da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP). Em um raio de 500 m a partir dos limites da área de interesse foram identificados 05 poços de captação de água subterrânea, sendo todos situados em áreas comerciais ou industriais. O poço mais próximo está localizado a 261,91 m da AI-01, na empresa Turismo Santa Rita.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

5.5.2. Avaliação da exposição

O objetivo da avaliação de exposição é determinar o tipo e a magnitude da exposição humana as SQI que estão presentes no meio físico, associados a um dado evento de exposição atual e/ou futuro.

Os resultados da Avaliação de Exposição são a definição dos cenários de exposição, o modelo conceitual de exposição (MCE) e a quantificação das Doses de Ingresso (I_n).

Os parâmetros toxicológicos das SQI foram àqueles adotados pela CETESB em suas planilhas de avaliação de risco à saúde humana, os quais correspondem aos valores apresentados pela USEPA (2012).

As características básicas do meio físico, biológico e antrópico foram obtidas considerando um raio de estudo de 500 m a partir dos limites das áreas de abrangência das concentrações para os compartimentos solo e água subterrânea.

5.5.2.1. Avaliação das Substâncias Químicas de Interesse (SQI)

Com base nos resultados analíticos verificou-se que somente a SQI PCB no solo superficial e no solo subsuperficial ultrapassou o padrão de referência ambiental e, portanto, foi considerada nesta avaliação de risco.

Para um melhor conhecimento sobre a SQI avaliada, se faz necessário verificar suas características físicas e químicas, cujos parâmetros discutidos são detalhados abaixo.

Peso molecular (PM): conforme o próprio nome indica o peso da molécula, sendo variável para cada composto.

Pressão de vapor: é a principal propriedade para a volatilização do composto. Quanto maior a pressão de vapor, maior a tendência de o contaminante permanecer no estado gasoso. É utilizada para calcular a taxa de volatilização de uma substância pura ou estimar a Constante da Lei de Henry para compostos de baixa solubilidade em água.

Solubilidade em água: influencia o potencial de distribuição do contaminante no perfil do solo e representa a máxima concentração de um composto dissolvido na água, a uma dada temperatura.

Constante da Lei de Henry: é a medida do particionamento entre a fase volatilizada e a dissolvida na água intersticial. Quanto maior o valor da Constante da Lei de Henry, maior é a tendência de um contaminante volatilizar-se do que permanecer na água.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

Coeficiente de partição do contaminante entre solo e água (Kd): é a medida do particionamento de um composto metálico ou não orgânico, entre o solo e a água. Quanto maior o Kd, maior a tendência do contaminante ser sorvido no solo ou sedimento. Em vista da importância da influência do carbono orgânico do solo na sorção e distribuição de compostos orgânicos nas fases do solo, o coeficiente Kd é geralmente convertido em Koc.

Esta propriedade dos contaminantes é determinada em função do pH do solo, sorção pelas argilas, matéria orgânica, óxidos de ferro, condições de óxido-redução e a forma química do metal, sendo que na literatura, a variação de valores é muito grande (USEPA, 1987).

Coeficiente de partição do contaminante entre solo e água corrigido pela fração de matéria orgânica (Koc): quanto maior o Koc, maior a tendência do contaminante se adsorver no solo ou sedimento, sendo a indicação do potencial de um contaminante orgânico de se acumular ou se adsorver na matéria orgânica do solo.

Coeficiente de partição octanol – água (Kow): é a medida do particionamento de um composto orgânico, entre a água e octanol em equilíbrio. Quanto maior o Kow, maior a tendência do contaminante de se fixar no octanol em lugar de permanecer na água, sendo o octanol utilizado como um substituto de lipídios (gordura).

No **Anexo 16** estão apresentadas as características da SQI avaliada. Verifica-se neste anexo que o PCB não apresenta valor de densidade e de meia vida definidos. Portanto não há como calcular para o transporte para esta SQI a partir dos mecanismos de degradação por decaimento.

O PCB possui baixa solubilidade em água na temperatura ambiente e alta capacidade de sorção. Esta substância também não apresenta grande capacidade de volatilização, denotada pelos valores baixos de constante da Lei de Henry e Pressão de Vapor.

5.5.2.2. Cenários de Exposição

A partir do conjunto das informações obtidas durante o levantamento do uso e ocupação do solo no entorno da **USP LESTE** e de suas características, foi realizado um modelo conceitual para a área de interesse e originados os CENÁRIOS REAIS de exposição apresentados na **Tabela 5.5.2.2.1.**.

Foram considerados os receptores situados *on-site*, ou seja, situados sobre a área de abrangência das concentrações identificadas na AI-01, e *off-site*, aqueles situados a uma determinada distância da área de abrangência das concentrações.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

Tabela 5.5.2.2.1. Cenários reais de exposição identificados na área

Cenário	Área de interesse	Fonte primária / mecanismo de transporte / Fonte secundária de contaminação	Caminho e ponto de exposição e via de ingresso	Receptores
REAL 1	Demais áreas da USP LESTE	Aterro de origem desconhecida na AI-01 / Lixiviação, volatilização e dissolução na água subterrânea / Solo superficial, solo subsuperficial, ar e água subterrânea.	Inalação de vapores a partir do particionamento dos contaminantes do solo para o ar em ambientes fechados	Usuários da USP LESTE situados a 10 m da pluma de contaminação (*off-site*)
REAL 2	AI-01		Inalação de vapores a partir do particionamento dos contaminantes do solo para o ar em ambientes abertos	Usuários da USP LESTE situados sobre a pluma de contaminação (*on-site*)
REAL 3	Demais áreas da USP LESTE		Inalação de vapores a partir do particionamento dos contaminantes do solo para o ar em ambientes abertos	Usuários da USP LESTE situados a 10 m da pluma de contaminação (*off-site*)
REAL 4	AI-01		Inalação de vapores e partículas e ingestão e contato dérmico com o solo superficial	Usuários da USP LESTE situados sobre a pluma de contaminação (*on-site*)
REAL 5	Área residencial do entorno		Inalação de vapores a partir do particionamento dos contaminantes do solo para o ar em ambientes fechados	Residentes situados a aproximadamente 100 m da pluma de contaminação (*off site*)
REAL 6			Inalação de vapores a partir do particionamento dos contaminantes do solo para o ar em ambientes abertos	Residentes situados a aproximadamente 100 m da pluma de contaminação (*off-site*)

Estes cenários estão relacionados à inalação de vapores provenientes do solo superficial e do solo subsuperficial em ambientes abertos e fechados pelos usuários da **USP LESTE**, bem como pelos trabalhadores e residentes do entorno. Como se trata que uma área sem pavimentação, também foi considerado como real o cenário de inalação de partículas, ingestão e absorção dérmica do solo superficial pelos usuários da **USP LESTE**.

Conforme o mapa de uso e ocupação do solo (**Figura 5.1.1.**), os estabelecimentos residenciais mais próximos estão localizados a aproximadamente 100 m a sul dos limites da pluma de fase retida no solo. Para os receptores comerciais *off-site* foi considerada a distância de 10 m a partir dos limites das plumas de fase retida. Deste modo, os receptores residenciais e comerciais *off-site* foram considerados a essas distâncias das plumas de contaminação na avaliação de risco.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

A ingestão de água subterrânea a partir dos poços cadastrados no DAEE e verificados no entorno não foi considerada como *on-site* (na área de abrangência das concentrações da AI-01) e, portanto, também não foi considerada como cenário real, pois o poço de captação mais próximo está situado a 261,91 m das plumas de fase retida e, segundo o DAEE e informações obtidas por entrevistas, a água captada pelos mesmos provém do aquífero cristalino.

Devido à intensão da **USP LESTE** em futuramente ampliar as suas instalações sobre a AI-01, foram considerados como cenários futuros: à inalação de vapores provenientes do solo superficial e solo subsuperficial em ambientes fechados por usuários da **USP LESTE**; a inalação de vapores, o contato dérmico e a ingestão de solo superficial, solo subsuperficial e água subterrânea por trabalhadores de obras (**Tabela 5.5.2.2.2.**).

Tabela 5.5.2.2.2. Cenários futuros de exposição considerados para a área

Cenário	Área de interesse	Fonte primária / mecanismo de transporte / Fonte secundária de contaminação	Caminho e ponto de exposição e via de ingresso	Receptores
FUTURO 1	AI-01	Aterro de origem desconhecida na AI-01 / Lixiviação, volatilização e dissolução na água subterrânea / Solo superficial, solo subsuperficial, ar e água subterrânea.	Inalação de vapores a partir do particionamento dos contaminantes do solo e lixiviados para a água subterrânea, para o ar em ambientes fechados	Usuários da USP LESTE situados sobre a pluma de contaminação (*on-site*)
FUTURO 2			Ingestão e absorção dérmica de água subterrânea contaminada a partir da lixiviação do solo, durante as obras de escavação ou para consumo humano	Trabalhadores de obras (*on-site*)
FUTURO 3			Inalação de partículas e ingestão e contato dérmico com o solo superficial	Trabalhadores de obras (*on-site*)
FUTURO 4			Inalação de vapores a partir do particionamento dos contaminantes do solo e lixiviados para a água subterrânea, para o ar em ambientes fechados	Trabalhadores de obras (*on-site*)
FUTURO 5			Inalação de vapores a partir do particionamento dos contaminantes do solo e lixiviados para a água subterrânea, para o ar em ambientes abertos	Trabalhadores de obras (*on-site*)

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

Os CENÁRIOS HIPOTÉTICOS também considerados estão apresentados na **Tabela 5.5.2.2.3.**, de forma a prever eventuais intervenções na área de interesse, ou seja, que ocorra a: ingestão e absorção dérmica de água subterrânea pelos residentes, trabalhadores industriais, comerciais e de obras, proveniente de um eventual poço cacimba que possa vir a ser instalado no local, tanto sobre a área de abrangência das concentrações como a determinada distância da mesma; a ingestão de vegetais e partículas de solo; a mudança de uso do local estudado para área residencial; e etc.

Tabela 5.5.2.2.3. Cenários hipotéticos de exposição considerados na área

Cenário	Área de interesse	Fonte primária / mecanismo de transporte / Fonte secundária de contaminação	Ponto de exposição e via de ingresso	Receptores
HIPOTÉTICO 1	AI-01	Aterro de origem desconhecida na AI-01 / Lixiviação, volatilização e dissolução na água subterrânea / Solo superficial, solo subsuperficial, ar e água subterrânea.	Ingestão e absorção dérmica de água subterrânea proveniente de um eventual poço cacimba para consumo humano	Usuários da USP LESTE (*on-site*)
HIPOTÉTICO 2	Demais áreas da USP LESTE e comércios e indústrias do entorno		Ingestão e absorção dérmica de água subterrânea proveniente de um eventual poço cacimba para consumo humano	Usuários da USP LESTE e trabalhadores industriais e comerciais (*off-site*)
HIPOTÉTICO 3	Eventuais residências na área da USP LESTE		Ingestão e absorção dérmica de água subterrânea proveniente de um eventual poço cacimba para consumo humano	Eventuais moradores residenciais da área da USP LESTE (*on-site*)
HIPOTÉTICO 4			Inalação de vapores a partir do particionamento dos contaminantes do solo e lixiviados para a água subterrânea, para o ar em ambientes fechados	Eventuais moradores residenciais da área da USP LESTE (*on-site*)
HIPOTÉTICO 5			Inalação de partículas, ingestão e contato dérmico com o solo superficial e ingestão de vegetais plantados no local	Eventuais moradores residenciais da área da USP LESTE (*on-site*)
HIPOTÉTICO 6	Eventuais residências na área da USP LESTE e área residencial do entorno		Ingestão e absorção dérmica de água subterrânea proveniente de um eventual poço cacimba para consumo humano	Eventuais moradores residenciais da área da USP LESTE e das residências vizinhas (*off-site*)

5.5.2.3. Quantificação das doses de ingresso

Nesta etapa são estimadas as Dose de Ingresso (I_n) para todos os caminhos de exposição possíveis para a área de estudo. Para tanto, utilizou-se como ferramenta as planilhas de avaliação de risco da CETESB (2013), cujos resultados obtidos estão apresentados no **Anexo 16**.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

5.5.3. Análise da toxidade

Esta etapa consiste na obtenção de dados toxicológicos relativos às SQI, de modo a possibilitar a interpretação dos possíveis efeitos adversos à saúde humana associados a um evento de exposição. Os dados toxicológicos utilizados para esta avaliação de risco correspondem aos presentes no banco de dados publicado pela USEPA em novembro de 2012, disponíveis nas planilhas de avaliação de risco da CETESB (2013). Esta etapa é dividida em duas fases principais:

- Identificação dos efeitos adversos à saúde, e;
- Levantamento de dados de dose-resposta.

A fase de identificação dos efeitos adversos à saúde envolve a caracterização da natureza e a intensidade do efeito adverso em humanos (carcinogênicos e não carcinogênicos) ocasionados por uma SQI, com base em evidências científicas. A fonte dessas evidências são os estudos epidemiológicos, clínicos e de experimentos com animais.

A fase de levantamento de dados de dose-resposta é o processo de análise das informações toxicológicas e a caracterização da relação entre a dose do contaminante administrado ou recebido e a incidência de efeitos adversos à saúde da população exposta. A partir dessa análise, valores toxicológicos (dose de referência e fator de carcinogenicidade) são identificados, sendo determinados aqueles que serão utilizados para estimar a possibilidade de ocorrência de efeitos adversos em função da exposição humana a uma SQI.

Para as substâncias carcinogênicas não há, teoricamente, um nível de exposição que seja isento de risco, enquanto para as substâncias não carcinogênicas há uma concentração abaixo da qual os efeitos adversos não são esperados.

A análise toxicológica para efeitos carcinogênicos é realizada com base no Fator de Carcinogenicidade (SF), que representa a inclinação da curva dada pela regressão linear de dados de ensaios de dose e resposta para efeitos carcinogênicos. O SF expressa a probabilidade de um indivíduo desenvolver câncer durante o tempo de vida, como resultado de exposição a uma concentração de uma SQI. O SF é expresso por 1/(mg/kg x dia).

A análise toxicológica para efeitos não carcinogênicos é realizada com base na determinação da Dose de Referência (RfD), a qual é dependente da via de ingresso (inalação, ingestão e contato dérmico), dos efeitos adversos e da duração da exposição. No que se refere à duração da exposição, a Dose de Referência pode ser classificada em crônica ou sub-crônica.

Devido a essas diferenças, devem-se considerar separadamente os efeitos carcinogênicos e os não carcinogênicos.

Em relação às vias de ingresso, a Dose de Referência (RfD) e o Fator de Carcinogenicidade (SF) são determinados para inalação, ingestão e contato dérmico.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

Os dados toxicológicos da SQI avaliada estão apresentados no **Anexo 16** e foram extraídos de CETESB (2013). Com relação à SQI desta avaliação de risco e dados presentes na planilha da CETESB (2013), há evidências de carcinogenicidade para o PCB, porém não há evidência de efeitos não carcinogênicos.

5.5.4. Caracterização do risco

Nesta etapa o risco à saúde humana é quantificado. A quantificação do risco é realizada individualmente para efeitos carcinogênicos e não carcinogênicos, considerando cada caminho de exposição identificado no Modelo Conceitual de Exposição (MCE) da área de estudo.

Os seguintes passos foram cumpridos:

- Quantificação do risco associado a exposições individuais para cada substância de interesse;
- Quantificação do risco associado a exposições simultâneas para múltiplas SQI.

Os resultados obtidos estão apresentados abaixo em relação aos CENÁRIOS REAIS identificados na AI-01 e em seu entorno, aos CENÁRIOS FUTUROS previstos para a AI-01 e aos CENÁRIOS HIPOTÉTICOS considerados na presente avaliação de risco. Todos os resultados obtidos a partir dos cálculos de risco encontram-se no **Anexo 16**.

Cenários Reais

Os resultados obtidos não indicaram a possibilidade de incidência de risco carcinogênico e não carcinogênico, individual e cumulativo, a partir dos CENÁRIOS REAIS identificados nesta avaliação de risco.

Cenários Futuros

Os resultados obtidos não indicaram a possibilidade de incidência de risco carcinogênico e não carcinogênico, individual e cumulativo, a partir dos CENÁRIOS FUTUROS previstos nesta avaliação de risco.

Cenários Hipotéticos

Os resultados obtidos indicaram a possibilidade de incidência de risco carcinogênico, individual e cumulativo, para residentes que possam vir a ingerir a água subterrânea contaminada a partir da lixiviação das concentrações presentes no solo, captada por um eventual poço cacimba instalado no interior da área de abrangência das plumas de contaminação.

Os demais resultados obtidos não indicaram a possibilidade de incidência de risco carcinogênico e não carcinogênico, individual e cumulativo, a partir dos demais CENÁRIOS HIPOTÉTICOS considerados nesta avaliação de risco.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

5.5.4.1. Avaliação das incertezas

Para consolidação da Avaliação de Risco à Saúde Humana, as incertezas a ela associadas são apresentadas na **Tabela 5.5.4.1.1.**.

Como se pode verificar nesta tabela, visando minimizar os efeitos das incertezas no processo de avaliação de risco adotou-se uma abordagem conservadora para os fatores em que as mesmas foram identificadas.

Tabela 5.5.4.1.1. Avaliação das incertezas

FATORES	INCERTEZAS	MEDIDAS PARA MINIMIZAR AS INCERTEZAS
Características do meio físico	Foram realizados vários ensaios para determinação das características do meio fisco na área de interesse, principalmente nos cálculos de ensaios de permeabilidade, em suas litologias predominantes, gerando diferentes resultados.	Foram consideradas as médias dos parâmetros do meio físico, representativos da área onde se encontram as plumas de fase retida. Quando não foi medido algum parâmetro em campo, em caráter restritivo consideraram-se os dados de *default* das planilhas de avaliação de risco elaboradas pela CETESB (2013).
Largura da fonte no solo superficial	Ocorrência das plumas pontuais de PCB no solo superficial.	Para o cálculo da largura da fonte no solo superficial considerou-se a somatória das maiores larguras das plumas de fase retida, que foram delineadas na AI-01 de acordo com a NBR 15.515-3 (ABNT, 2013a).
Concentrações no solo superficial e subsuperficial	Foram quantificadas diferentes concentrações de PCB superiores aos padrões ambientais.	Considerou-se que as plumas de fase retida no solo superficial e no solo subsuperficial apresentam a maior concentração detectada nestes meios, sendo que seus limites foram traçados de acordo com a NBR 15.515-3 (ABNT, 2013a).
Tipo de PCB	Existem três tipos de mistura de PCB denotados nas planilhas de avaliação de risco da CETESB, sendo eles de baixo, baixíssimo e alto risco.	De forma conservadora, foi considerado o tipo mais restritivo: PCB de alto risco, o qual apresenta o valor mais restritivo de SF.
Tálio	O limite de quantificação do tálio do método analítico utilizado pelo laboratório encontra-se superior ao RSL (USEPA, 2013).	Segundo informações fornecidas pelo laboratório inexistem tecnologias disponíveis no mercado para quantificação das concentrações em valores inferiores ao RSL estabelecido para o tálio (USEPA, 2013). Salienta-se que inexiste valor de intervenção estabelecido para este elemento em CETESB (2014).
Parâmetros de exposição	Os dados de exposição considerados foram os apresentados pela CETESB em suas planilhas de cálculo de risco, sendo valores médios para o Estado de São Paulo e podem não representar completamente a área de interesse.	Os valores apresentados pela CETESB (2013) e utilizados neste estudo são fundamentados em dados bibliográficos e refletem os parâmetros de exposição mais restritivos para o Estado de São Paulo.
Definição de receptores	Os receptores residenciais mais próximos da AI-01 estão localizados a aproximadamente 100 m dos limites da mesma, em outra microbacia hidrográfica, visto que existe um córrego entre eles.	De forma restritiva os receptores residenciais foram considerados como estando dentro da mesma microbacia hidrográfica da USP LESTE.
Limitação da abrangência	A avaliação de risco apresentada foi realizada de forma direcionada para a AI-01.	Em etapa posterior, após a investigação detalhada das demais áreas da USP LESTE, a avaliação de risco apresentada deverá ser atualizada.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

5.5.5. Concentrações Máximas Aceitáveis (CMA)

Foram realizadas simulações visando às determinações de Concentrações Máximas Aceitáveis (CMA) para os cenários reais identificados, futuros previstos e hipotéticos considerados nesta avaliação de risco, com o auxílio das planilhas de avaliação de risco da CETESB (2013). As CMA calculadas para todos estes cenários estão apresentadas no **Anexo 16**.

As CMA específicas para a área que deverão ser utilizadas para avaliação da evolução das concentrações quantificadas no solo superficial, solo subsuperficial e água subterrânea da AI-01 ou que deverão ser atingidas por meio de eventuais medidas de remediação, estão apresentadas na **Tabela 5.5.5.1.** e referem-se às calculadas para o cenário real ou futuro mais restritivo em relação ao solo superficial, ou seja, para o CENÁRIO REAL 4 (inalação de vapores e partículas, ingestão e contato dérmico com a fase retida no solo superficial pelos usuários da **USP LESTE**), ao solo subsuperficial , ou seja, para o CENÁRIO FUTURO 1 (inalação de vapores provenientes do solo subsuperficial em ambientes fechados por usuários da **USP LESTE** situados sobre a pluma de fase retida no solo subsuperficial), e à água subterrânea, ou seja, para o CENÁRIO FUTURO 1 (inalação de vapores provenientes da água subterrânea contaminada a partir da lixiviação do solo, em ambientes fechados, por usuários da **USP LESTE** situados sobre a pluma de fase retida no solo subsuperficial).

Tabela 5.5.5.1. Valores de referência para as metas de remediação aplicáveis

SQI	Máxima concentração detectada no solo superficial (mg/kg)	CMA aplicáveis para o solo superficial[(1)] (mg/kg)	Máxima concentração detectada no solo subsuperficial (mg/kg)	CMA aplicáveis para o solo subsuperficial[(2)] (mg/kg)	Máxima concentração detectada na água subterrânea (mg/L)	CMA aplicáveis para a água subterrânea[(3)] (mg/L)	Evidência de câncer
PCB (alto risco)	0,4384	18,4000	0,6991	173,0000	*0,000003*	0,359000	C

(1) - CMA estabelecidas para o cenário de inalação de vapores e partículas, ingestão e contato dérmico com o solo superficial pelos usuários da AI-01.

(2) - CMA estabelecidas para o cenário de inalação de vapores oriundos do solo subsuperficial em ambientes comerciais fechados.

(3) - CMA estabelecidas para o cenário de inalação de vapores oriundos da água subterrânea em ambientes comerciais fechados.

x,xxxxxx - Maior valor de limite de quantificação do método analítico utilizado pelo laboratório.

C - Substância com evidência de efeitos carcinogênicos.

5.6. Plano de intervenção

Conforme apresentado anteriormente, as atividades a serem realizadas para o desenvolvimento do plano de intervenção englobaram a avaliação da necessidade da elaboração deste plano, a avaliação e a determinação das alternativas de ações de mitigação e o estabelecimento do plano de intervenção.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

Considerando os resultados obtidos nas etapas de investigação ambiental da AI-01 e os resultados da avaliação de risco à saúde humana, verifica-se que não foram constatadas concentrações das SQI na água subterrânea em concentrações superiores aos padrões ambientais e que não foi identificada a possibilidade de risco à saúde humana para os CENÁRIOS REAIS, os quais estão vinculados à inalação de vapores e partículas, contato dérmico e ingestão de solo superficial na área de abrangência das concentrações por usuários da **USP LESTE**, e à inalação de vapores oriundos do solo subsuperficial em ambientes comerciais abertos situados sobre a área de abrangência das concentrações, bem como em ambientes comerciais e residenciais fechados e abertos localizados a até mais de 10 m desta.

Desta forma, não será necessária a adoção de medidas de intervenção para o solo superficial, solo subsuperficial e água subterrânea da AI-01.

Também, considerando os CENÁRIOS FUTUROS previstos nesta avaliação de risco, os quais estão vinculados à inalação de vapores oriundos do solo subsuperficial em ambientes comerciais fechados situados sobre a área de abrangência das concentrações, à ingestão e absorção dérmica de água subterrânea contaminada a partir da lixiviação da fase retida no solo na área de abrangência das concentrações, por trabalhadores de obras, à inalação de vapores e partículas, contato dérmico e ingestão de solo superficial na área de abrangência das concentrações por trabalhadores de obras, e à inalação de vapores oriundos do solo subsuperficial e água subterrânea em ambientes abertos e fechados situados sobre a área de abrangência das concentrações por trabalhadores de obras, não foi identificada a possibilidade de risco à saúde humana.

Deste modo, poderão ser efetuadas obras para a ampliação da **USP LESTE** na AI-01 sem a necessidade de adoção de medidas de intervenção para o solo e água subterrânea. Salienta-se que, conforme informações da SEF/USP, qualquer edificação futura a ser instalada na **USP LESTE** será em pilotis.

Quanto aos CENÁRIOS HIPOTÉTICOS considerados, somente se averiguou a possibilidade de incidência de risco para à ingestão e conto dérmico com a água subterrânea contaminada pela lixiviação das concentrações de PCB no solo, a partir de poços de captação eventualmente instalados na área de abrangência das concentrações verificadas na AI-01, somente por adultos residentes.

As concentrações de PCB responsáveis por esta possibilidade de incidência de risco correspondem às denotadas nas amostras de solo superficial e de solo subsuperficial oriundas das sondagens ST-25 (0,6991 mg/kg) e ST-22 (0,4384 mg/kg), respectivamente, as quais apresentam-se superiores a CMA (0,3880 mg/kg) estabelecida para esse cenário hipotético.

Como se pode notar no **Anexo 16**, a CMA (0,0000388 mg/L) mais restritiva calculada o cenário hipotético de ingestão e contato dérmico com a água subterrânea contaminada por receptores residenciais é inferior em aproximadamente duas ordens de grandeza ao valor de intervenção estabelecido para o PCB (0,0035000 mg/L) pela CETESB (2014). Fato esse que corrobora com o conservadorismo adotado na avaliação de risco.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

Utilizando-se as planilhas para o cálculo do risco publicadas pela CETESB (2013), verifica-se que a pluma de fase dissolvida de PCB, gerada a partir da lixiviação da pluma de fase retida, se deslocará a uma distância máxima de 26 m a partir do centro de massa da pluma de contaminação com concentração superior à CMA estabelecida para este cenário hipotético.

Entretanto, segundo o prognóstico da pluma de contaminação apresentada durante a etapa de investigação detalhada (capítulo **5.2.**), o PCB denotado no solo não atingirá a água subterrânea a partir de sua lixiviação, fato esse corroborado pela elevada capacidade de sorção e baixa solubilidade dessa substância.

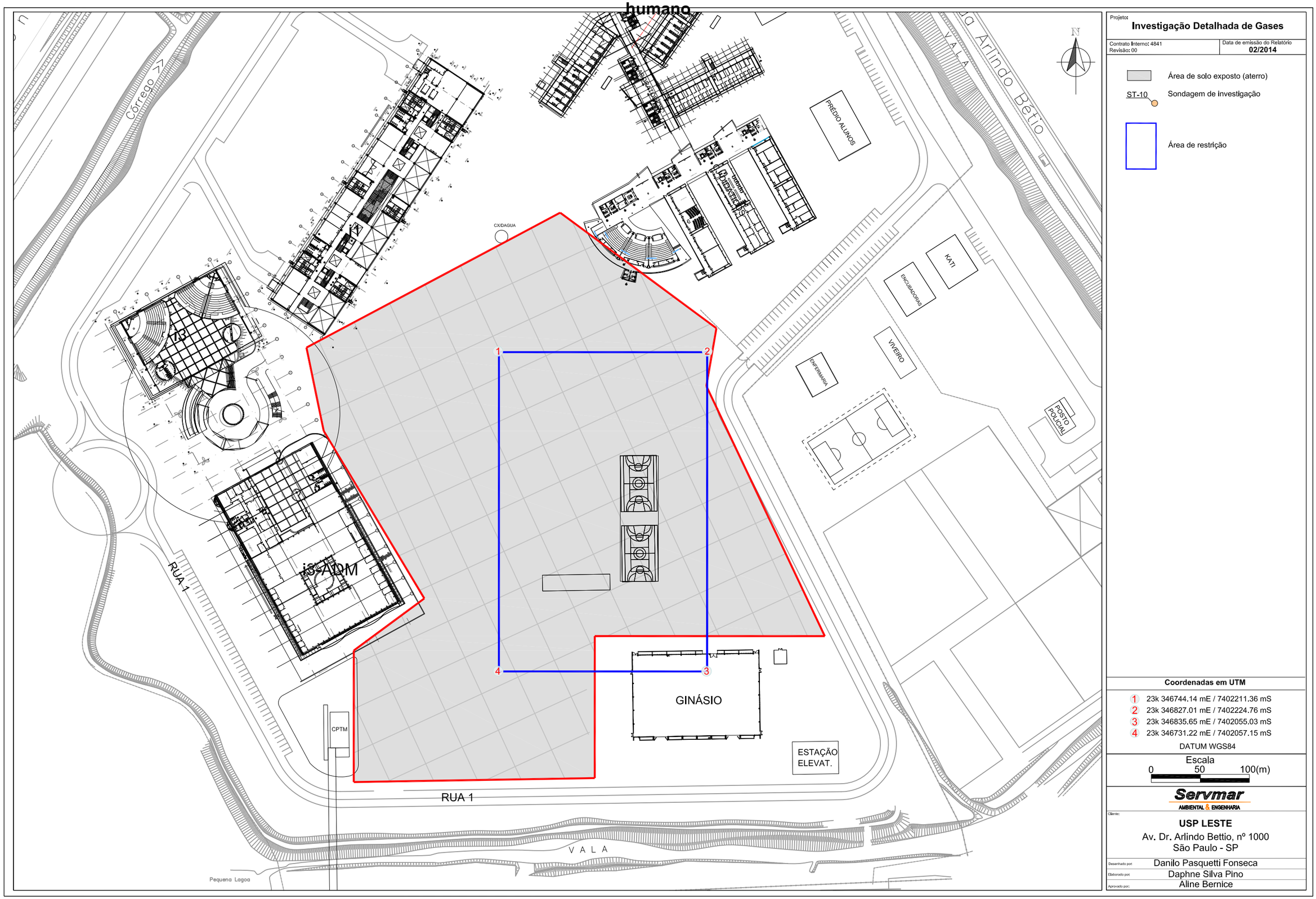
Contudo, de forma restritiva, foi estabelecida como medida de controle institucional a área de restrição de 27 m a partir dos limites das plumas de fase retida de PCB que apresentaram concentrações superiores a CMA calculada para o cenário hipotético em questão, conforme simulação realizada com a planilha publicada pela CETESB (2013). Esta área de restrição pode ser visualizada na **Figura 5.6.1.**, na qual também são apresentadas as coordenadas em UTM (datum SGW84) de seus vértices.

A área de restrição para captação de água subterrânea no aquífero livre, destinada ao consumo humano, será válida até que as concentrações denotadas no solo superficial e subsuperficial se reduzam para valores inferiores a CMA (0,388 mg/kg).

Salienta-se que a simulação de transporte para o PCB em função de sua CMA para esse cenário hipotético, por meio das planilhas publicadas pela CETESB (2013), está apresentada no **Anexo 16**.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

Figura 5.6.1. Área de restrição para instalação de poços de captção de água subterrâneano aquífero livre, destinada ao consumo humano



Projeto:
Investigação Detalhada de Gases

Contrato Interno: 4841
Revisão: 00

Data de emissão do Relatório
02/2014

Área de solo exposto (aterro)

ST-10 Sondagem de investigação

Área de restrição

Coordenadas em UTM

1	23k 346744.14 mE / 7402211.36 mS
2	23k 346827.01 mE / 7402224.76 mS
3	23k 346835.65 mE / 7402055.03 mS
4	23k 346731.22 mE / 7402057.15 mS

DATUM WGS84

Escala
0 50 100(m)

Servmar
AMBIENTAL & ENGENHARIA

Cliente:
USP LESTE
Av. Dr. Arlindo Bettio, nº 1000
São Paulo - SP

Desenhado por:	Danilo Pasquetti Fonseca
Elaborado por:	Daphne Silva Pino
Aprovado por:	Aline Bernice

6. MODELO CONCEITUAL

Quanto à investigação detalhada dos gases no interior os edifícios da **USP LESTE**, verificou-se que o único gás de interesse inflamável detectado foi o metano. As concentrações de metano foram observadas na maioria dos pontos de medição (PMG) instalados sob os ambientes internos dos edifícios, porém os únicos edifícios que apresentaram possibilidade de intrusão de vapores eventualmente em condições de inflamabilidade em seus ambientes internos, ou seja, concentrações de metano dentre o LII e LSI ou superior ao LSI, foram o Módulo Inicial (Conjunto Didático), Conjunto Laboratorial e Edifício I-4 (todos eles em um ponto de medição), e pavimento Laranjinha (em dois pontos de medição).

Os resultados também indicam que, no geral, as maiores concentrações de metano foram observadas próximo do nível estabilizado da água subterrânea, e justamente na camada do aterro oriundo da dragagem do leito do rio Tietê, o qual é rico em matéria orgânica. De acordo com as seções transversais identificadas na área AI-01 (capítulo **5.3.**) da **USP LESTE**, nota-se também o solo original contendo sedimentos aluvionares, o qual também é rico em matéria orgânica.

Associando este fato à característica redutora da água subterrânea local, pode-se concluir que tanto o solo original, quanto o aterro oriundo das dragagens do leito do rio Tietê, produzem naturalmente o metano, devido à ação das bactérias metanogênicas. Desta forma, pode-se afirmar que este processo ocorre constantemente até hoje e continuará ocorrendo por muitos anos, pois não há tecnologia viável para interrompê-lo, visto que, para tanto, uma das alternativas seria a substituição de todo o aterro oriundo da dragagem do leito do rio Tietê e de todo o solo aluvionar quaternário rico em matéria orgânica que se encontram dispostos em toda a região em que a **USP LESTE** está inserida.

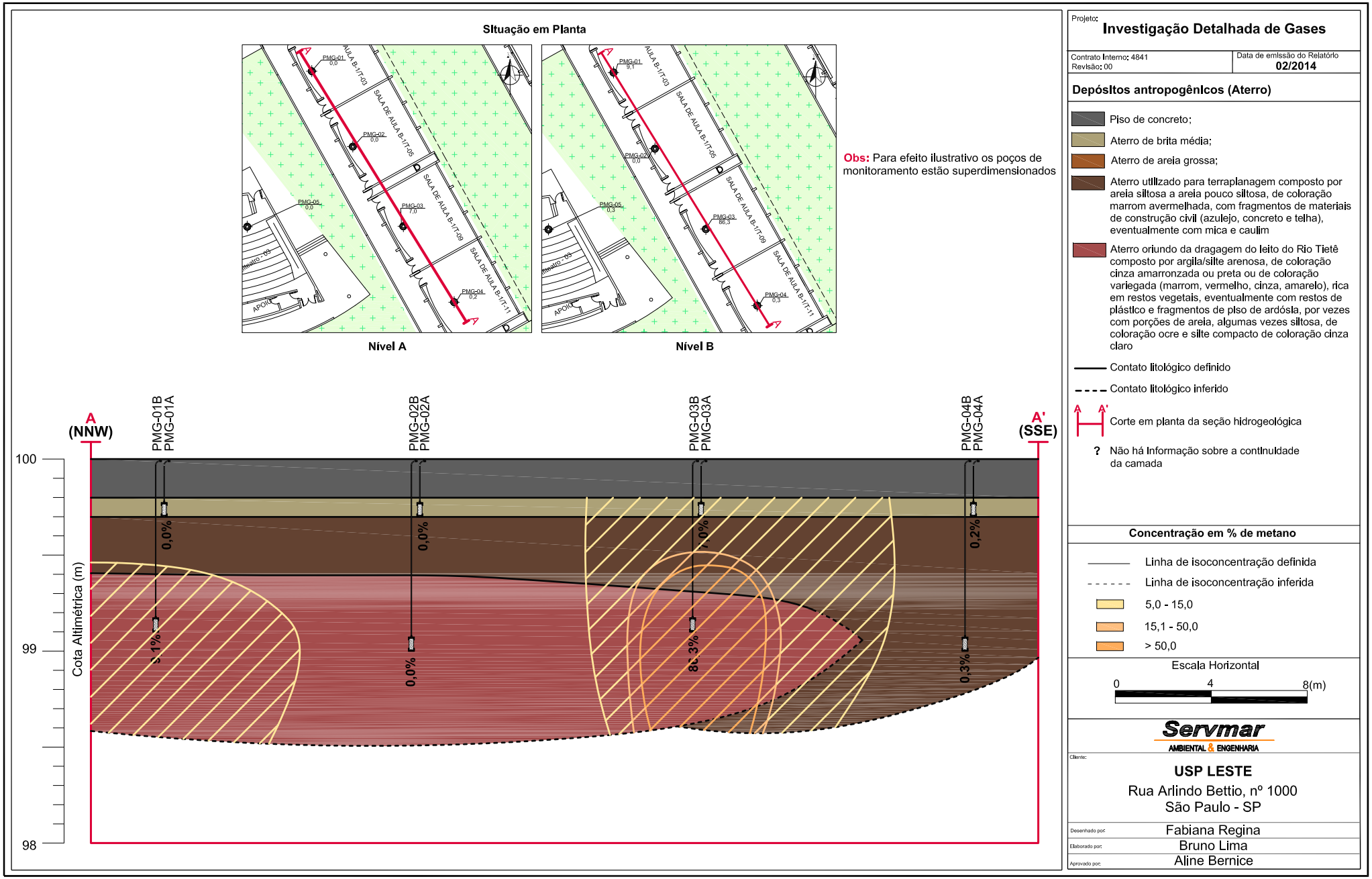
As **Figuras 6.1.** a **6.15.** apresentam as plumas com as máximas isoconcentrações de metano superiores ao LII na seção transversal de cada edifício, para uma melhor visualização da área de abrangência das mesmas e sua correlação com as camadas litológicas. Salienta-se que os limites destas plumas foram traçados de acordo com as orientações da CETESB, ou seja, foi considerada a distância de 75 % do PMG que foi detectada concentração acima do LII para o PMG que não foi detectada esta concentração de metano.

Vale salientar que as seções com as plumas de metano foram elaboradas, baseando-se no cenário mais restritivo verificado em cada edifício, ou seja, foram consideradas somente as máximas concentrações detectadas no período monitorado.

É interessante notar que há uma camada de aterro de brita média que varia entre 0,1 m e 0,8 m em todos os edifícios, com exceção do CAT, Laranjinha e Incubadora, fazendo com que haja uma ventilação natural sob as lajes de concreto dos edifícios da **USP LESTE**.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

Figura 6.1. Isoconcentrações de metano na seção geológica transversal A-A' no Módulo Inicial (Conjunto Didático)



Projeto:
Investigação Detalhada de Gases

Contrato Interno: 4841
Revisão: 00

Data de emissão do Relatório
02/2014

Servmar
AMBIENTAL & ENGENHARIA

Cliente:
USP LESTE
Rua Arlindo Bettio, nº 1000
São Paulo - SP

Desenhado por:	Fabiana Regina
Elaborado por:	Bruno Lima
Aprovado por:	Aline Bernice

Figura 6.2. Isoconcentrações de metano na seção geológica transversal B-B' no Módulo Inicial (Conjunto Didático)

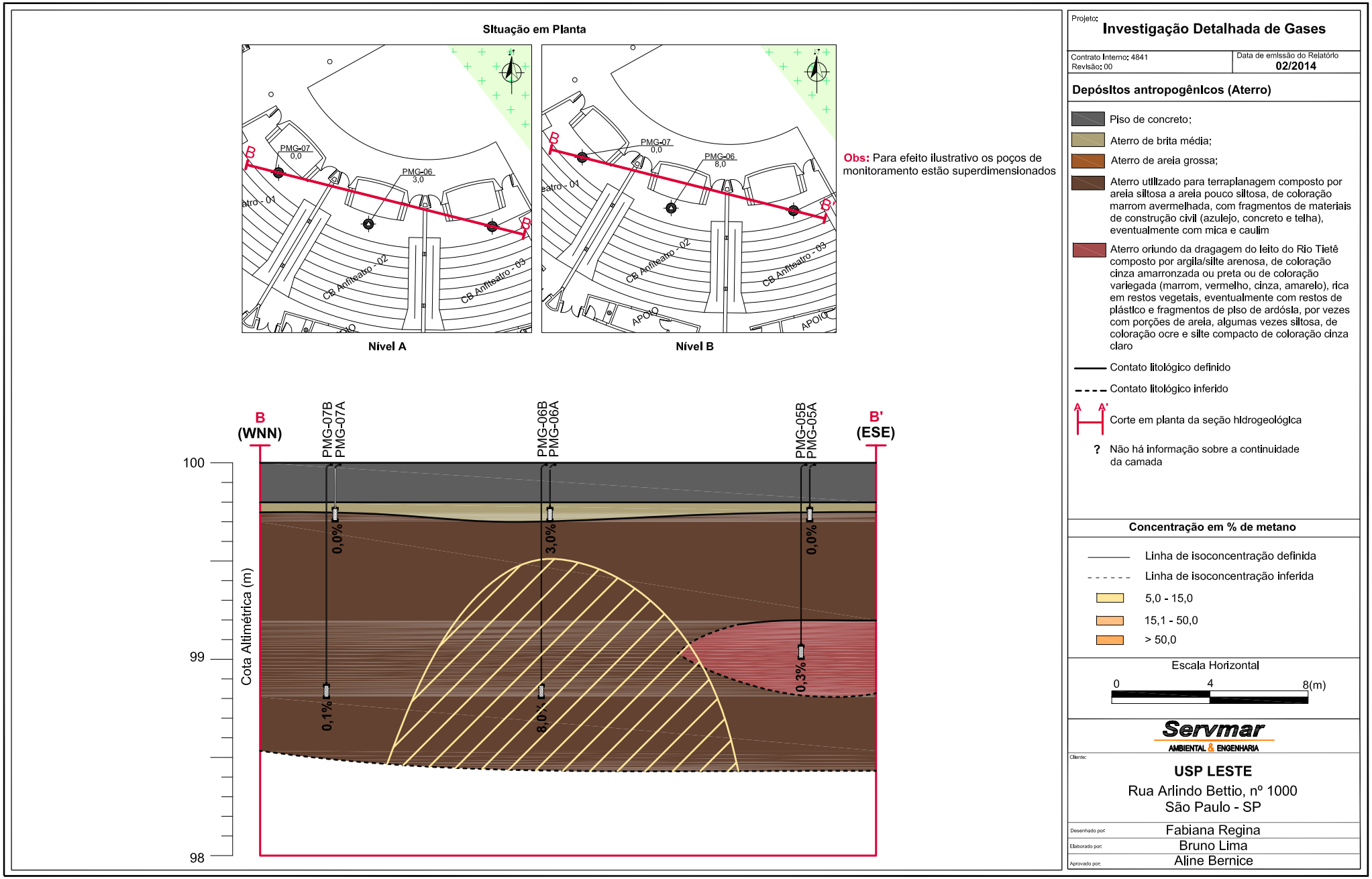
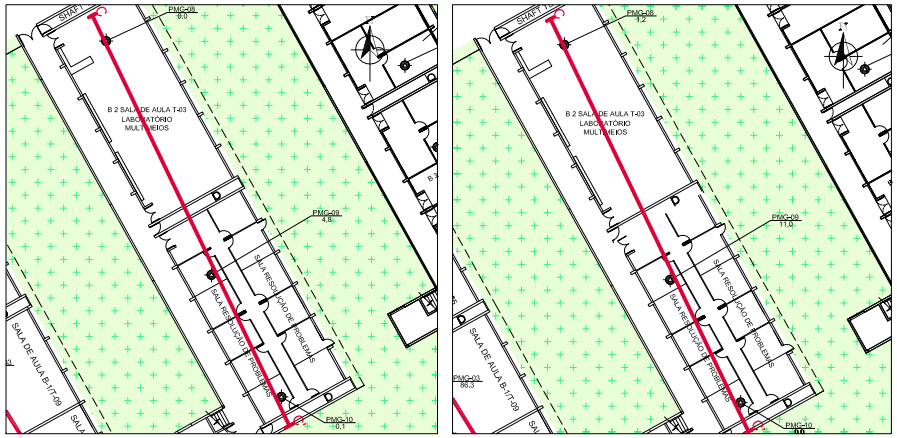


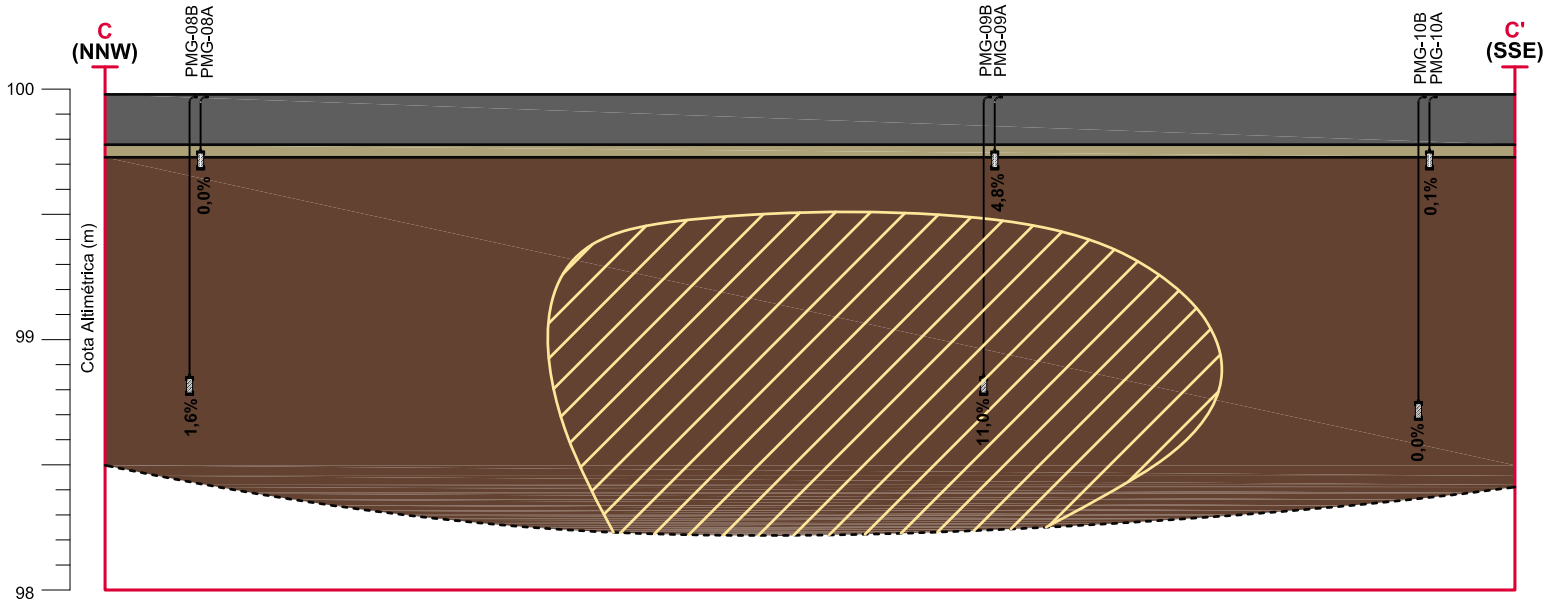
Figura 6.3. Isoconcentrações de metano na seção geológica transversal C-C' no Módulo Inicial (Conjunto Didático)

Situação em Planta



Nível A | Nível B

Obs: Para efeito ilustrativo os poços de monitoramento estão superdimensionados



Projeto:
Investigação Detalhada de Gases

Contrato Interno: 4841
Revisão: 00

Data de emissão do Relatório
02/2014

Depósitos antropogênicos (Aterro)

- Piso de concreto;
- Aterro de brita média;
- Aterro de areia grossa;
- Aterro utilizado para terraplanagem composto por areia siltosa a areia pouco siltosa, de coloração marrom avermelhada, com fragmentos de materiais de construção civil (azulejo, concreto e telha), eventualmente com mica e caulim
- Aterro oriundo da dragagem do leito do Rio Tietê composto por argila/silte arenosa, de coloração cinza amarronzada ou preta ou de coloração variegada (marrom, vermelho, cinza, amarelo), rica em restos vegetais, eventualmente com restos de plástico e fragmentos de piso de ardósia, por vezes com porções de areia, algumas vezes siltosa, de coloração ocre e silte compacto de coloração cinza claro

Contato litológico definido

Contato litológico inferido

A A' Corte em planta da seção hidrogeológica

? Não há informação sobre a continuidade da camada

Concentração em % de metano

Linha de isoconcentração definida

Linha de isoconcentração inferida

5,0 - 15,0

15,1 - 50,0

> 50,0

Escala Horizontal

0 4 8(m)

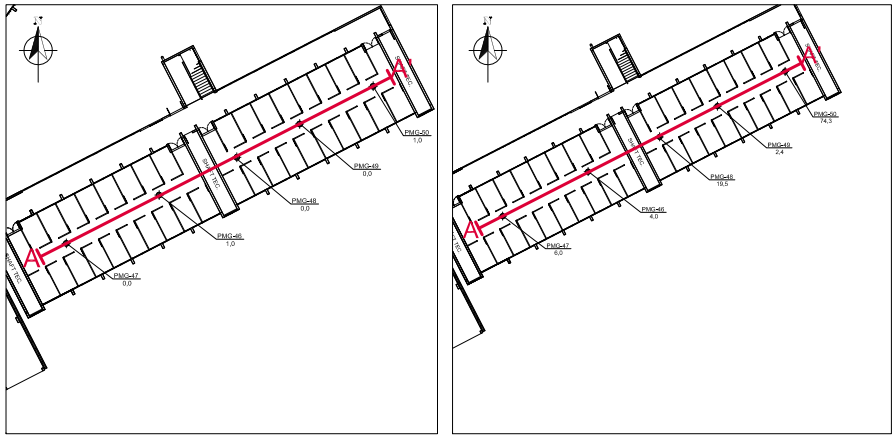
Servmar
AMBIENTAL & ENGENHARIA

Cliente:
USP LESTE
Rua Arlindo Bettio, nº 1000
São Paulo - SP

Desenhado por: Fabiana Regina
Elaborado por: Bruno Lima
Aprovado por: Aline Bernice

Figura 6.4. Isoconcentrações de metano na seção geológica transversal A-Á no Conjunto Laboratorial

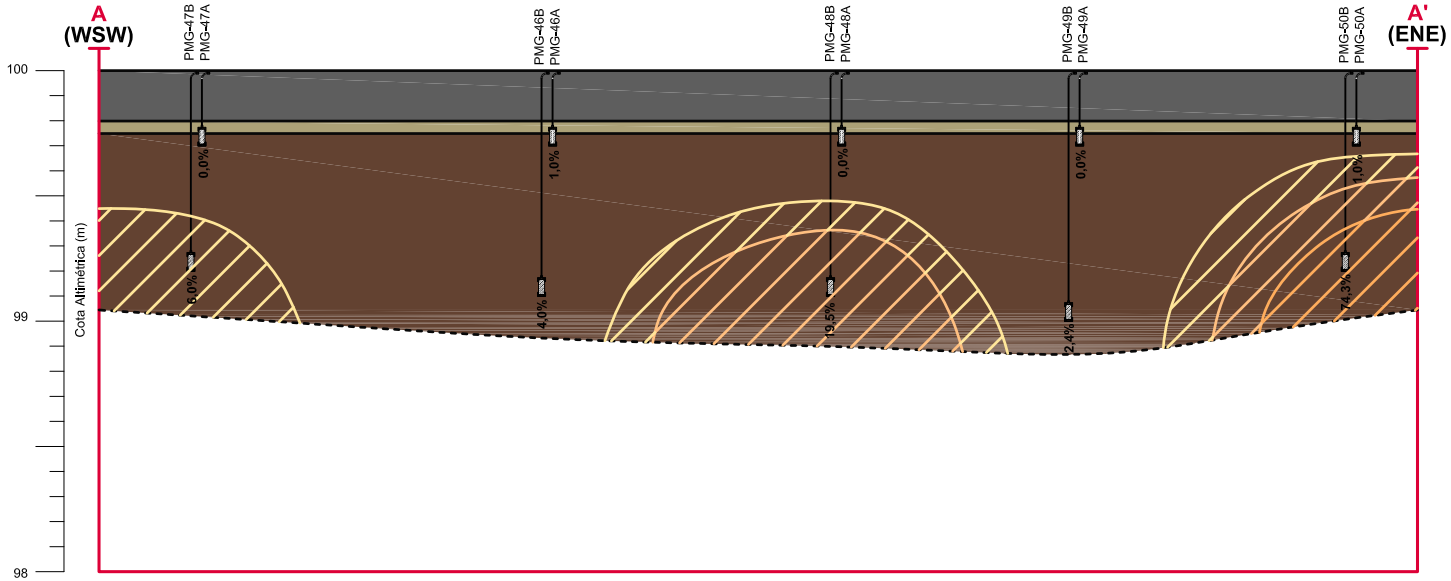
Situação em Planta



Nível A

Nível B

Obs: Para efeito ilustrativo os poços de monitoramento estão superdimensionados



Projeto:
Investigação Detalhada de Gases

Contrato Interno: 4841
Revisão: 00

Data de emissão do Relatório
02/2014

Depósitos antropogênicos (Aterro)

- Piso de concreto;
- Aterro de brita média;
- Aterro de areia grossa;
- Aterro utilizado para terraplanagem composto por areia siltosa a areia pouco siltosa, de coloração marrom avermelhada, com fragmentos de materiais de construção civil (azulejo, concreto e telha), eventualmente com mica e caulim
- Aterro oriundo da dragagem do leito do Rio Tietê composto por argila/silte arenosa, de coloração cinza amarronzada ou preta ou de coloração variegada (marrom, vermelho, cinza, amarelo), rica em restos vegetais, eventualmente com restos de plástico e fragmentos de piso de ardósia, por vezes com porções de areia, algumas vezes siltosa, de coloração ocre e silte compacto de coloração cinza claro

——— Contato litológico definido

- - - - Contato litológico inferido

A A' Corte em planta da seção hidrogeológica

? Não há informação sobre a continuidade da camada

Concentração em % de metano

——— Linha de isoconcentração definida

- - - - - - Linha de isoconcentração inferida

5,0 - 15,0

15,1 - 50,0

> 50,0

Escala Horizontal

0 5 10(m)

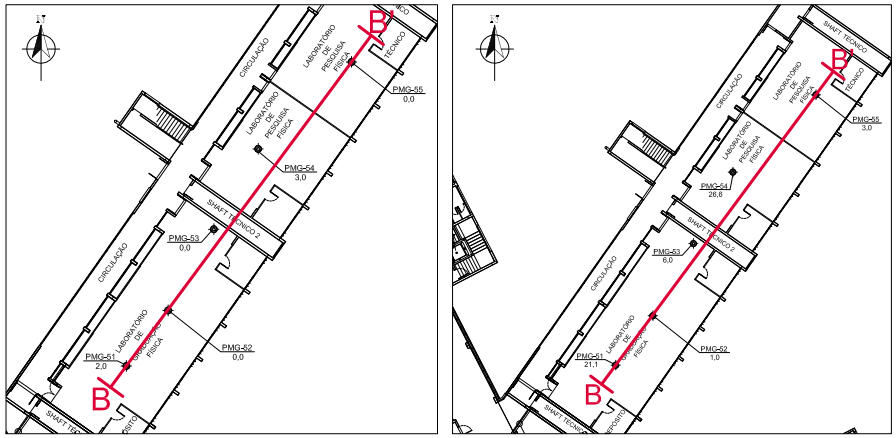
Servmar
AMBIENTAL & ENGENHARIA

Cliente:
USP LESTE
Rua Arlindo Bettio, nº 1000
São Paulo - SP

Desenhado por: Ricardo Hideki
Elaborado por: Bruno Lima
Aprovado por: Aline Bernice

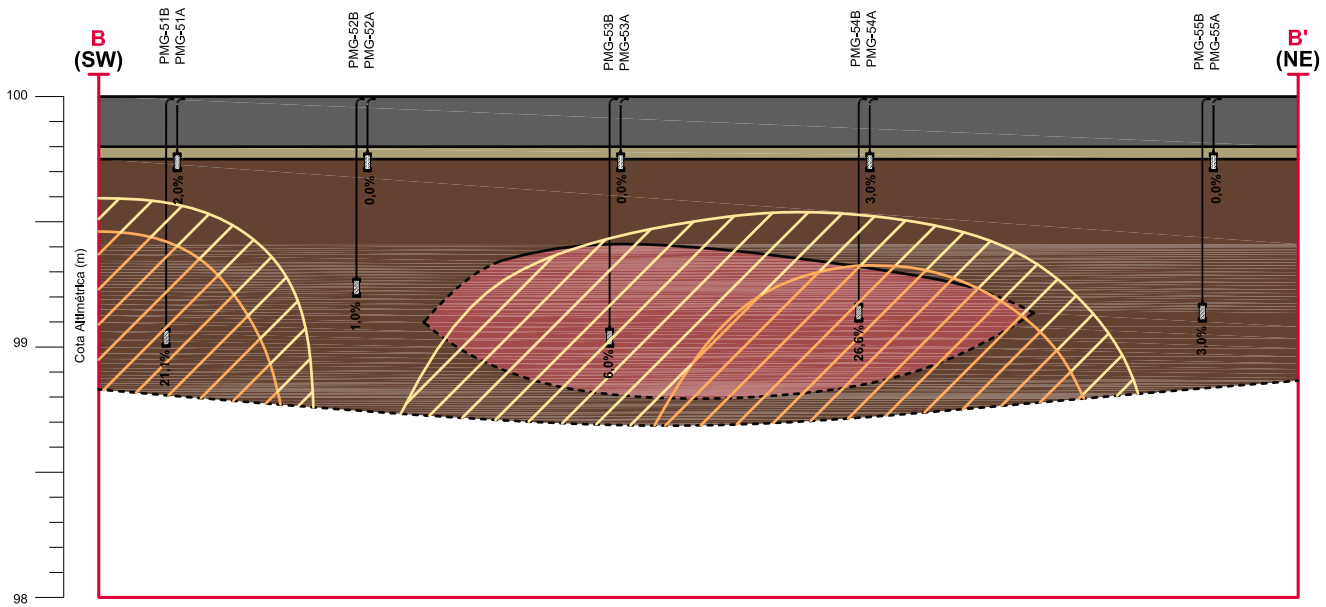
Figura 6.5. Isoconcentrações de metano na seção geológica transversal B-B' no Conjunto Laboratorial

Situação em Planta



Nível A — Nível B

Obs: Para efeito ilustrativo os poços de monitoramento estão superdimensionados



Projeto:
Investigação Detalhada de Gases

Contrato Interno: 4841
Revisão: 00

Data de emissão do Relatório
02/2014

Depósitos antropogênicos (Aterro)

- Piso de concreto;
- Aterro de brita média;
- Aterro de areia grossa;
- Aterro utilizado para terraplanagem composto por areia siltosa a areia pouco siltosa, de coloração marrom avermelhada, com fragmentos de materiais de construção civil (azulejo, concreto e telha), eventualmente com mica e caulim
- Aterro oriundo da dragagem do leito do Rio Tietê composto por argila/silte arenosa, de coloração cinza amarronzada ou preta ou de coloração variegada (marrom, vermelho, cinza, amarelo), rica em restos vegetais, eventualmente com restos de plástico e fragmentos de piso de ardósia, por vezes com porções de areia, algumas vezes siltosa, de coloração ocre e silte compacto de coloração cinza claro

——— Contato litológico definido

- - - - Contato litológico inferido

A A' Corte em planta da seção hidrogeológica

? Não há informação sobre a continuidade da camada

Concentração em % de metano

——— Linha de isoconcentração definida

- - - - - - Linha de isoconcentração inferida

5,0 - 15,0

15,1 - 50,0

> 50,0

Escala Horizontal

0 5 10(m)

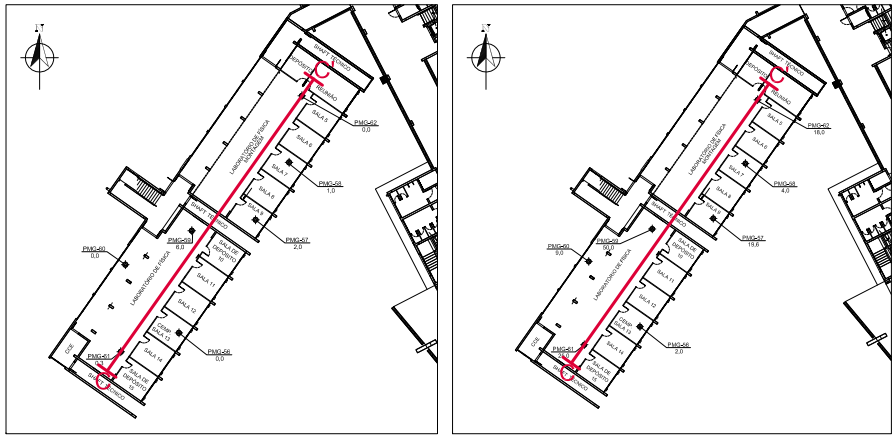
Servmar
AMBIENTAL & ENGENHARIA

Cliente:
USP LESTE
Rua Arlindo Bettio, nº 1000
São Paulo - SP

Desenhado por: Ricardo Hideki
Elaborado por: Bruno Lima
Aprovado por: Aline Bernice

Figura 6.6. Isoconcentrações de metano na seção geológica transversal C-C' no Conjunto Laboratorial

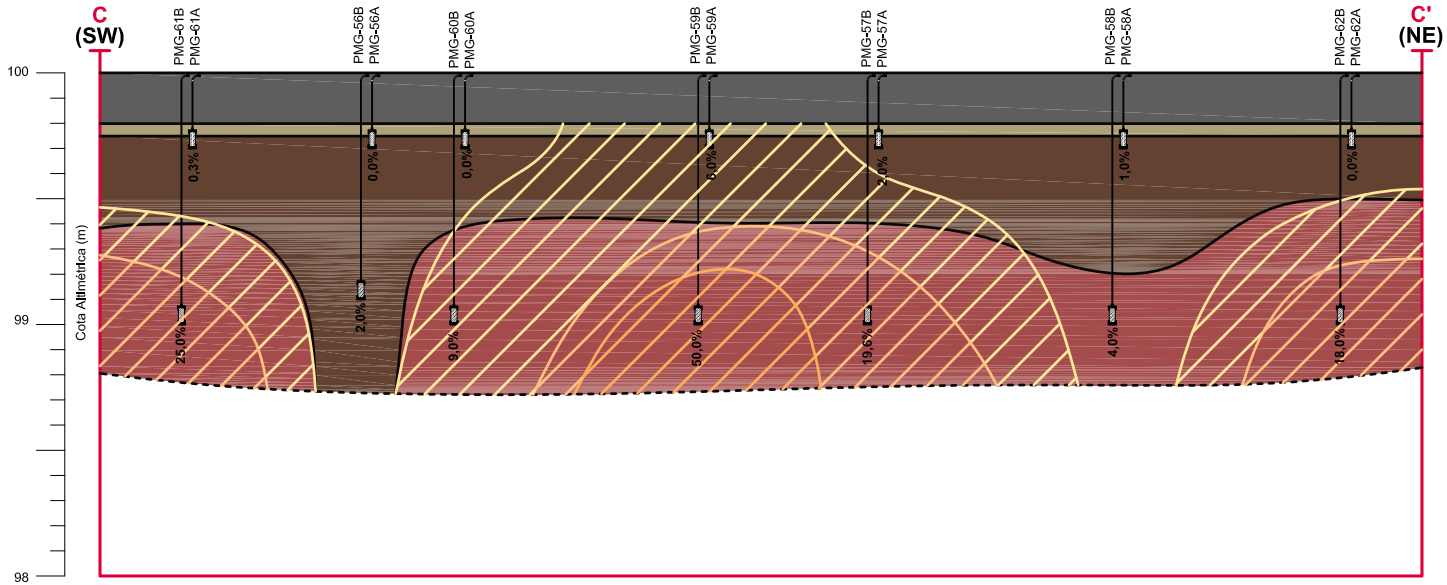
Situação em Planta



Nível A

Nível B

Obs: Para efeito ilustrativo os poços de monitoramento estão superdimensionados



Projeto:
Investigação Detalhada de Gases

Contrato Interno: 4841
Revisão: 00

Data de emissão do Relatório
02/2014

Depósitos antropogênicos (Aterro)

- Piso de concreto;
- Aterro de brita média;
- Aterro de areia grossa;
- Aterro utilizado para terraplanagem composto por areia siltosa a areia pouco siltosa, de coloração marrom avermelhada, com fragmentos de materiais de construção civil (azulejo, concreto e telha), eventualmente com mica e caulim
- Aterro oriundo da dragagem do leito do Rio Tietê composto por argila/silte arenosa, de coloração cinza amarronzada ou preta ou de coloração variegada (marrom, vermelho, cinza, amarelo), rica em restos vegetais, eventualmente com restos de plástico e fragmentos de piso de ardósia, por vezes com porções de areia, algumas vezes siltosa, de coloração ocre e silte compacto de coloração cinza claro
- Contato litológico definido
- Contato litológico inferido
- A A' Corte em planta da seção hidrogeológica
- ? Não há informação sobre a continuidade da camada

Concentração em % de metano

- Linha de isoconcentração definida
- Linha de isoconcentração inferida
- 5,0 - 15,0
- 15,1 - 50,0
- > 50,0

Escala Horizontal
0 5 10(m)

Servmar
AMBIENTAL & ENGENHARIA

Cliente:
USP LESTE
Rua Arlindo Bettio, nº 1000
São Paulo - SP

Desenhado por: Ricardo Hideki
Elaborado por: Bruno Lima
Aprovado por: Aline Bernice

Figura 6.7. Isoconcentrações de metano na seção geológica transversal A-Á no Edifício I-4

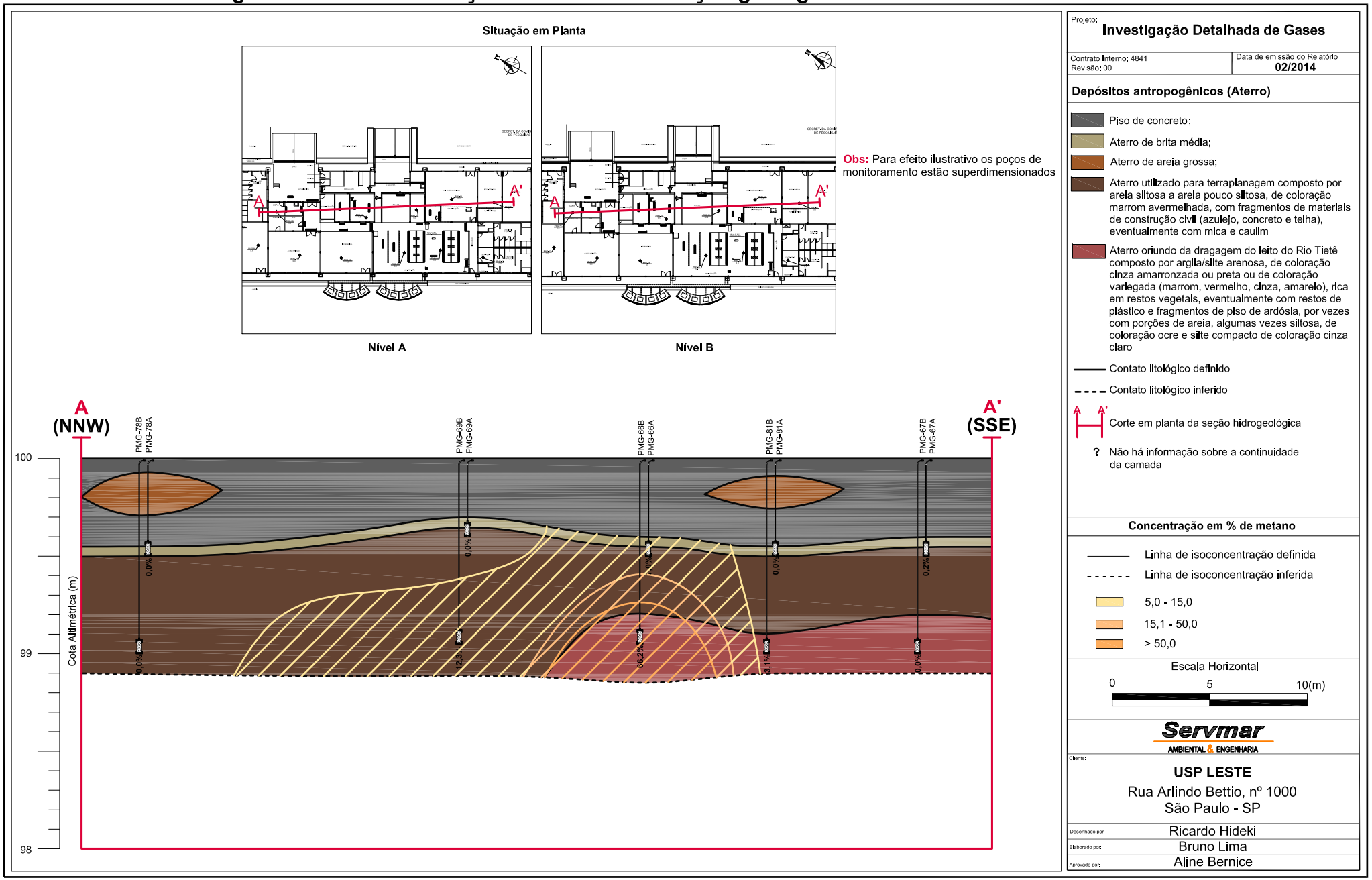


Figura 6.8. Isoconcentrações de metano na seção geológica transversal A-Á no Pavimento Laranjinha

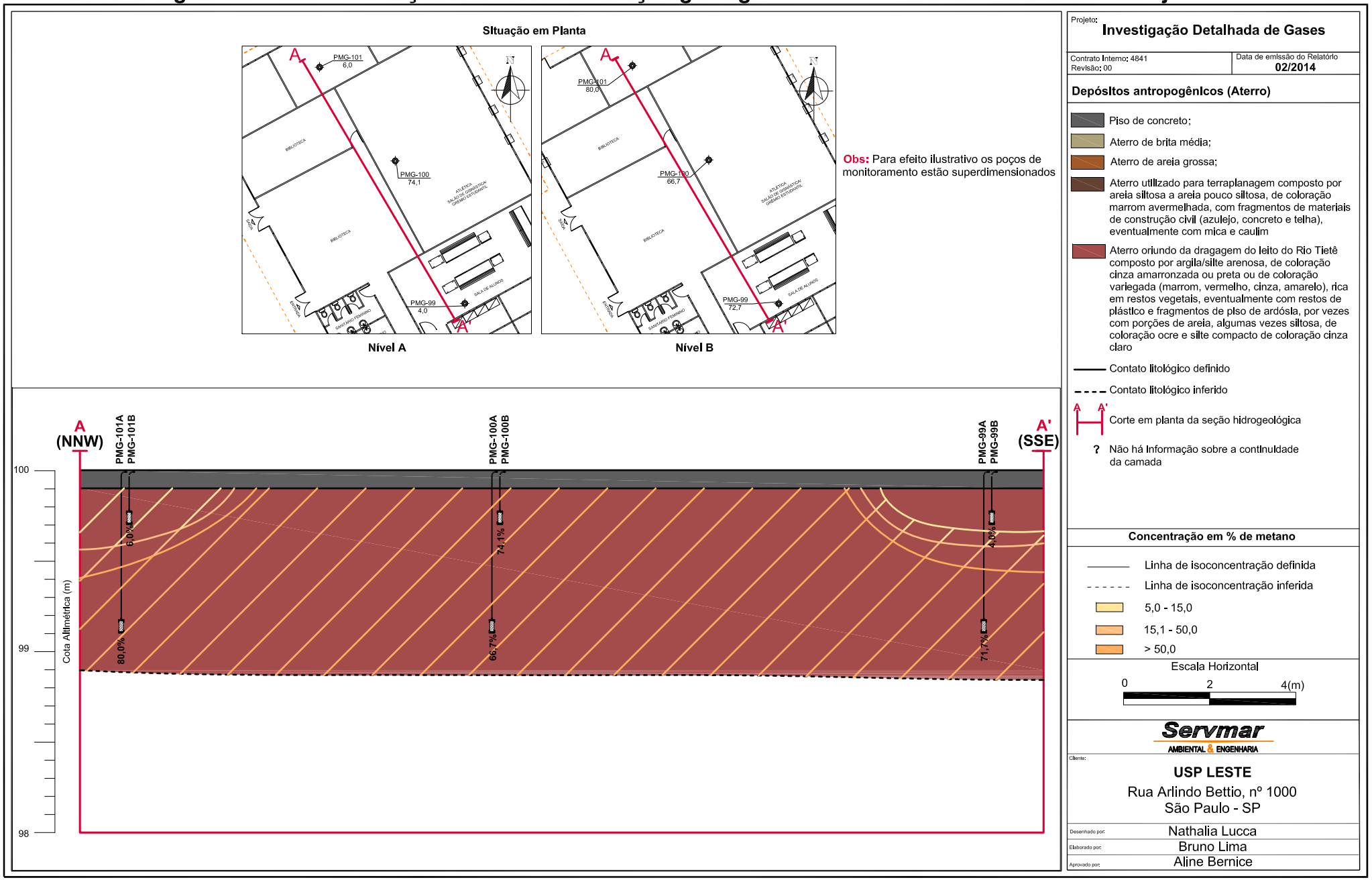
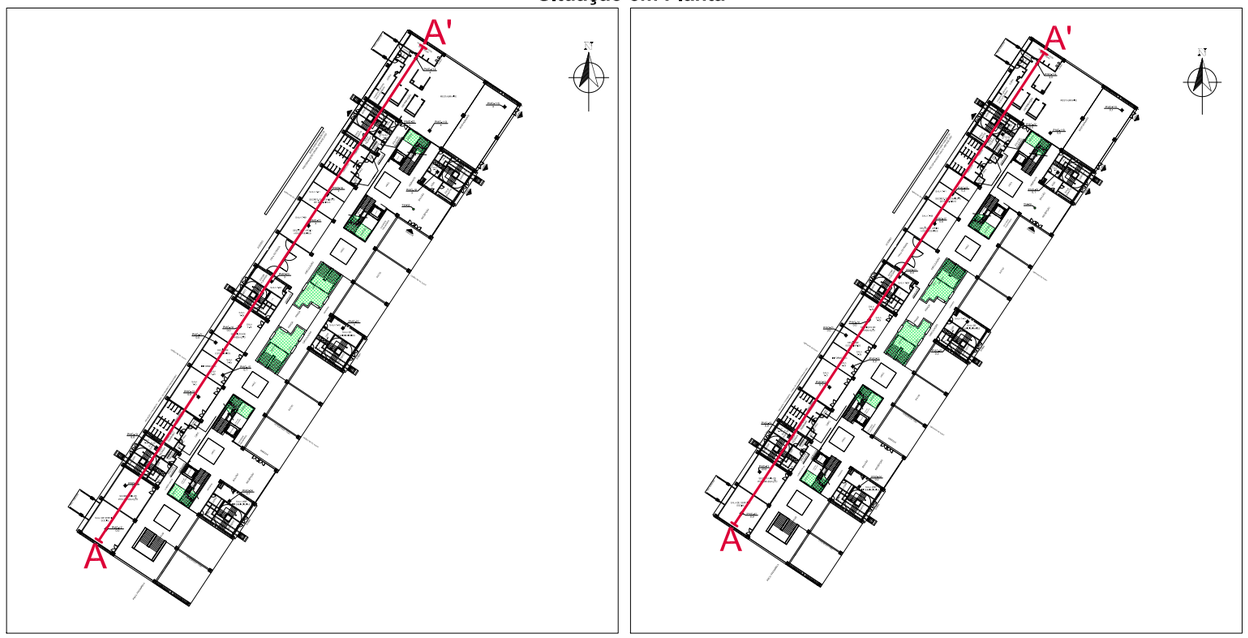


Figura 6.9. Isoconcentrações de metano na seção geológica transversal A-Á no Edifício I-1

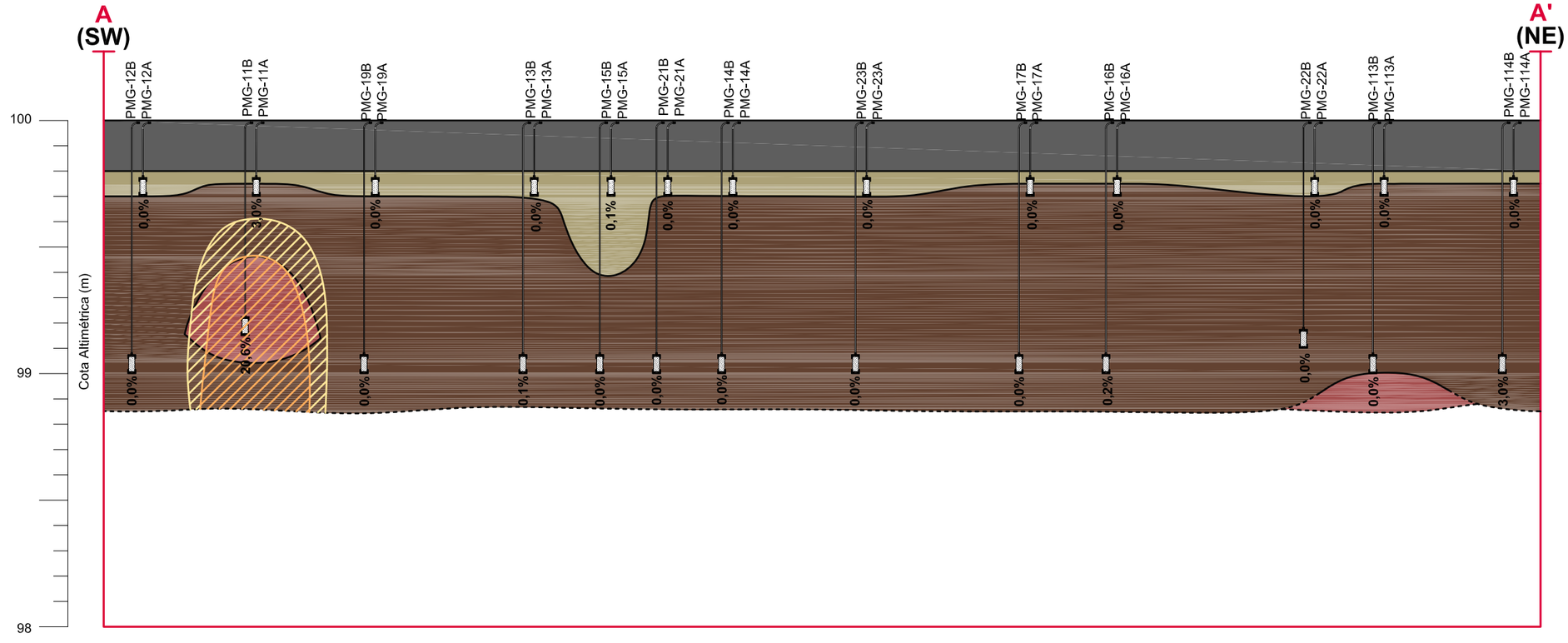
Situação em Planta



Nível A

Nível B

Obs: Para efeito ilustrativo os poços de monitoramento estão superdimensionados



Projeto:
Investigação Detalhada de Gases

Contrato Interno: 4841
Revisão: 00

Data de emissão do Relatório
02/2014

Depósitos antropogênicos (Aterro)

- Piso de concreto;
- Aterro de brita média;
- Aterro de areia grossa;
- Aterro utilizado para terraplanagem composto por areia siltosa a areia pouco siltosa, de coloração marrom avermelhada, com fragmentos de materiais de construção civil (azulejo, concreto e telha), eventualmente com mica e caulim
- Aterro oriundo da dragagem do leito do Rio Tietê composto por argila/silte arenosa, de coloração cinza amarronzada ou preta ou de coloração variegada (marrom, vermelho, cinza, amarelo), rica em restos vegetais, eventualmente com restos de plástico e fragmentos de piso de ardósia, por vezes com porções de areia, algumas vezes siltosa, de coloração ocre e silte compacto de coloração cinza claro

- Contato litológico definido
- Contato litológico inferido
- A A' Corte em planta da seção hidrogeológica
- ? Não há informação sobre a continuidade da camada

Concentração em % de metano

- Linha de isoconcentração definida
- Linha de isoconcentração inferida
- 5,0 - 15,0
- 15,1 - 50,0
- > 50,0

Escala
0 10 20(m)

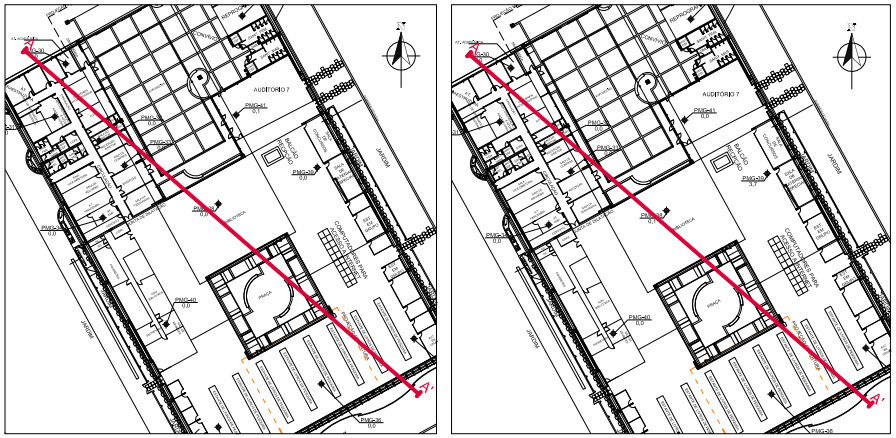
Servmar
AMBIENTAL & ENGENHARIA

Cliente:
USP LESTE
Rua Arlindo Bettio, nº 1000
São Paulo - SP

Desenhado por: Ricardo Hideki
Elaborado por: Bruno Lima
Aprovado por: Aline Bernice

Figura 6.10. Isoconcentrações de metano na seção geológica transversal A-Á na Biblioteca do Edifício I-3

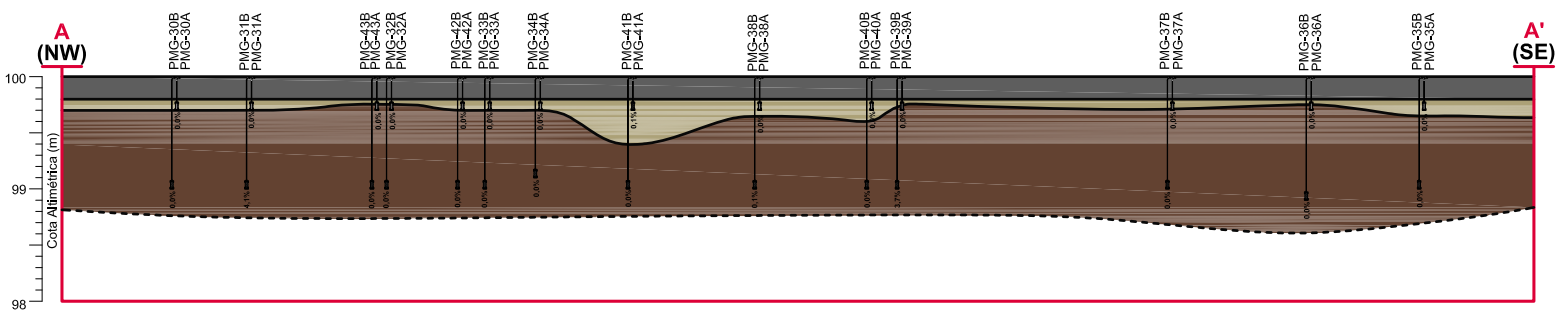
Situação em Planta



Nível A

Nível B

Obs: Para efeito ilustrativo os poços de monitoramento estão superdimensionados



Projeto:
Investigação Detalhada de Gases

Contrato Interno: 4841
Revisão: 00

Data de emissão do Relatório
02/2014

Depósitos antropogênicos (Aterro)

- Piso de concreto;
- Aterro de brita média;
- Aterro de areia grossa;
- Aterro utilizado para terraplanagem composto por areia siltosa a areia pouco siltosa, de coloração marrom avermelhada, com fragmentos de materiais de construção civil (azulejo, concreto e telha), eventualmente com mica e caulim
- Aterro oriundo da dragagem do leito do Rio Tietê composto por argila/silte arenosa, de coloração cinza amarronzada ou preta ou de coloração variegada (marrom, vermelho, cinza, amarelo), rica em restos vegetais, eventualmente com restos de plástico e fragmentos de piso de ardósia, por vezes com porções de areia, algumas vezes siltosa, de coloração ocre e silte compacto de coloração cinza claro

——— Contato litológico definido

- - - - Contato litológico inferido

A A' Corte em planta da seção hidrogeológica

? Não há informação sobre a continuidade da camada

Concentração em % de metano

——— Linha de isoconcentração definida

- - - - - - Linha de isoconcentração inferida

5,0 - 15,0

15,1 - 50,0

> 50,0

Escala Horizontal

0 10 20(m)

Servmar
AMBIENTAL & ENGENHARIA

Cliente:
USP LESTE
Rua Arlindo Bettio, nº 1000
São Paulo - SP

Desenhado por:	Fabiana Regina
Elaborado por:	Bruno Lima
Aprovado por:	Aline Bernice

Figura 6.11. Isoconcentrações de metano na seção geológica transversal A-Á nos Auditórios do Edifício I-3

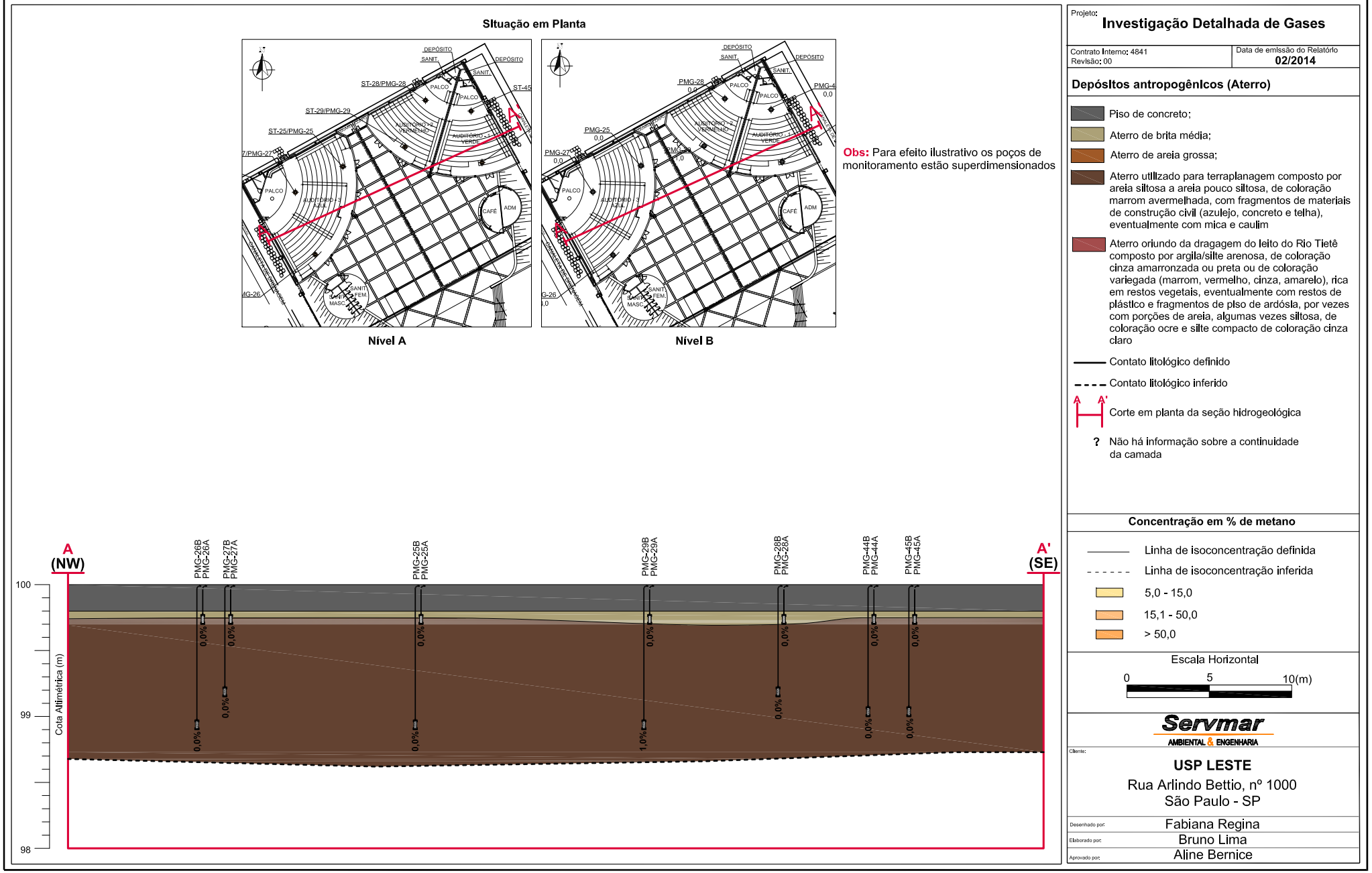
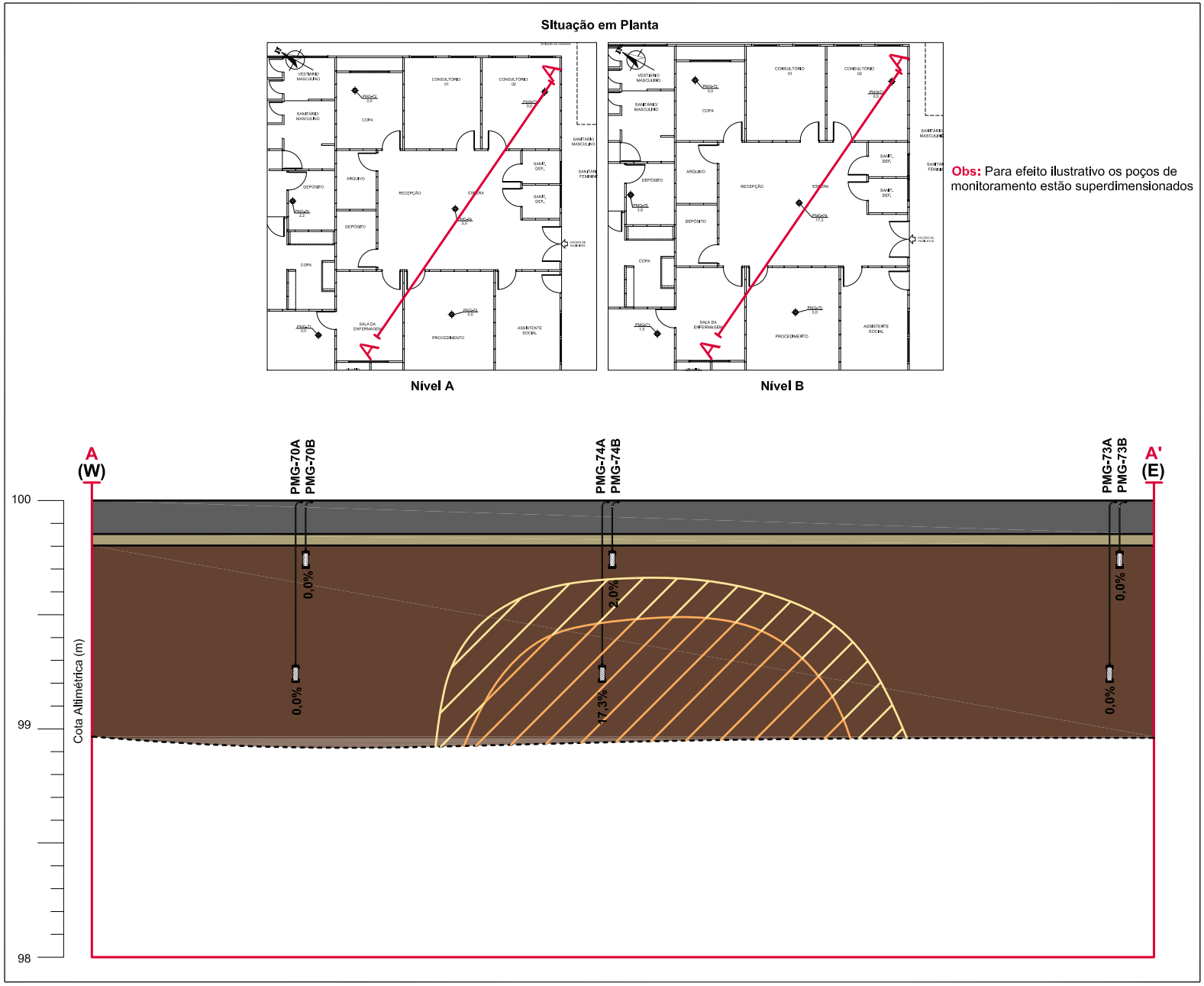


Figura 6.12. Isoconcentrações de metano na seção geológica transversal A-Á na Enfermaria



Projeto:
Investigação Detalhada de Gases

Contrato Interno: 4841
Revisão: 00

Data de emissão do Relatório
02/2014

Depósitos antropogênicos (Aterro)

- Piso de concreto;
- Aterro de brita média;
- Aterro de areia grossa;
- Aterro utilizado para terraplanagem composto por areia siltosa a areia pouco siltosa, de coloração marrom avermelhada, com fragmentos de materiais de construção civil (azulejo, concreto e telha), eventualmente com mica e caulim
- Aterro oriundo da dragagem do leito do Rio Tietê composto por argila/silte arenosa, de coloração cinza amarronzada ou preta ou de coloração variegada (marrom, vermelho, cinza, amarelo), rica em restos vegetais, eventualmente com restos de plástico e fragmentos de piso de ardósia, por vezes com porções de areia, algumas vezes siltosa, de coloração ocre e silte compacto de coloração cinza claro
- Contato litológico definido
- Contato litológico inferido
- A A' Corte em planta da seção hidrogeológica
- ? Não há informação sobre a continuidade da camada

Concentração em % de metano

- Linha de isoconcentração definida
- Linha de isoconcentração inferida
- 5,0 - 15,0
- 15,1 - 50,0
- > 50,0

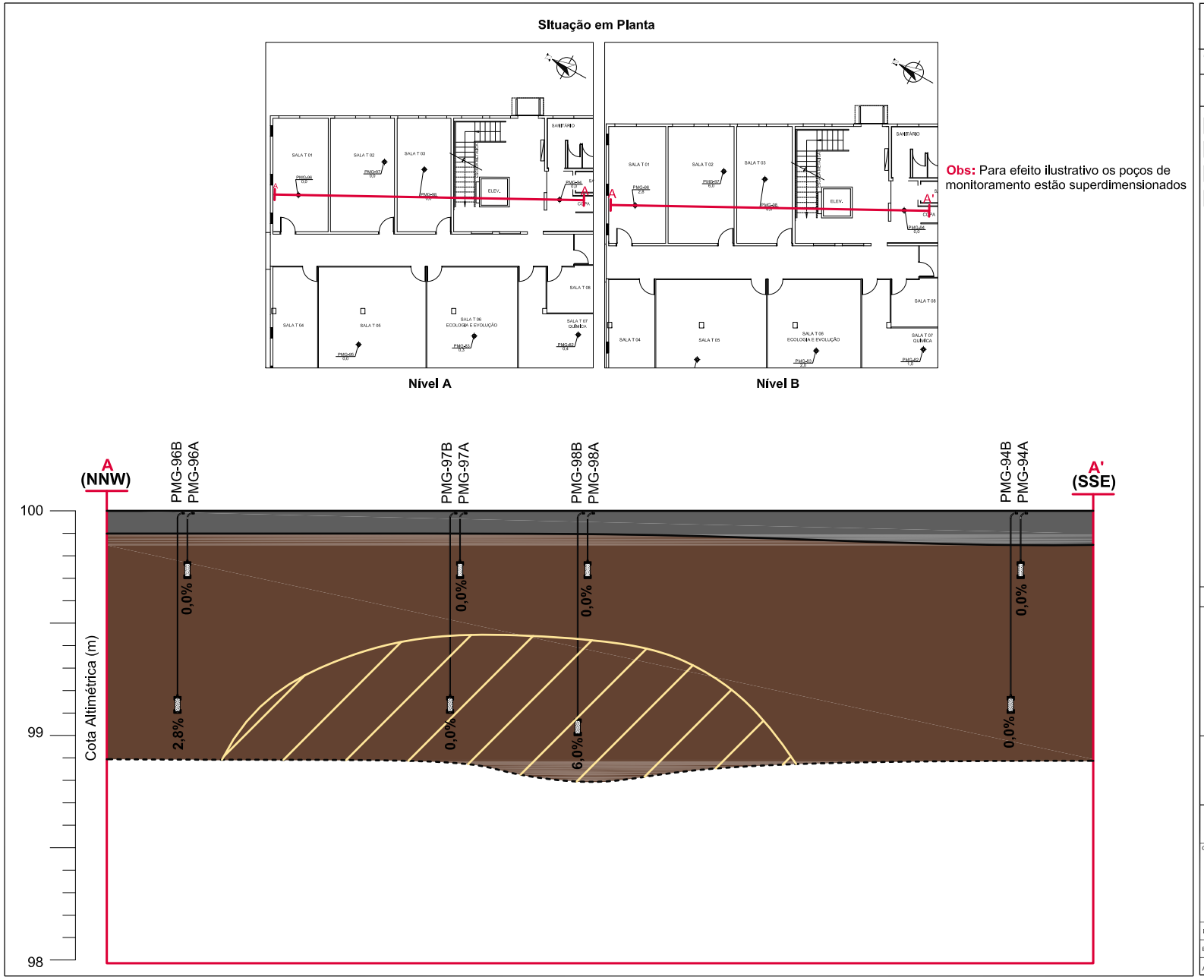
Escala Horizontal
0 1 2(m)

Servmar
AMBIENTAL & ENGENHARIA

Cliente:
USP LESTE
Rua Arlindo Bettio, nº 1000
São Paulo - SP

Desenhado por: Nathalia Lucca
Elaborado por: Bruno Lima
Aprovado por: Aline Bernice

Figura 6.13. Isoconcentrações de metano na seção geológica transversal A-Á no pavimento CAT



Projeto:
Investigação Detalhada de Gases

Contrato Interno: 4841
Revisão: 00

Data de emissão do Relatório
02/2014

Depósitos antropogênicos (Aterro)

- Piso de concreto;
- Aterro de brita média;
- Aterro de areia grossa;
- Aterro utilizado para terraplanagem composto por areia siltosa a areia pouco siltosa, de coloração marrom avermelhada, com fragmentos de materiais de construção civil (azulejo, concreto e telha), eventualmente com mica e caulim
- Aterro oriundo da dragagem do leito do Rio Tietê composto por argila/silte arenosa, de coloração cinza amarronzada ou preta ou de coloração variegada (marrom, vermelho, cinza, amarelo), rica em restos vegetais, eventualmente com restos de plástico e fragmentos de piso de ardósia, por vezes com porções de areia, algumas vezes siltosa, de coloração ocre e silte compacto de coloração cinza claro
- Contato litológico definido
- Contato litológico inferido
- A A' Corte em planta da seção hidrogeológica
- ? Não há informação sobre a continuidade da camada

Concentração em % de metano

- Linha de isoconcentração definida
- Linha de isoconcentração inferida
- 5,0 - 15,0
- 15,1 - 50,0
- > 50,0

Escala Horizontal
0 2 4(m)

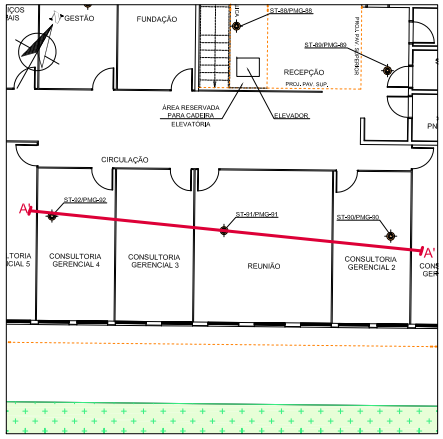
Servmar
AMBIENTAL & ENGENHARIA

Cliente:
USP LESTE
Rua Arlindo Bettio, nº 1000
São Paulo - SP

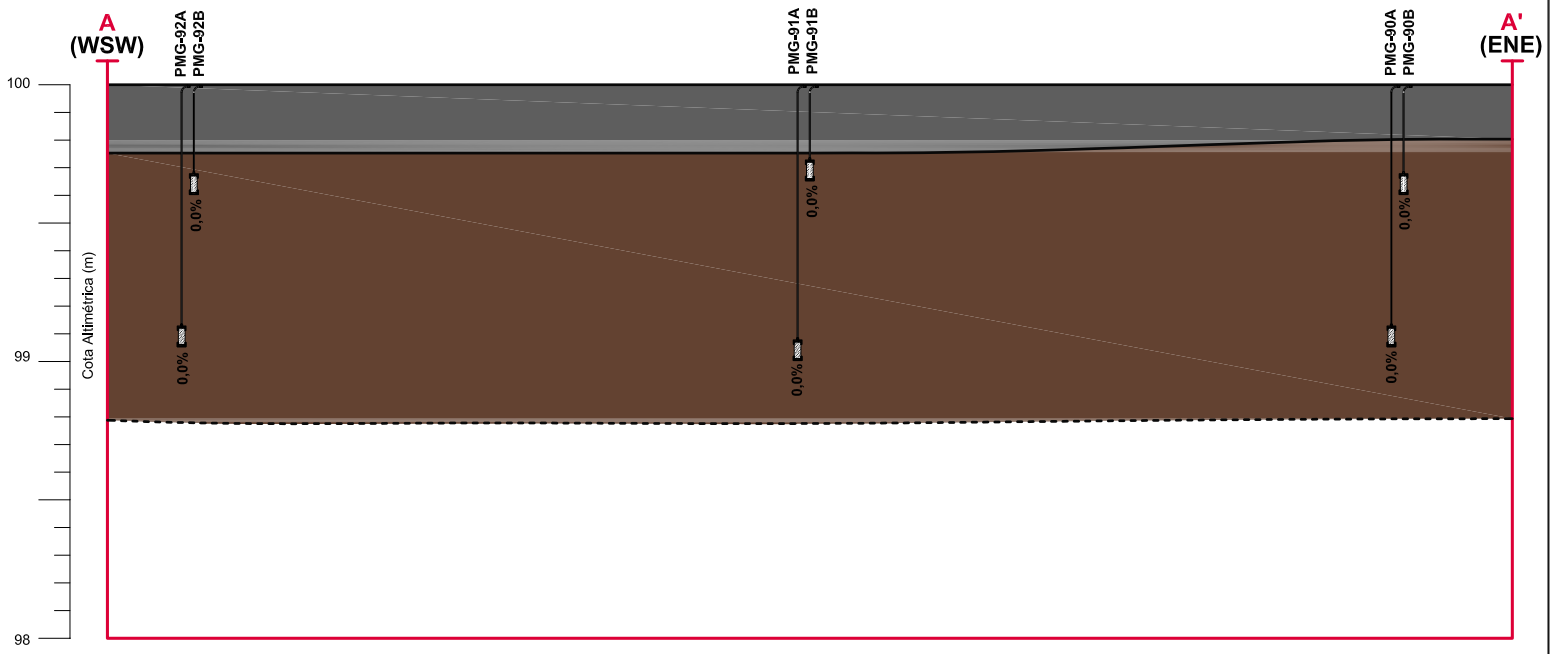
Desenhado por: Fabiana Regina
Elaborado por: Bruno Lima
Aprovado por: Aline Bernice

Figura 6.14. Isoconcentrações de metano na seção geológica transversal A-Á na Incubadora

Situação em Planta



Obs: Para efeito ilustrativo os poços de monitoramento estão superdimensionados



Projeto:
Investigação Detalhada de Gases

Contrato Interno: 4841
Revisão: 00

Data de emissão do Relatório
02/2014

Depósitos antropogênicos (Aterro)

- Piso de concreto;
- Aterro de brita média;
- Aterro de areia grossa;
- Aterro utilizado para terraplanagem composto por areia siltosa a areia pouco siltosa, de coloração marrom avermelhada, com fragmentos de materiais de construção civil (azulejo, concreto e telha), eventualmente com mica e caulim
- Aterro oriundo da dragagem do leito do Rio Tietê composto por argila/silte arenosa, de coloração cinza amarronzada ou preta ou de coloração variegada (marrom, vermelho, cinza, amarelo), rica em restos vegetais, eventualmente com restos de plástico e fragmentos de piso de ardósia, por vezes com porções de areia, algumas vezes siltosa, de coloração ocre e silte compacto de coloração cinza claro
- Contato litológico definido
- Contato litológico inferido
- A A' Corte em planta da seção hidrogeológica
- ? Não há informação sobre a continuidade da camada

Concentração em % de metano

- Linha de isoconcentração definida
- Linha de isoconcentração inferida
- 5,0 - 15,0
- 15,1 - 50,0
- > 50,0

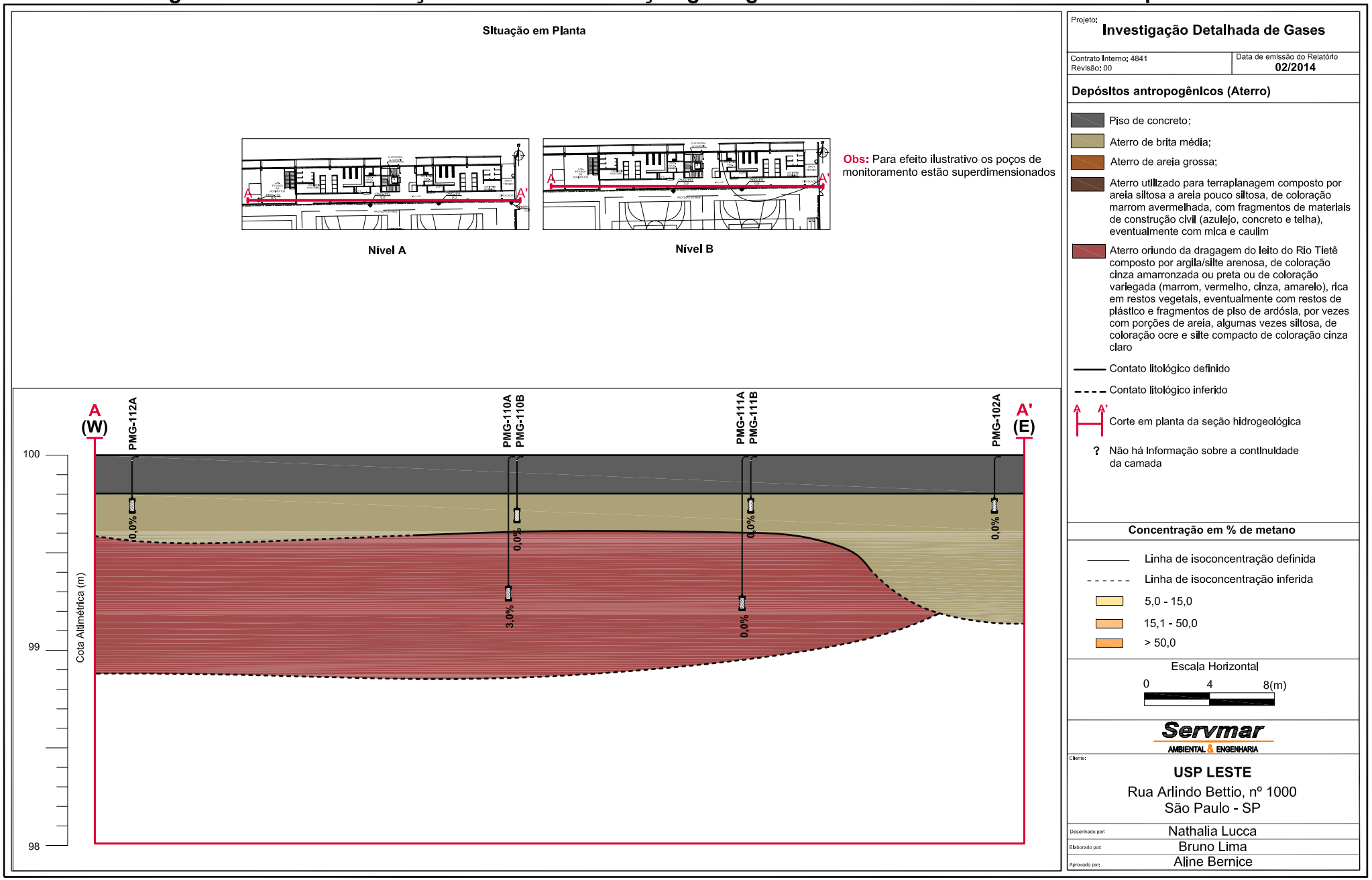
Escala Horizontal
0 1 2(m)

Servmar
AMBIENTAL & ENGENHARIA

Cliente:
USP LESTE
Rua Arlindo Bettio, nº 1000
São Paulo - SP

Desenhado por: Nathalia Lucca
Elaborado por: Bruno Lima
Aprovado por: Aline Bernice

Figura 6.15. Isoconcentrações de metano na seção geológica transversal A-Á no Ginásio Poliesportivo



Conforme já informado acima, nota-se nas seções que o cenário de inflamabilidade (i.e., que a intrusão do gás metano pode ocorrer para o interior dos edifícios eventualmente em condições inflamáveis) foi observado no Módulo Inicial (Conjunto Didático), Conjunto Laboratorial, Edifício I-4 e pavimento Laranjinha.

O edifício considerado como extremamente crítico foi o pavimento Laranjinha, no qual foram detectadas concentrações de metano elevadas, chegando a 74,1 % em volume no *sub-slab* deste edifício.

Já os edifícios Módulo Inicial (Conjunto Didático), Conjunto Laboratorial e I-4 foram considerados como locais críticos, pois as concentrações de metano em pelo menos um único ponto de medição instalado sobre a laje destes edifícios ficaram entre o LII e LSI.

Para o aterro com origem desconhecida depositado em 2011 na AI-01, foi possível determinar que o mesmo pode ser considerado excluído de contaminação, visto que as máximas concentrações das SQI identificadas, tanto no solo superficial e solo subsuperficial como na água subterrânea, não apresentaram risco aos receptores locais considerados para os cenários reais e futuros da AI-01.

As **Tabelas 6.1.** a **6.3.** apresentam o modelo conceitual atualizado após a etapa de investigação detalhada e avaliação de risco.

Salienta-se que o solo e a água subterrânea sob as edificações foram considerados como potencial de contaminação, visto que os mesmos serão objeto da futura investigação da totalidade do campus, com exceção da AI-01 que já foi investigada.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

Tabela 6.1. Modelo conceitual de exposição

Modelo conceitual - USP LESTE								
Área de interesse	**Fonte primária**	**Mecanismos primários de liberação**	**Fontes secundárias**	**Mecanismos secundários de liberação**	**Vias de transporte dos contaminantes**	**Receptores**	**Cenário real vinculado**	**Necessidade de adoção de medidas de intervenção**
Módulo Inicial (Conjunto Didático)	Solo aluvionar quaternário, original do local, e aterro oriundo das obras de dragagem do leito do rio Tietê	Volatilização originada pela degradação da matéria orgânica por bactérias originalmente presentes nos solos locais (C)	Solo subsuperficial (P), ar (C) e água subterrânea (P)	Intrusão de vapores em ambientes fechados (C)	Solo subsuperficial (P), ar (C) e água subterrânea (P)	Alunos, professores e funcionários da USP LESTE	Exposição ao ambiente interno de inflamabilidade	Sim
Edifício I-1 - Parte 1	Solo aluvionar quaternário, original do local, e aterro oriundo das obras de dragagem do leito do rio Tietê	Volatilização originada pela degradação da matéria orgânica por bactérias originalmente presentes nos solos locais (C)	Solo subsuperficial (P), ar (C) e água subterrânea (P)	Intrusão de vapores em ambientes fechados (E)	Solo subsuperficial (P), ar (E) e água subterrânea (P)	Alunos, professores e funcionários da USP LESTE	Exposição ao ambiente interno de inflamabilidade	Não
Edifício I-1 - Parte 2	Solo aluvionar quaternário, original do local, e aterro oriundo das obras de dragagem do leito do rio Tietê	Volatilização originada pela degradação da matéria orgânica por bactérias originalmente presentes nos solos locais (C)	Solo subsuperficial (P), ar (C) e água subterrânea (P)	Intrusão de vapores em ambientes fechados (E)	Solo subsuperficial (P), ar (E) e água subterrânea (P)	Alunos, professores e funcionários da USP LESTE	Exposição ao ambiente interno de inflamabilidade	Não
Edifício I-3 - Auditórios	Solo aluvionar quaternário, original do local, e aterro oriundo das obras de dragagem do leito do rio Tietê	Volatilização originada pela degradação da matéria orgânica por bactérias originalmente presentes nos solos locais (C)	Solo subsuperficial (P), ar (C) e água subterrânea (P)	Intrusão de vapores em ambientes fechados (E)	Solo subsuperficial (P), ar (E) e água subterrânea (P)	Alunos, professores e funcionários da USP LESTE	Exposição ao ambiente interno de inflamabilidade	Não

P - Potencial de contaminação.
E - Excluído de contaminação.
C - Contaminação confirmada.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

Tabela 6.2. Modelo conceitual de exposição

Modelo conceitual - USP LESTE								
Área de interesse	**Fonte primária**	**Mecanismos primários de liberação**	**Fontes secundárias**	**Mecanismos secundários de liberação**	**Vias de transporte dos contaminantes**	**Receptores**	**Cenário real vinculado**	**Necessidade de adoção de medidas de intervenção**
Edifício I-3 - Biblioteca	Solo aluvionar quaternário, original do local, e aterro oriundo das obras de dragagem do leito do rio Tietê	Volatilização originada pela degradação da matéria orgânica por bactérias originalmente presentes nos solos locais (C)	Solo subsuperficial (P), ar (C) e água subterrânea (P)	Intrusão de vapores em ambientes fechados (E)	Solo subsuperficial (P), ar (E) e água subterrânea (P)	Alunos, professores e funcionários da USP LESTE	Exposição ao ambiente interno de inflamabilidade	Não
Conjunto Laboratorial - A1, A2 e A3	Solo aluvionar quaternário, original do local, e aterro oriundo das obras de dragagem do leito do rio Tietê	Volatilização originada pela degradação da matéria orgânica por bactérias originalmente presentes nos solos locais (C)	Solo subsuperficial (P), ar (C) e água subterrânea (P)	Intrusão de vapores em ambientes fechados (C)	Solo subsuperficial (P), ar (C) e água subterrânea (P)	Alunos, professores e funcionários da USP LESTE	Exposição ao ambiente interno de inflamabilidade	Sim
Edifício I-4	Solo aluvionar quaternário, original do local, e aterro oriundo das obras de dragagem do leito do rio Tietê	Volatilização originada pela degradação da matéria orgânica por bactérias originalmente presentes nos solos locais (C)	Solo subsuperficial (P), ar (C) e água subterrânea (P)	Intrusão de vapores em ambientes fechados (C)	Solo subsuperficial (P), ar (C) e água subterrânea (P)	Alunos, professores e funcionários da USP LESTE	Exposição ao ambiente interno de inflamabilidade	Sim
Enfermaria	Solo aluvionar quaternário, original do local, e aterro oriundo das obras de dragagem do leito do rio Tietê	Volatilização originada pela degradação da matéria orgânica por bactérias originalmente presentes nos solos locais (C)	Solo subsuperficial (P), ar (C) e água subterrânea (P)	Intrusão de vapores em ambientes fechados (E)	Solo subsuperficial (P), ar (E) e água subterrânea (P)	Alunos, professores e funcionários da USP LESTE	Exposição ao ambiente interno de inflamabilidade	Não
Incubadora	Solo aluvionar quaternário, original do local, e aterro oriundo das obras de dragagem do leito do rio Tietê	Volatilização originada pela degradação da matéria orgânica por bactérias originalmente presentes nos solos locais (C)	Solo subsuperficial (P), ar (C) e água subterrânea (P)	Intrusão de vapores em ambientes fechados (E)	Solo subsuperficial (P), ar (E) e água subterrânea (P)	Alunos, professores e funcionários da USP LESTE	Exposição ao ambiente interno de inflamabilidade	Não

P - Potencial de contaminação.
E - Excluído de contaminação.
C - Contaminação confirmada.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

Tabela 6.3. Modelo conceitual de exposição

Modelo conceitual - USP LESTE								
Área de interesse	**Fonte primária**	**Mecanismos primários de liberação**	**Fontes secundárias**	**Mecanismos secundários de liberação**	**Vias de transporte dos contaminantes**	**Receptores**	**Cenário real vinculado**	**Necessidade de adoção de medidas de intervenção**
Pavimento CAT	Solo aluvionar quaternário, original do local, e aterro oriundo das obras de dragagem do leito do rio Tietê	Volatilização originada pela degradação da matéria orgânica por bactérias originalmente presentes nos solos locais (C)	Solo subsuperficial (P), ar (C) e água subterrânea (P)	Intrusão de vapores em ambientes fechados (E)	Solo subsuperficial (P), ar (E) e água subterrânea (P)	Alunos, professores e funcionários da USP LESTE	Exposição ao ambiente interno de inflamabilidade	Não
Pavimento Laranjinha	Solo aluvionar quaternário, original do local, e aterro oriundo das obras de dragagem do leito do rio Tietê	Volatilização originada pela degradação da matéria orgânica por bactérias originalmente presentes nos solos locais (C)	Solo subsuperficial (P), ar (C) e água subterrânea (P)	Intrusão de vapores em ambientes fechados (C)	Solo subsuperficial (P), ar (C) e água subterrânea (P)	Alunos, professores e funcionários da USP LESTE	Exposição ao ambiente interno de inflamabilidade	Sim
Ginásio Poliesportivo	Solo aluvionar quaternário, original do local, e aterro oriundo das obras de dragagem do leito do rio Tietê	Volatilização originada pela degradação da matéria orgânica por bactérias originalmente presentes nos solos locais (C)	Solo subsuperficial (P), ar (C) e água subterrânea (P)	Intrusão de vapores em ambientes fechados (E)	Solo subsuperficial (P), ar (E) e água subterrânea (P)	Alunos, professores e funcionários da USP LESTE	Exposição ao ambiente interno de inflamabilidade	Não
Área AI-01	Solo de origem desconhecida depositado em 2011	Infiltração no solo e volatilização (P)	Solo, ar e água subterrânea (P)	Lixiviação no solo, solubilização na água subterrânea e disperção atmosférica (P)	Solo, água subterrânea (E) e ar (C)	Alunos, professores e funcionários da USP LESTE	Inalação de vapores oriundos de eventuais contaminantes em ambiente aberto, e contato dérmico com possíveis contaminantes	Não

P - Potencial de contaminação.
E - Excluído de contaminação.
C - Contaminação confirmada.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

7. CONCLUSÕES E PLANO DE TRABALHOS FUTUROS

7.1. Resumo histórico e conclusão resumida dos resultados das análises químicas de solo

Durante os trabalhos ambientais efetuados por diferentes consultorias ambientais na **USP LESTE** no período de 2003 a 2013, foram coletadas aproximadamente 700 amostras de solo para análises químicas das substâncias de interesse. Dentre os resultados analíticos, observaram-se concentrações superiores aos valores de intervenção estabelecidos para o cenário residencial pela CETESB (2014) e, na falta desses, aos *Regional Screening Level* – RSL estabelecidos para o cenário residencial pela *Environmental Protection Ambiental* – USEPA (2013), nas amostras coletadas nos seguintes locais:

AI-01 – Foram denotadas concentrações de PCB nas amostras de solo superficial coletadas a 0,3 m de profundidade durante a ST-25, ST-90, ST-99 e ST-123 (Servmar, 2014; aterro de origem desconhecida) e de solo subsuperficial coletada a 1,0 m de profundidade durante a ST-22 (Servmar, 2014; aterro de origem desconhecida).

Ginásio – Foi verificada concentração de chumbo na amostra de solo superficial coletada a 0,3 m de profundidade durante a sondagem ST-122 (Servmar, 2014; aterro utilizado para terraplanagem da **USP LESTE**).

Enfermaria – Foi denotada concentração de chumbo na amostra de solo subsuperficial coletada a 1,0 m de profundidade durante a sondagem ST-124 (Servmar, 2014; aterro utilizado para terraplanagem da **USP LESTE**).

AI-02 – Foram quantificadas concentrações de naftaleno, benzo(a)antraceno, indeno(1,2,3-cd)pireno, benzo(a)pireno, fenantreno, dibenzo(a,h)antraceno, estireno, benzeno, tolueno, etilbenzeno e xilenos na amostra de solo subsuperficial coletada a 0,7 m de profundidade durante a ST-30 (Servmar, 2012; aterro de origem desconhecida).

As demais áreas investigadas até a presente data não apresentaram concentrações das Substâncias Químicas de Interesse (SQI) em amostras de solo superiores aos padrões de referência ambiental.

As investigações na área AI-02, ginásio, enfermaria e no restante do campus, as quais devem estar previstas no edital a ser lançado pela SEF/USP em 2014, deverão complementar os estudos realizados na área AI-01.

Salienta-se que o volume e massa totais aproximados de todo o aterro com solo de origem desconhecida disposto na AI-01 foram de 16.375,27 m^3 e 25.709,18 toneladas, respectivamente. Desta forma, pôde-se concluir que dos aproximados 109.000,00 m^3 de solo de origem desconhecida que foram depositados na área, de acordo com representantes da SEF/USP e da **USP LESTE**, aproximadamente 16.375,27 m^3 foram depositados na AI-01.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

Após a interpretação dos resultados analíticos e avaliação de risco à saúde humana pode-se afirmar que não há necessidade de adoção de medidas de intervenção para o solo superficial e solo subsuperficial da área AI-01.

7.2. Conclusão resumida dos resultados das análises químicas de água subterrânea

Durante os últimos serviços ambientais efetuados e apresentados neste relatório, foram coletadas amostras de água subterrânea em todos os 18 poços existentes no campus e nos 29 poços instalados durante os trabalhos efetuados em outubro e dezembro de 2013 na área central da USP LESTE (AI-01) e na área do ginásio de esportes pela Servmar (2014).

As amostras foram encaminhadas para as análises químicas das SQI definidas pela CETESB em 04 de outubro de 2013, sendo elas: varredura de Compostos Orgânicos Voláteis (VOC), varredura de Compostos Orgânicos Semi-Voláteis (SVOC), Bifenilas Policloradas (PCB), metais (listados em CETESB, 2005), berílio, tálio, pesticidas organoclorados, compostos das séries nitrogenada e sulfatada, cianeto, cloreto e fosfato.

Nos resultados analíticos de todas as amostras de água subterrânea não foram quantificadas concentrações de VOC, SVOC, PCB, pesticidas organoclorados, sulfeto, sulfito, cianeto, antimônio, arsênio, berílio, cádmio, chumbo, cobre, cromo, mercúrio, prata, selênio e tálio em todas as amostras de água subterrânea. Dentre as substâncias quantificadas, somente o alumínio, bário, cobalto, ferro, manganês e níquel apresentaram concentrações superiores aos padrões de referência ambiental (CETESB, 2014 e, na falta destes, USEPA, 2013).

Informa-se que as concentrações de alumínio, bário, ferro e manganês puderam ser atribuídas a lixiviação dos minerais que compõe o solo original local, estando este fato também de acordo aos trabalhos ambientais efetuados anteriormente.

Quanto ao níquel e cobalto, relatado como sendo de origem antrópica, o mesmo foi quantificado somente em uma única amostra, na qual sua concentração ultrapassou o valor de intervenção (CETESB, 2014). Esta amostra refere-se à coletada no poço de monitoramento PM-02, situado no interior do edifício I-1.

Estes metais deverão ser avaliados em estudos posteriores que englobarão a investigação detalhada de todo o campus, visto que este poço está fora dos limites da AI-01, a qual é objeto do estudo ora apresentado.

7.3. Conclusão dos resultados das medições de gases no interior das edificações

A interpretação dos resultados das medições foi realizada considerando-se principalmente o Limite Inferior de Inflamabilidade (LII) e o Limite Superior de Inflamabilidade (LSI) dos gases que podem oferecer risco à explosão (metano, monóxido de carbono e sulfeto de hidrogênio), que possivelmente estariam migrando para o interior das edificações existentes na **USP LESTE**.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

Os resultados das medições realizadas no período de 30 de setembro a 30 de dezembro de 2013 indicaram que não foram quantificadas concentrações de monóxido de carbono nem de sulfeto de hidrogênio acima de seus respectivos LII. Assim, tendo em vista que dentre os gases monitorados o metano foi o único gás inflamável quantificado, na interpretação dos resultados obtidos foram classificados como “pontos críticos” e “pontos extremamente críticos” os PMG que apresentaram pelo menos em uma das medições, concentrações de metano acima do LII.

Salienta-se que a presença desse gás no subsolo está relacionada às características redutoras da água subterrânea local e à decomposição da matéria orgânica presente no aterro oriundo da dragagem do leito do rio Tietê, bem como do próprio solo da várzea desse rio que constitui as camadas litológicas naturais do terreno. As maiores concentrações foram associadas principalmente à capacidade do meio em trapear o gás gerado no solo.

As edificações com concentrações de metano classificadas como “pontos críticos”, verificadas em ao menos uma das medições realizadas no nível superior (i.e. com seção filtrante do PMG posicionada em torno de 0,3 m de profundidade do piso), referem-se ao aos edifícios do Módulo Inicial (Conjunto Didático), Conjunto Laboratorial e I-4.

Já o pavimento Laranjinha foi considerado como “ponto extremamente crítico”, devido às altas concentrações de metano no *sub-slab* (i.e. com seção filtrante do PMG posicionada em torno de 0,3 m de profundidade do piso), chegando até 74,1 % de metano em volume. Sendo assim, a SEF/USP efetuou no mês de janeiro de 2014, como medida de engenharia, a demolição dessa edificação, evitando que os usuários do campus frequentassem um local que possivelmente poderia ter risco de inflamabilidade.

Nos edifícios do Conjunto Laboratorial (A-1, A-2 e A-3) há 01 bomba em operação interligada ao sistema ativo de extração de gases instalado pela SEF/USP com orientação do IPT, alternando sua localização nesses edifícios conforme a localização das medidas acima do LII no nível superior dos PMG. Em caráter conservador, a SEF/USP está providenciando a instalação de 04 novas bombas para operarem nesse sistema ativo de extração de gases.

Como no edifício I-4 também já foram instaladas tubulações para extração de gases pela SEF/USP com orientação do IPT durante a construção desse edifício, a SEF/USP também está tomando as medidas necessárias para a instalação de sistema de extração de gases, visando eliminar qualquer possibilidade de risco de explosão nesse edifício. Quanto ao edifício do Módulo Inicial, informa-se que a SEF/USP já abriu a licitação para implantação de um sistema passivo de extração de gases neste edifício, conforme projeto do IPT (2011a).

De forma preventiva, recomenda-se também a instalação de explosímetros no interior dos edifícios I-4 e Módulo Inicial até que as medidas para mitigação do metano sejam iniciadas. Recomenda-se também a continuidade das medições diárias de gases de interesse nos PMG instalados no interior de todas as edificações, conforme capítulo **7.4.23.**.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

7.4. Escopo técnico dos serviços futuros

Os serviços vinculados a investigação detalhada, avaliação de risco à saúde humana e plano de intervenção do solo e água subterrânea de todo campus da **USP LESTE**, os quais deverão atender às Exigências Técnicas n°s 5, 6, 7, 8 e 14 constantes na LO n° 2118/2012, são pertinentes às seguintes atividades ambientais:

- Levantamento das características do uso e ocupação do solo no entorno;
- Levantamento dos dados regionais sobre o meio físico;
- Sondagens de investigação e amostragem de solo;
- Instalação de poços de monitoramento da água subterrânea;
- Levantamento georreferenciado e medição do nível estabilizado da água subterrânea;
- Amostragem de água subterrânea e medição dos parâmetros físico-químicos *in situ*;
- Ensaios de permeabilidade;
- Instalação de poços de monitoramento de gases;
- Modelagem matemática para 05 e 10 anos;
- Avaliação de risco à saúde humana;
- Plano de intervenção;
- Cronograma das implantações das eventuais ações de mitigação e monitoramento necessárias, definidas a partir do plano de intervenção;
- Elaboração de relatório técnico.

Para os locais na AI-02 e AI-03 onde foram verificadas concentrações das SQI de origem antrópica no aterro composto por solo de origem desconhecida superiores as CMA a serem calculadas para os cenários reais e futuros durante a etapa de avaliação de risco à saúde humana, deverão ser efetuados os seguintes serviços para atendimento à Exigência Técnica n° 1 constante na LO n° 2118/2012:

- Caracterização analítica e licenciamento dos resíduos;
- Remoção de solo e acondicionamento;
- Transporte;
- Destinação final e fornecimento da documentação comprobatória;
- Reaterro e plantio de gramíneas;
- Emissão de relatório com documentação comprobatória.

Deverão ser considerados os serviços vinculados ao transporte e à destinação do solo, água subterrânea e materiais diversos (luvas, *liners*, *bailers*, mangueiras de amostragem e etc.) contaminados, gerados durante os trabalhos de investigação ambiental, os quais deverão estar mantidos em tambores devidamente homologados até a sua destinação.

Além desses serviços, deverão ser efetuadas medições diárias dos gases de interesse em todos os poços de monitoramento de gases instalados e preexistentes, e emitidos relatórios trimestrais contendo os resultados e as interpretações obtidas a partir dessas medições, para atendimento às Exigências Técnicas n°s 5, 9, 10 e12 constantes na LO n° 2118/2012:

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

- Medição diária de vapores nos poços de monitoramento de gases;
- Avaliação e interpretação dos resultados obtidos;
- Emissão de relatório trimestral.

A partir dessas medições deverá ser avaliada a eficácia dos sistemas de extração instalados (constantes no capítulo **7.3.** deste relatório) e deverão ser indicados os locais onde novos sistemas deverão ser implantados, visando o atendimento à Exigência Técnica n° 3 presente na LO n° 2118/2012.

Durante os trabalhos de campo a serem desenvolvidos os funcionários deverão estar utilizando os Equipamentos de Proteção Individual (EPI) e Equipamentos de Proteção Coletiva (EPC) básicos, como capacete, luvas, óculos de segurança, sapato com biqueira de aço, entre outros. Todos os equipamentos deverão possuir Certificados de Aprovação dos órgãos regulamentadores.

Salienta-se que deverão ser observadas pelas empresas que participarão das futuras licitações, as medidas para a preservação da saúde dos trabalhadores de obras, as quais deverão constar nos editais para a contratação dos serviços.

É importante informar que as Exigências Técnicas n°s 1, 4, 11 e 13 presentes na LO n° 2118/2012 estão sendo atendidas. Quanto a n° 1, salienta-se que todas as áreas permeáveis do campus já se encontram recobertas por gramíneas, incluindo a AI-01, cujo plantio de gramíneas em partes descobertas foi realizado em fevereiro de 2014, segundo informação da SEF/USP. Para a n° 4, informa-se que os resultados da investigação da totalidade da AI-01, presentes neste relatório, serão protocolados na CETESB no início de março de 2014. Em relação à de n° 11, informa-se que toda **USP LESTE** é abastecida pela rede pública de água e esgoto da SABESP. Enfim, para a n° 13, salienta-se que desde setembro de 2013 as AI-01, AI-02 e AI-03 encontram-se isoladas.

Em relação à Exigência Técnica n° 2, informa-se que após a cubagem das áreas demarcadas no aterro composto por solo de origem desconhecida na AI-02 e AI-03, nas quais forem observadas concentrações das SQI de origem antrópica superiores as CMA a serem calculadas para os cenários reais e futuros durante a etapa de avaliação de risco á saúde humana, deverá ser aberta uma licitação para as atividades de remoção, transporte e destinação adequadas do mesmo.

Cabe lembrar que as Exigências Técnicas n^{os}15 a 18 constantes na LO n° 2118/2012 não estão no âmbito do gerenciamento de áreas contaminadas e devem ser atendidas quando da renovação da LO (novembro de 2017).

A seguir será relatada cada uma das etapas de trabalhos a serem executados.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

7.4.1. Levantamento das características do uso e ocupação do solo no entorno

O objetivo desta caracterização é reconhecer as atuais ocupações e atividades desenvolvidas nas imediações da área investigada, tendo como foco principal a determinação de possíveis áreas fontes de contaminação e seus prováveis receptores.

Desta forma, deverá ser realizado o caminhamento em um raio de 500 m a partir dos limites da **USP LESTE**, utilizando-se como referência os mapas locais, dados levantados junto aos órgãos competentes e entrevistas realizadas com moradores e proprietários de estabelecimentos do entorno.

As informações obtidas em campo por meio de entrevistas sobre a existência de poços de captação de água subterrânea deverão ser confrontadas com os dados fornecidos pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE).

Os estabelecimentos com poço de captação de água subterrânea deverão ser descriminalizados e localizados em plantas, com escala adequada, e também deverão ser apresentados os seus dados hidrogeológicos, quando existentes, e sua distância em relação à **USP LESTE**.

A atual permanência no entorno de empresas cadastradas como área contaminada ou reabilitada em CETESB (dezembro de 2012 ou mais recente) deverá ser confrontada com as informações obtidas por meio da vistoria realizada em campo. As empresas cadastradas deverão ser descriminalizadas e localizadas em planta com escala compatível, bem como também deverão ser apresentados os detalhamentos da etapa de gerenciamento ambiental que a mesma se encontra, quando existentes, e sua distância em relação à **USP LESTE**.

7.4.2. Levantamento dos dados regionais sobre o meio físico

Deverá ser realizado um levantamento dos dados disponíveis sobre o meio físico da região na qual a **USP LESTE** está inserida, por meio de consulta às bibliografias reconhecidas nacionalmente e/ou internacionalmente.

Este levantamento visa à correlação dos dados regionais sobre o meio físico com os resultados a serem obtidos a partir dos trabalhos de campo.

7.4.3. Sondagens de investigação ambiental

As sondagens de investigação (ST) terão como objetivos: a descrição do perfil litológico do subsolo local, a cubagem dos aterros presentes na **USP LESTE**, a verificação da ocorrência de produtos químicos no solo, a leitura de vapores orgânicos *in situ*, a coleta de amostras de solo para análises químicas e, ocasionalmente, a instalação de poços de monitoramento da água subterrânea.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

As ST deverão ser dispostas em uma malha quadrática regular, com espaçamento de 10,0 m, nas regiões denominadas como Áreas de Interesse 02 e 03 (AI-02 e AI-03); e em uma malha quadrática regular, com espaçamento de 20,0 m, nas demais áreas não edificadas da **USP LESTE**. Algumas sondagens destinadas à instalação de poços de monitoramento estão locadas no interior das edificações. É importante informar que as sondagens poderão ser deslocadas caso sejam constatados quaisquer interferentes nos locais predispostos para a execução das mesmas.

As profundidades estimadas das sondagens para a cubagem do aterro composto por solo sem certificação de origem e do aterro composto por solo oriundo da dragagem do leito do rio Tietê é de 10,0 m para as AI-02 e AI-03 e de 8,0 m para as demais áreas não edificadas da **USP LESTE**.

Já as profundidades estimadas das sondagens para a instalação de poços de monitoramento na porção superior do aquífero livre é de 7,0 m para as AI-02 e AI-03 e de 4,0 m para as demais áreas não edificadas da **USP LESTE**. Para a porção inferior do aquífero é de 12,0 m para as AI-02 e AI-03 e de 10,0 m para as demais áreas não edificadas da **USP LESTE**.

A **Figura 7.4.3.1.** ilustra a localização prevista para as sondagens de investigação e a **Tabela 7.4.3.1.** apresenta os seus quantitativos totais previstos e suas profundidades estimadas.

Tabela 7.4.3.1. Quantitativos e profundidades previstas para as sondagens de investigação ambiental

Local	N° de ST (1) (un)	Malha de investigação (n°m x n°m)	Profundidade estimada de cada ST (1) (m)	N° de ST (2) (un)	Profundidade estimada de cada ST (2) (m)	N° de ST (3) (un)	Profundidade estimada de cada ST (3) (m)
AI-02	504	10 x 10	10	11	7	5	12
AI-03	421	10 x 10	10	11	7	5	12
Demais áreas	385	20 x 20	8	43	4	20	10
TOTAL	**1310**	**-**	**12330**	**65**	**326**	**30**	**320**

(1) Sondagem de investigação (ST) destinada à cubagem do solo .

(2) Sondagem de investigação (ST) destinada à instalação de poço monitoramento na porção superior do aquífero livre sedimentar.

(3) Sondagem de investigação (ST) destinada à instalação de poço monitoramento na porção inferior do aquífero livre sedimentar.

Salienta-se que a AI-01 foi investigada durante os trabalhos de campo realizados no último trimestre de 2013 e, por este motivo, não será necessária uma nova investigação dessa área. Entretanto, os resultados desses serviços apresentados em Servmar (2014) deverão ser englobados para as interpretações a serem obtidas neste estudo.

As ST deverão ser efetuadas de acordo com a Norma Brasileira (NBR) 15.492 “Sondagens de reconhecimento para fins de qualidade ambiental - Procedimento” (ABNT, 2007), observando-se as suas devidas finalidades.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

Figura 7.4.3.1. Croqui da USP LESTE e localizações previstas para as sondagens destinadas à coleta de amostras de solo

As 30 sondagens de investigação destinadas à instalação de poços de monitoramento com seção filtrante posicionada na porção inferior do aquífero livre sedimentar deverão impreterivelmente ser executadas por meio de *Hollow Stem Auger* com trado oco, para evitar um eventual arraste de possíveis contaminantes presentes no solo insaturado e na porção superior do aquífero para camadas mais profundas.

Salienta-se que todos os equipamentos que entrarem em contato com o solo deverão ser descontaminados entre cada perfuração utilizando-se água deionizada e detergente neutro não fosfatado, a fim de evitar a possibilidade de contaminação cruzada entre os pontos de sondagem.

7.4.4. Amostragem de solo para medição de vapores orgânicos

Durante as sondagens deverão ser coletadas amostras de solo entre 0,0 m e 0,3 m de profundidade e a cada 1,0 m perfurado, por meio de *liners* descartáveis. Cada amostra coletada deverá ser dividida em duas alíquotas, sendo uma delas destinada à medição *in situ* dos teores de vapores orgânicos por meio de dois fotoionizadores portáteis, e a outra armazenada em *cooler* a aproximadamente 4º C, aguardando a seleção para análises químicas. Deverão ser apresentados os certificados de calibração dos equipamentos utilizados.

As medições deverão ser efetuadas para a identificação de vapores orgânicos fotoionizáveis por meio do equipamento MiniRae® e para identificação de metano, monóxido de carbono, oxigênio, dióxido de carbono e gás sulfídrico por meio do equipamento Landtec® modelo GEM 5.000.

Estas medições auxiliarão na avaliação da qualidade do solo local e na seleção das amostras de solo insaturado a serem enviadas ao laboratório para análises químicas.

7.4.5. Amostragem de solo para análises químicas e geotécnicas

Para envio ao laboratório deverão ser selecionadas 2620 amostras de solo para análises químicas de metais (listados em CETESB, 2005; além de berílio e tálio), séries nitrogenada e sulfatada, cloreto, cianeto, fosfato, agroquímicos, Bifenilas Policloradas (PCB), varredura de Compostos Orgânicos Voláteis (VOC) e varredura de Compostos Orgânicos Semi-Voláteis (SVOC), oriundas das 1310 sondagens executadas. Salienta-se que não estão previstas amostragens de solo durante as 95 sondagens a serem efetuadas para a instalação de poços de monitoramento.

Assim, observa-se que em cada sondagem deverão ser coletadas duas amostras de solo insaturado, a saber, uma amostra representativa do solo superficial (i.e. na superfície do terreno ou logo abaixo da camada de grama ou do pavimento de concreto quando esses estiverem existentes - entre 0,0 m a 0,3 m de profundidade) e outra do solo subsuperficial (i.e. > 0,3 m a profundidade, imediatamente superior à franja capilar).

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

As amostras de solo subsuperficial destinadas às análises químicas deverão ser coletadas no horizonte que apresentar maior teor de vapores orgânicos ou, quando estes teores forem nulos, estas deverão ser coletadas imediatamente acima da franja capilar.

Para caracterizar os parâmetros geotécnicos das litologias predominantes da área de interesse, deverão ser coletadas 20 amostras deformadas de solo para análises de granulometria, matéria orgânica e carbono orgânico total, além de 10 amostras indeformadas para determinação da densidade, umidade natural, porosidade total e porosidade efetiva do substrato local.

A **Tabela 7.4.5.1.** apresenta os quantitativos estimados para cada área de interesse.

Tabela 7.4.5.1. Quantitativos de amostras estimados para cada área de interesse

Local	N° de ST (un)	N° de amostras de solo (un)	N° de amostras indeformadas de solo (un)	N° de amostras deformadas de solo (un)
AI-02	504	1008	2	4
AI-03	421	842	2	4
Demais áreas não edificadas	385	770	6	12
TOTAL	**1310**	**2620**	**10**	**20**

ST- Sondagem de investigação.

As amostras destinadas às análises geotécnicas deverão ser escolhidas considerando sua representatividade em relação à litologia e à área de estudo, e sua importância para o cálculo dos mecanismos de transporte dos contaminantes.

As amostras de solo destinadas às análises químicas das substâncias de interesse deverão ser encaminhadas para um laboratório certificado segundo a NBR ISO/IEC 17.025 (ABNT, 2005).

O transporte das amostras deverá ser acompanhado por relatórios de cadeia de custódia e de *check list*, de modo a assegurar seu recebimento dentro dos padrões de qualidade estabelecidos (integridade, validade e rastreabilidade das amostras).

7.4.6. Instalação de poços de monitoramento da água subterrânea

A instalação de poços de monitoramento (PM) tem como principais objetivos possibilitar: o monitoramento do comportamento do nível da água subterrânea local, a verificação de uma possível presença de fase livre e o monitoramento analítico da água subterrânea.

A construção dos poços de monitoramento deverá seguir o recomendado na NBR 15.495-1 “Poços de Monitoramento de Águas Subterrâneas em Aquíferos Granulares, Parte 1: Projeto e construção” (ABNT, 2007), observando-se a finalidade de cada poço instalado.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

Desta forma, após o término de 95 do total de1405 sondagens de investigação deverá ser procedida a instalação de 95 poços de monitoramento, sendo 65 deles a serem instalados com sua seção filtrante posicionada na porção superior do aquífero livre sedimentar e 30 deles instalados com sua seção filtrante posicionada na porção inferior do aquífero livre sedimentar.

Após a instalação, os poços deverão ser desenvolvidos visando à retirada de partículas sólidas que por ventura entraram no interior dos poços durante a instalação, de acordo com a NBR 15.495-2 “Poços de Monitoramento de Águas Subterrâneas em Aquíferos Granulares, Parte 2: Desenvolvimento” (ABNT, 2008).

A **Figura 7.4.6.1.**ilustra a localização prevista para os poços de monitoramento e a **Tabela 7.4.6.1.** apresenta os seus quantitativos totais previstos e suas profundidades estimadas.

Tabela 7.4.6.1. Quantitativos e profundidades estimadas de poços de monitoramento

Local	N° de PM na porção superior do aquífero livre (un)	Profundidade estimada de cada PM na porção superior (m)	N° de PM na porção inferior do aquífero livre (un)	Profundidade estimada de cada PM na porção inferior (m)
AI-02	11	7	5	12
AI-03	11	7	5	12
Demais áreas não edificadas	43	4	20	10
TOTAL	**65**	**326**	**30**	**320**

PM – Poço de monitoramento.

7.4.7. Levantamento georreferenciado e medição de nível estabilizado da água subterrânea

O levantamento georreferenciado visa à obtenção das localizações e das cotas das sondagens e das bocas dos poços de monitoramento instalados e preexistentes, utilizando um teodolito e régua de medição.

As medidas de nível estabilizado da água subterrânea e eventual espessura de fase livre a serem utilizadas para elaboração do mapa potenciométrico deverão ser efetuadas em um único dia, no mesmo local onde foram retiradas as cotas das bocas dos poços, utilizando um medidor eletrônico de interface água/óleo, bem como um amostrador descartável para verificar a existência de fase livre com espessura inferior a 1,0 mm.

O medidor eletrônico de interface água/óleo deverá ser descontaminado entre cada poço monitorado através da lavagem com água deionizada e detergente neutro não fosfatado, a fim de evitar a contaminação cruzada entre os poços.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

Figura 7.4.6.1. Localização prevista dos poços de monitoramento a serem instalados

Projeto: **Plano de Trabalhos Futuros**

Contrato Interno: GP007
Revisão: 00

Data de emissão do Relatório: **03/2014**

PM-32	Poço de monitoramento (porção superior)
PM-27A	Poço de monitoramento (porção inferior)
PM-01	Poço de monitoramento preexistente (porção superior)
	Poço de monitoramento proposto (porção superior)
	Poço de monitoramento proposto (porção inferior)
	Área verde
	Cabine de alta tensão
	Talude
	Delimitação das áreas de interesse (AI)
	Linha férrea
	Galeria
	Fluxo de água superficial
	Árvore
	Edificações a serem construídas
	Limite da USP

Escala
0 50 100(m)

Servmar AMBIENTAL & ENGENHARIA

Cliente:
USP LESTE
Av. Dr. Arlindo Bettio, nº 1000
São Paulo - SP

Desenhado por: Roberto M. Santana
Elaborado por: Aline Bernice
Aprovado por: Aline Bernice

7.4.8. Ensaios de permeabilidade

Deverão ser efetuados 37 ensaios de permeabilidade dos tipos *Slug Test* e *Bail Test* nos poços de monitoramento, sendo 23 deles a serem efetuados nos poços instalados na porção superior e 14 executados nos poços instalados na porção inferior do aquífero livre sedimentar. A **Tabela 7.4.8.1.** apresenta o quantitativo previsto para as áreas de interesse.

Tabela 7.4.8.1. Quantitativos de ensaios de permeabilidade previstos

Local	N° de *Slug* e *Bail Test* em PM na porção superior (un)	N° de *Slug* e *Bail Test* em PM na porção inferior (un)
AI-02	4	2
AI-03	4	2
Demais áreas não edificadas	15	10
TOTAL	**23**	**14**

PM – Poço de monitoramento.

Os ensaios de permeabilidade deverão ser conduzidos em conformidade com as diretrizes da Associação Brasileira de Geologia de Engenharia – ABGE (junho/1996).

O *Slug Test* consiste na introdução de um tarugo de volume conhecido no interior do poço de monitoramento, promovendo desta forma a elevação do nível de água. Posteriormente é registrado o tempo de recuperação até atingir o nível estático inicial. Ao final desse ensaio deverá ser realizado o *Bail Test*, que consiste na retirada do tarugo, o qual gera o rebaixamento no nível d'água do poço, com o acompanhamento da recuperação do seu nível estático inicial.

O registro das informações deverá ser realizado através de um transdutor de pressão calibrado para efetuar as medições a cada 10 segundos, e os dados deverão ser interpretados através do aplicativo marca *Winslug*, criado pela Universidade Estadual Paulista (UNESP), o qual tem como objetivo medir e analisar a taxa com que o volume é drenado através do aquífero para a obtenção do coeficiente de condutividade hidráulica nos horizontes litológicos atravessados pela seção filtrante.

Os dados dos testes de *Slug* e *Bail* deverão ser analisados utilizando-se das equações que regem o fluxo da água subterrânea, considerando que o aquífero é homogêneo, isotrópico, infinito e que sua espessura se mantém constante durante os ensaios (Pede, 2004).

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

7.4.9. Amostragem de água subterrânea

Deverão ser amostrados os 143 poços de monitoramento instalados (95) e preexistentes (48) na área. Adicionalmente, com o objetivo de avaliar possíveis interferências externas que podem influenciar na qualidade das amostras de água subterrânea coletadas, deverão ser encaminhadas para análises das substâncias químicas de interesse: 01 amostra de branco de equipamento, 01 amostra de branco de campo e 01 amostra duplicata.

O branco de campo consiste na coleta de uma amostra de água deionizada no local dos trabalhos de campo e submetê-la às mesmas condições das amostras de água subterrânea, possibilitando a detecção de potencial contaminação presente na atmosfera do ambiente investigado que poderia interferir nos resultados analíticos.

O branco de equipamento consiste na coleta de uma amostra de água deionizada após submetê-la ao contato com os equipamentos utilizados durante a amostragem de água subterrânea. Desta maneira, é possível detectar eventuais contaminações cruzadas provenientes dos equipamentos.

A amostra de duplicata consiste na coleta de uma amostra de água subterrânea oriunda de um poço de monitoramento que já teve sua água recém-amostrada, porém denomina-la com uma nomenclatura diferente da identificação de sua amostra anterior, e submete-la as mesmas análises químicas.

Todas as amostras de água subterrânea deverão ser analisadas para as Substâncias Químicas de Interesse (SQI), a saber, metais dissolvidos (listados em CETESB, 2005; além de berílio e tálio), séries nitrogenada e sulfatada, cloreto, cianeto, fosfato, agroquímicos, PCB, VOC e SVOC.

A coleta das amostras deverá ser realizada utilizando-se a metodologia de amostragem em baixa vazão (*Low Flow*) através de bomba bexiga ou peristáltica acoplada a células de fluxo, conforme o recomendado na norma técnica NBR 15.847 “Amostragem de água subterrânea em poços de monitoramento – Métodos de purga” (ABNT, 2010a). As amostras destinadas às análises de metais dissolvidos deverão ser filtradas em campo, por meio de membranas de 0,45 µm, transferidas para frascos apropriados fornecidos pelo laboratório e preservadas com ácido nítrico, de acordo com CETESB (2001).

Esse método consiste basicamente em coletar as amostras de água subterrânea com o auxílio de bombas de vazão controlável, de maneira que seja causado um rebaixamento mínimo na coluna d’água do poço. Desta forma, a renovação da água ocorre a uma vazão próxima à capacidade de produção do poço, permitindo a coleta de uma amostra representativa do aquífero com baixa concentração de sólidos em suspensão e mínima desgaseificação e volatilização da amostra.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

Durante a purga deverão ser monitorados o nível d'água – NA (m) e os parâmetros físico-químicos indicadores de qualidade: temperatura - T (^{o}C), condutividade elétrica – CE (μS/cm), potencial hidrogeniônico – pH (UpH), potencial de oxido-redução – ORP (mV) e oxigênio dissolvido – OD (mg/L). A estabilização do nível d'água e dos parâmetros indicadores é utilizada para determinar o momento em que a água da formação é acessada, eliminando a possibilidade de coleta de água estagnada no poço e na região do pré-filtro.

Os equipamentos não descartáveis utilizados durante as amostragens e que entraram em contato com a água subterrânea deverão ser descontaminados a cada um dos poços amostrados por meio de lavagem com água deionizada e detergente neutro líquido, seguido de novo enxague com água deionizada, eliminando o risco de contaminação cruzada entre os poços.

As amostras deverão ser enviadas a um laboratório certificado segundo a NBR/ISO/IEC 17.025 (ABNT, 2005) para as substâncias analíticas selecionadas, acompanhadas por um relatório de cadeia de custódia e de *check list*, de modo a garantir seus recebimentos dentro dos padrões de qualidade estabelecidos (integridade, validade e rastreabilidade das amostras).

7.4.10. Interpretação dos resultados analíticos

Os resultados analíticos obtidos a partir das amostras de solo e água subterrânea deverão ser comparados com os Valores de Intervenção (V.I.) estabelecidos pela CETESB (2014).

Para as substâncias que não possuem padrões de qualidade estabelecidos pela CETESB, deverão ser adotados como referência complementar os valores estabelecidos pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (USEPA, 2013 ou posterior).

Para o solo, deverão ser utilizados os V.I. e RSL estabelecidos para o cenário residencial, em função do uso e ocupação do solo existente no entorno da **USP LESTE**.

As cópias dos laudos analíticos, cadeias de custódia e *check list* das amostras, tanto para solo como água subterrânea, deverão ser apresentadas.

Para todas as substâncias de origem antrópica que apresentarem concentrações superiores aos padrões de referência ambiental supracitados deverão ser elaborados mapas de isoconcentrações.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

7.4.11. Sondagens e instalação de poços de monitoramento de gases

Conforme acordado em reunião com a CETESB no dia 03 de dezembro de 2013, os poços de monitoramento de gases (PMG) somente deverão ser instalados nas áreas abertas que estão destinadas às futuras construções de novas edificações, para avaliar a qualidade ambiental desses locais. Sugere-se também que deverão ser realizados poços complementares em algumas das edificações existentes, incluindo a substituição do PMG-100 (não estanque).

Este serviço, conjuntamente com as sondagens e poços de monitoramento a serem realizados nas áreas destinadas às novas instalações, visa à obtenção das devidas licenças para a ampliação das edificações na **USP LESTE**.

A **Figura 7.4.11.1.**ilustra o posicionamento dos poços de monitoramento de gases e a **Tabela 7.4.11.1.** apresenta seus quantitativos estimados e as profundidades previstas.

Tabela 7.4.11.1. Quantitativos estimados e profundidades previstas dos poços de monitoramento de gases

Local	N° de PMG (un)	Profundidade estimada (m)
AI-02	18	4,5
AI-03	15	4,5
Demais áreas não edificadas	50	1,5
TOTAL	**83**	**223,5**

PMG – Poços de monitoramento de gases.

Assim, nas áreas abertas deverão ser efetuadas sondagens adicionais ao lado (aproximadamente 1,0 m) das sondagens mencionadas anteriormente, destinadas à instalação de poços de monitoramento de água subterrânea, para a implantação dos poços de avaliação da migração de gases gerados na massa do material depositado na área no pretérito.

As sondagens nas áreas abertas deverão se estender até a profundidade de 5,0 m ou até atingir a água subterrânea, caso o nível da água subterrânea seja mais raso, devendo ser evitada a sua instalação em profundidades a, no máximo, 1,5 m (em áreas abertas).

Os poços específicos para monitoramento de gases nas áreas abertas devem ser instalados na zona não saturada, sendo que a sua base deve ser instalada no mínimo 50 cm acima da franja capilar.

Já os PMG posicionados dentro das edificações (ambientes fechados) deverão ser instalados em dois níveis, sendo um posicionado logo abaixo do piso e outro com sua base posicionada a no mínimo 50 cm da franja capilar.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

Figura 7.4.11.1. Localização prevista para os poços de monitoramento de gases

Seguindo recomendação da CETESB expressas na “Memória de reunião” datada de 13 de agosto de 2013, estes poços deverão ser construídos com tubos de 1,0 polegada, centralizados em furos de 5,0 polegadas. A seção filtrante (tubo filtro) deverá ser curta (máximo 1,0 m). O pré-filtro (preenchimento com material granular entre o tubo do poço e a parede do furo) deverá ser executado até 30 cm acima do topo do tubo filtro. Sobre o pré-filtro deve ser instalado selo de bentonita granulada (30 cm de bentonita granulada seca mais 60 cm de bentonita granulada úmida), devendo ser evitado o uso de bentonita em *pellets*. O furo deve ser preenchido com calda de preenchimento (mistura de cimento e bentonita), sendo que a partir da superfície o furo deve ser preenchido com no mínimo 30 cm de calda de cimento. Na extremidade o tubo deve ser fechado com um conector Swagelop® ou similar com tampa, que permita a conecção a um tubo de teflon ou nylon de ¼ polegadas.

Posteriormente a instalação, deverá ser realizado o teste de estanqueidade em todos os PMG por meio de gás hélio, utilizando do procedimento expresso em *Interstate Technology Regulatory Council* - ITRC (2007).

7.4.12. Acondicionamento adequado dos resíduos gerados durante os trabalhos ambientais

Todos os resíduos gerados durante os trabalhos ambientais supracitados deverão ser segregados e acondicionados segundo a legislação vigente, para posterior destinação adequada. Os resíduos contaminados deverão ser acondicionados em tambores metálicos homologados.

7.4.13. Modelagem de transporte para 5 e 10 anos

Para os contaminantes que apresentaram concentrações superiores aos padrões de referência ambiental nas amostras de solo e água subterrânea e que não são de ocorrência natural da área de interesse deverão ser realizadas modelagens de transporte na zona insaturada e saturada em função do tempo (05 e 10 anos) e da distância percorrida no meio, conforme preconizações da CETESB (2007) e NBR 15.151-3 “Avaliação de passivo ambiental em solo e água subterrânea -Parte 3: Investigação detalhada” (ABNT, 2013a).

A ferramenta de suporte a ser utilizada refere-se aos modelos propostos por ASTM (2000) e Domenico (1987), presentes no *software RBCA Tool Kit for Chemical Releases*, v. 2.52. (2009, ou versão posterior).

Para a simulação das substâncias químicas orgânicas que apresentarem concentrações superiores aos padrões de referência ambiental na porção superior e/ou inferior do aquífero livre, deverão ser considerados os parâmetros de transporte advecção, dispersão e de primeira ordem de decaimento, além de uma fonte constante de contaminação e a capacidade de adsorção em matéria orgânica.

Para as substâncias orgânicas que apresentarem concentração superior ao padrão de referência ambiental somente no solo insaturado, deverá ser considerada além dos parâmetros de transporte citados acima, a lixiviação.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

O modelo a ser utilizado pelo *software* para calcular a concentração da SQI na água subterrânea a partir da lixiviação da SQI detectada no solo deverá ser o da ASTM (2000), ajustado com o modelo de atenuação natural (SAM). O modelo da ASTM assume que a lixiviação das SQI no solo se mistura com o sistema de fluxo da água subterrânea diretamente sob o solo afetado. Já o SAM refere-se a um ajustamento do modelo da ASTM para lixiviação do solo, que representa a atenuação das concentrações das SQI devido à sorção entre a fonte de contaminação no solo e a água subterrânea (Connor *et al*., 2007) e ao decaimento de primeira ordem, que representa a atenuação adicional das concentrações das SQI devido à biodegradação.

A equação que deverá ser utilizada para o cálculo das concentrações dos compostos de interesse na zona saturada em relação à distância, corresponde à equação de advecção, dispersão e sorção incorporada a primeira ordem de decaimento, estabelecida por Domenico (1987).

Cabe salientar que de forma restritiva, não deverá ser considerada a reação de biodegradação instantânea para estes compostos orgânicos, a qual é limitada pela quantidade de aceptores de elétrons e tende a minimizar as concentrações que atingem o receptor em função do tempo e da distância percorrida.

7.4.14. Avaliação de Risco Toxicológico à Saúde Humana

A metodologia a ser adotada deverá se basear na NBR 16.209*"*Avaliação de risco a saúde humana para fins de gerenciamento de áreas contaminadas" (ABNT, 2013b), *Risk Assessment Guidance for Superfund* – RAGS (USEPA**, 1989) e** *Public Health Assessment Guidance Manual* (*Agency for Toxic Substances and Disease Registry* – ATSDR, 2005).

A avaliação de risco à saúde humana deverá ser realizada de forma direcionada para a **USP LESTE**, visando à análise dos perigos associados ao atual (real) uso da mesma, bem como a eventuais usos futuros e hipotéticos, com o objetivo de garantir que os riscos associados à saúde humana não sejam subestimados.

As ferramentas de suporte a ser utilizadas deverão ser as planilhas para cálculo do risco publicadas pela CETESB em outubro de 2009 e atualizadas em maio de 2013(disponível em www.cetesb.sp.gov.br/Solo/areas_contaminadas/planilhas2009.asp).

O desenvolvimento do estudo deverá se basear na execução de quatro fases principais, que resultam em uma avaliação dos riscos provocados pela exposição ao contaminante que seja cientificamente defensável. Estas fases são divididas em coleta e avaliação de dados, avaliação de exposição, análise de toxicidade e caracterização de risco, e estão de acordo com as propostas estabelecidas pela USEPA (1989) e ABNT (2013b).

Salienta-se que a caracterização do risco somente será considerada completa quando a quantificação do risco estiver acompanhada de interpretação e de análise das incertezas a ela associadas.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

Deverão ser determinadas as concentrações limites para as Substâncias Químicas de Interesse (SQI) para cada cenário real, futuro e hipotético considerado para a área de estudo, assegurando que os receptores identificados não estejam expostos a riscos crônicos à saúde humana, de acordo com os critérios de risco adotados, auxiliando na tomada de decisões e na elaboração de ações futuras a serem contempladas no plano de intervenção.

Para tanto, também deverão ser elaborados mapas de risco da área contaminada, com escala apropriada, onde deverão ser indicados e delimitados os locais onde foi verificado cada tipo de risco acima do nível aceitável.

7.4.15. Plano de intervenção

O Plano de Intervenção pode ser definido como um conjunto de ações a serem adotadas visando à reabilitação de uma área para o uso declarado.

Esta etapa do gerenciamento ambiental é realizada após a de avaliação de risco, seguindo as preconizações expressas na Decisão de Diretoria n° 103/2007/C/E (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB, 2007) e na legislação estadual vigente (Lei n° 13.577/2009 e Decreto 59.263/2013).

As atividades a serem realizadas para o desenvolvimento do plano de intervenção deverão englobar:

- A avaliação da necessidade do plano de intervenção;
- A avaliação e a determinação das alternativas de ações de mitigação;
- O estabelecimento do plano de intervenção.

Para a avaliação da necessidade do plano de intervenção será necessária a averiguação dos resultados obtidos na etapa de avaliação de risco, pois é nessa etapa em que se define a necessidade de implementação de ações de mitigação em uma área contaminada e se estabelece os níveis aceitáveis a serem atingidos.

As ações de mitigação a serem adotadas deverão ser selecionadas conforme recomendações contidas nos itens 5.8.1 e 5.9 do “Procedimento para Gerenciamento de Áreas Contaminadas” (CETESB, 2007), com base nos resultados apresentados nos mapas de risco durante a etapa de avaliação de risco.

As alternativas de ações que poderão ser apresentadas no plano para a mitigação dos riscos à saúde, compreendem:

- Ações emergenciais;
- Ações de controle institucional;
- Ações de controle de engenharia;
- Ações de remediação.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

No processo de escolha das formas de intervenção a serem adotadas deverão ser considerados os níveis aceitáveis a serem atingidos, estabelecidos a partir da avaliação de risco, bem como os padrões legais aplicáveis, por exemplo, os padrões de potabilidade, os padrões de qualidade da água de corpos superficiais, os padrões de lançamento de efluentes em corpos d'água superficial, os padrões de qualidade do ar e os padrões de emissão para a atmosfera.

Ainda, também deverão ser considerados o uso atual e futuro pretendido para a área contaminada, bem como o melhor custo e benefício de cada ação.

As ações de mitigação a serem adotadas deverão ser apresentadas por meio de um plano de intervenção, que deverá especificar as ações e o sistema de avaliação do desempenho dessas, deverá conter o mapa de intervenção com a indicação dos locais onde serão aplicadas e as áreas de influência dessas, e deverá incluir um cronograma referente à implantação e período de funcionamento.

Quando adotadas ações de controle institucional para o solo deverão ser indicadas no mapa de intervenção as coordenadas geográficas da área de restrição de uso, que deverá englobar a área para a qual os níveis aceitáveis tenham sido ultrapassados.

No caso da água subterrânea, a área de restrição de uso deverá englobar a área do empreendimento e a área na qual o nível aceitável foi ultrapassado pelas concentrações das substâncias analisadas. Esta área deverá ser acrescida em 10,0 m quando os níveis aceitáveis ultrapassados forem àqueles correspondentes ao cenário de inalação de vapores. Essa área deverá ser representada por meio de um retângulo ou um trapézio, em cujos vértices serão tomadas as coordenadas geográficas para a indicação destas no mapa de intervenção, o qual deverá ser elaborado em escala adequada.

Informa-se que a definição da área de restrição de uso do solo e água subterrânea deverá se basear na SQI que gerou a maior pluma de contaminação.

7.4.16. Elaboração de Relatório Técnico

Os resultados obtidos a partir dos serviços de investigação detalhada, avaliação ode risco à saúde humana e plano de intervenção deverão ser compilados em relatório técnico, contendo os seguintes itens mínimos:

- Resumo executivo;
- Descrição de metodologias e procedimentos utilizados nas atividades;
- Planta com a localização das sondagens e poços de monitoramento;
- Perfis das sondagens e indicação das concentrações de vapores orgânicos em profundidade;
- Perfis construtivos dos poços de monitoramento instalados;
- Interpretação da geologia e hidrogeologia local;
- Mapa potenciométrico e indicação de direção do fluxo da água subterrânea, a partir dos poços instalados;

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

- Laudos analíticos das amostras coletadas;
- Determinação do volume de solo das áreas aterradas (AI-02 e AI-03) a ser removido;
- Mapas de isoconcentrações de eventuais plumas de contaminação;
- Modelagem de transporte dos contaminantes para 05 e 10 anos;
- Avaliação de Risco à Saúde Humana com a apresentação dos mapas de risco;
- Plano de intervenção com a determinação das eventuais áreas de restrição de uso;
- Cronograma das implantações das eventuais ações de mitigação e monitoramento necessárias, definidas a partir do plano de intervenção;
- Discussão dos resultados e apresentação de eventuais recomendações técnicas sobre o gerenciamento ambiental da área.

O relatório final deverá ser elaborado em português e entregue em três vias impressas e duas vias eletrônicas (arquivos.pdf).

Deverá estar previsto o recolhimento de Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) desta atividade, junto ao Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia (CREA-SP), bem como o correto preenchimento da Declaração de Responsabilidade expressa em CETESB (2007), com cópias inclusas nas vias do relatório.

Após o protocolo do relatório de investigação detalhada, avaliação de risco à saúde humana e plano de intervenção na CETESB, deverá ser fornecido suporte para a SEF/USP solicitar um “Parecer Técnico sobre Plano de Intervenção para Reutilização de Área Contaminada” na agência ambiental da CETESB, responsável pela região onde está inserida a área em questão, com o objetivo de verificar a viabilidade da proposta, atendendo aos requisitos legais descritos na Legislação Ambiental do Estado de São Paulo, destacando-se a Lei 997/1976, Decreto nº 8.468/1976, Decreto nº 47.400/2002, Decreto nº 47.397/2002, Lei nº 13.577/2009 e Decreto nº 59.263/2013, além das legislações municipais. O pedido de Parecer Técnico deverá ser instruído com a documentação listada no site eletrônico da CETESB: http://licenciamento.cetesb.sp.gov.br/cetesb/outros_documentos.asp#9

7.4.17. Caracterização analítica e licenciamento dos resíduos

Esta fase do trabalho consiste na coleta de amostras representativas de cada tipo de resíduo a ser destinado (deverá estar contemplada a coleta de 04 amostras de solo contaminado, 01 amostra de água subterrânea e 01 amostra de resíduos diversos), visando à caracterização analítica dos parâmetros exigidos na Licença de Operação do Destinador Final.

A caracterização analítica dos resíduos segundo NBR 10.004 (ABNT, 2004) e/ou de acordo com as análises adicionais solicitadas pela empresa receptora dos resíduos, é parte obrigatória no processo de obtenção do CADRI (Certificado de Aprovação de Destinação de Resíduos Industriais), que corresponde ao processo de licenciamento junto ao órgão ambiental do Estado (CETESB) para movimentação e destinação final dos resíduos.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

Esta atividade deverá incluir a elaboração e acompanhamento de processos de licença e/ou autorização junto aos órgãos ambientais competentes, assim como pagamentos de eventuais taxas.

Adicionalmente deverão ser coletadas 02 amostras de água subterrânea para análises dos parâmetros contidos no Artigo 19A do Decreto 8.468/1976, visando verificar a possiblidade do lançamento desse efluente na galeria de esgoto da **USP LESTE**.

7.4.18. Remoção e acondicionamento

Conforme acordado com a CETESB na reunião realizada no dia 23 de janeiro de 2014, todo solo de origem desconhecida da área aterrada (AI-01, AI-02 e AI-03) que apresentar concentrações de substâncias de origem antrópica superiores as CMA calculadas durante a etapa de avaliação de risco poderá ser removido. Propõe-se neste documento a destinação final dos resíduos em aterro Classe I devidamente licenciado, caso seja eleita esta opção pela **USP LESTE**.

Salienta-se que a AI-01 já foi devidamente investigada e as concentrações denotadas na mesma não oferecem risco à saúde humana para os cenários reais e futuros identificados na área em estudo. Desta forma, não há necessidade de remoção do solo depositado na mesma.

Também deverá ser contemplada a remoção dos resíduos sólidos (solo contaminado), líquidos (água subterrânea oriunda do desenvolvimento e amostragem dos poços de monitoramento) e diversos (luvas, *liners*, *bailers*, mangueiras e etc.) gerados durante os trabalhos de investigação ambiental, os quais deverão estar acondicionados em tambores homologados até a sua destinação.

Deverão ser obtidos: licenças de operação de transporte, autorizações de transporte, anuências de transporte ou passagem, anuências ou autorizações de recebimento, entre outros trâmites legais, obrigatórios à atividade de destinação de resíduos.

A remoção do solo deverá ser efetuada por meio de escavadeira, em boas condições e de acordo com a legislação vigente, considerando-se a área e a profundidade eventualmente demarcadas na AI-02 e na AI-03.

O acondicionamento dos resíduos deverá ocorrer diretamente, a partir do carregamento em caminhões com caçambas estacionárias e licenciados para o transporte de resíduos Classe I, sendo esses resíduos no mínimo, devidamente cobertos por lona. Salienta-se que a SEF/USP terá corresponsabilidade sobre os resíduos a serem enviados ao aterro.

Para os demais resíduos sólidos, líquidos e diversos gerados durante os trabalhos de investigação ambiental e que estarão acondicionados em tambores homologados, estima-se um peso de 500 ton, 30 ton e 20 ton, respectivamente.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

7.4.19. Transporte

O transporte de resíduos deverá ser efetuado em concordância com a Resolução nº 420 da Agência Nacional de Transporte Terrestre – ANTT, de 12 de fevereiro de 2004, bem como atendendo à norma técnica especifica NBR 13.221 – "Transporte Terrestre de Resíduos" (ABNT, 2010b).

A licitante deverá ser responsável elaboração e controle da documentação de Manifesto de Transporte de Resíduos (MTR) que deverá ser preenchida com as características dos resíduos e os dados do gerador, transportador e destinador. Também deverá ser responsável pelo *check list* dos veículos de transporte dos resíduos e da verificação da documentação dos condutores.

Deverá estar prevista também como parte obrigatória ao transporte de resíduos, a elaboração do envelope de emergência e da ficha de emergência.

7.4.20. Destinação final e fornecimento de documentação comprobatória

A licitante, após o processo de disposição / tratamento / destruição dos resíduos deverá emitir o Certificado de Destinação Final (CDF), comprovando o adequado destino aos resíduos sólidos, líquidos e diversos.

7.4.21. Reaterro e plantio de gramíneas

Para o reaterro do local onde eventualmente ocorreu a remoção dos resíduos na AI-02 e AI-03, deverá ser utilizado solo com comprovação quanto a sua classificação como inerte e não perigoso. Posteriormente, todo o solo exposto da AI-02 e AI-03 deverá ser terraplanado e recoberto por gramíneas.

Informa-se que todas as áreas permeáveis do campus já se encontram recobertas por gramíneas, inclusive a AI-01 que foi recoberta em 20 de fevereiro de 2014. Deste modo, toda gramínea que for afetada durante os serviços deverá ser reposta.

7.4.22. Relatório de gestão de resíduos

Após a correta destinação dos resíduos e reaterro e plantio de gramíneas nas áreas de interesse (AI-02 e AI-03), deverá ser elaborado um relatório técnico contendo todos os documentos comprobatórios, incluindo a documentação fotográfica dos serviços realizados.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

7.4.23. Medição de vapores nos poços de monitoramento de gases

Deverá ser realizada a medição diária dos gases de interesse nos 115 poços multiníveis de monitoramento de gases (PMG) instalados no interior das edificações da USP LESTE e nos 83 que serão instalados no campus, de modo a avaliar e monitorar a evolução dos gases químicos de interesse e averiguar a necessidade de instalação de novos PMG, de instalação de sistemas de extração sob outras edificações, e avaliar a eficiência dos sistemas em operação e a aplicação dos planos de emergência e contingência.

O monitoramento deverá ser efetuado conforme as orientações constantes nos pareceres técnicos emitidos anteriormente pela CETESB e no Plano de Contingência apresentado pela SEF/USP quando da obtenção da LO. Para tanto, também deverão ser apresentados os mapas com a delimitação das plumas de gases no solo e a medição diária do Limite Inferior de Inflamabilidade - LII (%), gás carbônico - CO_2 (%), gás oxigênio - O_2 (%),metano - CH_4 (%), monóxido de carbono - CO (ppm) e gás sulfídrico - H_2S(ppm).

Deverão também ser realizadas campanhas de amostragem desses gases, minimamente mensais, na entrada e saída de cada sistema de extração de gases em operação nas edificações.

As medições deverão ser realizadas para a identificação de todos os gases supracitados por meio do equipamento recomendado pela CETESB, expresso na "Memória de reunião" datada de 13 de agosto de 2013, a saber, Landtec® modelo GEM 5.000.

Durante as medições nos PMG que forem verificadas concentrações de metano superiores ao LII também deverão ser realizadas medições no ar ambiente, como ferramenta de controle. Caso as medições acusem valores superiores ao LII também no ar ambiente, deverá ser realizada a comunicação imediata ao grupo de trabalho da **USP LESTE**, para que este aplique os planos de emergência e contingência.

Salienta-se que também deverá ser fornecido suporte a SEF/USP para a localização e escolha dos sistemas de mitigação dos gases adicionais, a serem instalados sob as edificações.

7.4.24. Relatórios técnicos de monitoramento de gases

Os resultados obtidos a partir dos serviços de monitoramento dos gases realizados deverão ser compilados em relatório técnico com periodicidade trimestral, contendo os seguintes itens mínimos:

- Resumo executivo;
- Descrição de metodologias e procedimentos utilizados nas atividades;
- Planta com a localização dos poços de monitoramento de gases;

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

- Interpretação dos resultados e apresentação de tabelas e gráficos;
- Mapas de isoconcentrações de eventuais plumas de gases;
- Discussão dos resultados e apresentação de eventuais recomendações técnicas sobre o gerenciamento ambiental da área.

Os relatórios finais de cada campanha trimestral deverão ser elaborados em português e entregues em três vias impressas e duas vias eletrônicas (arquivos.pdf).

Deverá estar previsto o recolhimento de Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) desta atividade, junto ao Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia (CREA-SP), bem como o correto preenchimento da Declaração de Responsabilidade expressa em CETESB (2007), com cópias inclusas nas vias do relatório.

7.4.25. Acompanhamento do processo junto à CETESB

Deverão ser realizadas reuniões periódicas com a CETESB para alinhamento das ações ambientais a serem realizadas e para apresentações dos serviços executados na área de interesse para atendimento das exigências expressas na LO n° 2118/2012.

Também deverão ser efetuadas reuniões mensais com membros de comissão da SEF/USP para informação do andamento dos serviços, assim como sobre o processo ambiental na CETESB.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

8. EQUIPE TÉCNICA

Nome	Função	Assinatura
M.Sc. Geól.ª Aline Michelle Bernice CREA: 5061574632	Gerente Técnica	_____
Engº Bruno Lima Santos CREA: 5062654624	Consultor Ambiental	_____
M.Sc. Geól.ª Daphne Silva Pino CREA: 5063213355	Consultora Ambiental	_____
Tecnól.º Marcus Vinicius R. Castro CREA: 5062048092	Consultor Ambiental	
Eng.º Belarmino Guimarães CRQ: 04266216	Técnico Ambiental	

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agência Nacional de Transportes Terrestres – ANTT. (2004). Resolução nº 420, de 12 de fevereiro de 2004.

Agency for Toxic Substances and Disease Registry – ATSDR. (2005). Public Health Assessment Guidance Manual. Atlanta, Georgia.

Agency for Toxic Substances & Disease Registry - ATSDR on line http://www.atsdr.cdc.gov/phs/phs.asp?id=1003&tid=211, consulta em 21 de fevereiro de 2014.

Associação Brasileira de Geologia de Engenharia – ABGE. (1996). Ensaios de permeabilidade em solos: orientações para sua execução no campo: procedimentos. Boletim 04. São Paulo. 34p.

Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (2004). Norma Brasileira NBR 10004 – Resíduos sólidos – Classificação.

Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (2005). Norma Brasileira NBR ISO/IEC 17025 “Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaios e calibração”.

Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (2007a). Norma Brasileira NBR 15492 “Sondagens de reconhecimento para fins de qualidade ambiental - Procedimento”.

Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (2007b). Norma Brasileira NBR 15495-1 “Poços de Monitoramento de Águas Subterrâneas em Aquíferos Granulares – Parte 1: Projeto e Construção”.

Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (2008). Norma Brasileira NBR 15495-2 “Poços de Monitoramento de Águas Subterrâneas em Aquíferos Granulares – Parte 2: Desenvolvimento”.

Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. (2010a). Norma Brasileira NBR 15.847 – Amostragem de água subterrânea em poços de monitoramento – Métodos de purga.

Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. (2010b). Norma Brasileira NBR 13.221 – Transporte terrestre de resíduos.

Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (2013a). Norma Brasileira NBR 15151-3 “Avaliação de passivo ambiental em solo e água subterrânea – Parte 3: Investigação detalhada”.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (2013b). Norma Brasileira NBR 16209 “Avaliação de risco a saúde humana para fins de gerenciamento de áreas contaminadas”.

Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (2013). Norma Brasileira NBR 16210 “Modelo conceitual no gerenciamento de áreas contaminadas – Procedimento”.

Angel Geologia e Meio Ambiente – ANGEL. (2007). Análise de Risco RBCA – Tier 1. R015/07-PR005/07. Emitido em março de 2007.

American Society for Testing and Materials – ASTM (2000). ASTM E1527-00. Standard Guide for Environmental Site Assessments: Phase I.

American Society for Testing and Materials – ASTM (2002). ASTM D6771-02. Standard Practice for Low-Flow Purging and Sampling for Wells and Devices Used for Ground-Water Quality Investigations.

American Society for Testing and Materials – ASTM (2008). ASTM E2600-08. Standard Practice for Assessment of Vapor Intrusion into Structures on PropertyInvolved in Real Estate Transactions.

American Society for Testing and Materials – ASTM. (2011). ASTM D2487-11. Standard practice for classification of soils for engineering purposes (Unified soil classification system).

Bianchini Jr., I. Aspectos do processo de decomposição nos ecossistemas aquáticos continentais. *In*: POMPÊO, M. L. M. (1999). Perspectivas da limnologia no Brasil. São Luís, Ed. União, 198p. Disponível em: http://www.ib.usp.br/limnologia/ Perspectivas/.

CEMA Consultoria em Meio Ambiente S/C Ltda. – CEMA. (2004). Relatório de Diagnóstico Ambiental – RT036/04.

CEMA Consultoria em Meio Ambiente S/C Ltda. – CEMA. (2008). Análise do cruzamento de dados de fotointerpretação com os analíticos ambientais – Universidade de São Paulo – Campus Zona Leste – Gleba I. Emitido em outubro de 2008.

CEMA Consultoria em Meio Ambiente S/C Ltda. – CEMA. (2012a). Relatório de atividades realizadas: campus da Escola de Artes, Ciências e Humanidades EACH/USP. RT 004/12. Emitido em janeiro de 2012.

CEMA Consultoria em Meio Ambiente S/C Ltda. – CEMA. (2012b). Plano de Ação de Emergência – PAE parra o campus da Universidade de São Paulo, localizado na zona leste da capital paulista. RT 005/12. Emitido em janeiro de 2012.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – CETESB. (2001). Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas. Cap. 6400. Amostragem e Monitoramento de Águas Subterrâneas.

Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – CETESB. (2001). Relatório de Estabelecimento de Valores Orientadores para Solos e Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo.

Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – CETESB (2001). Aprovação dos Valores Orientadores para Solos e Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo. Diário Oficial do Estado. 26.10.2001. p. 18.

Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – CETESB. (2003) Manual de produtos químicos – Guia técnico e fichas de informação de produtos químicos. São Paulo, SP. Disponível em http://www.cetesb.sp.gov.br/ gerenciamento-de-riscos/emergencias-quimicas/258-manual-de-produtos-quimicos.

Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – CETESB. (2005). Valores Orientadores para solos e águas subterrâneas no Estado de São Paulo. DECISÃO DE DIRETORIA Nº 195/2005/E, de 23 de novembro de 2005. São Paulo. 4p.

Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – CETESB. (2007). Procedimento para Gerenciamento de Áreas Contaminadas. São Paulo, SP. DECISÃO DE DIRETORIA Nº 103/2007/C/E, de 22 de junho de 2007.

Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – CETESB (2009). Roteiro para Execução de Investigação Detalhada e Elaboração de Plano de Intervenção em Postos e Sistemas Retalhistas de Combustíveis. DECISÃO DE DIRETORIA N° 263/2009/P, de 20 de outubro de 2009. São Paulo. 55p.

Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – CETESB. (2013). Qualidade das Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo 2010-2012.

Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – CETESB. (2014). Valores Orientadores para solos e águas subterrâneas no Estado de São Paulo. DECISÃO DE DIRETORIA Nº 045/2014/E/C/I, de 20 de fevereiro de 2014.

Connor, J.A. (1997). Soil Attenuation Model for Derivations of Risk-Based Soil Remediation Standards. Houston, Texas.

Connor, J. A.; Bowers, R. L.; McHugh, T. E. and Spexet, A. H. (2007). Software Guidance Manual - Risk-Based Corrective Action – RBCA Tool Kit Chemical Releases. Version 2. GSI Environmental Inc.

Davis, M. L. & Cornwell, D. A. (1991). Introduction to environmental engineering. New York, McGraw-Hill.

Domenico, P. A. (1987). An Analytical Model for Multidimensional Transport of a Decaying Contaminant Species. J. Hydrol. Vol. 91.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa. (2011). Manual de procedimentos de amostragem e análise físico-química de água. 69p.

Engenharia e Mecânica dos Solos S/C Ltda. – EMES. (2003). Relatório de sondagens do subsolo nº 1844.

Engenharia e Mecânica dos Solos S/C Ltda – EMES. (2004). Relatório de sondagens do subsolo nº 1849.

Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo - ESALQ. Ânions de interesse em estudos de controle de qualidade das águas: sulfato, sulfeto, cloreto, cianeto.

Essencis Soluções Ambientais – ESSENCIS. (2012). Consultoria técnica em extração de vapores no solo (R0473-9664-121-101) – Projeto 9664 COESF-USP. R0473-9664-121-101.

Hirata, R. e Ferreira, L. M. R. (2001). Os aqüíferos da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê: disponibilidade hídrica e vulnerabilidade à poluição. Revista Brasileira de Geociências, 31 (1): 43-50.

Hvorslev, M. J. (1951). Time Lag and Soil Permeability in Ground-Water Observations. Waterways Exper. Sta. Corps. Of Engr. U.S. Army. Vicksburg, Mississipi.

Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT. (2006a). Relatório de Andamento I - Medidas de Concentração de Gás e Vapor no Subsolo a Baixas Profundidades, no Campus da USP LESTE – Gleba 1 – Resultados Preliminares. RT 89.882-205. Emitido em setembro de 2006.

Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT. (2006b). Relatório de Andamento II – Verificação de Contaminação Química do Solo Superficial em Parte da Gleba 1 – Campus Leste – Resultados Preliminares. RT 91.125-205. Emitido em dezembro de 2006.

Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT. (2007a). Relatório de Andamento III – Verificação de contaminação química do solo superficial em parte da Gleba 1 e medidas de explosividade em algumas caixas de passagem no campus da USP LESTE – Resultados Preliminares. RT 91.745-205. Emitido em fevereiro de 2007.

Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT. (2007b). Relatório de Avaliação dos Projetos dos Sistemas de Remoção de Gás e Vapor do Subsolo, Mapeamento de Gás e Vapor do Subsolo a Baixas Profundidades e Verificação de Contaminação Química do Solo Superficial em Partes da Área da USP – CAMPUS ZONA LESTE. RT 97.835-205. Emitido em dezembro de 2007.

Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT. (2009a). Relatório Parcial I, de Detalhamento da Contaminação do Solo Superficial da Área A-16. RT 109.041-205. Emitido em abril de 2009.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT. (2009b). Relatório Parcial II, Ventilação do Subsolo do Edifício “Módulo Inicial”. RT 109.135-205. Emitido em abril de 2009.

Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT. (2009c). Relatório Parcial III, Investigação Confirmatória de Contaminação no Local de Construção da Futura Piscina do Ginásio Esportivo no Campus da USP Leste – Serviços Complementares à Proposta Trabalho nº 192 500/08. RT 112.163-205. Emitido em abril de 2009.

Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT. (2009d). Relatório Final – Elaboração de Projeto Conceitual de Ventilação do Subsolo do Edifício “Módulo Inicial”, Detalhamento da Contaminação do Solo Superficial da Área A-16 e Serviços Complementares no Campus da EACH-USP (USP LESTE). RT 112.640-205. Emitido em junho de 2009.

Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT. (2010). Relatório Parcial I do Detalhamento do Sistema de Ventilação do Subsolo do Edifício “Módulo Inicial” e Avaliação de Risco à Saúde Humana do Campus da EACH/USP. RT 118.685-205/10. Emitido em outubro de 2010.

Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT. (2011a). Relatório Final – Investigação do subsolo da Gleba I do campus da EACH/USP para Avaliação de Risco à Saúde Humana e Complementação da investigação da área onde foi implantado o ginásio de esportes. RT 123.530-205/11. Emitido em fevereiro de 2011.

Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT. (2011b). Relatório Final – Investigação do Subsolo da Gleba I do Campus da EACH/USP para Avaliação de Risco da Saúde Humana e Complementação da Investigação das Áreas de Implantação do Ginásio de Esportes. RT 123.582-205/11.

Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT. (2011c). Relatório Final – Avaliação de Risco à Saúde Humana – Gleba I – EACH-USP. RT 123.582-205/11. Emitido em agosto de 2011.

Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT. (2011d). Relatório de Detalhamento do Sistema de Ventilação do Subsolo do Edifício “Módulo Inicial”. RT 125.011-205. Emitido em outubro de 2011.

Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT. (2012). Relatório de detalhamento do sistema de ventilação do subsolo do edifício “Módulo Inicial” – Ensaio Piloto. RT 126.877-205.

Johnson, P.C., and Ettinger, R.A., 1991. Heuristic Model for Predicting the Intrusion Rate of Contaminant Vapors into Buildings, Environmental Science and Technology, 25, 1445-1452.

Juliani, C. (1992). O embasamento pré-cambriano da Bacia de São Paulo. In: Seminário Problemas Geológicos e Geotécnicos na Região Metropolitana de São Paulo – RMSP. ABAS/ ABGE /SBG/ SP. p.3-20. 1992.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.

Lara, W. H. e Batista. G. C. (1992). Pesticidas. Química Nova, 15 (2): 161-166.

Melo, E. E. C.; Nascimento, C. W. A.; Santos, A. C. Q. (2006). Solubilidade, Fracionamento e Fitoextração de Metais Pesados Após Aplicação de Agentes Quelantes. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 30: 1051-1060.

Morita, D.M. e Piveli, R. P., "Ânions de Interesse nos Estudos de Controle da Qualidade das Águas". Em: Caracterização de Águas Residuárias. Curso elaborado para a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – SABESP. São Paulo. Janeiro, 1996.

Nakano, V. e Avila-Campoa, M. J. (s.d.). Metais Pesados: Um Perigo Iminente. Departamento de Microbiologia, Universidade de São Paulo. Disponível em: <http://www3.icb.usp.br/bmm/mariojac/index.php?option=com_content&view=article&id=33&Itemid=56&lang=br>.

Pede, M. (2004). Caracterização da Condutividade Hidráulica do Embasamento Cristalino Alterado Saturado na Região Metropolitana de São Paulo. Universidade Estadual Paulista – UNESP – Dissertação de Mestrado.

Penteado, J. C. P. e Vaz, J. M. (2001). O Legado das Bifenilas Policloradas. Química nova, 24 (3): 390-398.

Prefeitura da Universidade de São Paulo – PUSP. (2003). Relatório Ambiental Preliminar.

RBCA V.2.6. (2011). Risk Based Corrective Action Tool Kit for Chemical Releases. Groundwater Software Inc.

Riccomini, C.; Coimbra, A.M.; Takiya, H. (1992). Tectônica e sedimentação na Bacia de São Paulo. In: Seminário Problemas Geológicos e Geotécnicos na Região Metropolitana de São Paulo – RMSP. ABAS/ ABGE /SBG/ SP. p 21-45. 1992.

Sampaio, S. C.; Fiori, M. G. S.; Opazo, M. A. U.; Nóbrega, L. H. P. (2010). Comportamento das formas de nitrogênio em solo cultivado com milho irrigado com água residuária da suinocultura. Revista Engenharia Agrícola, 30 (1): 138-149.

Santos, A. R. e Nakazawa, V. A. (1992). Erosão e assoreamento na RMSP. *In:* Seminário Problemas Geológicos e Geotécnicos na Região Metropolitana de São Paulo. Anais..., São Paulo: ABAS / ABGE / SBG-SP: 177-194.

Servmar Serviços Técnicos Ambientais – Servmar (2005a). Relatório MA/1801/05/SNH – Relatório Preliminar - USP Zona Leste, São Paulo, SP. Emitido em maio de 2005.

Servmar Serviços Técnicos Ambientais – Servmar (2005b). Relatório MA/2349/05/SNH – Relatório Preliminar - USP Zona Leste, São Paulo, SP. Emitido em junho de 2005.

Servmar Serviços Técnicos Ambientais – Servmar (2005c). Relatório MA/2550/05/SNH – Relatório Mensal de Acompanhamento dos Serviços - USP – Campus Leste, São Paulo, SP. Emitido em julho de 2005.

Servmar Serviços Técnicos Ambientais – Servmar (2005d). Relatório MA/3134/05/SNH - Diagnostico Ambiental na área da USP Campus Zona Leste, São Paulo, SP. Emitido em outubro de 2005.

Servmar Serviços Técnicos Ambientais – Servmar (2006). Relatório MA/4221/06/ACH – Relatório Complementar - USP Campus Leste. Emitido em janeiro de 2006.

Servmar Serviços Técnicos Ambientais – Servmar (2012). Relatório MA/11988/12/BLS - Investigação Ambiental do solo no campus da EACH/USP, São Paulo, SP.

Servmar Serviços Técnicos Ambientais – Servmar (2013a). Relatório MA/12518/13/BLS – Monitoramento de Gases Trimestral 1. São Paulo, SP.

Servmar Serviços Técnicos Ambientais – Servmar (2013b). Relatório MA/12584/13/DSP – Monitoramento de Gases Trimestral 2. São Paulo, SP.

Servmar Serviços Técnicos Ambientais – Servmar (2013c). Relatório MA/12722/13/DSP – Monitoramento de Gases Trimestral 3. São Paulo, SP.

Servmar Serviços Técnicos Ambientais – Servmar (2013d). Plano Inicial das Ações Futuras - MA/12797/13/BLS. São Paulo, SP.

Silveira, M. G. (2001). Avaliação da qualidade do ar em um grande aeroporto na cidade do Rio de Janeiro. Tese de Doutorado. Rio de Janeiro, Fundação Oswaldo Cruz.

Silva, R. S. (2005). Determinação de cianocomplexos metálicos em correntes de refinaria por cromatografia de íons com supressão de condutividade. Dissertação de Mestrado. Niterói, Universidade Federal Fluminanse.

Tardivo, M. (2004). Determinação de Compostos Organoclorados em Espécies de Insetos Aquáticos e Peixes da Bacia do Rio Betari. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo.

The Interstate Technology & Regulatory Council – ITRC (2007). Technical and Regulatory Guidance, Vapor Intrusion Pathway: A Practical Guide, January. Disponível em: http://www.itrcweb.org/teampublic_Vapor.asp.

Tsutiya, M. T. (1999). Metais Pesados: O Principal Fator Limitante Para o Uso Agrícola de Biossólidos das Estações de Tratamento de Esgotos. ABES, Rio de Janeiro, 20º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental: 753-761.

U.S. Environmental Protection Agency – US EPA (1987). The Risk Assessment Guidelines of 1986. August, 1987.

U.S. Environmental Protection Agency – US EPA (1989). Risk Assessment Guidance for Superfund. Human Health Evaluation Manual. Part A.

U.S. Environmental Protection Agency – US. EPA (2001). Total Kjeldahl Nitrogen in Water and Biosolids by Automated Colorimetry with Preliminary Distillation/Digestion. January, 2001.

U.S. Environmental Protection Agency – USEPA (2002). Draft Guidance for Evaluating the Vapor Intrusion to Indoor Air Pathway from Groundwater and Soils. Disponível em: <http://epa.gov/osw/hazard/correctiveaction/eis/vapor.htm>.

U.S. Environmental Protection Agency – USEPA (2009). Technical Factsheet on: Barium. Disponível em: <http://www.epa.gov/ogwdw/pdfs/factsheets/ioc/tech/barium.pdf>.

U.S. Environmental Protection Agency – USEPA (2011). Regional Screening Levels for Chemical at Superfund Sites (RSL). April 2011.

U.S. Environmental Protection Agency – USEPA (2012). Regional Screening Levels for Chemical at Superfund Sites (RSL). April 2012.

U.S. Environmental Protection Agency – USEPA (2013). Regional Screening Levels (RSL). Screening levels for chemical contaminants – Last Review: November 2013.

U.S. Geological Survey – USGS. (2005). Water resources data - Definition of terms.

U.S. Geological Survey – USGS. (2013). A Review of Semiolatile and Volatile Organic - Compounds in Highway Runoff and Urban Stormwater. Open-File Report 98-409.

Vanier, C. L. (2007). Avaliação da contaminação de uma fossa negra desativada na zona não-saturada do aquífero Adamantina em Urânia. Universidade de São Paulo – SP – Dissertação de Doutorado.

Zogorski, J.S.; Carter, J.M.; Ivahnenko, T.; Lapham, W.W.; Moran, M.J.; Rowe, B.L.; Squillace, P.J.; Toccalino, P.L. (2006). The quality of our nation's waters - Volatile organic compounds in the nation's ground water and drinking-water supply wells. U.S. Geological Survey Circular 1292. 101p.

MA/12936/14/BLS - As informações contidas neste relatório são confidenciais.