

# **Relatório Complementar – USP Campus Leste MA/4221/06/ACH**

(Rua Arlindo Betio nº1000, Ermelino Matarazzo)

**SERVMAR Serviços Técnicos Ambientais Ltda.**  
São Paulo, janeiro de 2006

## ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS.....	1
2. HISTÓRICO DO CASO .....	4
3. AVALIAÇÃO DE VAPORES ORGÂNICOS NO SOLO .....	5
4. SONDAGENS DE INVESTIGAÇÃO E POÇOS DE MONITORAMENTO .....	9
5. ANÁLISES QUÍMICAS .....	10
5.1. SOLO .....	10
5.2. ÁGUA SUBTERRÂNEA.....	12
6. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS .....	17
7. CONCLUSÃO .....	19
8. RECOMENDAÇÕES .....	20
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	21

## FIGURAS

FIGURA 1.1 LOCALIZAÇÃO DA USP .....	2
FIGURA 2.1 CROQUI DAS INSTALAÇÕES DA ÁREA.....	3
FIGURA 3.1 RESULTADOS DA AVALIAÇÃO DOS GASES ORGÂNICOS NO SOLO 0,5.....	7
FIGURA 3.2 RESULTADOS DA AVALIAÇÃO DOS GASES ORGÂNICOS NO SOLO 1,0 .....	8

## TABELAS

TABELA 3.1 CONCENTRAÇÕES VOC .....	6
TABELA 4.1 CARACTERÍSTICAS DO POÇO DE MONITORAMENTO INSTALADO .....	9
TABELA 5.1.1 CARACTERÍSTICAS DAS AMOSTRAS DE SOLO ENVIADAS AO LABORATÓRIO .....	10
TABELA 5.1.2 RESULTADOS DAS ANÁLISES QUÍMICAS DE VOC – SOLO (MG/KG) .....	10
TABELA 5.1.3 RESULTADOS DAS ANÁLISES QUÍMICAS DE SVOC – SOLO (MG/KG) .....	12
TABELA 5.1.4 RESULTADOS DAS ANÁLISES QUÍMICAS DE METAIS – SOLO (MG/KG).....	13
TABELA 5.2.1 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS .....	14
TABELA 5.2.2. RESULTADOS DAS ANÁLISES QUÍMICAS DE VOC –ÁGUA (MG/L).....	16
TABELA 5.2.3 RESULTADOS DAS ANÁLISES QUÍMICAS DE SVOC – ÁGUA (MG/L) .....	17
TABELA 5.2.4 RESULTADO DAS ANÁLISES QUÍMICAS DE METAIS – ÁGUA (MG/L) .....	18

## ANEXOS

Anexo 1. Procedimento internos – SERVIMAR	
Anexo 2 Certificado de Calibração	
Anexo 3. Perfis litológicos das sondagens de investigação	
Anexo 4. Cópias da cadeia de custódia e dos laudos das análises químicas das amostras de solo e água subterrânea	
Anexo 5. Cópia autenticada da Anotação de Responsabilidade Técnica (ART)	

## 1. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

A empresa **Servmar Serviços Técnicos e Ambientais Ltda.** foi contratada para apresentar os resultados complementares da Investigação Ambiental da Universidade de São Paulo – **USP Campus Leste**, localizada na rua Arlindo Betio nº1000, no bairro de Ermelino Matarazzo, São Paulo – SP.

Este trabalho tem como objetivo atender ao Termo de Compromisso de Ajustamento de Conduta Ambiental (Processo SMA nº 13.579/2004), firmado entre a USP e a Secretaria Municipal de Meio Ambiente.

Os serviços foram executados no período de 29 de novembro a 02 de dezembro de 2005, com o objetivo de cumprir o item 2.1.2. da Clausula Segunda “Das Obrigações Compromissárias” do termo supracitado e verificar possíveis alterações na qualidade do solo e da água subterrânea da área onde será construída a enfermaria.

Neste relatório a **USP – Campus Leste** terá identificação interna na **Servmar** como **contrato 723**.

A **Figura 1.1.** apresenta a localização do campus da USP Campus Leste e a **Figura 1.2.** apresenta o croqui das suas instalações.

Figura 1.1 Localização da Usp Campus leste

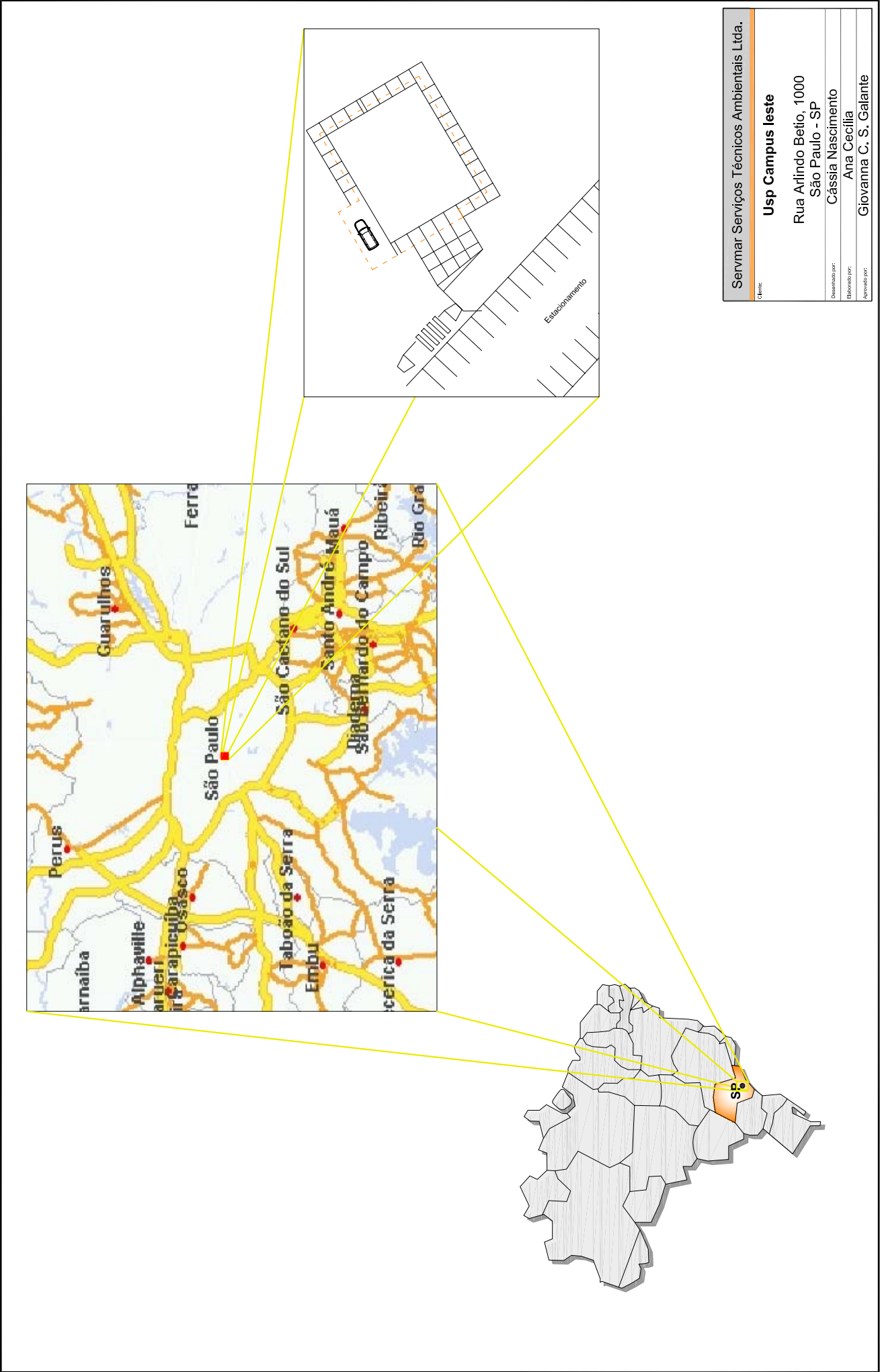
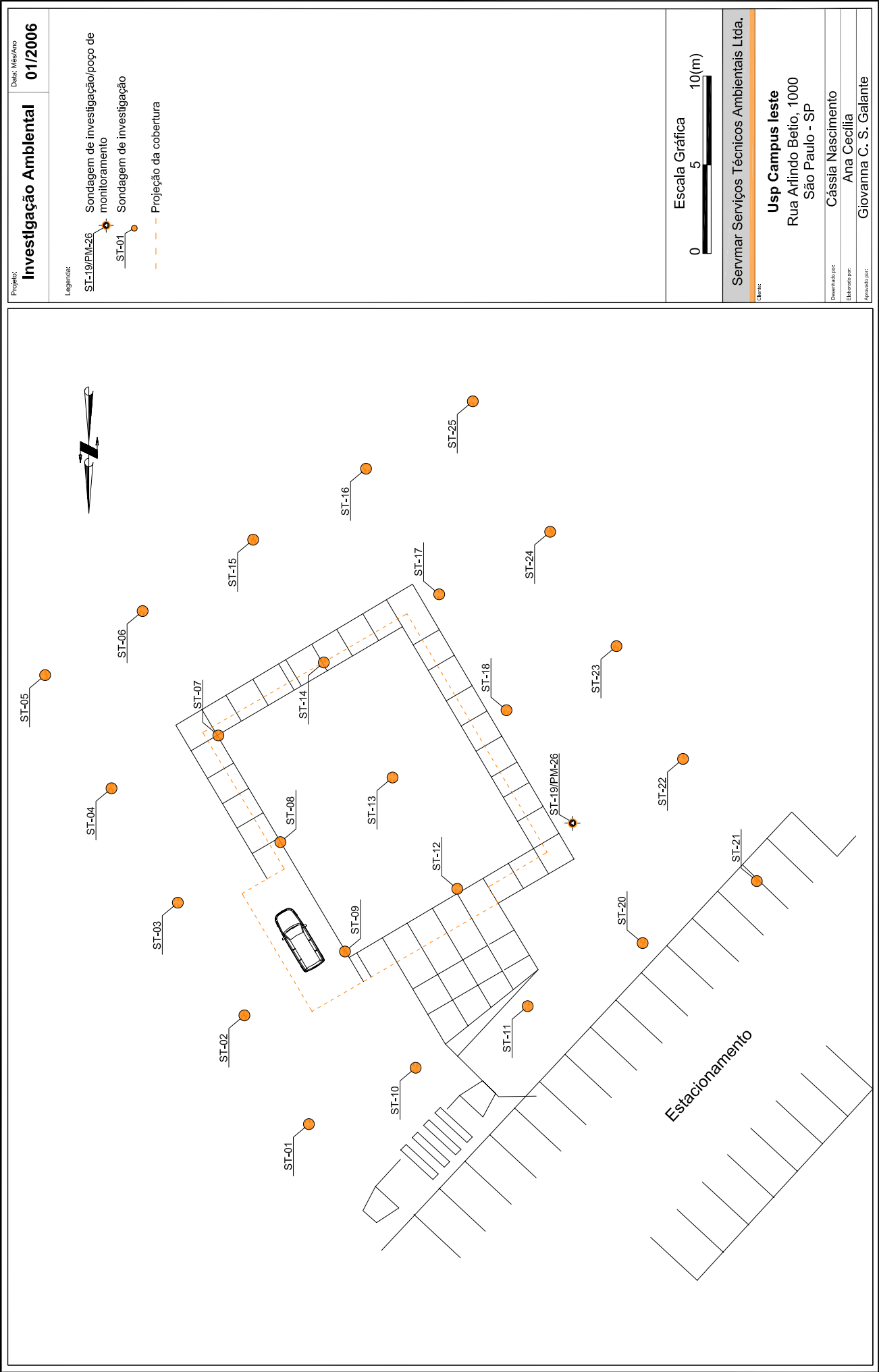


Figura 2.1 Croqui das instalações, localização da sondagem e poço de monitoramento



## 2. HISTÓRICO DO CASO

Os trabalhos de coleta de dados foram realizados no período de maio a julho de 2005 e executados em duas etapas, que consistiram na avaliação das instalações já construídas (Fase I) e em construção e/ou em projeto (Fases II e III).

A Fase I inclui o Módulo Inicial, o restaurante e o Centro de Apoio Técnico (CAT), a Fase II, os edifícios em construção I-1 e I-3 e a Fase III, as instalações em projeto, incluindo mais um prédio no Módulo Inicial, o edifício I-2 e o edifício I-4 (Central de Serviços). Os trabalhos consistiram em:

- Levantamento do histórico e avaliação das informações existentes.
- 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.
- Ensaio de permeabilidade, nos poços de monitoramento.
- Levantamento topográfico.

### 3. AVALIAÇÃO DE VAPORES ORGÂNICOS NO SOLO

A avaliação de vapores orgânicos no solo por meio da metodologia denominada *Soil Gas Survey* (SGS), tem como principal objetivo verificar a presença de vapores orgânicos no solo superficial, delimitando áreas de maior concentração, a fim de orientar a locação das sondagens de investigação. O procedimento da avaliação da presença de vapores orgânicos no solo encontra-se no **Anexo 1**.

O equipamento utilizado para leitura de vapores foi um detector de gases com sensores catalíticos de compensação (*ThermoGASTECH INNOVA* nº 831). O **Anexo 2** apresenta as informações sobre a calibração deste equipamento.

Na área de estudo foram realizadas 25 perfurações de investigação (SG-01 a SG-25), distribuídas em uma malha de 10 x 10 metros na área da fazenda, atingindo a área onde será construída a enfermaria.

Para profundidades de 0,5 m, a maior concentração de vapores orgânicos foi detectada na perfuração SG-19 (6680 ppm). E à profundidade de 1,0 m, a maior concentração de vapores orgânicos foi detectada na perfuração SG-23 (2760 ppm).

A **Tabela 3.1** cita as concentrações de vapores orgânicos para as profundidades de 0,5 e 1 m, e a **Figura 3.1** e **Figura 3.2** apresentam a localização das sondagens da malha.



<b>Tabela 3.1 Concentrações VOC</b>		
Ponto	VOC com metano	
	0,5 m	1,0 m
<b>1</b>	0	0
<b>2</b>	40	80
<b>3</b>	280	460
<b>4</b>	240	420
<b>5</b>	0	0
<b>6</b>	0	0
<b>7</b>	0	0
<b>8</b>	0	2060
<b>9</b>	0	0
<b>10</b>	0	320
<b>11</b>	0	0
<b>12</b>	0	0
<b>13</b>	0	0
<b>14</b>	0	0
<b>15</b>	0	0
<b>16</b>	0	0
<b>17</b>	0	0
<b>18</b>	0	0
<b>19</b>	6680	2760
<b>20</b>	0	0
<b>21</b>	0	0
<b>22</b>	0	0
<b>23</b>	0	0
<b>24</b>	0	0
<b>25</b>	0	0

Figura 3.1 Resultados da avaliação dos gases orgânicos no solo (0.5m)

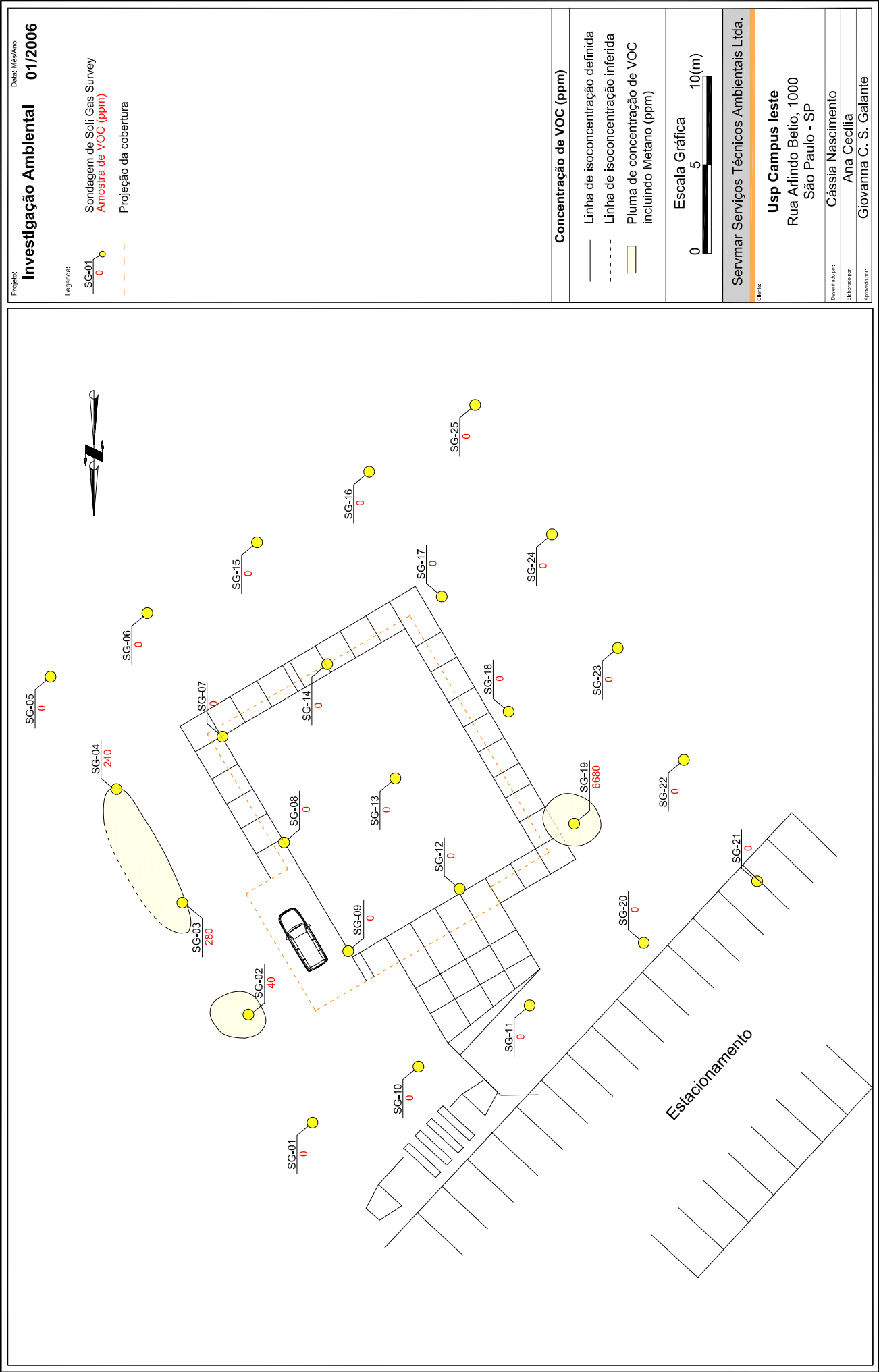
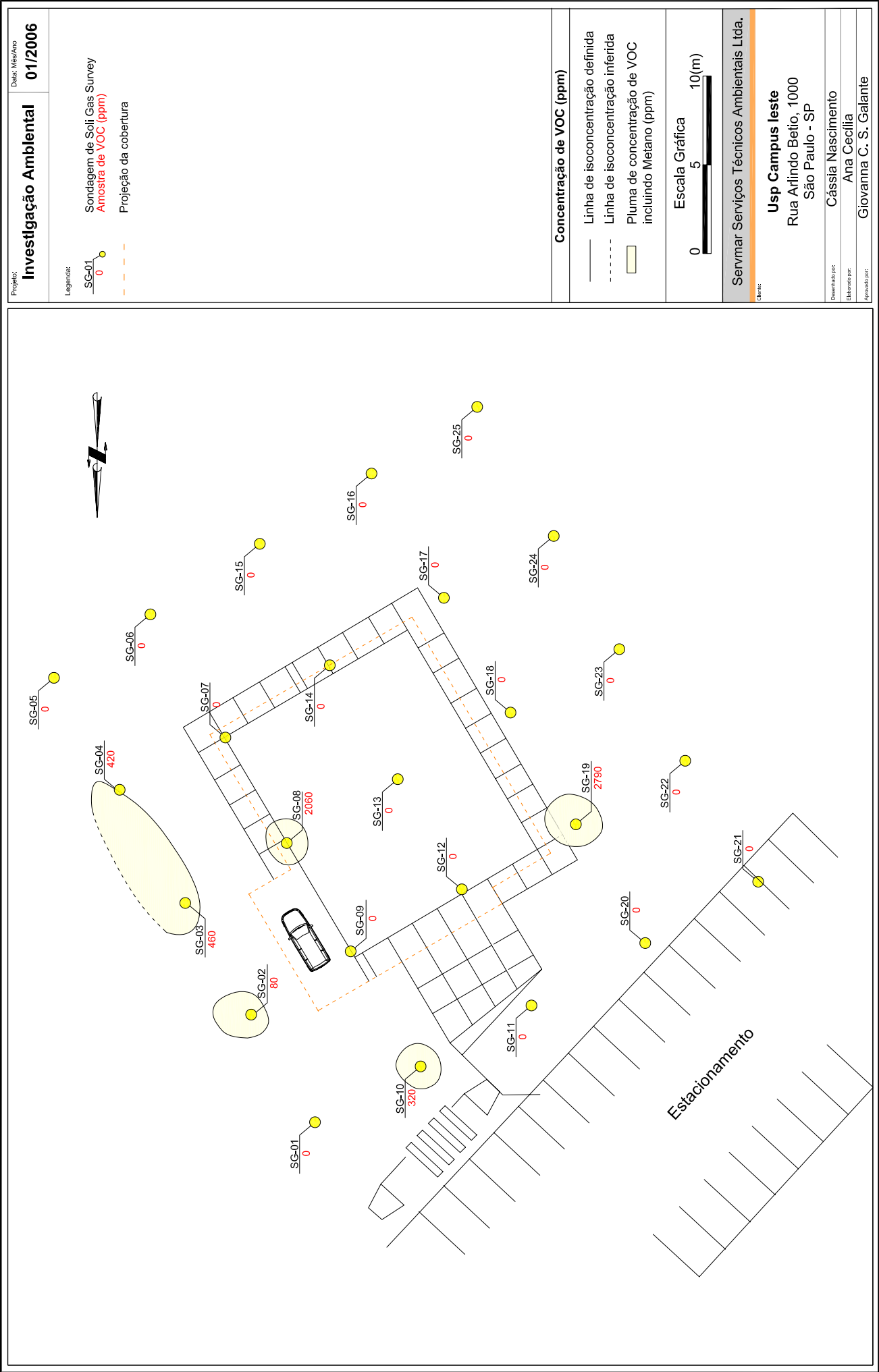


Figura 3.2 Resultados da avaliação dos gases orgânicos no solo (1.0m)



## 4. SONDAGENS DE INVESTIGAÇÃO E POÇOS DE MONITORAMENTO

### Sondagens de Investigação

A sondagem de investigação tem como objetivo possibilitar a descrição do perfil litológico do subsolo local, a medição de gases, a coleta de amostras de solo para análises químicas, a verificação da ocorrência de produtos ou vestígios de produtos por meio de observação visual e a abertura de espaço para instalação de poços de monitoramento.

Foi executada 01 (uma) sondagem de investigação, utilizando-se trado manual confeccionado em aço inoxidável de 2" de diâmetro, conforme procedimento interno da **Servmar (Anexo 01)**.

Durante a realização das sondagens foram efetuadas medições de vapores orgânicos totais nas amostras de solo, em intervalos de 0,5 m, utilizando o equipamento ThermoGASTECH *INNOVA* (identificação interna Servmar nº 831), auxiliando assim, a seleção de amostras para análises químicas seguindo o procedimento descrito no **Anexo 01**.

O **Anexo 02** apresenta os procedimentos de calibração do equipamento Thermo GASTECH *Innova*.

O material escavado foi caracterizado tátil-visualmente e descrito na forma de perfis litológicos apresentados no **Anexo 03**.

### Instalação de Poço de Monitoramento

Posteriormente à execução da sondagem no solo foi instalado 01 (um) poço de monitoramento, conforme procedimento interno da Servmar (**Anexo 01**). O poço foi instalado com o objetivo de medir a profundidade do nível d'água, verificar a ocorrência de fase livre sobrenadante ao aquífero, e coletar amostras de água subterrânea para análise química.

A **Tabela 4.1** resume as características do poço instalado e a **Figuras 1.2** apresenta a localização do mesmo.

Tabela 4.1 Características do poço de monitoramento instalado							
Poço	Sondagem	Perf. (m)	φ Perf. (in)	Instal. (m)	φ Instal. (in)	Filtro (m)	N.A. (m)
PM-26	ST-49	3,50	4	3,50	2	3,0	0,90

## 5. ANÁLISES QUÍMICAS

As amostras de solo e água subterrânea foram coletadas conforme os procedimentos elaborados pela Servmar (**Anexo 1**). As amostras foram enviadas ao laboratório **Analytical Solutions** para a realização de análises químicas dos parâmetros VOC (compostos orgânicos voláteis), SVOC (compostos orgânicos semi-voláteis), metais e parâmetros globais, com objetivo de verificar a ocorrência de compostos de interesse adsorvidos no solo e dissolvidos na água.

Os resultados das análises químicas das amostras de solo e água subterrânea foram comparados com os valores de referência estabelecidos pelas CETESB (2005), pelo órgão ambiental holandês (Lista Holandesa; VROM, 1999) e pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos da América (USEPA – Região 9, 2005).

Os valores orientadores definidos pela CETESB têm como objetivo prevenir e controlar a poluição para proteção da qualidade do solo e da água subterrânea, considerando o valor de intervenção relativa ao risco potencial à saúde humana.

A Lista Holandesa consiste em valores de referência, subdividida em dois níveis: valores alvo (*Target Value*) e valores que necessitam de intervenção imediata (*Intervention Value*). Neste trabalho foram utilizados os valores de intervenção para solos com teores de 25% de argila e 10% matéria orgânica (litologia que mais se assemelha à área em questão).

A USEPA – Região 9 estabelece concentrações preliminares de remediação (PRG) utilizadas na avaliação e determinação de metas de adequação ambiental de áreas contaminadas nas diferentes regiões dos Estados Unidos da América. Os PGR, estabelecidos para a Região 9, são valores genéricos calculados para os estados do Arizona, Califórnia, Havaí, Nevada e Ilhas do Pacífico.

### 5.1. Solo

Foi coletada 01 (uma) amostra de solo proveniente da sondagem de investigação ST-49 para análise química (**Tabela 5.1.1.**). As cópias dos laudos das análises químicas das amostras de água subterrânea encontram-se no **Anexo 4**.

<b>Tabela 5.1.1. Características das amostras de solo enviadas ao laboratório</b>			
<b>Sondagem</b>	<b>Amostra</b>	<b>Profundidade (m)</b>	<b>VOC (ppm)</b>
ST-49	AS-01	0,5	280

Os resultados das análises químicas das amostras de solo estão apresentados, de maneira simplificada, na **Tabela 5.1.2** (VOC), **Tabela 5.1.3** (SVOC) e **Tabela 5.1.4** (metais e parâmetros globais)

De acordo com os resultados obtidos, não foram observadas concentrações de VOC acima dos limites de detecção utilizados pelo laboratório em nenhum dos pontos amostrados.

Quanto aos SVOC foram detectados concentrações de, Pireno, Benzo[a]antraceno, Crisceno e Benzo[b]fluoranteno; todos estes parâmetros encontram-se abaixo dos valores de referência considerados. Além destes, os compostos Fenantrano, Fluranteno e Benzo[a]pireno, também foram detectados, porém não há valor de referência nas listas utilizadas.

Os metais que apresentam concentrações (alumínio, bário, cádmio, chumbo, cobre, cromo, ferro, manganês, mercúrio, níquel, vanádio e zinco) encontram-se abaixo dos valores de referência considerados. Todos os parâmetros globais analisados apresentam concentração, porém não há valor de referência nas listas utilizadas.

**Tabela 5.1.2 Resultados das análises químicas de VOC - solo (mg/kg)**

Parametros Analisados	L.D.	AS-01	Padrão de Referência		
			CETESB (Residencial 2005)	* Lista Holandesa	USEPA
Diclorodifluorometano	0,001	ND	-	-	94
Clorometano	0,001	ND	-	-	47
Cloro de vinila	0,001	ND	0,003	-	0,079
Bromometano	0,001	ND	-	-	3,9
Cloroetano	0,001	ND	-	-	3
Triclorofluorometano	0,001	ND	-	-	390
1,1-dicloroetano	0,001	ND	3	-	510
Diclorometano	0,001	ND	-	20	47
Trans-1,2-dicloroetano	0,001	ND	8	-	0,28
1,1-Dicloroetano	0,001	ND	20	50	510
Cis-1,2-dicloroetano	0,001	ND	2,5	50	0,28
Clorofórmio	0,001	ND	5	-	0,22
1,2-dicloroetano	0,001	ND	0,25	4	0,28
1,1,1-Tricloroetano	0,001	ND	11	50	1200
1,1-dicloropropeno	0,001	ND	-	-	0,34
Tetracloreto de carbono	0,001	ND	0,7	-	250
Benzeno	0,001	ND	0,08	1	0,64
Dibromometano	0,001	ND	-	-	0,032
1,2-dicloropropeno	0,001	ND	-	-	0,34
Tricloroetano	0,001	ND	7	60	1200
Bromodichlorometano	0,001	ND	-	-	0,82
Cis-1,3-dicloropropeno	0,001	ND	-	-	0,78
4-Metil-2-pentanona	0,001	ND	-	-	-
Trans-1,3-dicloropropeno	0,001	ND	-	-	100
1,1,2-tricloroetano	0,001	ND	-	50	0,73
Tolueno	0,001	ND	30	130	520
1,3-dicloropropano	0,001	ND	-	-	100
Dibromoclorometano	0,001	ND	-	-	1,1
2-Hexanona	0,001	ND	-	-	2000
1,2-dibromoetano	0,001	ND	-	-	0,032
Tetracloroetano	0,001	ND	5	4	0,48
1,1,1,2,-tetracloroetano	0,001	ND	-	-	3,2
Clorobenzeno	0,001	ND	45	30	1500
Etilbenzeno	0,001	ND	40	-	400
Bromoformio	0,001	ND	-	-	620
m,p-xilenos	0,001	ND	30(**)	-	270
o-xileno	0,001	ND		-	270
Trans-1,4-dicloro-2-butenos	0,001	ND	-	-	0,0079
Cis-1,4-dicloro-2-butenos	0,001	ND	-	-	-
Estireno	0,001	ND	35	100	-
1,1,2,2,-tetracloroetano	0,001	ND	-	-	0,41
1,2,3-tricloropropano	0,001	ND	-	-	0,034
Isopropilbenzeno	0,001	ND	-	-	570
Bromobenzeno	0,001	ND	-	-	280
n-propilbenzeno	0,001	ND	-	-	240
2-clorotolueno	0,001	ND	-	-	160
4-clorotolueno	0,001	ND	-	-	160
Pentacloroetano	0,001	ND	-	-	-
1,3,5-trimetilbenzeno	0,001	ND	-	-	21
Terc-butilbenzeno	0,001	ND	-	-	390
1,2,4-trimetilbenzeno	0,001	ND	-	-	52
Sec-butilbenzeno	0,001	ND	-	-	220
1,3-diclorobenzeno	0,001	ND	-	-	530
1,4-diclorobenzeno	0,001	ND	70	-	340
p-isopropiltolueno	0,001	ND	-	-	-
1,2-diclorobenzeno	0,001	ND	200	-	600
n-butilbenzeno	0,001	ND	-	-	240
1,2-dibromo-3-cloropropano	0,001	ND	-	-	0,46
1,2,4-triclorobenzeno	0,001	ND	20	-	6,2
Hexaclorobutadieno	0,001	ND	-	-	6,2
1,2,3-triclorobenzeno	0,001	ND	15	-	-

**Legenda:** ND = não detectado acima do limite de detecção; L.D. = limite de detecção; (-) = não há valor de comparação; (\*) = Valor de intervenção para o solo considerando-se um teor de argila de 25% e de matéria orgânica de 10%; (\*\*) = Soma-tória de Xilenos.

Tabela 5.1.3 Resultados das análises químicas de SVOC - solo (mg/kg)					
Parâmetros Analisados	L.D.	AS-01	Padrão de Referência		
			CETESB	* Lista Holandesa	USEPA
Fenol	0,005	ND	10	40,00	18000
2-Metilfenol	0,005	ND	-	-	3100
3-Metilfenol	0,005	ND	-	-	3100
4-Metilfenol	0,005	ND	-	-	3100
2-Clorofenol	0,005	ND	1,5	-	63
2,4-Dimetilfenol	0,005	ND	-	-	1200
3-Cloro-4-Metilfenol	0,005	ND	-	-	-
2,6-Diclorofenol	0,005	ND	-	-	-
2,4-Diclorofenol	0,005	ND	4	-	180
2-Nitrofenol	0,005	ND	-	-	-
2,4,6-Triclorofenol	0,005	ND	10	-	6,1
4-Nitrofenol	0,005	ND	-	-	-
2,4,5-Triclorofenol	0,005	ND	-	-	6100
2,3,4,6-Tetraclorofenol	0,005	ND	3,5	-	1800
Pentaclorofenol	0,005	ND	1,3	-	3
1,3-Diclorobenzeno	0,005	ND	-	-	530
1,4-Diclorobenzeno	0,005	ND	70	-	3,4
1,2-Diclorobenzeno	0,005	ND	200	-	600
Hexacloroetano	0,005	ND	-	-	35
1,2,4-Triclorobenzeno	0,005	ND	20	-	62
1,3-Butadienohexacloro	0,005	ND	-	-	-
1,2,4,5-Tetraclorobenzeno	0,005	ND	-	-	18
2-cloronaftaleno	0,005	ND	-	-	4900
Hexaclorobenzeno	0,005	ND	0,1	-	0,3
Naftaleno	0,005	ND	60	-	56
Acenaftileno	0,005	ND	-	-	-
Acenafteno	0,005	ND	-	-	3700
Fluoreno	0,005	ND	-	-	-
Fenantreno	0,005	0,02	40	-	-
Antraceno	0,005	ND	-	-	2200
Fluoranteno	0,005	0,03	-	-	-
Pireno	0,005	0,03	-	-	2300
Benzo[a]antraceno	0,005	0,02	20	-	0,62
Criseno	0,005	0,02	-	-	62
Benzo[b]fluoranteno	0,005	0,02	-	-	0,62
Benzo[k]fluoranteno	0,005	ND	-	-	6,2
Benzo[a]pireno	0,005	0,02	1,5	-	-
Indeno[1,2,3-cd]pireno	0,005	ND	25	-	0,62
Dibenzo[a,h]antraceno	0,005	ND	0,6	-	-
Benzo[ghi]perileno	0,005	ND	-	-	-
Dimetilftalato	0,005	ND	1,6	-	0,00001
Dietilftalato	0,005	ND	-	-	49000
Dibutilftalato	0,005	ND	-	-	6100
Butilbenzilftalato	0,005	ND	-	-	12000
Bis(2-etilhexil)ftalato	0,005	ND	-	-	35
Di-n-octilftalato	0,005	ND	-	-	2400
Alfa-BHC	0,005	ND	-	-	-
Beta-BHC	0,005	ND	-	-	-
Gama-BHC (Lindano)	0,005	ND	-	-	-
Delta-BHC	0,005	ND	-	-	-
Heptaclor	0,005	ND	-	-	11
Aldrin	0,005	ND	0,01	-	0,029
Epoxy Heptachlor	0,005	ND	-	-	0,053
Endosulfan 1	0,005	ND	-	-	370
4,4-DDE (p,p-DDE)	0,005	ND	-	-	1,7
Dieldrin	0,005	ND	0,6	-	0,03
Endrin	0,005	ND	1,5	-	18
Endosulfan 2	0,005	ND	-	-	370
4,4-DDD (p,p-DDD)	0,005	ND	-	-	2,4
Endrin aldeído	0,005	ND	-	-	18
Endosulfan sulfato	0,005	ND	-	-	-
4,4-DDT (p,p-DDT)	0,005	ND	-	-	1,7
Endrin Ketone	0,005	ND	-	-	18
Metoxichlor	0,005	ND	-	-	310

Legenda: ND = não detectado acima do limite de detecção; (-) = não há valor de comparação; \*Valor de intervenção para o solo considerando-se um teor de argila de 25% e de matéria orgânica de 10%.



**Tabela 5.1.4 Resultados das análises químicas das amostras de solo em mg/kg**

Parâmetros Analisados		Limite de Detecção (L.D.)	Amostra Analisada	Padrões de referência		
			AS- 01	Cetesb (Residencial 2005)	*Lista Holandesa	USEPA
METAIS	Alumínio	12,0	17.835	-	-	76000
	Antimônio	0,40	ND	10	-	31
	Arsênio	10,0	ND	55	55,0	0,39
	Bário	4,00	95,0	500	625,0	5400
	Cádmio	0,20	0,41	8	12,0	37
	Chumbo	4,00	164	300	530	400
	Cobalto	4,00	ND	65	240	900
	Cobre	0,40	36,0	400	190	3100
	Cromo Total	2,00	20,6	300	380	210
	Ferro Total	4,00	32.595	-	-	23000
	Mangânes	0,40	167	-	-	1800
	Mercúrio	0,0200	0,0953	36	10,0	23
	Molibdênio	20,00	ND	100	200	390
	Níquel	0,40	11,8	100	210	1600
	Prata	0,20	ND	50	-	390
	Selênio	0,20	ND	-	-	390
	Vanádio	20,00	94,4	-	-	78
	Zinco	0,40	193	1000	720	23000
	Umidade	0,02	17,4	-	-	-
PARÂMETROS GLOBAIS	Cloreto	50,00	272	-	-	-
	Fosfato Total	10,00	221	-	-	12
	Nitrogênio Amoniacal	1,00	10,6	-	-	-
	Nitrogênio Nitrato	10,00	10,4	-	-	-
	Sulfato	100,00	1.088	-	-	-

**Legenda:** ND = não detectado; (\*) = Valor de intervenção para o solo considerando-se um teor de argila de 25% e de matéria orgânica de 10%; ( - ) = não há valor de comparação.

## 5.2. Água subterrânea

Foram realizadas medidas *in situ* de parâmetros físico-químicos no poço de monitoramento PM-26: pH, Eh, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido e temperatura (**Tabela 5.2.1**).

As amostras de água subterrânea foram encaminhadas ao laboratório Analytical Solutions para determinação dos parâmetros analíticos VOC, SVOC, metais e parâmetros globais, apresentados de maneira simplificada na **Tabela 5.2.2**, **Tabela 5.2.3** e **Tabela 5.2.4**. As cópias dos laudos das análises químicas das amostras de água subterrânea encontram-se no **Anexo 4**.

<b>Tabela 5.2.1. Parâmetros físico-químicos</b>					
Medição	pH	Condutividade (µS/s)	Temperatura (°C)	OD (mg/l)	Eh (mV)
1	7,48	7218	21,7	0,10	108
2	7,64	1422	21,9	0,38	113
3	7,68	1445	21,8	0,35	159
4	7,58	1462	21,8	0,23	88
5	7,60	1477	21,8	0,22	115

As análises de VOC nas águas subterrâneas não apresentaram concentrações acima dos limites de detecção do método analítico.

Quanto aos SVOC foram detectados concentrações de Pireno, Benzo[a]antraceno, Benzo[b]fluoranteno e Indeno(1,2,3-cd)pireno; todos estes compostos encontram-se abaixo dos valores de referência considerados. Além destes, os compostos Fenantreno, Fluoranteno e Benzo[a]pireno, também foram detectados, porém não há valor de referência nas listas utilizadas.

O fosfato total ultrapassou o valor de intervenção da USEPA – Região 9 (0,0073 mg/l), os demais parâmetros globais analisados apresentaram concentrações, exceto o nitrogênio amoniacal, porém não há valores de referência nas listas utilizadas. Os metais que apresentaram concentrações (alumínio, ferro, manganês e níquel) encontram-se abaixo dos valores de referência considerados.

Tabela 5.2.2 Resultados das análises químicas de VOC - água (mg/L)					
Parametros Analisados	Limite de Detecção (L.D.)	AA-01	Padrão de Referência		
			CETESB (2005)	* Lista Holandesa	USEPA
Diclorodifluorometano	0,0001	ND	-	-	0,39
Clorometano	0,0001	ND	-	-	0,16
Cloreto de vinila	0,0001	ND	0,005	-	0,00002
Bromometano	0,0001	ND	-	-	0,0087
Cloroetano	0,0001	ND	-	-	0,0046
Triclorofluorometano	0,0001	ND	-	-	1,3
1,1-dicloroeteno	0,0001	ND	0,03	-	0,81
Diclorometano	0,0001	ND	-	-	0,16
Trans-1,2-dicloroeteno	0,0001	ND	0,05(**)	-	-
1,1-Dicloroetano	0,0001	ND	0,28	-	0,81
Cis-1,2-dicloroeteno	0,0001	ND	0,05(**)	-	-
Clorofórmio	0,0001	ND	0,2	-	0,00017
1,2-dicloroetano	0,0001	ND	0,01	-	0,00012
1,1,1-Tricloroetano	0,0001	ND	0,28	-	3,2
1,1-dicloropropeno	0,0001	ND	-	-	0,00016
Tetracloreto de carbono	0,0001	ND	0,002	-	0,00017
Benzeno	0,0001	ND	0,005	0,03	0,00035
Dibromometano	0,0001	ND	-	-	0,0000056
1,2-dicloropropano	0,0001	ND	-	-	0,00016
Tricloroeteno	0,0001	ND	0,07	0,5	3,2
Bromodiclorometano	0,0001	ND	-	-	0,00018
Cis-1,3-dicloropropeno	0,0001	ND	-	-	0,0004
4-Metil-2-pentanona	0,0001	ND	-	-	-
Trans-1,3-dicloropropeno	0,0001	ND	-	-	0,12
1,1,2-tricloroetano	0,0001	ND	-	1,5	0,0002
Tolueno	0,0001	ND	0,7	1	0,72
1,3-dicloropropano	0,0001	ND	-	-	0,12
Dibromoclorometano	0,0001	ND	-	-	0,00013
2-Hexanona	0,0001	ND	-	-	1,2
1,2-dibromoetano	0,0001	ND	-	-	0,0000056
Tetracloroeteno	0,0001	ND	0,04	0,04	0,0001
1,1,1,2,-tetracloroetano	0,0001	ND	-	-	0,00043
Clorobenzeno	0,0001	ND	0,7	-	1,1
Etilbenzeno	0,0001	ND	0,3	0,15	1,3
Bromofórmio	0,0001	ND	-	-	0,0085
m,p-xilenos	0,0001	ND	0,5(****)	-	0,21
o-xileno	0,0001	ND		-	0,21
Trans-1,4-dicloro-2-buteno	0,0001	ND	-	-	0,0000012
Cis-1,4-dicloro-2-buteno	0,0001	ND	-	-	-
Estireno	0,0001	ND	0,02	-	-
1,1,2,2,-tetracloroetano	0,0001	ND	-	-	0,000055
1,2,3-tricloropropano	0,0001	ND	-	-	0,0000056
Isopropilbenzeno	0,0001	ND	-	-	0,66
Bromobenzeno	0,0001	ND	-	-	0,2
n-propilbenzeno	0,0001	ND	-	-	0,24
2-clorotolueno	0,0001	ND	-	-	0,12
4-clorotolueno	0,0001	ND	-	-	-
Pentacloroetano	0,0001	ND	-	-	-
1,3,5-trimetilbenzeno	0,0001	ND	-	-	0,012
Terc-butilbenzeno	0,0001	ND	-	-	0,24
1,2,4-trimetilbenzeno	0,0001	ND	-	-	0,012
Sec-butilbenzeno	0,0001	ND	-	-	0,24
1,3-diclorobenzeno	0,0001	ND	-	-	0,18
1,4-diclorobenzeno	0,0001	ND	0,3	-	0,0005
p-isopropiltolueno	0,0001	ND	-	-	-
1,2-diclorobenzeno	0,0001	ND	1	-	0,37
n-butilbenzeno	0,0001	ND	-	-	0,24
1,2-dibromo-3-cloropropano	0,0001	ND	-	-	0,000048
1,2,4-triclorobenzeno	0,0001	ND	0,02	-	0,0072
Hexaclorobutadieno	0,0001	ND	-	-	0,00086
1,2,3-triclorobenzeno	0,0001	ND	0,02	-	-
<b>Legenda:</b> ND = não detectado acima do limite de detecção; (-) = não há valor de comparação (*) = Valor de intervenção para a água (**) = Valor de intervenção considerando-se um solo com teor de argila de 25% e de matéria orgânica de 10%; (****) = Somatória dos xilenos					

Tabela 5.2.3 Resultado de Análise Química de SVOC - água (mg/L)					
Parametros Analisados	Limite de Detecção (L.D.)	AA-01	Padrão de Referência		
			CETESB (2005)	* Lista Holandesa	USEPA
Fenol	0,00005	ND	0,14	2	0,0014
2-Metilfenol	0,00005	ND	-	-	1,8
3-Metilfenol	0,00005	ND	-	-	1,8
4-Metilfenol	0,00005	ND	-	-	1,8
2-Clorofenol	0,00005	ND	0,0105	-	0,3
2,4-Dimetilfenol	0,00005	ND	-	-	0,73
3-Cloro-4-Metilfenol	0,00005	ND	-	-	-
2,6-Diclorofenol	0,00005	ND	-	-	-
2,4-Diclorofenol	0,00005	ND	0,0105	-	0,11
2-Nitrofenol	0,00005	ND	-	-	-
2,4,6-Triclorofenol	0,00005	ND	0,2	-	0,36
4-Nitrofenol	0,00005	ND	-	-	-
2,4,5-Triclorofenol	0,00005	ND	0,0105	-	3,6
2,3,4,6-Tetraclorofenol	0,00005	ND	0,0105	-	1,1
Pentaclorofenol	0,00005	ND	0,009	-	0,56
1,3-Diclorobenzeno	0,00005	ND	-	-	0,18
1,4-Diclorobenzeno	0,00005	ND	0,3	-	0,5
1,2-Diclorobenzeno	0,00005	ND	1	-	0,37
Hexacloroetano	0,00005	ND	-	-	0,48
1,2,4-Triclorobenzeno	0,00005	ND	0,02	-	0,72
1,3-Butadienohexacloro	0,00005	ND	-	-	-
1,2,4,5-Tetraclorobenzeno	0,00005	ND	-	-	0,11
2-cloronaftaleno	0,00005	ND	-	-	0,49
Hexaclorobenzeno	0,00005	ND	0,001	-	0,42
Naftaleno	0,00005	ND	0,14	0,0007	0,0062
Acenaftileno	0,00005	ND	-	-	-
Acenafteno	0,00005	ND	-	-	0,37
Fluoreno	0,00005	ND	-	-	-
Fenantreno	0,00005	0,00026	0,14	0,005	-
Antraceno	0,00005	ND	-	0,005	1,8
Fluoranteno	0,00005	0,00052	-	0,001	-
Pireno	0,00005	0,00051	-	-	0,18
Benzo[a]antraceno	0,00005	0,0002	0,00175	0,0005	0,92
Criseno	0,00005	ND	-	0,00005	0,92
Benzo[b]fluoranteno	0,00005	0,00019	-	0,00005	0,92
Benzo[k]fluoranteno	0,00005	ND	-	0,00005	0,92
Benzo[a]pireno	0,00005	0,0002	0,00007	0,00005	-
Indeno[1,2,3-cd]pireno	0,00005	0,00019	0,00017	0,00005	0,92
Dibenzo[a,h]antraceno	0,00005	ND	0,00018	-	-
Benzo[ghi]perileno	0,00005	ND	-	0,00005	-
Dimetilfitalato	0,00005	ND	0,014	-	36
Dietilfitalato	0,00005	ND	-	-	219
Dibutilfitalato	0,00005	ND	-	-	3,6
Butilbenzifitalato	0,00005	ND	-	-	7,3
Bis(2-etilhexil)fitalato	0,00005	ND	-	-	0,48
Di-n-octilfitalato	0,00005	ND	-	-	15
Alfa-BHC	0,00005	ND	-	-	-
Beta-BHC	0,00005	ND	-	-	-
Gama-BHC (Lindano)	0,00005	ND	-	-	-
Delta-BHC	0,00005	ND	-	-	-
Heptaclor	0,00005	ND	-	-	0,15
Aldrin	0,00005	ND	0,00003	-	0,4
Epoxy Heptachlor	0,00005	ND	-	-	0,74
Endosulfan 1	0,00005	ND	-	-	0,22
4,4-DDE (p,p-DDE)	0,00005	ND	-	-	0,2
Dieldrin	0,00005	ND	0,00003	-	0,42
Endrin	0,00005	ND	0,0006	-	0,11
Endosulfan 2	0,00005	ND	-	-	0,22
4,4-DDD (p,p-DDD)	0,00005	ND	-	-	0,28
Endrin aldeido	0,00005	ND	-	-	0,11
Endosulfan sulfate	0,00005	ND	-	-	-
4,4-DDT (p,p-DDT)	0,00005	ND	-	-	0,2
Endrin Ketone	0,00005	ND	-	-	0,11
Metoxichlor	0,00005	ND	-	-	0,18
Alfa-clordano	0,00005	ND	-	-	-
Gama-clordano	0,00005	ND	-	-	-
2,4-Dinitrofenol	0,00005	ND	-	-	-
2,4-Dinitrotolueno	0,00005	ND	-	-	-

Legenda: (-) = não há valor de comparação; (\*) = Valor de intervenção para a água considerando-se um solo com teor de argila de 25% e de matéria orgânica de 10%; ND = não detectado.

**Tabela 5.2.4 Resultados das análises químicas das amostras de água em mg/kg**

Parâmetros Analisados		Limite de Detecção (L.D.)	Amostra Analisada	Padrões de referência		
			AA-01	Cetesb (2005)	*Lista Holandesa	USEPA região 9
METAIS	Alumínio	0,15	0,18	0,2	-	360
	Antimônio	0,004	ND	0,005	-	0,015
	Arsênio	0,003	ND	0,01	0,06	0,000045
	Bário	0,05	ND	0,7	0,625	2,6
	Cádmio	0,002	ND	0,005	0,006	0,018
	Chumbo	0,004	ND	0,01	0,075	0,8
	Cobalto	0,004	ND	0,005	0,1	0,73
	Cobre	0,005	ND	2	0,075	1,5
	Cromo Total	0,02	ND	0,05	0,03	55***
	Ferro Total	0,05	0,14	0,3	-	160
	Mangânes	0,005	0,11	0,4	-	0,88
	Mercúrio	0,0005	ND	0,001	-	0,011
	Molibdênio	0,02	ND	0,07	0,3	0,18
	Níquel	0,005	0,009	0,02	0,075	7,3
	Prata	0,002	ND	0,05	-	0,18
	Selênio	0,005	ND	0,01	-	0,18
	Vanádio	0,25	ND	-	-	0,036
	Zinco	0,005	0	5	0,8	11
PARÂMETROS GLOBAIS	Cloreto	0,5	49,5	-	-	-
	Fosfato Total	0,010	0,29	-	-	0,0073
	Nitrogênio Amoniacal	0,01	ND	-	-	-
	Nitrogênio Nitrato	0,10	0,59	10	-	100
	Sulfato	1	420	-	-	-

**Legenda:** ND = não detectado; \*Valor de intervenção; (\*) = Valor de intervenção para a água considerando-se solo com teor de argila de 25% e de matéria orgânica de 10%; ( - ) = não há valor de comparação.

## 6. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Foram encontradas anomalias de gases em alguns pontos da área investigada, entretanto a distribuição não segue um padrão. A concentração mais alta foi observada no ponto SG-19 (6680 ppm).

Possivelmente as concentrações elevadas de VOC, nos pontos (SG-02, SG-03, SG-04e SG-05), estão relacionadas à presença de materiais orgânicos.

Para os compostos orgânicos voláteis e semivoláteis, o resultado da análise química mostrou que nem o solo e nem as águas subterrâneas estão contaminadas por VOC e/ou SVOC.

Para os compostos inorgânicos metais e parâmetros globais, alguns compostos foram detectados, entretanto nem no solo e nem na água ultrapassaram os valores de referência da CETESB. Nota-se que as concentrações que aparecem com mais frequência nas amostras de água são o alumínio, o ferro e o manganês e suas presenças estão associadas ao ambiente hidrogeoquímico reduzido e a grande disponibilidade em solos tropicais, que aos eventos de contaminação importantes.

## 7. CONCLUSÃO

Os trabalhos de campo e a interpretação dos dados obtidos na avaliação ambiental permitiram concluir que:

- Na avaliação de *Soil Gas Survey* (SGS) foram encontradas anomalias pontuais, principalmente do gás metano. As anomalias encontradas estão situadas na área externa ao futuro edifício. A provável fonte está relacionada à decomposição da matéria orgânica presente no aterro.
- Nas amostras de solo, os resultado das análises químicas de VOC, SVOC, metais e parâmetros globais mostram que nenhum dos compostos ultrapassou os valores de referência estabelecido pela CETESB.
- Nas amostras de água, os resultado das análises químicas de VOC, SVOC, metais e parâmetros globais mostram que nenhum dos compostos ultrapassou os valores de referência estabelecido pela CETESB. O composto fosfato total ultrapassou o valor de referencia da UESPA – Região 9.

## **8. RECOMENDAÇÕES**

A partir das conclusões e da análise dos resultados recomendações:

Monitoramento periódico dos gases, visando acompanhar e avaliar as condições no local para as ações futuras.

---

Giovanna C. Setti Galante  
Gerente do Diagnóstico Ambiental  
Geóloga

---

Pedro Aronchi  
Coordenador  
Geólogo

## 9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT/NBR 13895. Associação Brasileira de normas técnicas, 2001 – Construção de poços de monitoramento e amostragem.
- CETESB, 2001. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Relatório de Estabelecimento de Valores Orientadores para Solos e Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo. São Paulo – SP.
- Environmental Protection Agency – EPA (1993). *Ground Water Sampling*. United States of American. EPA/600/R-94/205.
- Environmental Protection Agency – EPA (1993). *Preparation of Soil Sampling Techniques and Strategies*. United States of American. EPA/600/R-92/128.

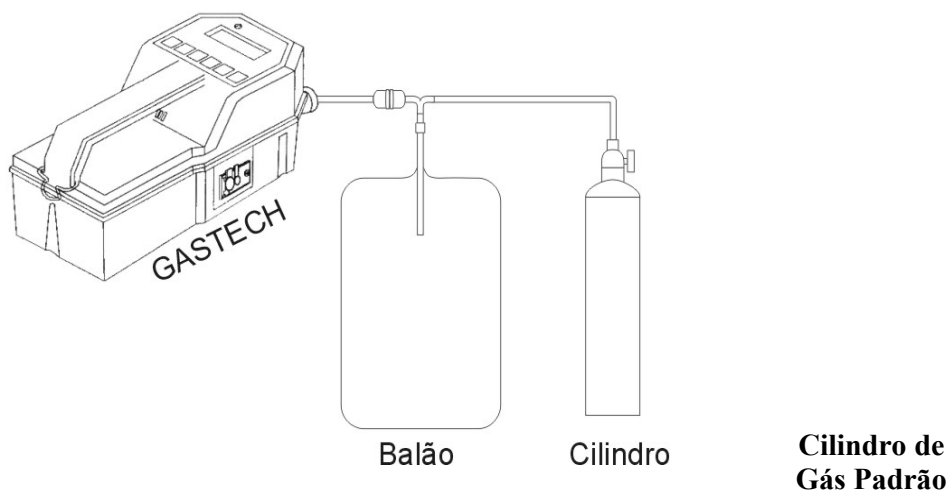


## **Anexo 1**

### **Procedimentos para calibração do analisador de vapores (*ThermoGastech INNOVA*)**

## Procedimento para calibração do Thermo GasTech INNOVA

Primeiramente conecta-se o *probe* do ThermoGasTech INNOVA em um balão apropriado, interligado ao cilindro do gás padrão, conforme a **Figura 1** abaixo:



**Figura 1.** Calibração do ThermoGasTech INNOVA por meio do gás padrão.

Abre-se lentamente a válvula do cilindro, iniciando assim a calibração. A porcentagem do Limite Inferior de Explosividade (LEL) deverá atingir 40 %, realizando-se os ajustes manuais quando necessário. Este valor corresponde a porcentagem do LEL do gás padrão, conforme o manual técnico do equipamento.

Posteriormente fecha-se a válvula do cilindro do gás padrão, desconectando o *probe* do ThermoGasTech INNOVA do balão.

## CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO

### 1. ESPECIFICAÇÃO

**EQUIPAMENTO** INNOVA Soil Vapor

**Código** 934

**Servmar:**

**Definição:** Monitor de gás para detectar hidrocarbonetos (LEL/ppm) com ou sem metano

**Escala:** 0 – 10.000 ppm / 0 – 100% LEL

**Fabricante:** ThermoGastech

**Data da Calibração:** 03.01.05

**Próxima Calibração:** 31.01.05

### 2. GÁS DE CALIBRAÇÃO

DESCRIÇÃO	CERTIFICADO/FABRICANTE
40% LEL – Hexano (C <sub>6</sub> H <sub>14</sub> )	26909/03 – White Martins

### 3. DADOS DE CALIBRAÇÃO

Tipo de Gás	Escala e Unidade	Teste Inicial	Tolerância +/-10% Valor Gás		Conformidade	Teste Final	Conformidade
			Mínimo	Máximo			
Hexano	40% LEL	37%	36,0	44,0	Ok	40%	Ok

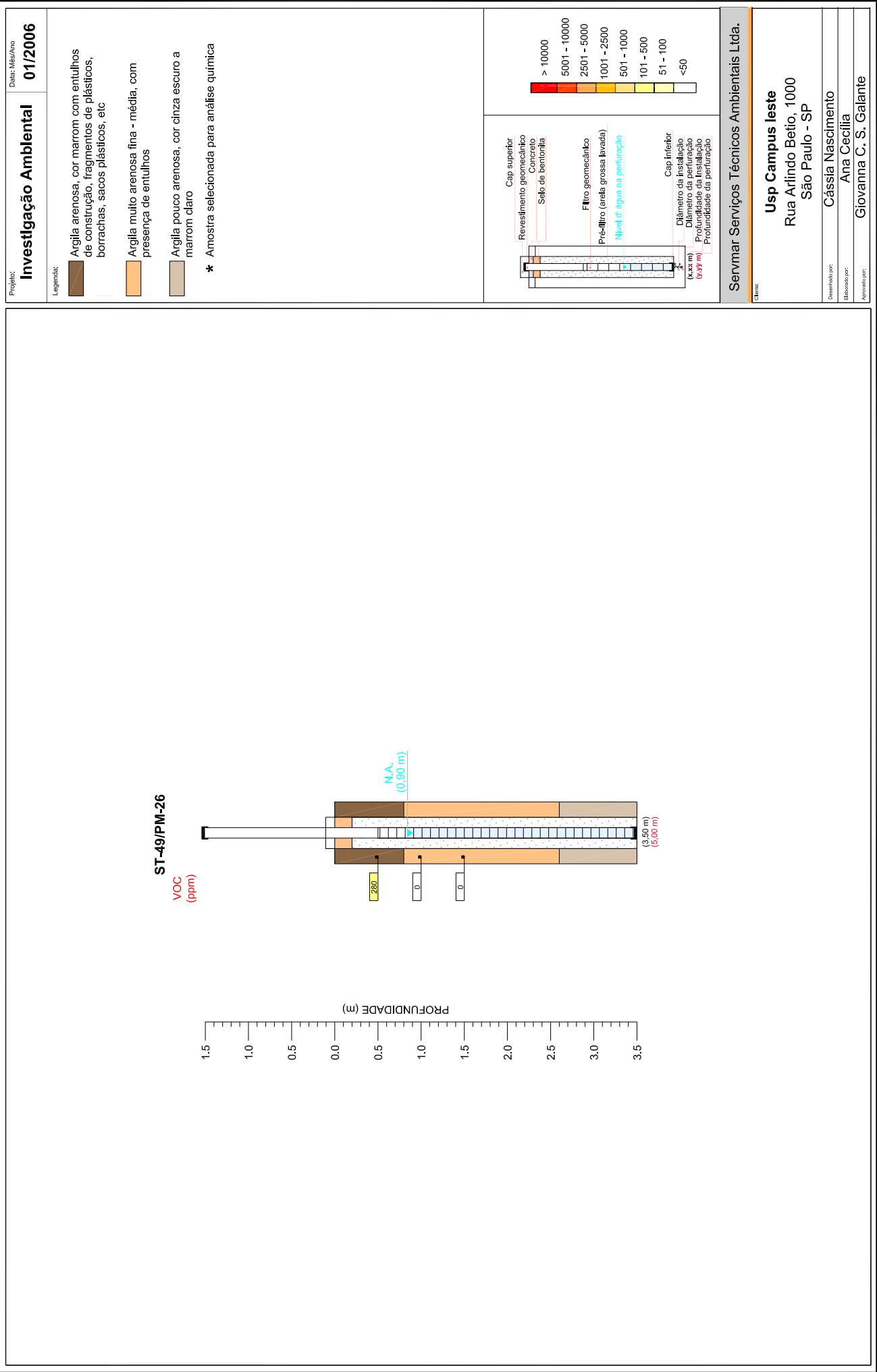
## **Anexo 2**

### **Procedimientos internos - SERVIMAR**

### **Anexo 3**

**Perfis litológicos das sondagens de investigação  
e litológico-construtivos dos poços de  
monitoramento**

Perfis litológicos das sondagens, litológico-constitutivos dos poços de monitoramento e concentrações de VOC



## **Anexo 4**

**Cópias da cadeia de custódia e dos laudos das análises químicas das amostras de solo e água subterrânea**

## **Anexo 5**

**Cópia autenticada da Anotação de  
Responsabilidade Técnica (ART)**