

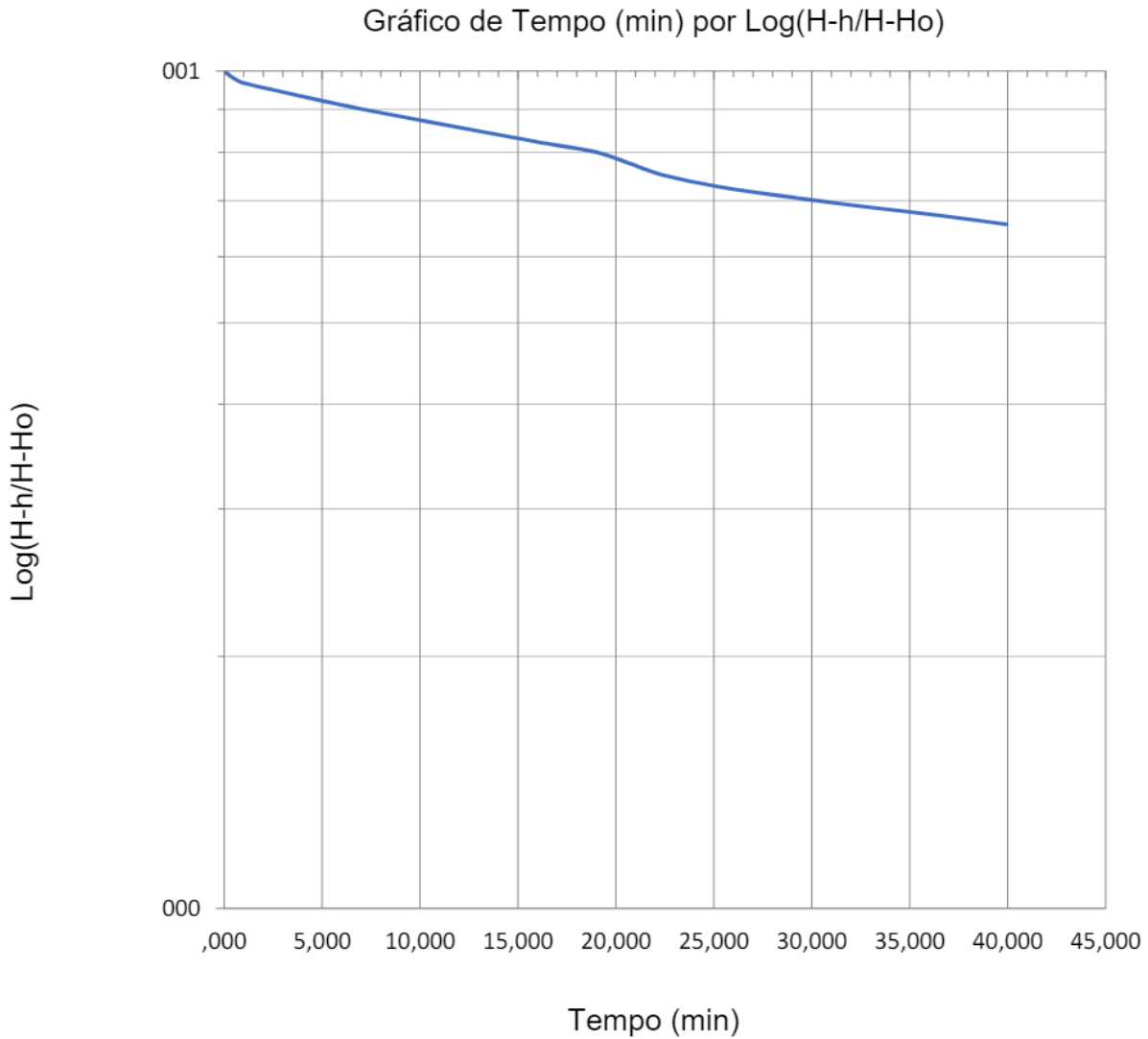
Cálculo para Condutividade Hidráulica do PMM-21, dados coletados em campo:

**Tabela 12.1: Dados coletados em campo PMM-21 (Condutividade Hidráulica)**

Nível de água Estabilizado (H)	8,58 m
Nível de água Dinâmico inicial (H <sub>0</sub> )	9,83 m
Le = comprimento do filtro (PMM)	100 cm

**Tabela 12.2: Dados coletados em campo PMM-21 (Condutividade Hidráulica)**

Medição	T (min)	h (m)	H-h/H-H <sub>0</sub>
1	0,00	9,83	1,00
2	0,38	9,81	0,98
3	0,97	9,79	0,97
4	2,98	9,76	0,94
5	5,13	9,73	0,92
6	7,50	9,70	0,90
7	10,17	9,67	0,87
8	12,97	9,64	0,85
9	15,83	9,61	0,82
10	19,00	9,58	0,80
11	20,67	9,55	0,78
12	22,33	9,52	0,75
13	25,13	9,49	0,73
14	29,50	9,46	0,70
15	32,83	9,44	0,69
16	36,57	9,42	0,67
17	39,95	9,40	0,66



**Figura 12.1: Condutividade Hidráulica do PMM-21**

To (tempo para 37 % de recuperação) = 69,11 min = 4147 s

Utilizando a equação de Hvorsley,  $K = 2,73E-05$  cm/s

Cálculo para Condutividade Hidráulica do PMM-22, dados coletados em campo:

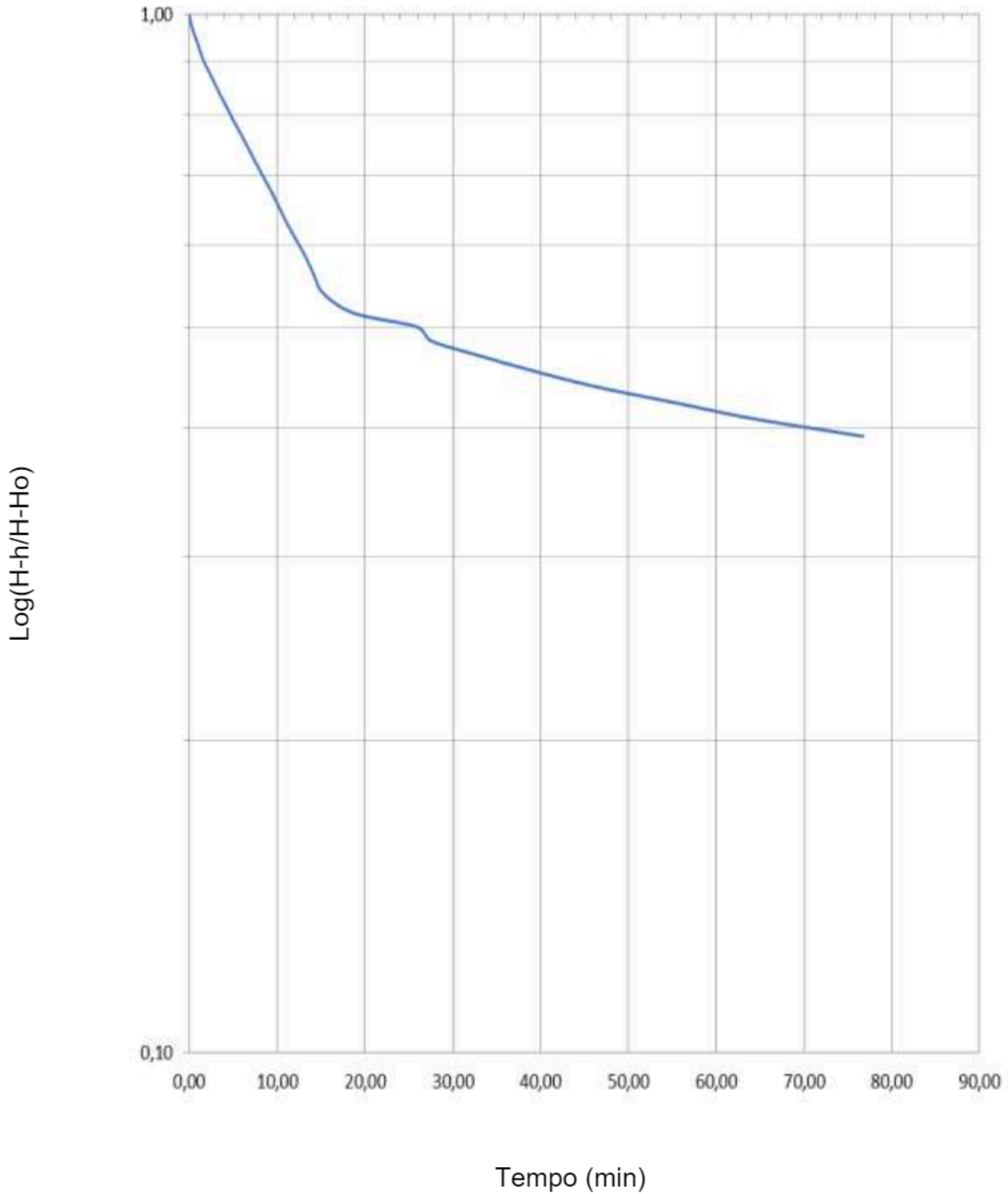
**Tabela 13.1: Dados coletados em campo PMM-22 (Condutividade Hidráulica)**

Nível de água Estabilizado (H)	7,80 m
Nível de água Dinâmico inicial (Ho)	9,10 m
Le = comprimento do filtro (PMM)	100 cm

**Tabela 13.2: Dados coletados em campo PMM-22 (Condutividade Hidráulica)**

Medição	T (min)	h (m)	H-h/H-Ho	Medição	T (min)	h (m)	H-h/H-Ho
1	0,00	9,10	1,00	16	10,17	8,65	0,65
2	0,23	9,07	0,98	17	11,07	8,62	0,63
3	0,63	9,04	0,95	18	12,12	8,59	0,61
4	1,10	9,01	0,93	19	13,23	8,56	0,58
5	1,50	8,98	0,91	20	14,18	8,53	0,56
6	2,13	8,95	0,88	21	15,28	8,50	0,54
7	2,82	8,92	0,86	22	18,78	8,47	0,52
8	3,47	8,89	0,84	23	25,92	8,45	0,50
9	4,23	8,86	0,82	24	27,57	8,43	0,48
10	4,97	8,83	0,79	25	32,97	8,41	0,47
11	5,80	8,80	0,77	26	39,03	8,39	0,45
12	6,62	8,77	0,75	27	46,00	8,37	0,44
13	7,45	8,74	0,72	28	55,00	8,35	0,42
14	8,33	8,71	0,70	29	64,38	8,33	0,41
15	9,28	8,68	0,68	30	76,72	8,31	0,39

Gráfico de Tempo (min) por Log(H-h/H-Ho)



**Figura 12.2: Condutividade Hidráulica do PMM-22**  
 To (tempo para 37 % de recuperação) = 56,28 min = 3377 s  
 Utilizando a equação de Hvorsley, K = 3,35 E-05 cm/s

Cálculo para Condutividade Hidráulica do PM-23, dados coletados em campo:

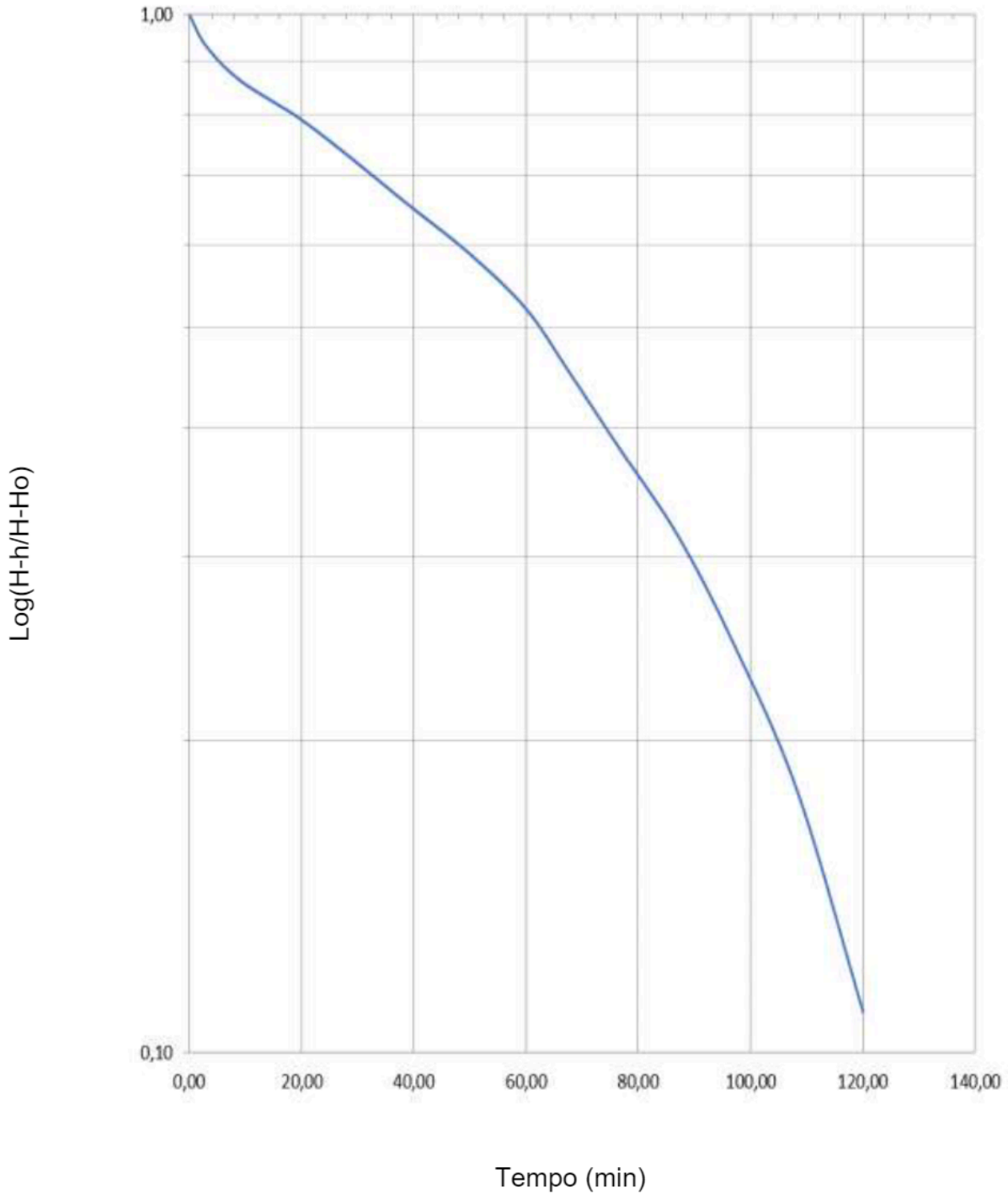
**Tabela 14.1: Dados coletados em campo PM-23 (Condutividade Hidráulica)**

Nível de água Estabilizado (H)	10,77 m
Nível de água Dinâmico inicial (Ho)	11,50 m
Le = comprimento do filtro (PMM)	300 cm

**Tabela 14.2: Dados coletados em campo PM-23 (Condutividade Hidráulica)**

Medição	T (min)	h (m)	H-h/H-Ho
1	0,00	11,50	1,00
2	3,05	11,45	0,93
3	9,15	11,40	0,86
4	19,58	11,35	0,79
5	29,00	11,30	0,73
6	38,75	11,25	0,66
7	49,83	11,20	0,59
8	60,00	11,15	0,52
9	67,72	11,10	0,45
10	76,42	11,05	0,38
11	87,00	11,00	0,32
12	97,13	10,95	0,25
13	108,38	10,90	0,18
14	120,00	10,85	0,11

Gráfico de Tempo (min) por Log(H-h/H-Ho)



**Figura 12.3: Condutividade Hidráulica do PM-23**

To (tempo para 37 % de recuperação) = 80,42 min = 4825 s

Utilizando a equação de Hvorsley,  $K = 1,03 \text{ E-}05 \text{ cm/s}$

Cálculo para Condutividade Hidráulica do PM-24, dados coletados em campo:

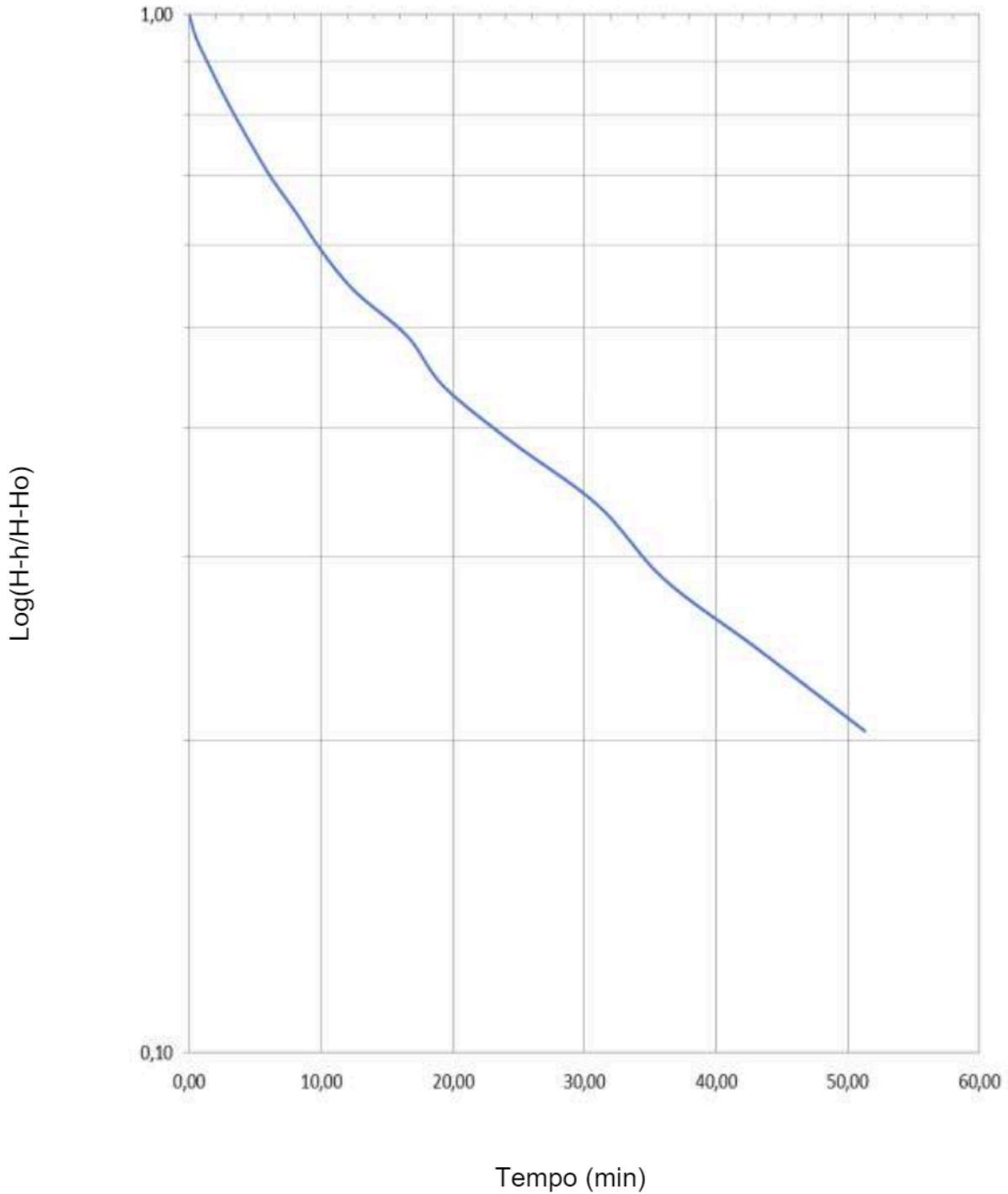
**Tabela 15.1: Dados coletados em campo PM-24 (Condutividade Hidráulica)**

Nível de água Estabilizado (H)	9,41 m
Nível de água Dinâmico inicial (Ho)	10,39 m
Le = comprimento do filtro (PMM)	300 cm

**Tabela 15.2: Dados coletados em campo PM-24 (Condutividade Hidráulica)**

Medição	T (min)	h (m)	H-h/H-Ho
1	0,00	10,39	1,00
2	0,53	10,34	0,95
3	1,42	10,29	0,90
4	2,40	10,24	0,85
5	3,53	10,19	0,80
6	4,83	10,14	0,74
7	6,30	10,09	0,69
8	8,17	10,04	0,64
9	10,05	9,99	0,59
10	12,60	9,94	0,54
11	16,57	9,89	0,49
12	19,28	9,84	0,44
13	24,45	9,79	0,39
14	31,03	9,74	0,34
15	36,07	9,69	0,29
16	43,15	9,65	0,24
17	51,30	9,61	0,20

Gráfico de Tempo (min) por Log(H-h/H-Ho)



**Figura 12.4: Condutividade Hidráulica do PM-24**

To (tempo para 37 % de recuperação) = 30,94 min = 1857 s

Utilizando a equação de Hvorsley,  $K = 2,67 \text{ E-}05 \text{ cm/s}$



Cálculo para Condutividade Hidráulica do PM-25, dados coletados em campo:

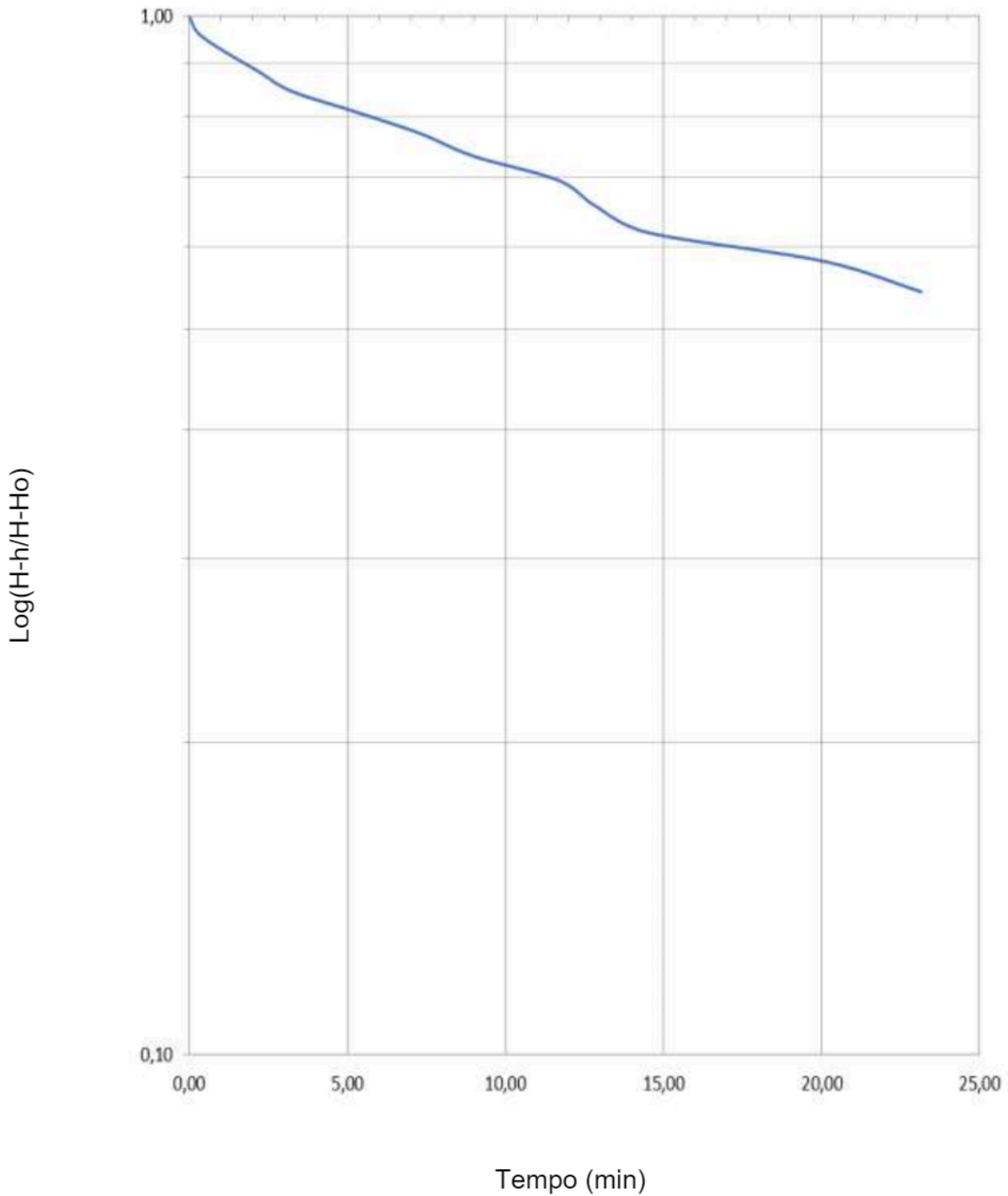
**Tabela 16.1: Dados coletados em campo PM-25 (Condutividade Hidráulica)**

Nível de água Estabilizado (H)	7,58 m
Nível de água Dinâmico inicial (Ho)	8,63 m
Le = comprimento do filtro (PMM)	300 cm

**Tabela 16.2: Dados coletados em campo PM-25 (Condutividade Hidráulica)**

Medição	T (min)	h (m)	H-h/H-Ho
1	0,00	8,63	1,00
2	0,30	8,59	0,96
3	1,13	8,55	0,92
4	2,17	8,51	0,89
5	3,20	8,47	0,85
6	5,22	8,43	0,81
7	7,28	8,39	0,77
8	8,98	8,35	0,73
9	11,67	8,31	0,70
10	12,83	8,27	0,66
11	14,50	8,23	0,62
12	20,05	8,19	0,58
13	23,17	8,15	0,54

Gráfico de Tempo (min) por Log(H-h/H-Ho)



**Figura 12.5: Condutividade Hidráulica do PM-25**

To (tempo para 37 % de recuperação) = 29,57 min = 1774 s

Utilizando a equação de Hvorsley,  $K = 2,79 \text{ E-}05 \text{ cm/s}$

Cálculo para Condutividade Hidráulica do PM-26, dados coletados em campo:

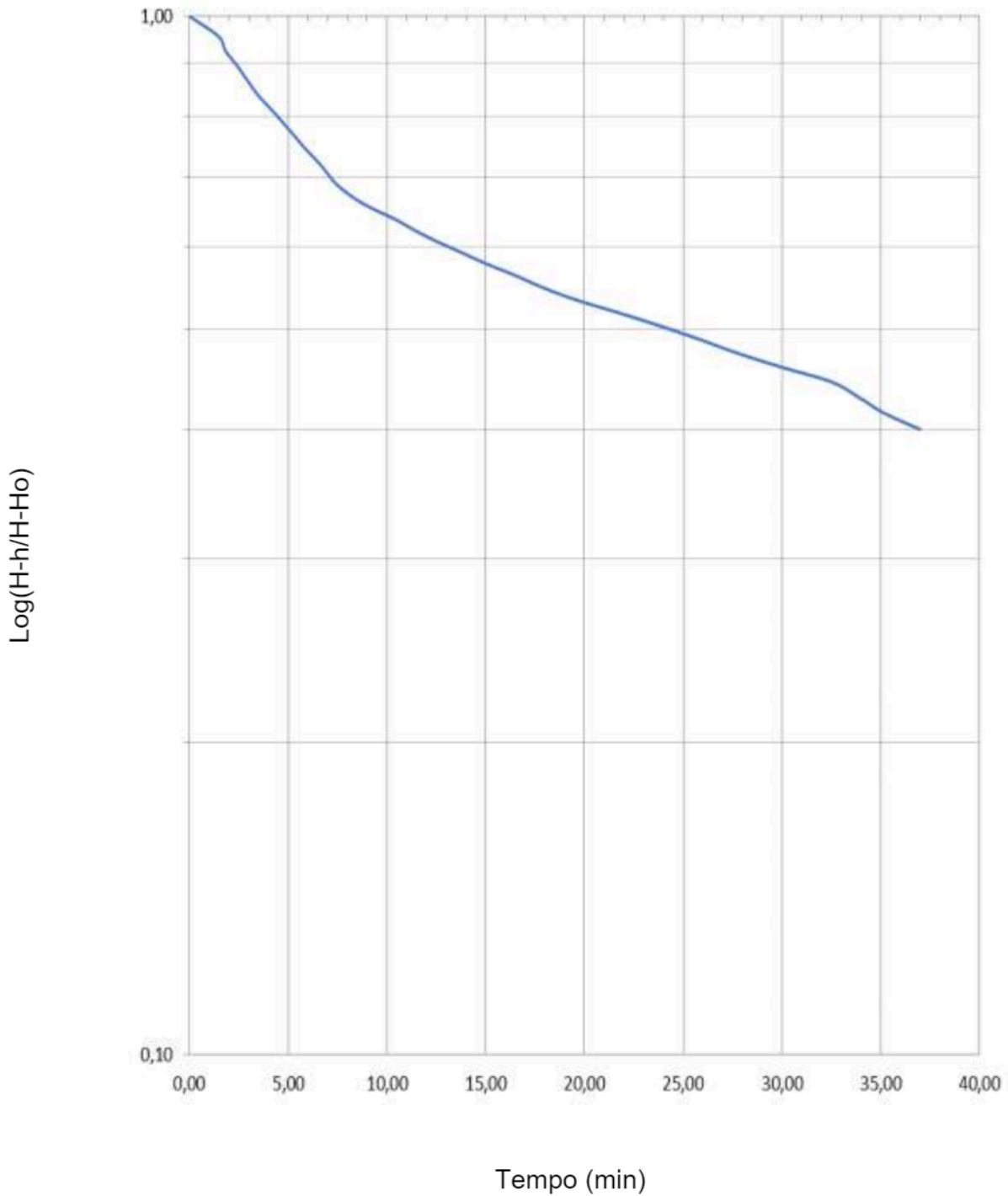
**Tabela 17.1: Dados coletados em campo PM-26 (Condutividade Hidráulica)**

Nível de água Estabilizado (H)	6,98 m
Nível de água Dinâmico inicial (Ho)	8,33 m
Le = comprimento do filtro (PMM)	300 cm

**Tabela 17.2: Dados coletados em campo PM-26 (Condutividade Hidráulica)**

Medição	T (min)	h (m)	H-h/H-Ho	Medição	T (min)	h (m)	H-h/H-Ho
1	0,00	8,33	1,00	16	12,48	7,80	0,61
2	1,50	8,27	0,96	17	13,73	7,78	0,59
3	1,83	8,23	0,93	18	15,02	7,76	0,58
4	2,42	8,19	0,90	19	16,48	7,74	0,56
5	2,95	8,15	0,87	20	17,87	7,72	0,55
6	3,53	8,11	0,84	21	19,55	7,70	0,53
7	4,30	8,07	0,81	22	21,68	7,68	0,52
8	5,05	8,03	0,78	23	23,77	7,66	0,50
9	5,80	7,99	0,75	24	25,77	7,64	0,49
10	6,67	7,95	0,72	25	27,70	7,62	0,47
11	7,45	7,91	0,69	26	29,98	7,60	0,46
12	8,42	7,88	0,67	27	32,52	7,58	0,44
13	9,33	7,86	0,65	28	33,88	7,56	0,43
14	10,45	7,84	0,64	29	35,17	7,54	0,41
15	11,40	7,82	0,62	30	37,00	7,52	0,40

Gráfico de Tempo (min) por Log(H-h/H-Ho)



**Figura 12.6: Condutividade Hidráulica do PM-26**

To (tempo para 37 % de recuperação) = 34,21 min = 2053 s

Utilizando a equação de Hvorsley,  $K = 2,41 \text{ E-}05 \text{ cm/s}$

Cálculo para Condutividade Hidráulica do PM-27, dados coletados em campo:

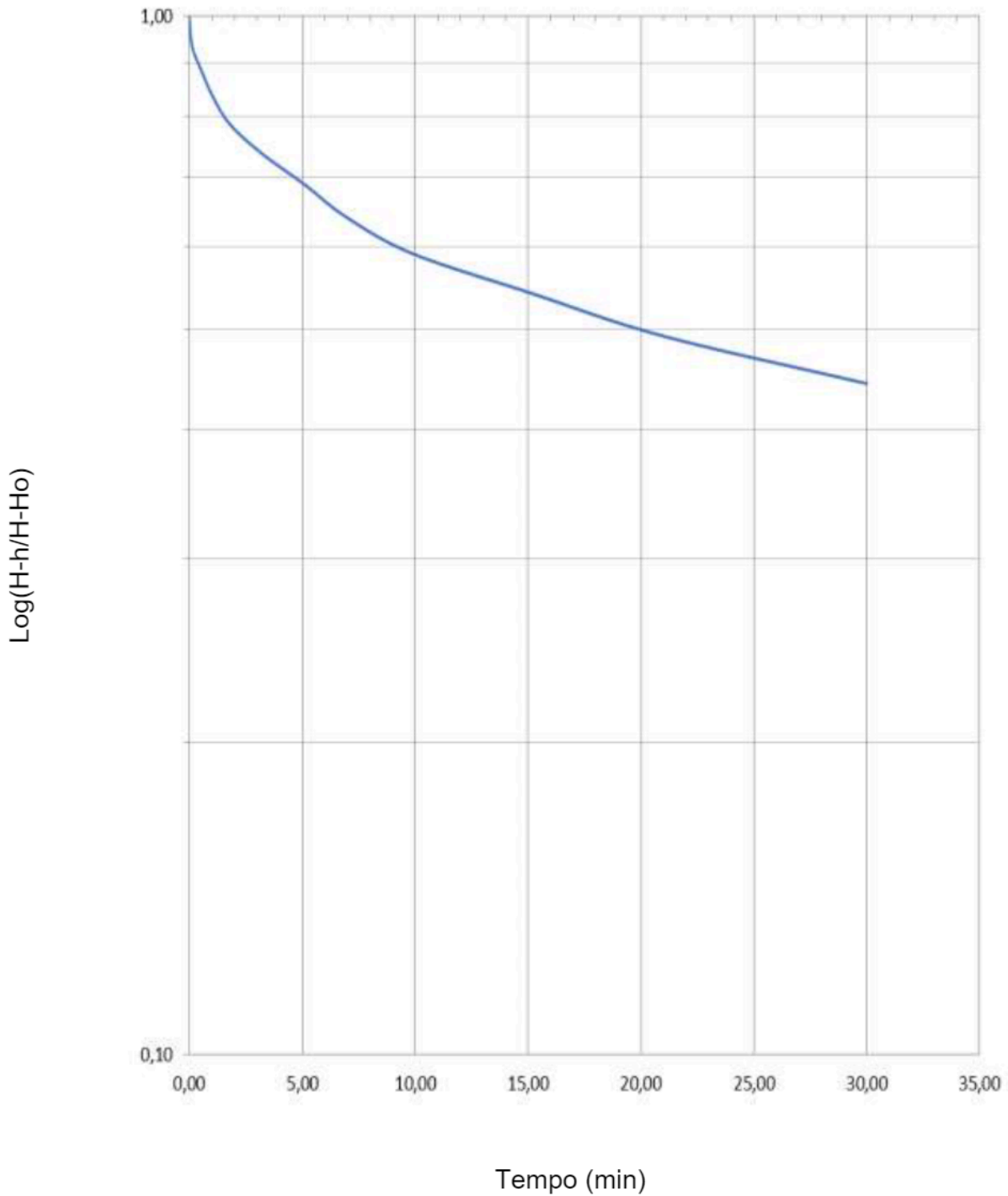
**Tabela 18.1: Dados coletados em campo PM-27 (Condutividade Hidráulica)**

Nível de água Estabilizado (H)	6,20 m
Nível de água Dinâmico inicial (Ho)	6,61 m
Le = comprimento do filtro (PMM)	300 cm

**Tabela 18.2: Dados coletados em campo PM-27 (Condutividade Hidráulica)**

Medição	T (min)	h (m)	H-h/H-Ho
1	0,00	6,81	1,00
2	0,13	6,77	0,93
3	0,55	6,74	0,89
4	1,05	6,71	0,84
5	1,80	6,68	0,79
6	3,20	6,65	0,74
7	5,10	6,62	0,69
8	7,00	6,59	0,64
9	9,92	6,56	0,59
10	15,13	6,53	0,54
11	21,00	6,50	0,49
12	30,00	6,47	0,44

Gráfico de Tempo (min) por Log(H-h/H-Ho)



**Figura 12.7: Condutividade Hidráulica do PM-27**  
 To (tempo para 37 % de recuperação) = 28,46 min = 1708 s  
 Utilizando a equação de Hvorsley, K = 2,90 E-05 cm/s

Cálculo para Condutividade Hidráulica do PM-28, dados coletados em campo:

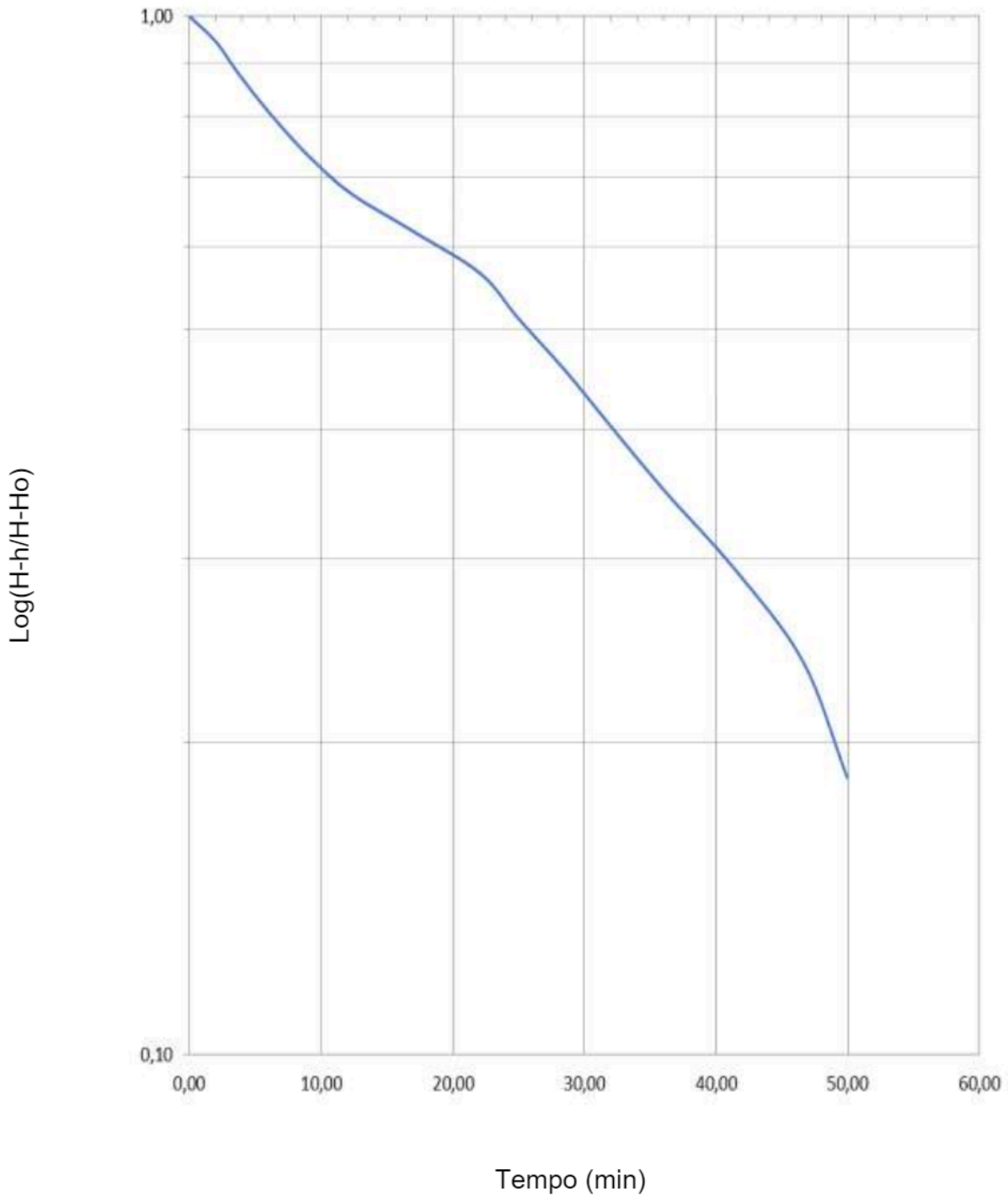
**Tabela 19.1: Dados coletados em campo PM-28 (Condutividade Hidráulica)**

Nível de água Estabilizado (H)	6,98 m
Nível de água Dinâmico inicial (Ho)	7,90 m
Le = comprimento do filtro (PMM)	300 cm

**Tabela 19.2: Dados coletados em campo PM-28 (Condutividade Hidráulica)**

Medição	T (min)	h (m)	H-h/H-Ho
1	0,00	7,90	1,00
2	2,00	7,85	0,95
3	3,43	7,80	0,89
4	5,07	7,75	0,84
5	7,00	7,70	0,78
6	9,30	7,65	0,73
7	12,35	7,60	0,67
8	17,10	7,55	0,62
9	22,10	7,50	0,57
10	25,03	7,45	0,51
11	28,50	7,40	0,46
12	32,05	7,35	0,40
13	36,20	7,30	0,35
14	41,42	7,25	0,29
15	46,60	7,20	0,24
16	49,97	7,15	0,18

Gráfico de Tempo (min) por Log(H-h/H-Ho)



**Figura 12.8: Condutividade Hidráulica do PM-28**

To (tempo para 37 % de recuperação) = 35,55 min = 2133 s

Utilizando a equação de Hvorsley,  $K = 2,32E-05$  cm/s



Tabela 20: Valores da Condutividade Hidráulica

Poço de Monitoramento	Condutividade Hidráulica (cm/s)
PMM-21	2,73E-05
PMM-22	3,35E-05
PM-23	1,03E-05
PM-24	2,67E-05
PM-25	2,79E-05
PM-26	2,41E-05
PM-27	2,90E-05
PM-28	2,32E-05

Mínimo	1,03E-05
Média	2,52E-05
Máximo	3,35E-05

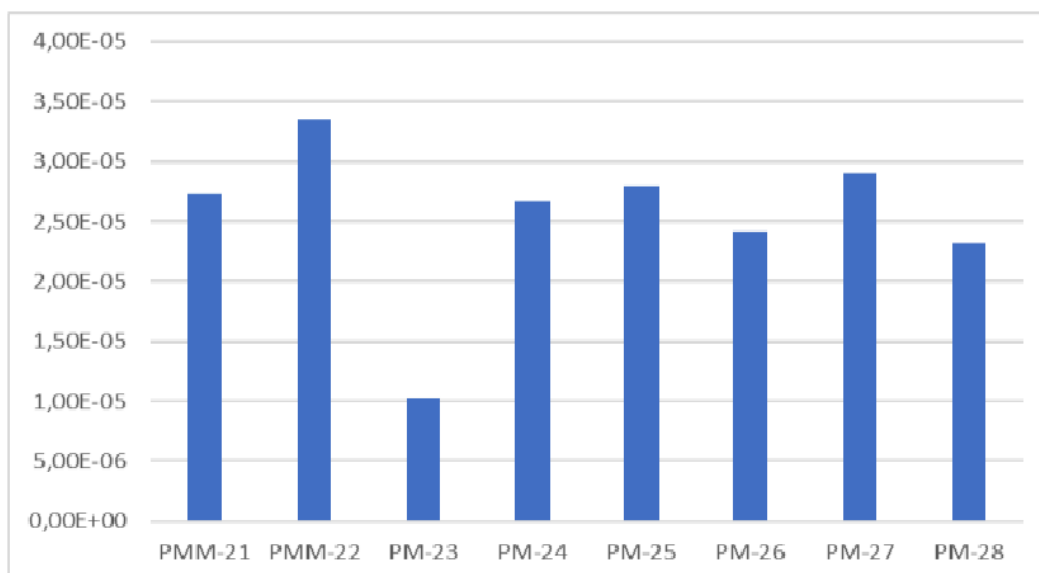


Figura 13: Valores da Condutividade Hidráulica (cm/s)

### 17.7. Velocidade das águas subterrânea

A velocidade de migração das águas subterrâneas foi calculada de acordo com a Lei de Darcy e em função do padrão de fluxo e dos parâmetros hidrogeológicos do aquífero, utilizando-se a seguinte expressão:

V = velocidade das águas subterrânea (cm/s);

$$V = \frac{K \cdot i}{n_e}$$

K = condutividade hidráulica (cm/s)

ne = porosidade efetiva. i = gradiente hidráulico;

**Tabela 21.1: Velocidade das águas subterrâneas**

Poço de Monitoramento	Condutividade Hidráulica (cm/s)
<b>PMM-21</b>	2,73E-05
<b>PMM-22</b>	3,35E-05
<b>PM-23</b>	1,03E-05
<b>PM-24</b>	2,67E-05
<b>PM-25</b>	2,79E-05
<b>PM-26</b>	2,41E-05
<b>PM-27</b>	2,90E-05
<b>PM-28</b>	2,32E-05

<b>Mínimo</b>	1,03E-05
<b>Média</b>	2,52E-05
<b>Máximo</b>	3,35E-05

Conforme litologia da área do Lixão de Capela do Alto houveram três mudanças de perfis geológicos ao logo de cada sondagem, sendo assim foi realizado de acordo com o Termo de Referência 3 amostras de solo por sondagem (8 sondagens), totalizando 24 amostras para análises granulométricas.

**Tabela 21.2: Porosidade efetiva (Granulometria)**

Análise	Unidade	S-23A	S-23B	S-23C	S-24A	S-24B	S-24C	S-25A	S-25B	S-25C
Fração de Areia Muito Grossa	g/Kg	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	6,00	0,00	0,00
(Fração de Areia Grossa	g/Kg	0,00	0,00	0,00	11,00	9,00	2,00	13,00	5,00	7,00
Fração de Areia Média	g/Kg	18,00	0,00	0,00	46,00	32,00	20,00	30,00	20,00	12,00
Fração de Areia Fina	g/Kg	34,00	4,00	0,00	90,00	64,00	43,00	43,00	42,00	26,00
Fração de Areia Muito Fina	g/Kg	37,00	9,00	11,00	84,00	73,00	60,00	49,00	55,00	41,00
Fração de Silte	g/Kg	244,00	447,00	546,00	270,00	262,00	420,00	298,00	317,00	480,00
Fração de Argila	g/Kg	667,00	540,00	443,00	499,00	558,00	455,00	561,00	561,00	434,00
Fração de Areia Total	g/Kg	89,00	13,00	11,00	231,00	180,00	125,00	141,00	122,00	86,00
Porosidade Efetiva	% (v/v)	10,40	9,30	4,70	11,80	7,30	9,00	4,70	15,00	4,90
Porosidade Total	% (v/v)	48,10	46,10	43,20	46,70	44,20	42,30	49,70	44,50	39,80
Teor de Sólidos	g/g	0,78	0,81	0,81	0,84	0,82	0,80	0,79	0,81	0,83
Análise	Unidade	S-26A	S-26B	S-26C	S-27A	S-27B	S-27C	S-28A	S-28B	S-28C
Fração de Areia Muito Grossa	g/Kg	0,00	3,00	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00
(Fração de Areia Grossa	g/Kg	11,00	11,00	13,00	5,00	9,00	9,00	21,00	31,00	11,00
Fração de Areia Média	g/Kg	32,00	37,00	41,00	14,00	29,00	39,00	67,00	77,00	32,00
Fração de Areia Fina	g/Kg	57,00	72,00	73,00	20,00	52,00	73,00	84,00	87,00	40,00
Fração de Areia Muito Fina	g/Kg	58,00	89,00	88,00	31,00	64,00	88,00	64,00	72,00	33,00
Fração de Silte	g/Kg	276,00	354,00	345,00	262,00	290,00	398,00	204,00	329,00	118,00
Fração de Argila	g/Kg	566,00	434,00	437,00	668,00	556,00	393,00	560,00	404,00	446,00
Fração de Areia Total	g/Kg	158,00	212,00	218,00	70,00	154,00	209,00	236,00	267,00	436,00
Porosidade Efetiva	% (v/v)	7,50	11,60	9,50	11,90	11,70	11,00	9,70	12,10	4,00
Porosidade Total	% (v/v)	45,10	42,00	41,30	46,10	46,00	42,30	44,30	42,50	39,80
Teor de Sólidos	g/g	0,78	0,83	0,82	0,78	0,79	0,84	0,79	0,84	0,84
Análise	Unidade	SM-21A	SM-21B	SM-21C	SM-22A	SM-22B	SM-22C			
Fração de Areia Muito Grossa	g/Kg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Média		
(Fração de Areia Grossa	g/Kg	3,00	0,00	0,00	6,00	6,00	0,00	0,67		
Fração de Areia Média	g/Kg	21,00	0,00	3,00	22,00	25,00	11,00	7,63		
Fração de Areia Fina	g/Kg	40,00	7,00	3,00	32,00	40,00	18,00	26,17		
Fração de Areia Muito Fina	g/Kg	38,00	16,00	16,00	30,00	42,00	27,00	43,50		
Fração de Silte	g/Kg	251,00	23,00	541,00	305,00	279,00	490,00	48,96		
Fração de Argila	g/Kg	647,00	404,00	437,00	605,00	608,00	454,00	322,88		
Fração de Areia Total	g/Kg	102,00	573,00	22,00	90,00	113,00	56,00	514,04		
Porosidade Efetiva	% (v/v)	10,00	0,50	1,50	8,20	5,10	10,00	163,08		
Porosidade Total	% (v/v)	45,70	39,90	44,80	45,10	41,40	45,80	8,39		
Teor de Sólidos	g/g	0,91	0,81	0,80	0,82	0,88	0,82	44,03		
										0,82

**Tabela 21.3: Gradiente hidráulico**

Ponto (23 K)	X(metros)	Y(metros)	CH (metros)	i (gradiente hidráulico)
PM-05	218.489,27	7.401.305,42	88,59	0,048
PM-26	218.413,37	7.401.328,74	84,77	
PM-10	218.452,06	7.401.436,40	87,15	0,033
PM-23	218.362,27	7.401.497,42	83,53	
PM-11	218.480,84	7.401.478,57	88,14	0,022
PM-14	218.569,15	7.401.473,11	90,09	
i médio (gradiente hidráulico)				0,034

V = velocidade das águas subterrânea (cm/s);

K = 2,25E-05 cm/s;

ne = 0,0839. i = 0,034;

$V = \frac{K \cdot i}{n_e}$
-----------------------------

$V = 1,02E-05 \text{ cm/s} = 3,22E+00 \text{ m/ano}$
--

## 18. RESULTADO DA ANÁLISE QUÍMICA DE INORGÂNICOS

Tabela 22: Concentração na água subterrânea (mg/L)

COMPOSTO - (mg/L)	VI	PM-01	PM-02	PM-03	PM-04	PM-05	PM-06	PM-07	PM-08
Alumínio	-	1,37	0,25	0,75	1,38	0,54	2,3	1,15	0,78
Antimônio	0,005	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	0,00104	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.
Arsênio	0,01	<L.Q.	0,0014	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.
Bário	0,7	0,166	0,435	0,622	0,636	0,0867	0,168	0,0531	0,098
Boro	2,4	0,042	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	0,036	0,0403	<L.Q.
Cádmio	0,005	<L.Q.	0,00036	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.
Chumbo	0,01	<b>0,0305</b>	0,00501	0,00325	0,00601	<L.Q.	0,0034	0,00952	0,00793
Cobalto	0,07	<L.Q.	0,0214	0,0339	0,037	<L.Q.	0,00512	<L.Q.	<L.Q.
Cobre	2	0,101	0,0201	0,0248	0,0289	<L.Q.	<L.Q.	0,00699	<L.Q.
Cromo	0,05	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	0,00716	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.
Ferro	-	1,34	1,38	3,69	4,42	0,38	1,06	1,15	0,84
Manganês	-	0,23	2,15	3,52	3,78	0,24	0,54	0,29	0,59
Mercurio	0,001	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.
Molibdênio	0,03	<L.Q.	0,0129	0,012	0,0103	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.
Níquel	0,07	<L.Q.	0,00525	0,0107	0,0122	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.
Prata	0,05	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	0,0219	0,027	<L.Q.
Selênio	0,01	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.
Vanádio	-	0,015	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	0,0082	0,012	<L.Q.
Zinco	1,8	0,123	0,113	0,113	0,125	0,00699	0,00688	0,0117	<L.Q.
Nitrato	10	0,641	0,226	0,373	0,172	0,686	2,137	0,9	1,718

Valores Acima

Tabela 22: (Continuação) Concentração na água subterrânea (mg/L)

COMPOSTO - (mg/L)	VI	PM-09	PM-10	PM-11	PM-12	PM-13	PM-14	PM-15	PM-16
Alumínio	-	0,65	0,76	0,16	0,19	0,42	2,32	0,35	0,6
Antimônio	0,005	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.
Arsênio	0,01	<L.Q.	<L.Q.	0,00121	<L.Q.	<L.Q.	0,00162	<L.Q.	<L.Q.
Bário	0,7	0,345	0,291	0,175	0,173	0,0181	0,102	0,0694	0,0217
Boro	2,4	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	0,0319	0,0624	0,032	0,0162
Cádmio	0,005	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.
Chumbo	0,01	0,00576	0,00468	0,00366	0,00241	0,00714	0,00729	0,00266	0,0047
Cobalto	0,07	0,0278	0,0107	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.
Cobre	2	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	0,0189	<L.Q.	<L.Q.
Cromo	0,05	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.
Ferro	-	0,19	3,06	3,82	3,29	0,5	1,81	0,67	0,47
Manganês	-	1,13	1,13	0,55	0,55	0,04	0,069	0,1	0,017
Mercurio	0,001	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.
Molibdênio	0,03	0,00541	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	0,00518	0,00503
Níquel	0,07	<L.Q.	0,00527	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.
Prata	0,05	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	0,0244	0,0234	0,0223	0,0207
Selênio	0,01	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	0,00263
Vanádio	-	0,0087	0,015	0,013	0,013	0,0057	0,015	<L.Q.	<L.Q.
Zinco	1,8	0,0151	0,0743	0,032	0,0262	<L.Q.	0,00622	0,014	0,0244
Nitrato	10	14,393	0,49	0,503	0,606	0,557	0,436	0,248	0,4

Valores Acima

Tabela 22: (Continuação) Concentração na água subterrânea (mg/L)

COMPOSTO - (mg/L)	VI	PM-17	PM-18	PM-19	PM-20	PMM-21	PMM-22	PM-23	PM-24
Alumínio	-	3.23	0.19	0.14	0.8	5.43	11.1	0.29	1.53
Antimônio	0.005	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	0,00214
Arsênio	0.01	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.
Bário	0.7	0.0359	0.052	0.0947	0.0245	0.0683	0.0725	0.122	0.161
Boro	2.4	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	0.0281
Cádmio	0.005	<L.Q.	<L.Q.	0.00021	<L.Q.	0.00116	0.00218	<L.Q.	<L.Q.
Chumbo	0.01	0,00337	0,00262	<L.Q.	<L.Q.	0,00492	0,00604	<b>0,0142</b>	<b>0,171</b>
Cobalto	0.07	<L.Q.	<L.Q.	0.0116	<L.Q.	<b>0,0801</b>	<b>0,15</b>	<L.Q.	0,00595
Cobre	2	<L.Q.	<L.Q.	0.0172	<L.Q.	0.0285	0.0806	<L.Q.	<L.Q.
Cromo	0.05	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	0.00608	<L.Q.	0.00775	<L.Q.	<L.Q.
Ferro	-	2.83	0.16	0.11	0.46	1.17	1.86	0.96	0.86
Manganês	-	0.028	0.2	0.31	0.028	0.76	1.36	0.12	0.58
Mercurio	0.001	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.
Molibdênio	0.03	0,00676	0,00514	0,0114	<L.Q.	<L.Q.	0,00554	<L.Q.	0,00566
Níquel	0.07	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<b>0,116</b>	<b>0,192</b>	<L.Q.	<L.Q.
Prata	0.05	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	0.0214	0.0214	<L.Q.	0.0231
Selênio	0.01	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	0.00361	<L.Q.	<L.Q.
Vanádio	-	0.013	0.0061	<L.Q.	0.0063	0.012	0.0072	0.013	0.0076
Zinco	1.8	0,00723	0,00857	0,0463	<L.Q.	0,273	0,462	<L.Q.	0,0769
Nitrato	10	0.445	0.293	0.583	0.454	0.494	2.964	0.405	0.53

Valores Acima

Tabela 22: (Continuação) Concentração na água subterrânea (mg/L)

COMPOSTO - (mg/L)	VI	PM-25	PM-26	PM-27	PM-28	PC-01	PC-02	PC-03	PC-04
Alumínio	-	5.72	3.61	1.71	1.28	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.
Antimônio	0.005	<L.Q.	<L.Q.	0.00207	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.
Arsênio	0.01	0,00101	<L.Q.	0,0011	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.
Bário	0.7	0.33	0.0741	0.254	0.106	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.
Boro	2.4	0.0939	0.0551	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.
Cádmio	0.005	<L.Q.	0.00142	<L.Q.	<b>0,00519</b>	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.
Chumbo	0.01	<b>0,256</b>	<b>0,0484</b>	<b>0,016</b>	<b>0,0223</b>	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.
Cobalto	0.07	0,00675	<b>0,132</b>	0,014	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.
Cobre	2	0,0108	0,00915	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.
Cromo	0.05	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.
Ferro	-	15.2	34.1	0.82	1.34	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.
Manganês	-	0.66	4.91	0.77	0.25	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.
Mercúrio	0.001	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.
Molibdênio	0.03	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.
Níquel	0.07	0,00561	<b>0,12</b>	0,00668	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.
Prata	0.05	0.022	0.0235	<L.Q.	0.0244	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.
Selênio	0.01	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.
Vanádio	-	0.026	0.011	<L.Q.	0.011	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.
Zinco	1.8	0.0868	0.281	0.0311	0.0463	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.
Nitrato	10	0.329	1.901	3.205	0.275	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.

Valores Acima



## 19. QUANTIFICAÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL NA ÁGUA SUBTERRÂNEA

### 19.1. Compostos Inorgânicos

Todos os compostos detectados nas amostras de água subterrânea que apresentaram concentração acima do limite de intervenção estabelecido na Lista de Valores Orientadores da CETESB, são:

- CÁDMIO

O composto apresenta para a(s) amostra(s) de água subterrânea PM-28 (0,00519 mg/L), está (ão) acima do valor (0,005mg/L) limite de intervenção estabelecido na Lista de Valores Orientadores da CETESB.

- CHUMBO

O composto apresenta para a(s) amostra(s) de água subterrânea PM-01 (0,0305 mg/L), PM-23 (0,0142 mg/L), PM-24 (0,171 mg/L), PM-25 (0,256 mg/L), PM-26 (0,0484 mg/L), PM-27 (0,016 mg/L), PM-28 (0,0228 mg/L), está (ão) acima do valor (0,01mg/L) limite de intervenção estabelecido na Lista de Valores Orientadores da CETESB.

- COBALTO

O composto apresenta para a(s) amostra(s) de água subterrânea PMM-21 (0,0801 mg/L), PMM-22 (0,15 mg/L), PM-26 (0,132 mg/L), está (ão) acima do valor (0,07mg/L) limite de intervenção estabelecido na Lista de Valores Orientadores da CETESB.

- NÍQUEL

O composto apresenta para a(s) amostra(s) de água subterrânea PMM-21 (0,116 mg/L), PMM-22 (0,192 mg/L), PM-26 (0,12 mg/L), está (ão) acima do valor (0,07mg/L) limite de intervenção estabelecido na Lista de Valores Orientadores da CETESB.

- NITRATO

O composto apresenta para a(s) amostra(s) de água subterrânea PM-09 (14,393 mg/L), está (ão) acima do valor (10mg/L) limite de intervenção estabelecido na Lista de Valores Orientadores da CETESB.

## 19.2. Compostos orgânicos

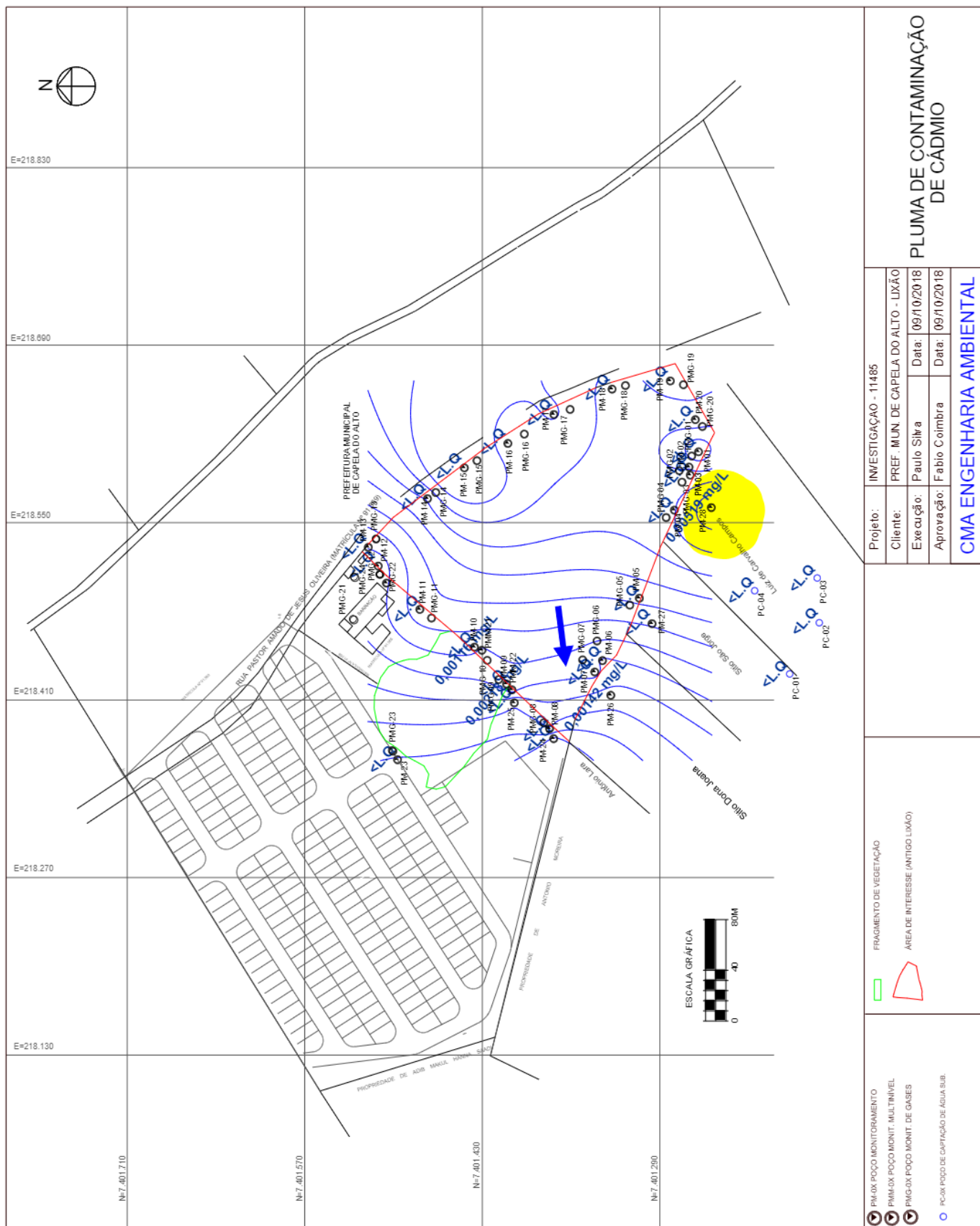
Todos os compostos detectados nas amostras de água subterrânea **NÃO** apresentaram concentração acima do limite de intervenção estabelecido na Lista de Valores Orientadores da CETESB.

## 19.3. Fase Livre

É importante observar que **NÃO** foi encontrada fase livre.

## 20. PLUMAS DE CONTAMINAÇÃO

São apresentadas as plumas de contaminação dos compostos acima do valor limite de intervenção estabelecido na “lista de Valores Orientadores da CETESB”.



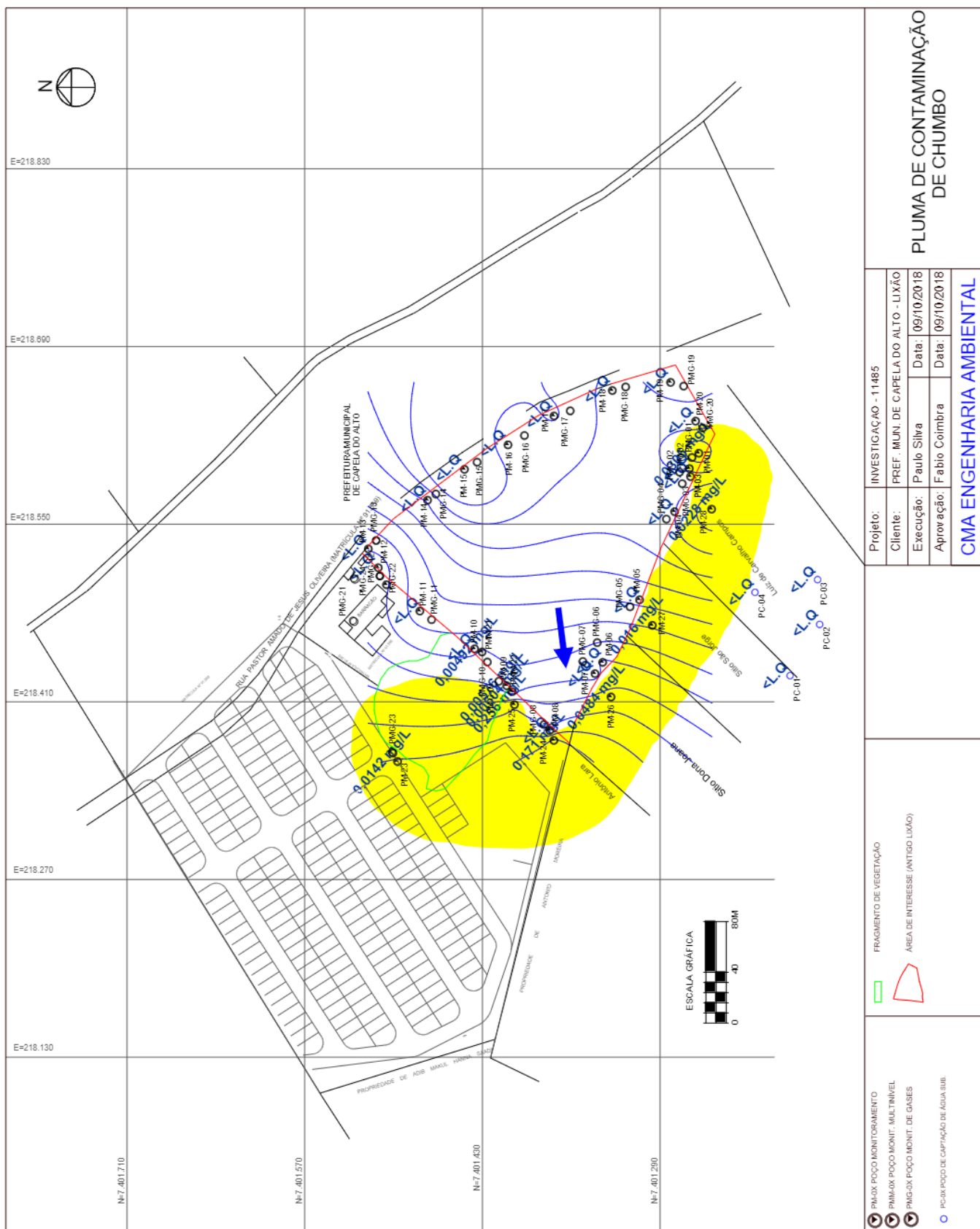
Projeto: INVESTIGAÇÃO - 11485	
Cliente: PREF. MUN. DE CAPELA DO ALTO - LIXÃO	
Execução: Paulo Silva	Data: 09/10/2018
Aprovação: Fabio Coimbra	Data: 09/10/2018
<b>PLUMA DE CONTAMINAÇÃO DE CÁDmio</b>	
<b>CMA ENGENHARIA AMBIENTAL</b>	

FRAGMENTO DE VEGETAÇÃO	PC-01
ÁREA DE INTERESSE (ANTIGO LIXÃO)	PC-02, PC-03

PMG-XX POÇO MONITORAMENTO	○
PMMA-XX POÇO MONIT. MULTINÍVEL	⊖
PMG-XX POÇO MONIT. DE GASES	⊕
PC-XX POÇO DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA SUB.	○

**0,005 mg/L** Valor de Intervenção - CETESB

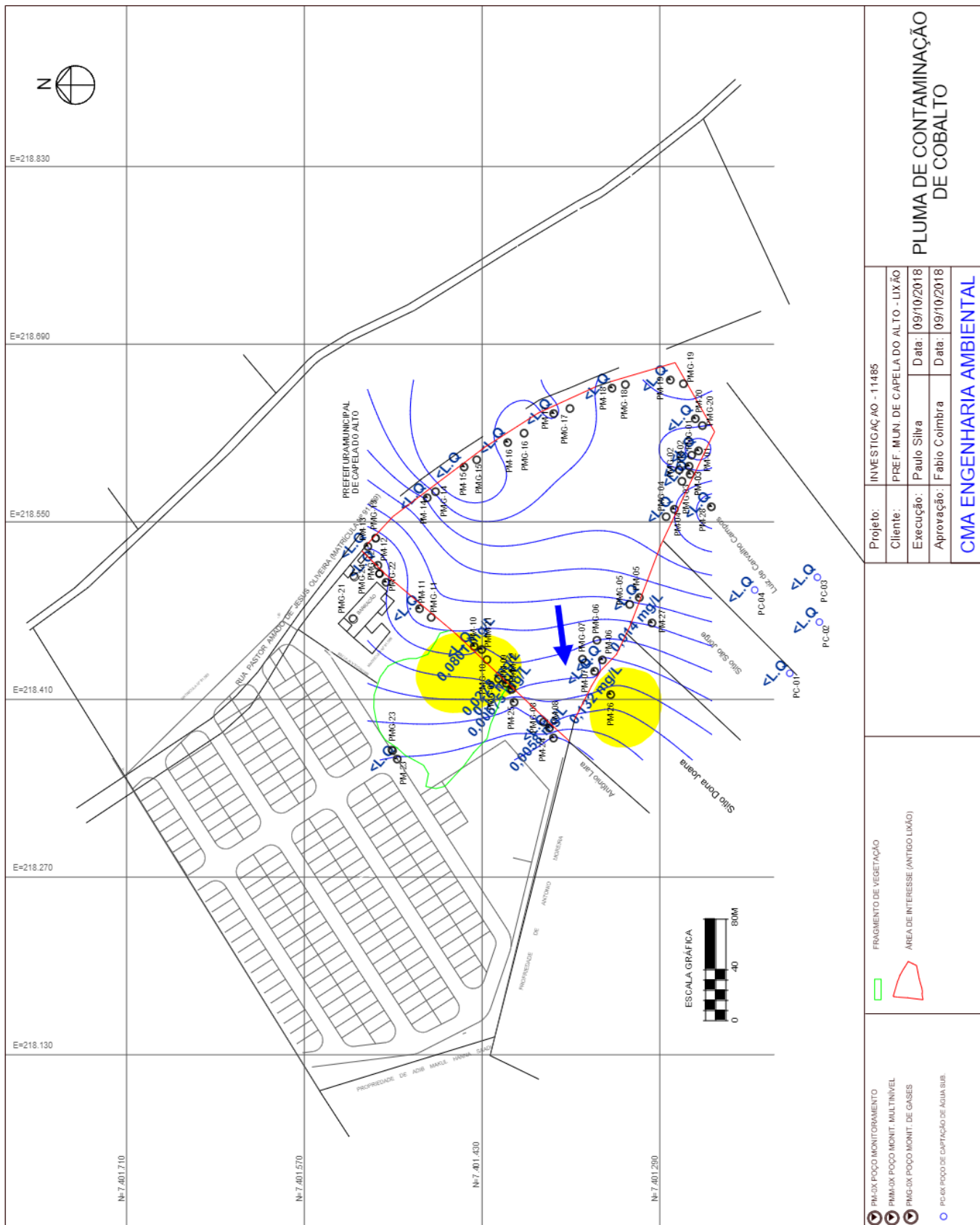
**Figura 14.1: Valor de Intervenção da CETESB – CádmiO – Água Subterrânea**

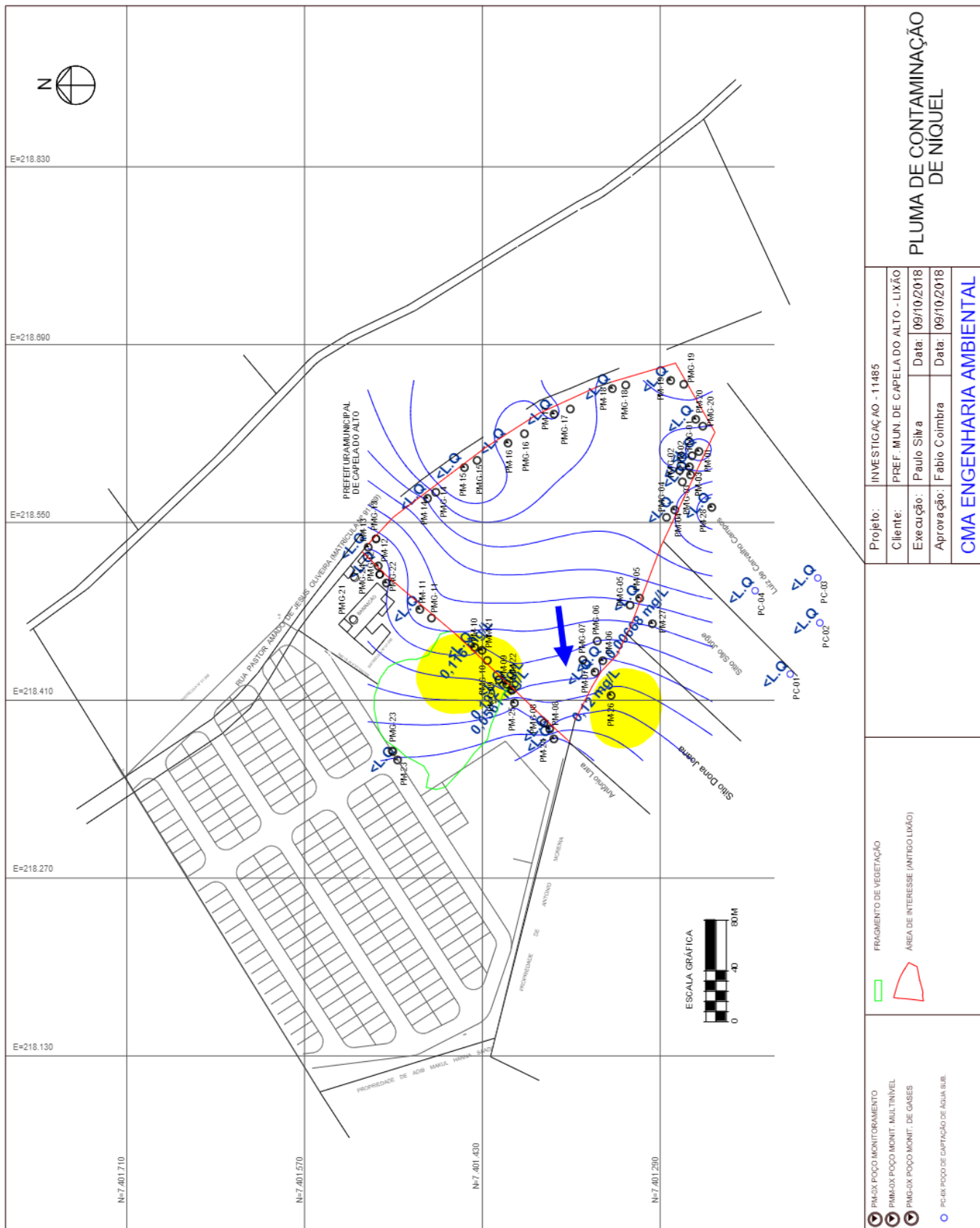


**0,01 mg/L** Valor de Intervenção - CETESB

**Figura 14.2: Valor de Intervenção da CETESB – Chumbo – Água Subterrânea**

<p><b>PLUMA DE CONTAMINAÇÃO DE CHUMBO</b></p>	
<p>Projeto: INVESTIGAÇÃO - 11485</p>	<p>Cliente: PREF. MUN. DE CAPELA DO ALTO - LIXÃO</p>
<p>Execução: Paulo Silva</p>	<p>Data: 09/10/2018</p>
<p>Aprovação: Fabio Coimbra</p>	<p>Data: 09/10/2018</p>
<p><b>CMA ENGENHARIA AMBIENTAL</b></p>	
<p>FRAGMENTO DE VEGETAÇÃO</p>	<p>ÁREA DE INTERESSE (ANTIGO LIXÃO)</p>
<p>PM-0X POÇO MONITORAMENTO</p> <p>PM-0X POÇO MONIT. MULTINÍVEL</p> <p>PM-0X POÇO MONIT. DE GASES</p> <p>PC-0X POÇO DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA SUB.</p>	<p>LEGENDA</p>

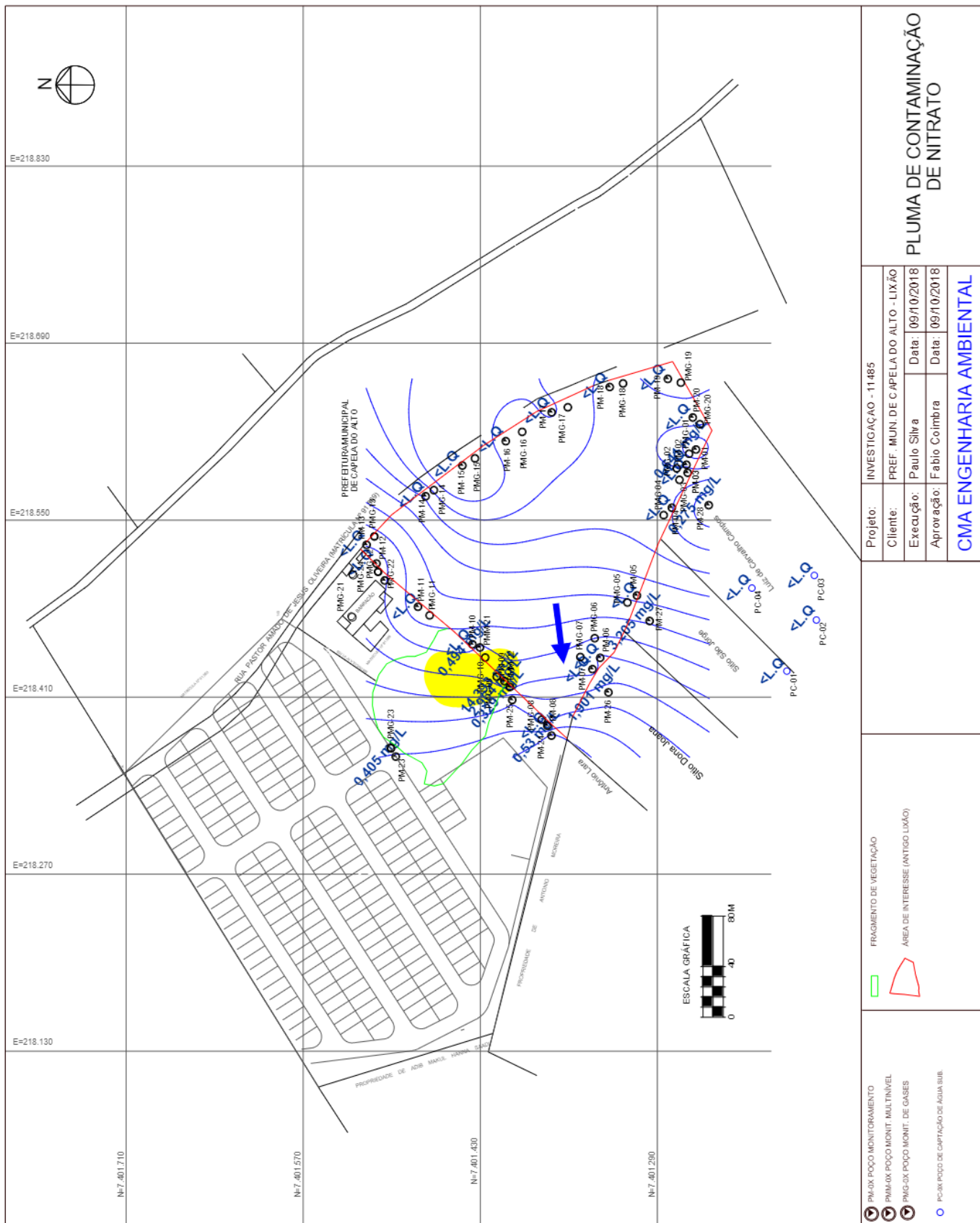




**0,07 mg/L** Valor de Intervenção - CETESB

**Figura 14.4: Valor de Intervenção da CETESB – Níquel – Água Subterrânea**

<p>Projeto: INVESTIGAÇÃO - 11485</p> <p>Cliente: PREF. MUN. DE CAPELA DO ALTO - LIXÃO</p> <p>Execução: Paulo Silva Data: 09/10/2018</p> <p>Aprovação: Fabio Coimbra Data: 09/10/2018</p> <p><b>CMA ENGENHARIA AMBIENTAL</b></p>		<p>PLUMA DE CONTAMINAÇÃO DE NIQUEL</p>
<p>PMG-XX POÇO MONITORAMENTO</p> <p>PM-XX POÇO MONIT. MULTINÍVEL</p> <p>PMG-XX POÇO MONIT. DE GASES</p> <p>PM-XX POÇO DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA SUB.</p>		



**10 mg/L** Valor de Intervenção - CETESB

**Figura 14.5: Valor de Intervenção da CETESB – Nitrato – Água Subterrânea**

<p>PM-0X POÇO MONITORAMENTO</p> <p>PM-0X POÇO MONIT. MULTINÍVEL</p> <p>PMG-0X POÇO MONIT. DE GASES</p> <p>PC-0X POÇO DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA SUBT.</p>	<p>FRAGMENTO DE VEGETAÇÃO</p> <p>ÁREA DE INTERESSE (ANTIGO LIXÃO)</p>	<p>Projeto: INVESTIGAÇÃO - 11.485</p>	<p>PLUMA DE CONTAMINAÇÃO DE NITRATO</p>
		<p>Cliente: PREF. MUN. DE CAPELA DO ALTO - LIXÃO</p>	<p>Execução: Paulo Silva</p>
		<p>Aprovação: Fábio Coimbra</p>	<p>Data: 09/10/2018</p>
		<p>CMA ENGENHARIA AMBIENTAL</p>	

## 21. TIER – 2

Para o estudo deste presente trabalho foi utilizado as Planilhas para Avaliação de Risco em Áreas Contaminadas sob Investigação elaborada pela CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (2013) em sua Decisão de Diretoria nº 103/2007/C/E, de 22 de junho de 2007 para os seguintes Cenários de Exposição:

- Residentes em Áreas Urbanas
- Trabalhadores Comerciais/Indústrias
- Trabalhadores em Obras Civis
- Residentes em Áreas Rurais (Cenário predominante)

### 21.1. Modelamento Matemático

Objetivando o conhecimento de concentrações dos contaminantes em nível aceitáveis nos pontos de exposição (POE), foram utilizados modelos matemáticos de quantificação dos parâmetros do meio físico da zona saturada e não saturada.

### 21.2. Transporte de contaminantes entre meios

Parâmetros utilizados no transporte de contaminantes da água subterrânea para ambiente aberto e fechado, transporte de contaminantes do solo para ambiente aberto e fechado.

Neste estudo, conforme Termo de Referência, não foi realizado a amostragem de solo subterrâneo para análise.

O valor da concentração do solo (S) utilizada foi estimada através do KD (coeficiente de distribuição) e a concentração da água (C<sub>w</sub>) de cada composto:



Tabela 23: Concentrações utilizadas em Tier 02

Substâncias Químicas de interesse (SQIs)							
CONTAMINANTE				SOLO SUBTERRÂNEO		ÁGUA SUBTERRÂNEA (mg/L)	KD (L/kg)
				SUPERFICIAL (mg/kg)	SUBSUPERFICIAL (mg/kg)		
1	7439-92-1	Lead and Compounds	Chumbo e seus compostos	5,46E+02	5,46E+02	2,56E-01	5,46E+02
2	7440-48-4	Cobalt	Cobalto	1,28E+01	1,28E+01	1,50E-01	1,28E+01
3	7440-02-0	Nickel Soluble Salts	Níquel	2,27E+01	2,27E+01	1,92E-01	2,27E+01
4	7440-43-9-B	Cadmium (Water)	Cádmio	1,16E+00	1,16E+00	5,19E-03	1,16E+00
5	14797-55-8	Nitrate	Nitrato			1,44E+01	


Tabela 24: Parâmetros do Meio Físico utilizados em Tier 2

PLANILHA DE ENTRADA DE DADOS						
PARÂMETROS	DESCRIÇÃO	UNIDADE	CENÁRIOS			ESPECÍFICO
			Referência CETESB	VALORES ESPECÍFICOS	VALORES DE CÁLCULO	
<b>Cenários Associados a Intrusão de Vapores</b>						
Ab	Área das Fundações	cm <sup>2</sup>	200000,00		200000,00	
Lb	Pé Direito	cm	250,00		250,00	
Lcrk	Espessura das fundações/paredes de construções	cm	10,00		10,00	
<b>Cenários Associados a Inalação de Vapores a partir do Solo e Água Subterrânea</b>						
Lss	Profundidade da Fonte no Solo Subsuperficial	cm	100		100	
dss	Espessura do Solo Subsuperficial Impactado	cm	345		345	
Wss	Largura do solo subsuperficial impactado	cm	4500		4500	
Lgw	Profundidade do Nível d'Água	cm	450		450	
T	Temperatura da Água Subterrânea	K	298		298	
Ww	Largura da área fonte na direção paralela ao fluxo da água subterrânea	cm	4500		4500	
δgw	Espessura da pluma dissolvida na água subterrânea	cm	200		200	
θT	Porosidade Total	-	0,480		0,480	
ps	Densidade do Solo	g/cm <sup>3</sup>	1,300		1,300	
foc	Fração de Carbono Orgânico no Solo	g-C/g-solo	0,003		0,003	
<b>Cenários Associados a Lixiviação do Solo Subsuperficial para Água Subterrânea</b>						
SIR	Taxa de infiltração no Solo	cm/ano	88,10		88,10	
<b>Cenários Associados ao Contato Direto com Solo superficial</b>						
Ls	Espessura do Solo Superficial Impactado	cm	100		100	
A	Área de Emissão de Vapores	cm <sup>2</sup>	20250000		20250000	
Ws	Largura do solo superficial impactado	cm	4500		4500	
Sd	Espessura da Fonte na Água Subterrânea	cm	200		200	
Sw	Largura da Fonte	cm	4500		4500	
i	Gradiente Hidráulico	-	0,050		0,050	
K	Condutividade Hidráulica	cm/dia	11,23		11,23	
x	Distância entre a área fonte na água subterrânea e o Ponto de Exposição	cm	4500		4500	
θef	Porosidade Efetiva	cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>	0,120		0,120	
<b>Cenários Associados a Amostragem de Gases</b>						
α	Relação entre a concentração do ar em ambiente e a concentração de vapor no contra piso (VISL - Sub-Slab - EPA, 2012)	-	0,030		0,030	

### 21.3. Residentes em Áreas Urbanas

#### 21.3.1. Modelo Conceitual – Residentes em Áreas Urbanas

Considerando as atividades realizadas atualmente e anteriormente na área, foi elaborado o modelo conceitual de exposição para a área. A seguir serão apresentadas as fontes primárias e secundárias de contaminação, os mecanismos primários e secundários de liberação, as vias de transporte dos contaminantes e os receptores em potencial obtidos através do histórico realizado da área (as demais planilhas para Avaliação de Risco em Áreas Contaminadas sob Investigação segue no anexo):

		MODELO CONCEITUAL DE EXPOSIÇÃO								
		MEIO FÍSICO	VIAS DE INGRESSO				RESIDENCIAL URBANO			
							CRIANÇA		ADULTO	
							RECEPTOR NA FONTE	RECEPTOR FORA DA FONTE	RECEPTOR NA FONTE	RECEPTOR FORA DA FONTE
CAMINHOS DE EXPOSIÇÃO	SOLO	SUPERFICIAL	CONTATO DIRETO	INALAÇÃO	VAPORES	<input checked="" type="checkbox"/>	NÃO APLICÁVEL	<input checked="" type="checkbox"/>	NÃO APLICÁVEL	
					PARTICULAS	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		
				CONTATO DERMICO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				
				INGESTÃO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				
			INGESTÃO DE VEGETAIS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>					
	SUBTERRÂNEA	INALAÇÃO	AMBIENTES ABERTOS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
			AMBIENTES FECHADOS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
			INGESTÃO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA A PARTIR DA LIXIVAÇÃO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
		ÁGUA	SUBTERRÂNEA	USO IRRESTRITO	CONTATO DIRETO	AMBIENTES ABERTOS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
						AMBIENTES FECHADOS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
					CONTATO DERMICO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
			INGESTÃO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
SUPERFICIAL	RECREAÇÃO		INALAÇÃO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
			INGESTÃO	NÃO APLICÁVEL	<input type="checkbox"/>	NÃO APLICÁVEL	<input type="checkbox"/>			
			CONTATO DERMICO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
SEDIMENTO			INGESTÃO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
			CONTATO DERMICO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			

vp: AMSM 05Mar09

Figura 15.1: Modelo Conceitual de Exposição - Residentes em Áreas Urbanas

## 21.4. Trabalhadores Comerciais/Industriais

### 21.4.1. Modelo Conceitual – Trabalhadores Comerciais/Industriais

Considerando as atividades realizadas atualmente e anteriormente na área, foi elaborado o modelo conceitual de exposição para a área. A seguir serão apresentadas as fontes primárias e secundárias de contaminação, os mecanismos primários e secundários de liberação, as vias de transporte dos contaminantes e os receptores em potencial obtidos através do histórico realizado da área (as demais planilhas para Avaliação de Risco em Áreas Contaminadas sob Investigação segue no anexo):


		MODELO CONCEITUAL DE EXPOSIÇÃO						
		MEIO FÍSICO		VIAS DE INGRESSO			TRABALHADOR COMERCIAL E INDUSTRIAL	
							ADULTO	
							RECEPTOR NA FONTE	RECEPTOR FORA DA FONTE
CAMINHOS DE EXPOSIÇÃO	SOLO	SUPERFICIAL	CONTATO DIRETO	INALAÇÃO	VAPORES	<input checked="" type="checkbox"/>	NÃO APLICÁVEL	
					PARTICULAS	<input checked="" type="checkbox"/>		
				CONTATO DÉRMIICO	<input checked="" type="checkbox"/>			
				INGESTÃO	<input checked="" type="checkbox"/>			
			INGESTÃO DE VEGETAIS	Não APLICÁVEL				
		SUBTERRÂNEA	INALAÇÃO		AMBIENTES ABERTOS	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>
			AMBIENTES FECHADOS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
	ÁGUA	SUBTERRÂNEA	INALAÇÃO		AMBIENTES ABERTOS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
					AMBIENTES FECHADOS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
			USO IRRESTRITO	CONTATO DIRETO	CONTATO DÉRMIICO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
					INGESTÃO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
		SUPERFICIAL	RECREAÇÃO	INALAÇÃO		NÃO APLICÁVEL	<input type="checkbox"/>	
INGESTÃO				<input type="checkbox"/>				
CONTATO DÉRMIICO		<input type="checkbox"/>						
SEDIMENTO	INGESTÃO			NÃO APLICÁVEL	<input type="checkbox"/>			
	CONTATO DÉRMIICO				<input type="checkbox"/>			

Figura 15.2: Modelo Conceitual de Exposição – Trabalhadores Comerciais/Industriais

## 21.5. Trabalhadores em Obras Civis

### 21.5.1. Modelo Conceitual – Trabalhadores em Obras Civis

Considerando as atividades realizadas atualmente e anteriormente na área, foi elaborado o modelo conceitual de exposição para a área. A seguir serão apresentadas as fontes primárias e secundárias de contaminação, os mecanismos primários e secundários de liberação, as vias de transporte dos contaminantes e os receptores em potencial obtidos através do histórico realizado da área (as demais planilhas para Avaliação de Risco em Áreas Contaminadas sob Investigação segue no anexo):


		MODELO CONCEITUAL DE EXPOSIÇÃO						
		MEIO FÍSICO		VIAS DE INGRESSO			TRABALHADOR EM OBRAS CIVIS E DE ESCAVAÇÃO	
							ADULTO	
							RECEPTOR NA FONTE	RECEPTOR FORA DA FONTE
CAMINHOS DE EXPOSIÇÃO	SOLO	SUPERFICIAL	CONTATO DIRETO	INALAÇÃO	VAPORES	<input checked="" type="checkbox"/>	NÃO APLICÁVEL	
					PARTÍCULAS	<input checked="" type="checkbox"/>		
				CONTATO DÉRMICO		<input checked="" type="checkbox"/>		
				INGESTÃO		<input checked="" type="checkbox"/>		
			INGESTÃO DE VEGETAIS		NÃO APLICÁVEL			
	SUBSUPERFICIAL	INALAÇÃO		AMBIENTES ABERTOS	<input checked="" type="checkbox"/>	NÃO APLICÁVEL		
				AMBIENTES FECHADOS	<input checked="" type="checkbox"/>			
		INGESTÃO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA A PARTIR DA LIXIVIAÇÃO			<input checked="" type="checkbox"/>			
	ÁGUA	SUBTERRÂNEA	INALAÇÃO		AMBIENTES ABERTOS	<input checked="" type="checkbox"/>	NÃO APLICÁVEL	
					AMBIENTES FECHADOS	<input checked="" type="checkbox"/>		
USO IRPESTRITO		CONTATO DIRETO	CONTATO DÉRMICO		<input checked="" type="checkbox"/>			
			INGESTÃO		<input checked="" type="checkbox"/>			
SUPERFICIAL	RECREAÇÃO	INALAÇÃO			NÃO APLICÁVEL	NÃO APLICÁVEL		
		INGESTÃO						
		CONTATO DÉRMICO						
SEDIMENTO	INGESTÃO			NÃO APLICÁVEL	NÃO APLICÁVEL			
	CONTATO DÉRMICO							

Figura 15.3: Modelo Conceitual de Exposição – Trabalhadores em Obras Civis

## 21.6. Residentes em Áreas Rurais

### 21.6.1. Modelo Conceitual – Residentes em Áreas Rurais

Considerando as atividades realizadas atualmente e anteriormente na área, foi elaborado o modelo conceitual de exposição para a área. A seguir serão apresentadas as fontes primárias e secundárias de contaminação, os mecanismos primários e secundários de liberação, as vias de transporte dos contaminantes e os receptores em potencial obtidos através do histórico realizado da área (as demais planilhas para Avaliação de Risco em Áreas Contaminadas sob Investigação segue no anexo):


		MODELO CONCEITUAL DE EXPOSIÇÃO							
		MEIO FÍSICO	VIAS DE INGRESSO			RESIDENCIAL RURAL			
						CRIANÇA		ADULTO	
						RECEPTOR NA FONTE	RECEPTOR FORA DA FONTE	RECEPTOR NA FONTE	RECEPTOR FORA DA FONTE
CAMINHOS DE EXPOSIÇÃO	SOLO	SUPERFICIAL	CONTATO DIRETO	INALAÇÃO	VAPORES	<input checked="" type="checkbox"/>	NÃO APLICÁVEL	<input checked="" type="checkbox"/>	NÃO APLICÁVEL
					PARTICULAS	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	
				CONTATO DÉRMIICO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
				INGESTÃO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
			INGESTÃO DE VEGETAIS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				
		SUBSUFERFICIAL	INALAÇÃO	AMBIENTES ABERTOS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	
	AMBIENTES FECHADOS			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
			INGESTÃO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA A PARTIR DA LIXIVIAÇÃO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
	ÁGUA	SUBTERRÂNEA	INALAÇÃO	AMBIENTES ABERTOS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
				AMBIENTES FECHADOS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
			USO IRRESTRITO	CONTATO DÉRMIICO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
				INGESTÃO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
		SUPERFICIAL	RECREAÇÃO	INALAÇÃO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
INGESTÃO				NÃO APLICÁVEL	<input type="checkbox"/>	NÃO APLICÁVEL	<input type="checkbox"/>		
CONTATO DÉRMIICO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
SEDIMENTO	INGESTÃO		NÃO APLICÁVEL	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	CONTATO DÉRMIICO		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	NÃO APLICÁVEL	<input type="checkbox"/>			

Figura 15.4: Modelo Conceitual de Exposição – Residentes em Áreas Rurais

## 21.7. Concentração Máxima Aceitáveis (CMA) na Água

Tabela 25.1: Concentrações Máximas Aceitáveis (CMA) na Água

CONTAMINANTE	CAS No.	NOME	CENÁRIO		NO PONTO DE EXPOSIÇÃO			NA FONTE DE CONTAMINAÇÃO A UMA DISTÂNCIA DO PONTO DE EXPOSIÇÃO			Menor CMA (Campanha)		
			Urbano	Rural	MA-CD	MA-CE	MA-CE	MA-CD	MA-CE	MA-CE			
Cenário	1	T4002-1	Lead and Compounds	TRABALHADOR COMERCIAL E INDUSTRIAL	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	2	T4004-4	Cobalt	TRABALHADOR COMERCIAL E INDUSTRIAL	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	3	T4002-0	Metal Soluble Salts	TRABALHADOR COMERCIAL E INDUSTRIAL	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	4	T4004-8	Cadmium (All)H	TRABALHADOR COMERCIAL E INDUSTRIAL	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	5	T4004-8-8	NiH4e	TRABALHADOR COMERCIAL E INDUSTRIAL	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	6	T4002-1	Lead and Compounds	RESIDENCIAL URBANO - ADULTO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	7	T4004-4	Cobalt	RESIDENCIAL URBANO - ADULTO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	8	T4002-0	Metal Soluble Salts	RESIDENCIAL URBANO - ADULTO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	9	T4004-8	Cadmium (All)H	RESIDENCIAL URBANO - ADULTO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	10	T4004-8-8	NiH4e	RESIDENCIAL URBANO - ADULTO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	1	T4002-1	Lead and Compounds	RESIDENCIAL URBANO - CRIANÇA	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	2	T4004-4	Cobalt	RESIDENCIAL URBANO - CRIANÇA	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	3	T4002-0	Metal Soluble Salts	RESIDENCIAL URBANO - CRIANÇA	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	4	T4004-8	Cadmium (All)H	RESIDENCIAL URBANO - CRIANÇA	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	5	T4004-8-8	NiH4e	RESIDENCIAL URBANO - CRIANÇA	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	1	T4002-1	Lead and Compounds	TRABALHADOR EM OBRAS CIVIS E DE ESCAVAÇÃO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	2	T4004-4	Cobalt	TRABALHADOR EM OBRAS CIVIS E DE ESCAVAÇÃO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	3	T4002-0	Metal Soluble Salts	TRABALHADOR EM OBRAS CIVIS E DE ESCAVAÇÃO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	4	T4004-8	Cadmium (All)H	TRABALHADOR EM OBRAS CIVIS E DE ESCAVAÇÃO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	5	T4004-8-8	NiH4e	TRABALHADOR EM OBRAS CIVIS E DE ESCAVAÇÃO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1	T4002-1	Lead and Compounds	RESIDENCIAL RURAL - ADULTO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
2	T4004-4	Cobalt	RESIDENCIAL RURAL - ADULTO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
3	T4002-0	Metal Soluble Salts	RESIDENCIAL RURAL - ADULTO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
4	T4004-8	Cadmium (All)H	RESIDENCIAL RURAL - ADULTO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
5	T4004-8-8	NiH4e	RESIDENCIAL RURAL - ADULTO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
1	T4002-1	Lead and Compounds	RESIDENCIAL RURAL - CRIANÇA	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
2	T4004-4	Cobalt	RESIDENCIAL RURAL - CRIANÇA	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
3	T4002-0	Metal Soluble Salts	RESIDENCIAL RURAL - CRIANÇA	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
4	T4004-8	Cadmium (All)H	RESIDENCIAL RURAL - CRIANÇA	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
5	T4004-8-8	NiH4e	RESIDENCIAL RURAL - CRIANÇA	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	

Tabela 25.2: Concentrações Máximas Aceitáveis (CMA) na Água - Destaque

CONTAMINANTE		CENÁRIO	NO PUNTO DE EXPOSIÇÃO				NA FONTE DE CONTAMINAÇÃO A UMA DISTANCIA DO PONTO DE EXPOSIÇÃO				Menor CMA (Destaque)
CAS No.	NOME		AMBIENTE AMBIENTE	AMBIENTE RURAL	AMBIENTE URBANO	AMBIENTE INDUSTRIAL	AMBIENTE AMBIENTE	AMBIENTE RURAL	AMBIENTE URBANO	AMBIENTE INDUSTRIAL	
1	7409-80-1	Leite and Components	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2	7409-48-4	Celaif	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1	7408-80-1	Leite and Components	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2	7409-48-4	Celaif	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1	7409-80-2	Leite and Components	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2	7409-48-4	Celaif	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1	7409-80-3	Leite and Components	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2	7409-48-4	Celaif	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1	7409-80-4	Leite and Components	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2	7409-48-4	Celaif	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1	7409-80-5	Leite and Components	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2	7409-48-4	Celaif	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1	7409-80-6	Leite and Components	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2	7409-48-4	Celaif	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1	7408-80-1	Leite and Components	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2	7409-48-4	Celaif	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1	7409-80-1	Leite and Components	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2	7409-48-4	Celaif	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1	7408-80-1	Leite and Components	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2	7409-48-4	Celaif	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1	7408-80-2	Leite and Components	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2	7409-48-4	Celaif	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1	7408-80-3	Leite and Components	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2	7409-48-4	Celaif	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1	7408-80-4	Leite and Components	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2	7409-48-4	Celaif	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1	7408-80-5	Leite and Components	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2	7409-48-4	Celaif	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1	7408-80-6	Leite and Components	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2	7409-48-4	Celaif	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

Tabela 25.3: Concentrações Máximas Aceitáveis (CMA) na Água - Destaque

CONTAMINANTE		CAS No.	NOME	Cenário	EFEITO	NO PONTO DE EXPOSIÇÃO			NA FONTE DE CONTAMINAÇÃO A UMA DISTANCIA DO PONTO DE EXPOSIÇÃO			Menor CMA (Contaminante)	
USO IRRESTRITO						CONTATO DIRETO			INGESTÃO				
mg/L	mg/L					mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L		mg/L
1	Lead and Compounds	7439-92-1		TRABALHADOR COMERCIAL E INDUSTRIAL	C	ND	0	ND	0	ND	0	ND	
2	Cobalt	7440-48-4		TRABALHADOR COMERCIAL E INDUSTRIAL	NC	3,17E-01	1	2,76E+00	0	3,17E-01	1	3,17E-01	
1	Lead and Compounds	7439-92-1		RESIDENCIAL URBANO - ADULTO	C	ND	0	ND	0	ND	0	ND	
2	Cobalt	7440-48-4		RESIDENCIAL URBANO - ADULTO	NC	2,64E-02	8	2,30E-01	1	2,64E-02	8	2,64E-02	
1	Lead and Compounds	7439-92-1		RESIDENCIAL URBANO - CRIANÇA	C	ND	0	ND	0	ND	0	ND	
2	Cobalt	7440-48-4		RESIDENCIAL URBANO - CRIANÇA	NC	1,31E-01	2	4,04E-01	1	1,31E-01	2	1,31E-01	
1	Lead and Compounds	7439-92-1		TRABALHADOR EM OBRAS CIVIS E DE ESCAVACÃO	C	ND	0	ND	0	ND	0	ND	
2	Cobalt	7440-48-4		TRABALHADOR EM OBRAS CIVIS E DE ESCAVACÃO	NC	1,10E-02	14	3,36E-02	4	1,10E-02	14	1,10E-02	
1	Lead and Compounds	7439-92-1		RESIDENCIAL RURAL - ADULTO	C	ND	0	ND	0	ND	0	ND	
2	Cobalt	7440-48-4		RESIDENCIAL RURAL - ADULTO	NC	5,63E-02	5	1,73E-01	1	5,63E-02	5	5,63E-02	
1	Lead and Compounds	7439-92-1		RESIDENCIAL RURAL - CRIANÇA	C	ND	0	ND	0	ND	0	ND	
2	Cobalt	7440-48-4		RESIDENCIAL RURAL - CRIANÇA	NC	4,69E-03	32	1,44E-02	10	4,69E-03	32	4,69E-03	
1	Lead and Compounds	7439-92-1		Menor CMA (Cenário)	C	ND	0	ND	0	ND	0	ND	
2	Cobalt	7440-48-4		Menor CMA (Cenário)	NC	3,17E-01	1	NA	0	3,17E-01	1	3,17E-01	
1	Lead and Compounds	7439-92-1		Menor CMA (Cenário)	C	ND	0	NA	0	ND	0	ND	
2	Cobalt	7440-48-4		Menor CMA (Cenário)	NC	2,64E-02	8	3,03E-02	5	2,64E-02	8	2,64E-02	
1	Lead and Compounds	7439-92-1		Menor CMA (Cenário)	C	ND	0	NA	0	ND	0	ND	
2	Cobalt	7440-48-4		Menor CMA (Cenário)	NC	1,18E-01	2	3,63E-01	1	1,18E-01	2	1,18E-01	
1	Lead and Compounds	7439-92-1		Menor CMA (Cenário)	C	ND	0	NA	0	ND	0	ND	
2	Cobalt	7440-48-4		Menor CMA (Cenário)	NC	9,86E-03	15	3,03E-02	5	9,86E-03	15	9,86E-03	
1	Lead and Compounds	7439-92-1		Menor CMA (Cenário)	C	ND	0	NA	0	ND	0	ND	
2	Cobalt	7440-48-4		Menor CMA (Cenário)	NC	5,63E-02	5	NA	0	5,63E-02	5	5,63E-02	
1	Lead and Compounds	7439-92-1		Menor CMA (Cenário)	C	ND	0	NA	0	ND	0	ND	
2	Cobalt	7440-48-4		Menor CMA (Cenário)	NC	4,69E-03	32	NA	0	4,69E-03	32	4,69E-03	
1	Lead and Compounds	7439-92-1		Menor CMA (Cenário)	C	5,63E-02	5	1,73E-01	1	5,63E-02	5	5,63E-02	
2	Cobalt	7440-48-4		Menor CMA (Cenário)	NC	4,69E-03	32	1,44E-02	10	4,69E-03	32	4,69E-03	





Tabela 26.2: Concentrações Máximas Aceitáveis (CMA) no Solo - Destaque

CONTAMINANTE	CAS No	NOME	EFETO		NO PONTO DE EXPOSIÇÃO										NA FONTE DE CONTAMINAÇÃO A UMA DISTÂNCIA DO PONTO DE EXPOSIÇÃO		Menor CMA (Contaminante)			
			C	MC	SUBSTRATO		CONTATO DERMATO		INGESTÃO DE VETIVER		INHALAÇÃO DE AEROSÓIS		INGESTÃO DE AEROSÓIS		SUBSTRATO					
			VALORES	UNIDADE	VALORES	UNIDADE	VALORES	UNIDADE	VALORES	UNIDADE	VALORES	UNIDADE	VALORES	UNIDADE	VALORES	UNIDADE	VALORES	UNIDADE		
Cenário	1	7439-92-1	Lead and Compounds		ND	mg/kg	ND	mg/kg	ND	mg/kg	ND	mg/kg	ND	mg/kg	ND	mg/kg	ND	mg/kg	ND	mg/kg
	1	7439-92-1	Lead and Compounds		ND	mg/kg	ND	mg/kg	6.34E+03	mg/kg	NA	mg/kg	7.69E+02	mg/kg	6.70E+03	mg/kg	7.69E+02	mg/kg	ND	mg/kg
	1	7439-92-1	Lead and Compounds		ND	mg/kg	ND	mg/kg	2.63E+03	mg/kg	1.17E+06	mg/kg	3.19E+02	mg/kg	9.79E+02	mg/kg	3.19E+02	mg/kg	ND	mg/kg
	1	7439-92-1	Lead and Compounds		ND	mg/kg	ND	mg/kg	2.82E+02	mg/kg	4.67E+04	mg/kg	1.37E+02	mg/kg	4.19E+02	mg/kg	1.37E+02	mg/kg	ND	mg/kg
	1	7439-92-1	Lead and Compounds		ND	mg/kg	ND	mg/kg	1.59E+03	mg/kg	NA	mg/kg	7.69E+02	mg/kg	NA	mg/kg	7.69E+02	mg/kg	ND	mg/kg
	1	7439-92-1	Lead and Compounds		ND	mg/kg	ND	mg/kg	2.37E+03	mg/kg	1.04E+04	mg/kg	2.87E+02	mg/kg	8.81E+02	mg/kg	2.87E+02	mg/kg	ND	mg/kg
1	7439-92-1	Lead and Compounds		ND	mg/kg	ND	mg/kg	2.82E+02	mg/kg	4.94E+03	mg/kg	1.37E+02	mg/kg	4.19E+02	mg/kg	1.37E+02	mg/kg	ND	mg/kg	
1	7439-92-1	Lead and Compounds		ND	mg/kg	ND	mg/kg	2.82E+02	mg/kg	4.94E+03	mg/kg	1.37E+02	mg/kg	4.19E+02	mg/kg	1.37E+02	mg/kg	ND	mg/kg	

Tabela 26.3: Concentrações Máximas Aceitáveis (CMA) no Solo - Destaque

CONTAMINANTE		Cenário	EFEITO	NO PONTO DE EXPOSIÇÃO				NA FONTE DE CONTAMINAÇÃO A UMA DISTANCIA DO PONTO DE EXPOSIÇÃO		Menor CMA (Contaminante)
CAS No.	NOME			SUPERFICIAL		SUBSUPERFICIAL		SUBSUPERFICIAL		
				CONTATO DIRETO	INGESTÃO	INGESTÃO DE VEGETAIS	INGESTÃO DE SUSTERRÂNEA A PARTIR DA LIXIVAÇÃO DO SOLO	LIQUIDAÇÃO PARA AGUA SUBTERRÂNEA		
1	7439-92-1	Lead and Compounds	C	ND	ND	NA	ND	ND	ND	0
2	7440-48-4	Cobalt	NC	6,34E+03	7,69E+02	NA	6,70E+03	6,70E+03	7,69E+02	1
1	7439-92-1	Lead and Compounds	NC	5,29E+02	2,56E+00	NA	1,62E+01	1,62E+01	5,40E+05	0
2	7440-48-4	Cobalt	NC	2,63E+03	1,17E+05	ND	ND	ND	2,56E+00	3
1	7439-92-1	Lead and Compounds	C	ND	ND	1,17E+05	9,79E+02	9,79E+02	3,19E+02	2
2	7440-48-4	Cobalt	NC	2,19E+02	4,26E+03	ND	ND	ND	1,49E+06	0
1	7439-92-1	Lead and Compounds	NC	2,82E+02	4,67E+04	ND	4,19E+02	4,19E+02	1,06E+00	0
2	7440-48-4	Cobalt	NC	2,35E+01	1,74E+03	ND	ND	ND	1,37E+02	4
1	7439-92-1	Lead and Compounds	NC	1,59E+03	NA	NA	NA	NA	1,23E+06	0
2	7440-48-4	Cobalt	C	1,32E+02	NA	NA	NA	NA	4,55E-01	3
1	7439-92-1	Lead and Compounds	NC	2,37E+03	1,04E+04	ND	ND	ND	2,87E+02	2
2	7440-48-4	Cobalt	NC	1,97E+02	3,78E+02	ND	ND	ND	ND	0
1	7439-92-1	Lead and Compounds	NC	2,82E+02	4,94E+03	ND	4,19E+02	4,19E+02	3,15E+05	0
2	7440-48-4	Cobalt	NC	2,35E+01	1,80E+02	ND	ND	ND	9,55E-01	0
1	7439-92-1	Lead and Compounds	NC	2,82E+02	4,94E+03	ND	4,19E+02	4,19E+02	1,37E+02	4
2	7440-48-4	Cobalt	NC	2,35E+01	1,80E+02	ND	ND	ND	1,36E+06	0
1	7439-92-1	Lead and Compounds		2,82E+02	4,94E+03		4,19E+02	4,19E+02	1,37E+02	4
2	7440-48-4	Cobalt		2,35E+01	1,80E+02		1,02E+00	1,02E+00	4,55E-01	3

Tabela 27.1: Modelo Conceitual de Exposição (Resultado da Planilha)

MODELO CONCEITUAL DE EXPOSIÇÃO (Resultado da Planilha)						
MEIO FÍSICO		VIAS DE INGRESSO		RECEPTOR NA FONTE	RECEPTOR FORA DA FONTE	
SOLO	SUPERFICIAL	CONTATO DIRETO	INALAÇÃO	VAPORES		NÃO APLICAVEL
				PARTÍCULAS		
			CONTATO DÉRMICO			
			INGESTÃO			
			INGESTÃO DE VEGETAIS			
	SUBSUPERFICIAL	INALAÇÃO		AMBIENTES ABERTOS		
				AMBIENTES FECHADOS		
		INGESTÃO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA A PARTIR DA LIXIVIAÇÃO				
ÁGUA	SUBTERRÂNEA	INALAÇÃO		AMBIENTES ABERTOS		
				AMBIENTES FECHADOS		
		USO IRRESTRITO	CONTATO DIRETO	CONTATO DÉRMICO		
				INGESTÃO		

	CMA maiores que a máxima concentração detectada
	CMA menores que a máxima concentração detectada

O Modelo Conceitual de Exposição tem como base o uso atual do local sendo considerado desta maneira os seguintes Modelos Conceitual de Exposição para o uso atual Residencia Urbano, Residencial Rural, Trabalhador Comercial e Industrial e Trabalhador em Obras Civas e de Escavação.

A via de ingresso, Ingestão do Solo Subterrâneo apresentou menor valor de CMA do que a máxima concentração detectada para os compostos de CHUMBO.

A via de ingresso, Ingestão de Água Subterrânea a partir da Lixiviação do Solo Subterrâneo apresentou menor valor de CMA do que a máxima concentração detectada para os compostos de CHUMBO e COBALTO.

A via de ingresso, Ingestão de Água Subterrânea a partir da Água Subterranea apresentou menor valor de CMA do que a máxima concentração detectada para os compostos de CHUMBO e COBALTO.

As via de ingressos, podem ser descartados criando uma **ÁREA DE RESTRIÇÃO** para a area de estudo, pluma de contaminação do chumbo e do cobalto e para uma expansão destas plumas por um periodo de 5 anos.

### 21.9. Modelo Conceitual – Meta de Remediação

Tabela 27.2: Modelo Conceitual de Exposição (Meta de Remediação)

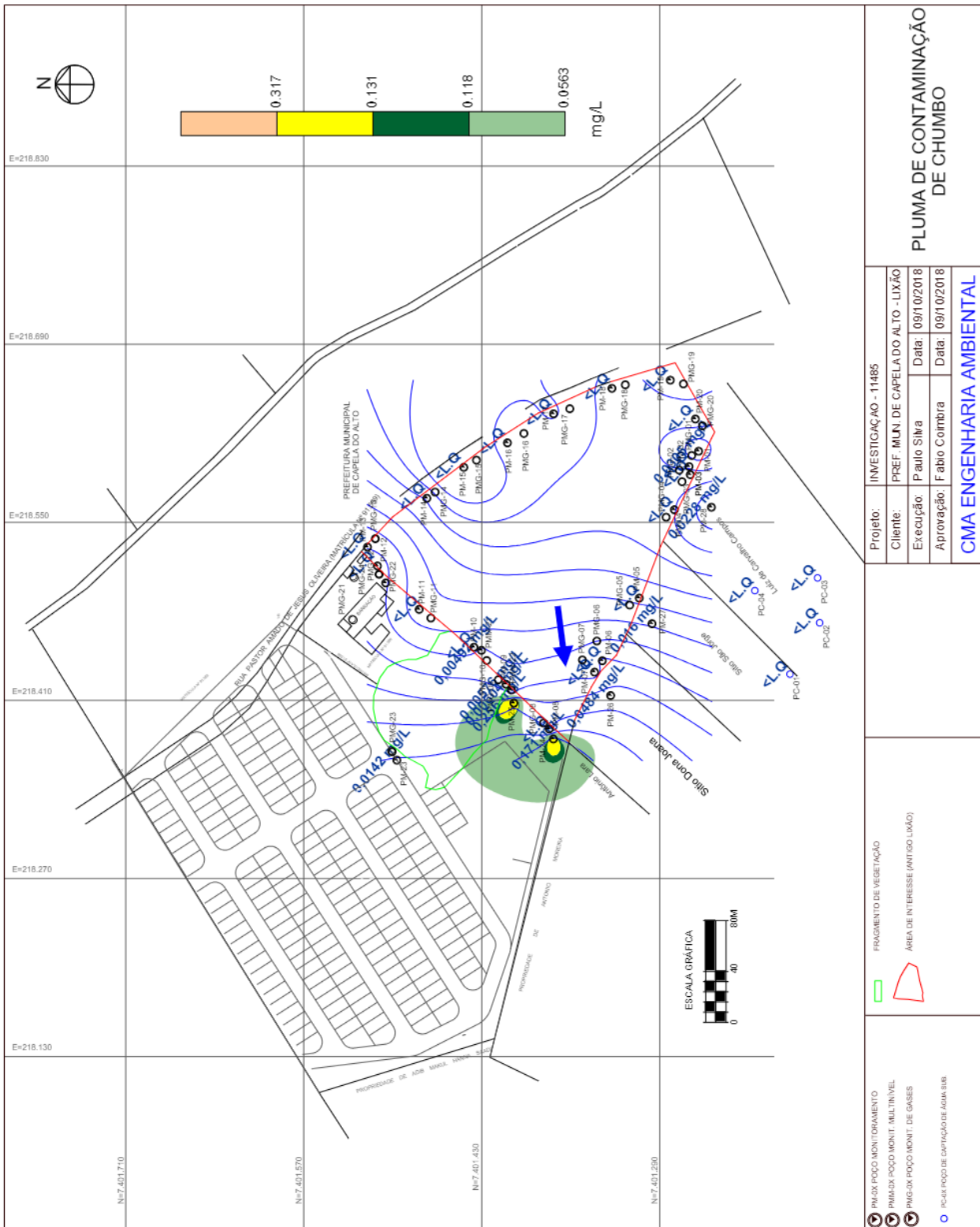
MODELO CONCEITUAL DE EXPOSIÇÃO (Meta de Remediação)						
MEIO FÍSICO		VIAS DE INGRESSO			RECEPTOR NA FONTE	RECEPTOR FORA DA FONTE
SOLO	SUPERFICIAL	CONTATO DIRETO	INALAÇÃO	VAPORES		NÃO APLICAVEL
				PARTÍCULAS		
			CONTATO DÉRMICO			
			INGESTÃO			
			INGESTÃO DE VEGETAIS			
	SUBSUPERFICIAL	INALAÇÃO		AMBIENTES ABERTOS		
				AMBIENTES FECHADOS		
		INGESTÃO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA A PARTIR DA LIXIVIAÇÃO				
ÁGUA	SUBTERRÂNEA	INALAÇÃO		AMBIENTES ABERTOS		
				AMBIENTES FECHADOS		
		USO IRRESTRITO	CONTATO DIRETO	CONTATO DÉRMICO		
				INGESTÃO		

	CMA maiores que a máxima concentração detectada
	CMA menores que a máxima concentração detectada - via de ingresso descartada.
	CMA menores que a máxima concentração detectada

A criação da **ÁREA DE RESTRIÇÃO** se faz necessária para restringir as vias de ingressos, de Ingestão do Solo Subterrâneo , de Ingestão de Água Subterrânea a partir da Lixiviação do Solo Subterrâneo e de Ingestão de Água Subterrânea a partir da Água Subterranea.

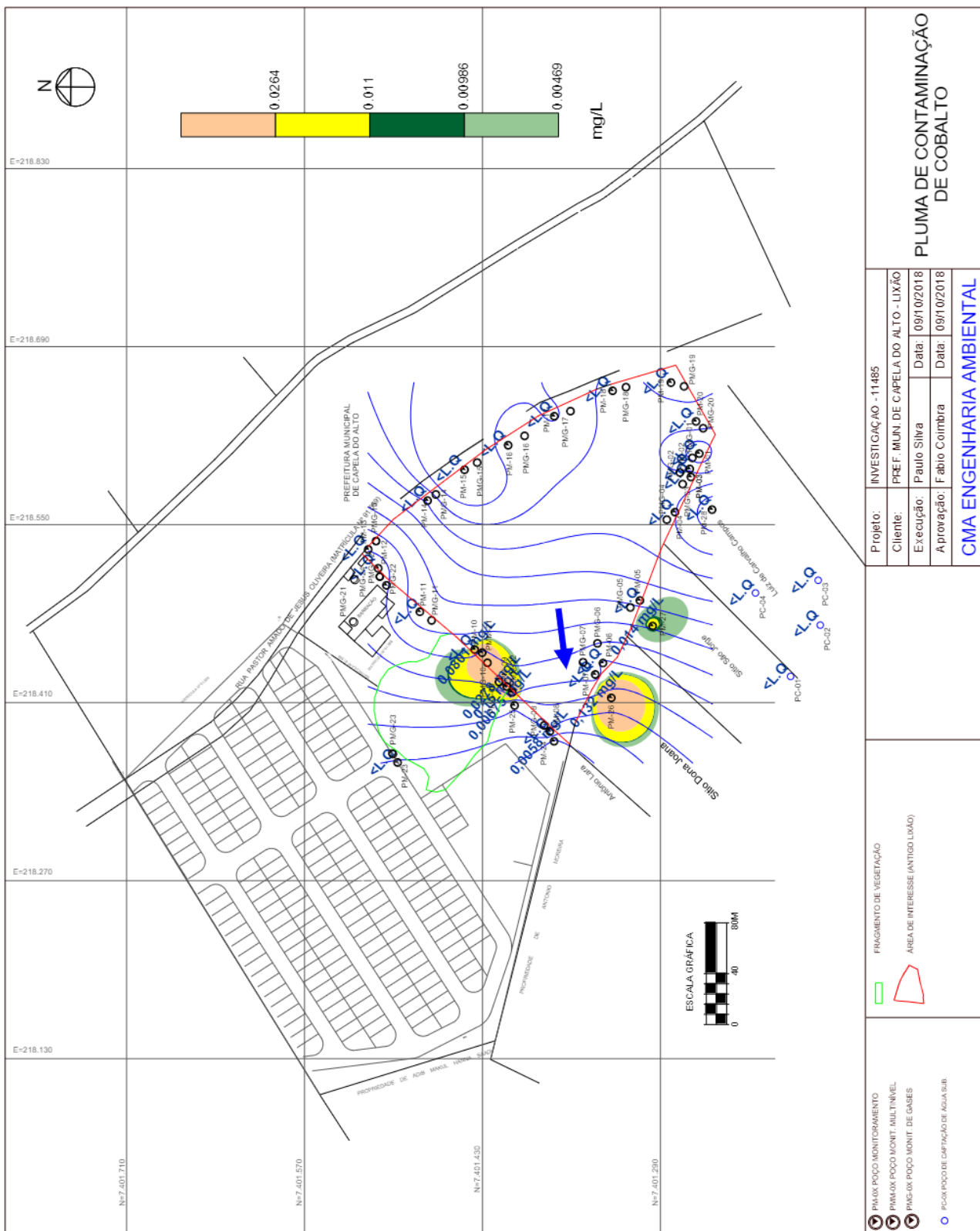
### 21.10. Plumas de Contaminação na Água Subterrânea para Ingestão



Projeto: INVESTIGAÇÃO - 11485	
Cliente: PREF. MUN. DE CAPELA DO ALTO - LIXÃO	PLUMA DE CONTAMINAÇÃO DE CHUMBO
Execução: Paulo Silva	Data: 09/10/2018
Aprovação: Fábio Coimbra	Data: 09/10/2018
CMA ENGENHARIA AMBIENTAL	

- 5,63E-02 mg/L Residentes Urbano/Rural - Crianças
- 1,18E-01 mg/L Residentes Rural - Adulto
- 1,31E-01 mg/L Residentes Urbano - Adulto
- 3,17E-01 mg/L Trabalhadores comerciais/industrias

Figura 16.1: CMA na Água para o Chumbo



<b>PLUMA DE CONTAMINAÇÃO DE COBALTO</b>		Projeto:	INVESTIGAÇÃO - 11485
		Cliente:	PREF. MUN. DE CAPELA DO ALTO - LIXÃO
		Execução:	Paulo Silva Data: 09/10/2018
		Aprovação:	Fábio Coimbra Data: 09/10/2018
		<b>CMA ENGENHARIA AMBIENTAL</b>	
FRAGMENTO DE VEGETAÇÃO ÁREA DE INTERESSE (ANTIGO LIXÃO)			
PMAIX POÇO MONITORAMENTO PMAOX POÇO MONIT. MULTINÍVEL PMING POÇO MONIT. DE GASES PCOX POÇO DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA SUB			

- 4,69E-03 mg/L
 Residentes Urbano/Rural - Crianças
- 9,86E-03 mg/L
 Residentes Rural - Adulto
- 1,10E-02 mg/L
 Residentes Urbano - Adulto
- 2,64E-02 mg/L
 Trabalhadores comerciais/industrias

**Figura 16.2: CMA na Água para o Cobalto**

### 21.11. Meta de Remediação para Água Subterrânea

A pluma de contaminação do chumbo e do cobalto na água subterrânea está na área em estudo e em todos os Cenários apresentados: Residencial Urbano, Residencial Rural, Trabalhador Comercial e Industrial e Trabalhador em Obras Civas e de Escavação (construção do conjunto do CDHU - Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo) e apresentam valores de CMA (Concentração Máxima Aceitável) menores que as máximas concentrações aceitáveis.

**Tabela 28.1: Meta de Remediação para Água Subterrânea (mg/L)**

Água Subterrânea (mg/L)	Máxima Concentração detectada	Meta de Remediação
Chumbo e seus compostos	2,56E-01	5,63E-02
Cobalto	1,50E-01	4,69E-03
Níquel	1,92E-01	3,13E-01
Cádmio	5,19E-03	7,82E-03
Nitrato	1,44E+01	2,50E+01

### 21.12. Meta de Remediação para Solo Subterrânea

A seguir é apresentado os valores de CMA (Concentração Máxima Aceitável) para o Solo Subterrâneo.

**Tabela 28.2: Meta de Remediação para Solo Subterrânea (mg/Kg)**

Solo Subterrânea (mg/Kg)	Concentração Estimada	Meta de Remediação
Chumbo e seus compostos	5,46E+02	1,37E+02
Cobalto	1,28E+01	4,55E-01
Níquel	2,27E+01	4,21E+01
Cádmio	1,16E+00	1,99E+00
Nitrato	5,46E+02	3,93E+00



### **21.13. Decomposição da matéria orgânica presente no resíduo sólido urbano**

A influência do fator tempo de cobrimento do resíduo sólido urbano, determina as fases de decomposição do material orgânico. O processo de digestão de matéria orgânica do resíduo é dividido em 5 fases, sendo essas: Fase 1: Hidrólise, Fase 2: Transição, Fase 3: Acidogênese, Fase 4: Metanogênese e Fase 5: Maturação.

A Fase 1- Hidrólise (Decomposição aeróbia) se dá pelo momento da disposição do resíduo até cerca de 7 dias do término dos serviços de cobertura, quando ainda há algum oxigênio livre no interior do lixão ou aterro recém fechado. A matéria orgânica é convertida em moléculas menores pela ação de microorganismos hidrolíticos, solubilizando assim os contaminantes no solo e posteriormente percolando para a água subterrânea. Este processo pode durar alguns anos, pois depende do ingresso do oxigênio pela camada de cobertura. O pH inicial do lixo é aproximadamente 7 e decresce à medida que a decomposição aumenta. Nesta primeira fase ocorre o início de liberação de CO<sub>2</sub>.

A Fase 2 -Transição é uma fase de estabilização, iniciando fase anaeróbia. Nesta fase, o pH do lixiviado continua a decrescer, devido a conversão do material orgânico em ácidos orgânicos, sendo acentua a formação de CO<sub>2</sub>.

A Fase 3 - Acidogênese é o produto da fase anterior é agora convertido em ácido acético, H<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub>, sendo que as bactérias acetogênicas agem simultaneamente com o início da atuação metanogênica, salientando que ao fim desta fase ocorre o início da formação de metano.

A Fase 4 - Metanogênese é a etapa da formação de metano, sendo a fase mais longa. Inicia-se aproximadamente após o fechamento e pode manter-se constante durante mais de quarenta anos, quando inicia a queda acentuada na produção de gás metano e CO<sub>2</sub>. As bactérias metanogênicas, as que produzem o metano, transformam o hidrogênio, o dióxido de carbono e o ácido acético (CH<sub>3</sub>COOH) em metano, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S e NH<sub>3</sub>. estas reações são exotérmicas (aumento da temperatura). Com a queda da população de

bactérias acidogênicas há a queda na temperatura, na presença de ácidos, levando o pH voltar a neutralidade.

A Fase 5 – Maturação ocorre uma tendência de encerramento da produção de gás metano e CO<sub>2</sub>, iniciando a produção de gás nitrogênio. Quando o pH é maior do que 7 pode-se dizer que a matéria orgânica está em processo final de degradação e conseqüentemente há evidente redução na produção de metano.

#### **21.14. Modelagem do transporte de contaminantes na área do lixão**

Os impactos causados por áreas de lixão é a ação do chorume, que diluído pela ação da água da chuva, através do escoamento para corpos d'água ou pela infiltração até atingir os aquíferos, compromete a qualidade do solo e conseqüentemente das águas subterrâneas e superficiais.

Mesmo que encerrado as atividades dos lixões, é necessário o monitoramento da área desativada, pois mesmo que ocorra lentamente, a decomposição dos resíduos sólidos depositados perdurará por décadas, alterando ambientalmente o local onde se encontra a área de recebimento de resíduos e o seu entorno, provocando a geração de gases, e a formação de chorume, que é o principal meio de contaminação do solo e das águas.

O chorume gera contaminantes como os ácidos orgânicos voláteis, bactérias, metais pesados, sais de íons inorgânicos comuns e compostos orgânicos voláteis mais comuns, prejudicando o meio ambiente e a saúde da população. O chorume tem um alto grau de contaminação e o solo é o primeiro receptor deste líquido, podendo nesse caso reter determinando constituintes orgânicos e inorgânicos, ou ainda infiltrar para zonas saturadas e escoar superficialmente.

Sendo assim, é importante se estudar as propriedades do solo como a condutividade hidráulica e a retenção de umidade, pois através dessas características se entende o efeito na capacidade de transporte e retenção de contaminantes.

A área do Antigo Lixão da Prefeitura Municipal de Capela do Alto apresenta contaminação por metais, sendo que conforme a granulométrica o solo da área é predominantemente argilo-siltoso.

Os metais são cátions que, em sua maioria apresentam mobilidade razoavelmente limitada no solo e na água subterrânea por causa da troca catiônica e da sorção na superfície dos grãos minerais. Os metais são móveis na água subterrânea se a relação Eh-pH é tal, que os íons solúveis existam e o solo tenha baixa capacidade de troca catiônica, sendo que as condições de acificação da decomposição do lixo promovem a mobilidade dos metais.

O transporte de contaminantes na área de lixões e aterros se dá pelos mecanismos químicos, sendo que geralmente as reações causam retardamento do fenômeno de transporte dos poluentes em meio poroso. As reações de adsorção-dessorção e precipitação-dissolução podem causar transferência real de poluente da fase líquida para a fase sólida. Os outros processos, oxidação-redução, complexação e quelação (ligação de íons e moléculas a íons metálicos), podem atuar afetando a disponibilidade dos poluentes para os processos de transferência ou alterando a forma do poluente, aumentando ou diminuindo seus efeitos de contaminação.

## 21.15. Mapa de Restrição

A criação da **ÁREA DE RESTRIÇÃO** se faz necessária para restringir a via de ingresso, de Ingestão de Água Subterrânea a partir da Água Subterrânea em todos os Cenário de Exposição (Residência Urbano, Residencial Rural, Trabalhador Comercial e Industrial e Trabalhador em Obras Cíveis e de Escavação), sendo assim não é praticável realizar a captação de subterrânea nesta área.

Para a delimitação da área de restrição, inicialmente, considerou-se toda a área do empreendimento PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPELA DO ALTO – ANTIGO LIXÃO, e a extensão atual da pluma de contaminação do chumbo (linha azul).

**Tabela 29: Coordenadas preliminar da área de restrição**

VERTICE	UTM (metros) (SIRGAS 2000 23 K)	
	O	S
A	218.265,8	7.401.484,2
B	218.482,6	7.401.631,2
C	218.724,6	7.401.281,1
D	218.579,0	7.401.164,9
E	218.290,9	7.401.319,0

Para a expansão da pluma de contaminação do chumbo em 5 anos utilizou a direção do aquífero freático, velocidade das águas subterrâneas e o fator de retardamento dos metais de Chumbo e do Cobalto (linha vermelha).

O Fator de Retardamento é usado para avaliar a capacidade de retenção do solo, é uma característica do solo em relação a uma determinada substância e depende da atividade do solo, da concentração inicial da substância na solução contaminada, do pH da solução, da temperatura e da velocidade de percolação, entre outros fatores.

A grandeza que quantifica o Fator de Retardamento, é a razão entre a velocidade do fluido percolante (águas subterrâneas) e a velocidade da frente de contaminação (metais)

Em estudo de Moreira (2008), em 2 locais de Resíduos Sólidos Urbanos e de Construção Civil denominados de Maduros (resíduos enterrados há 8 anos) e em antigos (resíduos enterrados a 15 anos), foi calculado a Fator de Retardamento para alguns metais, conforme tabela abaixo adaptado.

**Tabela 30: Fator de Retardamento (adaptado de Moreira – 2008)**

Material	Percolado	Pb	Cu	Zn	Cd
Antigo	1	16,30	12,43	10,60	8,34
	2	10,75	7,56	7,07	5,41
	3	8,39	6,90	4,82	2,05
Maduro	1	14,37	8,53	7,16	5,22
	2	9,28	7,14	5,67	2,88
	3	6,72	5,89	4,80	2,02

Na tabela acima, o menor fator de retardamento para o metal Chumbo é de 6,72, porém a tabela não apresenta valor de retardamento para o metal Cobalto, sendo assim utilizou-se o menor valor de retardamento apresentado no estudo de Moreira (2008). O valor mais restritivo refere-se ao fator de retardamento do metal Cádmio que apresenta um fator de retardamento de 2,02.

Sendo assim, adotou-se neste estudo este Fator de Retardamento, estimando assim a maior expansão da pluma de contaminação de chumbo e cobalto conforme a velocidade das águas subterrâneas definida anteriormente em 3,22 m/ano. Segue abaixo o cálculo da distância percorrida pelos contaminantes chumbo e cobalto anualmente e em determinados períodos.

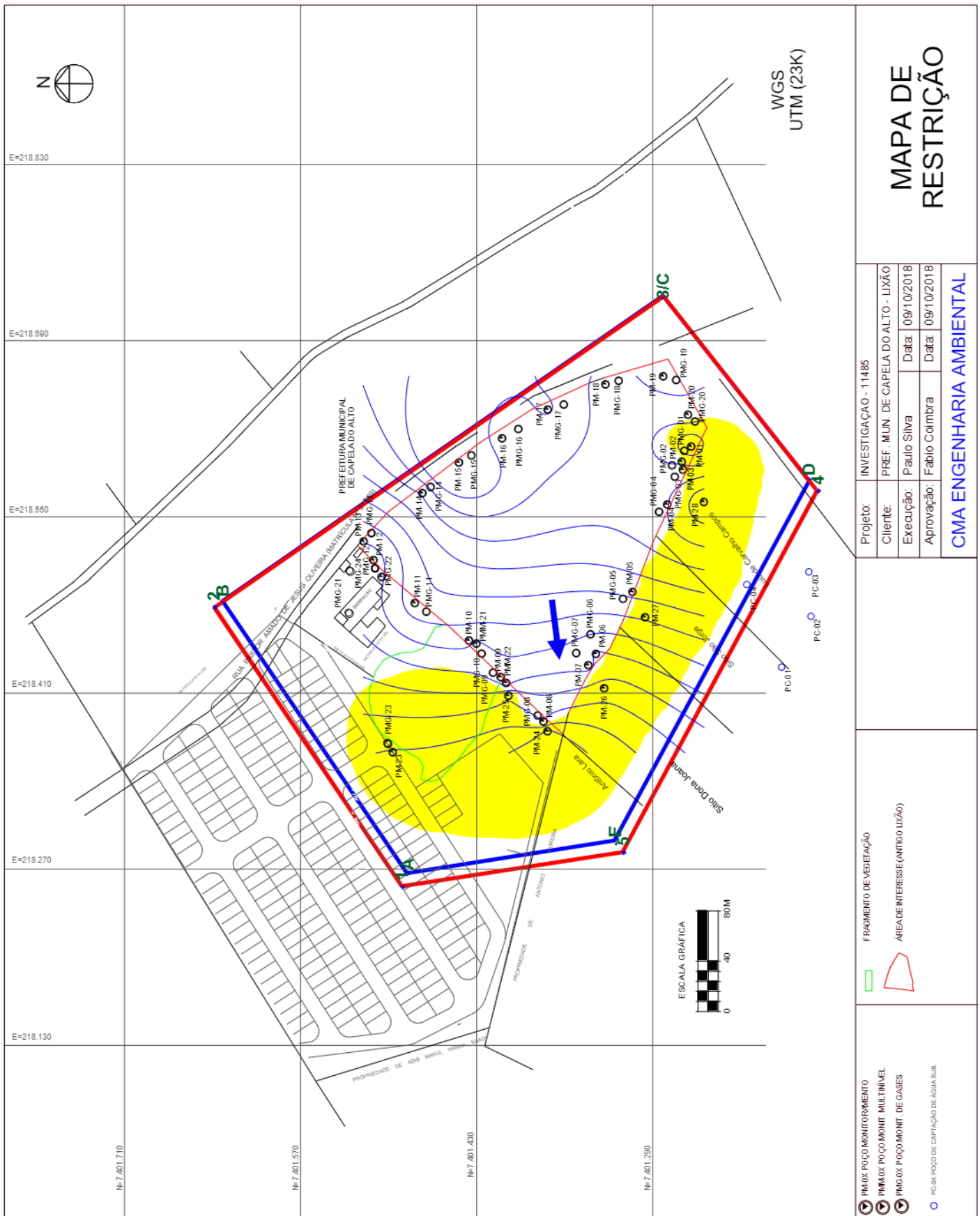
**Tabela 31: Distância percorrida pelo contaminante**

Período (Anos)	Distância percorrida (m)	
	Águas Subterrâneas (a)	Contaminantes (cálculo)
1,0	3,22	1,59
2,0	6,44	3,19
<b>5,0</b>	<b>16,10</b>	<b>7,97</b>
10,0	32,20	15,94

A partir das distâncias percorridas pelos contaminantes conforme a quantidade de anos foi possível a confecção do mapa de restrição da captação e uso da água subterrânea conforme a poligonal informada na tabela abaixo, para o período de 5 anos, com uma distância percorrida de 8 metros.

**Tabela 32: Coordenadas da área de restrição**



VERTICE	UTM (metros) (SIRGAS 2000 23 K)	
	O	S
1	218.256,0	7.401.488,6
2	218.478,1	7.401.638,0
3	218.724,6	7.401.281,1
4	218.570,7	7.401.158,2
5	218.283,3	7.401.312,9



# MAPA DE RESTRIÇÃO

Projeto:	INVESTIGAÇÃO - 11485
Cliente:	PREF. MUN. DE CAPELA DO ALTO - LIXÃO
Execução:	Paulo Silva
Aprovação:	Fabio Colmbira
Data:	09/10/2018
Data:	09/10/2018

**CMA ENGENHARIA AMBIENTAL**

	FRAGMENTO DE VEGETAÇÃO
	ÁREA DE INTERESSE (ANTIGO LIÇÃO)

	PM-01 POÇO MONITORAMENTO
	PMA-01 POÇO MONIT. MULTINÍVEL
	PMG-01 POÇO MONIT. DE GASES
	PC-01 POÇO DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA

Figura 17: Mapa de Restrição

## 22. CONCLUSÃO

Conforme a decisão de diretoria da CETESB nº. 069/2017/P de 12 de abril de 2017, o capítulo da conclusão do Investigação Detalhada e Plano de Intervenção (abril de 2018) apresenta a tabela Compostos encontrados na Água Subterrânea acima dos Valores de Intervenção CETESB

**Tabela 33: Compostos encontrados na Água Subterrânea acima dos Valores de Intervenção CETESB**

Compostos	Água (mg/L)		PM-01	PM-02	PM-03	PM-04	PM-05	PM-06	PM-07
	Cetesb (VI)	CMA							
Chumbo	1,00E-02	<b>5,63E-02</b>	<b>3,05E-02</b>	5,01E-03	3,25E-03	6,01E-03	<L.Q.	3,40E-03	9,52E-03
Cobalto	7,00E-02	<b>4,69E-03</b>	<L.Q.	<b>2,14E-02</b>	<b>3,39E-02</b>	<b>3,70E-02</b>	<L.Q.	<b>5,12E-03</b>	<L.Q.
Níquel	7,00E-02	3,13E-01	<L.Q.	5,25E-03	1,07E-02	1,22E-02	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.
Cádmio	5,00E-03	7,82E-03	<L.Q.	3,60E-04	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.
Nitrato	1,00E+01	2,50E+01	6,41E-01	2,26E-01	3,73E-01	1,72E-01	6,86E-01	2,14E+00	9,00E-01

Compostos	Água (mg/L)		PM-08	PM-09	PM-10	PM-11	PM-12	PM-13	PM-14
	Cetesb (VI)	CMA							
Chumbo	1,00E-02	<b>5,63E-02</b>	7,93E-03	5,80E-03	4,68E-03	3,66E-03	2,41E-03	7,14E-03	7,29E-03
Cobalto	7,00E-02	<b>4,69E-03</b>	<L.Q.	<b>2,78E-02</b>	<b>1,07E-02</b>	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.
Níquel	7,00E-02	3,13E-01	<L.Q.	<L.Q.	5,27E-03	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.
Cádmio	5,00E-03	7,82E-03	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.
Nitrato	1,00E+01	2,50E+01	1,72E+00	<b>1,44E+01</b>	4,90E-01	5,03E-01	6,06E-01	5,57E-01	4,36E-01

Compostos	Água (mg/L)		PM-15	PM-16	PM-17	PM-18	PM-19	PM-20	PM-21
	Cetesb (VI)	CMA							
Chumbo	1,00E-02	<b>5,63E-02</b>	2,66E-03	4,70E-03	3,37E-03	2,60E-03	<L.Q.	<L.Q.	<b>1,42E-02</b>
Cobalto	7,00E-02	<b>4,69E-03</b>	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<b>1,16E-02</b>	<L.Q.	<L.Q.
Níquel	7,00E-02	3,13E-01	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.
Cádmio	5,00E-03	7,82E-03	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	2,10E-04	<L.Q.	<L.Q.
Nitrato	1,00E+01	2,50E+01	2,48E-01	4,00E-01	4,45E-01	2,93E-01	5,83E-01	4,54E-01	4,05E-01

Compostos	Água (mg/L)		PM-22	PM-23	PM-24	PM-25	PM-26	PM-27	PM-28
	Cetesb (VI)	CMA							
Chumbo	1,00E-02	<b>5,63E-02</b>	<b>1,71E-01</b>	<b>2,56E-01</b>	4,84E-02	1,60E-02	2,28E-02	4,90E-03	6,04E-03
Cobalto	7,00E-02	<b>4,69E-03</b>	5,85E-03	6,75E-03	<b>1,32E-01</b>	<b>1,40E-02</b>	<L.Q.	<b>8,01E-02</b>	<b>1,50E-01</b>
Níquel	7,00E-02	3,13E-01	<L.Q.	5,61E-03	1,20E-01	6,68E-03	<L.Q.	1,16E-01	1,92E-01
Cádmio	5,00E-03	7,82E-03	<L.Q.	<L.Q.	1,42E-03	<L.Q.	5,19E-03	1,20E-03	2,18E-03
Nitrato	1,00E+01	2,50E+01	5,30E-01	3,29E-01	1,90E+00	3,21E+00	2,75E-01	4,94E-01	2,96E+00

Compostos	Água (mg/L)		PMM-21	PMM-22	PC-01	PC-02	PC-03	PC-04
	Cetesb (VI)	CMA						
Chumbo	1,00E-02	<b>5,63E-02</b>	4,92E-03	6,04E-03	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.
Cobalto	7,00E-02	<b>4,69E-03</b>	<b>8,01E-02</b>	<b>1,50E-01</b>	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.
Níquel	7,00E-02	3,13E-01	1,16E-01	1,92E-01	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.
Cádmio	5,00E-03	7,82E-03	1,16E-03	2,18E-03	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.
Nitrato	1,00E+01	2,50E+01	4,94E-01	2,96E+00	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.
Coliformes totais	Ausentes	-	-	-	Presente	Presente	Presente	Presente

De acordo com os resultados apresentados a área pode ser classificada como área contaminada sob investigação, em função dos resultados obtidos nos parâmetros



inorgânicos (chumbo e cobalto) apresentarem concentrações acima das concentrações máximas aceitáveis (CMA). Os poços de monitoramento de gases que apresentaram metano foram somente os poços PMG-04 (1%), PMG-07 (0,3%) e PMG-09 (0,2%), sendo que as concentrações detectas nesse instante de decomposição do lixão encontram-se abaixo o limite inferior de inflamabilidade do gás metano 5%.

A área do Antigo Lixão Municipal de Capela do Alto está classificada como Área Contaminada em Risco Confirmado (ACRi), estando a área no Modelo Conceitual 4 (MCA 4) relativo à Avaliação de Risco.

Como Plano de Intervenção para a área do Antigo Lixão da Prefeitura Municipal de Capela do Alto recomenda-se a implantação de relatórios anuais de monitoramento das águas subterrâneas dos poços instalados (Metais dissolvidos, Metais totais e Nitrato) e monitoramentos mensais através de medições aos gases (CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> e Compostos Orgânicos Voláteis) provenientes do Antigo Lixão da Prefeitura Municipal de Capela do Alto e adotar a área de restrição de uso da água subterrânea no entorno da área do Antigo Lixão, restringindo assim a via de ingresso de ingestão de água subterrânea.

## 23. RECOMENDAÇÕES

Mediante às informações apresentadas e discutidas nesta Investigação Detalhada e Avaliação de Risco, recomenda-se:

- Instalar poços de monitoramento e multiníveis à jusante da contaminação para completa delimitação das plumas horizontais e verticais em fase dissolvida;
- Realizar análises para os metais totais e dissolvidos (filtrados), para verificar a possível contribuição das coloides (partículas) do solo presentes na água subterrânea (mistura não homogênea);
- Realizar o Plano de Intervenção através de monitoramento das águas subterrâneas e monitoramentos mensais através de medições aos gases (CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> e Compostos Orgânicos Voláteis) provenientes do Antigo Lixão da Prefeitura Municipal de Capela do Alto;



Figura 18: Planta de Poços de Monitoramento propostos

## 24. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGEM – AGÊNCIA METROPOLITANA DE SOROCABA. Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado. Região Metropolitana de Sorocaba. 2007. Disponível em: <https://www.agemsorocaba.sp.gov.br>.

ALMEIDA F.F.M. 1976. The system of continental rifts bordering the Santos Basin, Brazil. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 48 (suplemento): 15-26.

ALMEIDA, F. F. M., 1983. Relações tectônicas das rochas alcalinas mesozóicas da região meridional da Plataforma Sul-Americana. Revista Brasileira de Geociências, São Paulo, 13(3): 139-158.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 15515-3:2013 – Avaliação de passivo ambiental em solo e água subterrânea (Parte 3: Investigação Detalhada).

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT), ISO/IEC 17025:2005, sobre requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 15495-1:2007 – Poços de monitoramento de águas subterrâneas em aquíferos granulares (Parte 1: Projeto e construção e Parte 2: Desenvolvimento).

BIZZI, L.A., SCHOBENHAUS, C., VIDOTTI, R.M., GONÇALVES, J.H. (organizadores). Geologia, tectônica e recursos minerais do Brasil, Brasília: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 692 p. 2003.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas, 1999.

EMPLASA. Atualização e aperfeiçoamento dos dados de adequação e classificação de aptidões do sítio da GSP para o desenvolvimento urbano. Produtos finais: Documentos III, IV e V. Volume I. 4214 SNM-EMPLASA. 189p. 1979.

FUSP. Plano da Bacia do Alto Tietê – Sumário Executivo. 2002.

HACKSPACKER, P. C., DANTAS, E. L., SPOLADORE, A., FETTER, A. H., OLIVEIRA, M. A. F. 2000. Evidence of Neoproterozoic backarc basin development in the Central Ribeira Belt, Southeastern Brazil new geochronological and geochemical constraints from São Roque Açungui groups. *Revista Brasileira de Geociências*, 30(1): 110-114.

HASUI, Y., CARNEIRO, C.D.R., BISTRICHI, C.A. 1978. Os granitos e granitoides da região de dobramentos sudeste nos Estados de São Paulo e Paraná. In: Congr. Bras. Geol., 30, Recife, Anais, SBG, v.6, p. 2594-2608.

JULIANI, C. 1992. O embasamento pré-cambriano da bacia de São Paulo. In: Problemas geológicos e geotécnicos na Região Metropolitana de São Paulo, ABAS-ABGE-SBG SP. São Paulo, p. 3-20.

LIMA, M.R., MELO, M.S. 1989. Palinologia de sedimentos da Bacia de São Paulo. In: Workshop Geologia da Bacia de São Paulo. Coletâneas dos trabalhos... São Paulo, IGUSP/SBG. p.35-37.

MARQUES, A., 1990. Evolução Tectono-Sedimentar e Perspectivas Exploratórias da Bacia de Taubaté, São Paulo, Brasil. *Boletim de Geociências da Petrobrás*, 4(3):253-262.

MILANI, E.J., RAMOS, V.A. 1998. Orogenias Paleozóicas no Domínio Sul-ocidental do Gondwana e os Ciclos de Subsidência da Bacia do Paraná. *Revista Brasileira de Geociências*, 28(4):473-484.

Moreira, Débora Astoni, 1979- Remoção de metais pesados do percolado de aterro sanitário usando resíduos sólidos urbanos e de construção civil/ Débora Astoni Moreira – Viçosa, MG, 2008. Xvii, 76f.:il.; 29cm

PASSARELLI, C. L. 2001. Caracterização estrutural e geocronológica dos domínios tectônicos da porção sul-oriental do Estado de São Paulo. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, Tese de Doutorado, 254 p.

PERROTTA, M.M., et al. 2005. Mapa Geológico do Estado de São Paulo, escala 1:750.000. Programa Geologia do Brasil - PGB, CPRM, São Paulo.

Resitec Serviços Ambientais Ltda – Investigação Ambiental: Avaliação Preliminar e Investigação Confirmatória, 2014.

RICCOMINI, C., 1989. O Rift Continental do Sudeste do Brasil. São Paulo. Tese (doutorado), Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo. 256p.

RICCOMINI, C., FRANCISCO, B.H.R. 1992. Idade Potássio-Argônio do derrame de ankaramito da Bacia de Itaboraí, Rio de Janeiro, Brasil: implicações tectônicas. In: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia, 37, São Paulo, SP, Anais, 2:469-470.

RICCOMINI, C. et al. 2004. Evolução geológica do rift continental do sudeste do Brasil. In: MANTESSO NETO, V. et al. (Org.): Geologia do Continente Sul-Americano: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida. São Paulo: Beca, p. 383-405.

SADOWSKI, G.R., DIAS NETO, C.M. 1981. O lineamento sismo-tectônico do Cabo Frio. Revista Brasileira de Geociências, 11(4):209-212.

SÃO PAULO (ESTADO). DECISÃO DE DIRETORIA DA CETESB Nº. 038/2017/C, de 07 de fevereiro de 2017, que Dispõe sobre a aprovação do “Procedimento para a Proteção da Qualidade do Solo e das Águas Subterrâneas”, da revisão do “Procedimento para o Gerenciamento de Áreas Contaminadas” e estabelece “Diretrizes para Gerenciamento de Áreas Contaminadas no Âmbito do Licenciamento Ambiental”, em função da publicação da Lei Estadual nº 13.577/2009 e seu Regulamento, aprovado por meio do Decreto nº59.263/2013 e dá outras providências.

## 25. ANEXO

- ART do Responsável Técnico.
- Planilhas para Avaliação de Risco em Áreas Contaminadas sob Investigação.
- Ofício Meio Ambiente n° 038/2018 e 074/2019 – Prefeitura Municipal de Capela Alto
- Documentação da FEHIDRO: Transmissão n° 001/18/IPRS, Informação Técnica n° 006/18/IPRS, Transmissão n° 004/18/IPGS, Informação Técnica n° 002/19/IAAS.
- Ata de Reunião – Pauta: Informação Técnica n° 002/19/IAAS.
- Relatório de Ensaios de Laboratórios.

São Paulo, 30 de setembro de 2020



---

Eng. Fábio Luís Covre Coimbra

### 25.1. ART do Responsável Técnico.

Resolução nº 1.025/2009 - Anexo I - Modelo A  
Página 1/2



**Anotação de Responsabilidade Técnica - ART**  
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977  
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Estado de São Paulo

**CREA-SP**

**ART de Obra ou Serviço**  
**28027230181219570**

---

**1. Responsável Técnico**

**FABIO LUIS COVRE COIMBRA**  
Título Profissional: Engenheiro Químico  
RNP: 2603580633  
Registro: 0605061164-SP  
Registro: 1971612-SP

Empresa Contratada: **CMA AMBIENTAL LTDA - EPP**

---

**2. Dados do Contrato**

Contratante: **MUNICIPIO DE CAPELA DO ALTO**  
Endereço: **Praça SAO FRANCISCO**  
Complemento:  
Cidade: **Capela do Alto**  
Contrato: **074 2017**  
Valor: **R\$ 131.457,00**  
Ação Institucional:

CPF/CNPJ: **46.634.077/0001-14**  
Nº: **28**  
CEP: **18195-000**

Bairro: **CENTRO**  
UF: **SP**  
Vinculada à Art nº:  
Tipo de Contratante: **Pessoa Jurídica de Direito Público**

Celebrado em: **06/12/2017**

---

**3. Dados da Obra Serviço**

Endereço: **Praça SAO FRANCISCO**  
Complemento:  
Cidade: **Capela do Alto**  
Data de Início: **07/12/2017**  
Previsão de Término: **07/12/2019**  
Coordenadas Geográficas:  
Finalidade: **Ambiental**

Nº: **28**  
Bairro: **CENTRO**  
UF: **SP**  
CEP: **18195-000**  
Código:  
CPF/CNPJ:

---

**4. Atividade Técnica**

				Quantidade	Unidade
<b>Coordenação</b>					
<b>1</b>	<b>Estudo de viabilidade ambiental</b>	<b>Estudo Ambiental</b>	<b>Ambiental</b>	<b>2,00000</b>	<b>ano</b>

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa desta ART

---

**5. Observações**

Execução de Serviços Remanescentes: "Continuidade da Execução de Elaboração do Plano de Encerramento do Alamo Sanitário de Capela do Alto - Sp, através de Investigação Ambiental, conforme contrato FÉRIORO de nº 30/2017"

---

**6. Declarações**

Acessibilidade: Declaro atendimento às regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica e no Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004.



Figura 19.1: Preenchimento da ART

Resolução nº 1.025/2008 - Anexo I - Modelo A  
Página 2/2

<p>7. Entidade de Classe</p> <p>0-NÃO DESTINADA</p> <p>8. Assinaturas</p> <p>Declaro ser em verdadeiras as informações acima</p> <p><i>S. Paulo</i> de <i>03</i> de <i>outubro</i> de <i>2018</i></p> <p>Local data</p> <p>FABIO LUIS COFRE COIMBRA - CPF: 980.171.638-19</p> <p>UNICIPIO DE CAPELA DO ALTO - CPF/CNPJ: 46.634.877/0001-14</p>	<p>9. Informações</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- A presente ART encontra-se devidamente quitada conforme dados constantes no rodapé-versão do sistema, certificada pelo Nosso Número.</li><li>- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site <a href="http://www.creaesp.org.br">www.creaesp.org.br</a> ou <a href="http://www.crefea.org.br">www.crefea.org.br</a></li><li>- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.</li></ul> <p><a href="http://www.creaesp.org.br">www.creaesp.org.br</a> Tel: 0600 17 18 11 E-mail: <a href="mailto:acesoar@link.Fale Conosco">acesoar link Fale Conosco</a> do site acima</p> 
--	--

Valor ART R\$ 214,82 Registrada em: 01/10/2018 Valor Pago R\$ 214,82 Nosso Número: 28027230181219570 Versão do sistema  
Impressa em: 03/10/2018 11:08:04

Figura 19.1: (Continuação) Preenchimento da ART



[bb.com.br] - Boleto gerado pelo sistema MPAG. 01/10/2018 14:40:14

**INSTRUÇÕES:**  
**Nro do Registro:** 1971612  
**CREASP:** 0605061164  
**Nome:** FABIO LUIS COVRE COIMBRA  
 - A quitacao do titulo ocorrerá somente após a compensação bancária.  
 Depósito ou transferência não serão reconhecidos para quitacao do título.  
 Pagamento a menor não será considerado para quitacao do título.  
 Não pagar após o vencimento.

**Clique aqui e pague este boleto através do Auto Atendimento Pessoa Fisica.**  
**Clique aqui e pague este boleto através do Auto Atendimento Pessoa Juridica.**

---

**Recibo do Pagador**

**BANCO DO BRASIL** | 001-9 | 00190.00009 02802.723011 81219.570173 5 76730000021482

Nome do Pagador(CNPJ/Endereço):  
 CMA AMBIENTAL LTDA - EPP CPF/CNPJ: 20366188000101  
 RUA CORONEL ESTEVAM LOPES DE CAMARGO 56, SAO PAULO -SP CEP:03088050

Sacador/Avalista:  
 Nome: 28027230181219570 N. Documento: 28027230181219570 Data de Vencimento: 10/10/2018 Valor do Documento: 214,82 (R) Valor Pago

Nome do Beneficiário(CPF/CNPJ/Endereço):  
 CONSELHO REG DE ENGENHARIA E AGRONO DO E CPF/CNPJ: 80.985.017/0001-77  
 AV BRIG FARIA LIMA 1059 B ANDAR , SAO PAULO - SP CEP: 1452002

Agência/Código do Beneficiário: 3338-7 / 401783-8 Asserção Médica:

---

**BANCO DO BRASIL** | 001-9 | 00190.00009 02802.723011 81219.570173 5 76730000021482

Local de Pagamento: **PAGAVEL EM QUALQUER BANCO ATÉ O VENCIMENTO**

Nome do Beneficiário(CPF/CNPJ):  
 CONSELHO REG DE ENGENHARIA E AGRONO DO E CPF/CNPJ: 80.985.017/0001-77

Data do Documento: 01/10/2018 N. Documento: 28027230181219570 Espécie DOC: DS Assido: N Data do Processamento: 01/10/2018 Nível Número: 28027230181219570

Uso do Banco: 28027230181219570 Cotação: 17 Espécie: R\$ Quantidade: Valor: (R) Valor do Documento: 214,82

Informações de Responsabilidade do Beneficiário:  
 Nro do Registro: 1971612 CREASP: 0605061164 Nome: FABIO LUIS COVRE COIMBRA  
 - A quitacao do titulo ocorrerá somente após a compensação bancária. Depósito ou transferência não serão reconhecidos para quitacao do título. Pagamento a menor não será considerado para quitacao do título. Não pagar após o vencimento.

(R) Desconto/Abatimento:  
 (R) Juros/Multa:  
 (R) Valor Cobrado:

Nome do Pagador(CNPJ/Endereço):  
 CMA AMBIENTAL LTDA - EPP CPF/CNPJ: 20366188000101  
 RUA CORONEL ESTEVAM LOPES DE CAMARGO 56, SAO PAULO-SP CEP:03088050

Código do Banco: Asserção Médica: Ficha de Compensação:

Sacador/Avalista:



Figura 19.2: Boleto da ART

01/10/2018
Internet Banking



## Internet Banking Empresarial

---

CMA AMBIENTAL LTDA EPP
Agência: 3217    Conta: 130033183

Pagamentos > Pagamentos com código de barra > Boletos, Contas e Tributos

Pagamento finalizado. Veja seu comprovante.

---

**Código de Barra:** 0019000090280272301181219570173576730000021482  
**Instituição Financeira Favorecida:** 001 - BANCO DO BRASIL SA

---

**Dados do Beneficiário Original**  
**CNPJ:** 00.985.017/0001-77  
**Razão Social:** CONSELHO REG DE ENGENHARIA E AGRONO DO EST S PAULO  
**Nome Fantasia:** CONSELHO REG DE ENGENHARIA E AGRONO DO EST S PAULO

---

**Dados do Pagador Original**  
**CNPJ:** 20.366.185/0001-01  
**Razão Social:** CMA AMBIENTAL LTDA - EPP

---

**Dados do Pagador Efetivo**  
**CNPJ:** 20.366.185/0001-01  
**Razão Social:** CMA AMBIENTAL LTDA EPP

---

**Dados do Pagamento**  
**Data de Vencimento:** 10/10/2018  
**Valor Nominal:** R\$ 214,82  
**Valor Total a Cobrar:** R\$ 214,82

---

Transação exclusiva para pagamento de Ficha de Compensação. Pagamento válido somente se informado constantemente os dados do título. A veracidade dessas informações é de responsabilidade do Cliente/Pagador, que se obriga a apresentar os títulos para verificação sempre que solicitado, nos termos da lei. Havendo divergências entre o valor indicado/agendado pelo pagador e o valor informado pelo favorecido, o BANCO rejeitará o pagamento, pedindo, no entanto, efetuar o pagamento pelo valor autorizado pelo pagador desde que o referido valor esteja dentro da margem aprovada e registrada pelo beneficiário do título/boleto.

---

**Autenticação Bancária:**  
0018274144612000000001

**Data / Hora da Transação:**  
01/10/2018 - 14:46:00

---

**Central de Atendimento Santander Empresarial**  
 Capitais e Regiões Metropolitanas: 4004-2125 | Demais localidades: 0800-726-2125

**SAC**  
0800-762-7777


**Ouvidoria**  
0800-726-0322

---

<https://pj.santander.net/ibc.com.br/ibeweb/commons/pdf/pdfImprimir.xhtml>
1/1

Figura 19.3: Pagamento da ART

## 25.2. Certificado de Calibração do Medidor de Gases.

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO


**Certificado N° 137/2018**  
**Validade do Certificado: 22/01/2019**

**Cliente**

Geo Acqua Produtos para Monitoramento Ambiental Ltda.

**Equipamento**

Fabricante	Riken Keiki
Modelo	Detector de gás Eagle 2
Número de Série	E2A501
Data de Calibração	26/07/18

**Resolução e range de medição – Limites de alarmes padrão de calibração**

Sensor	N° série sensor	Range	Resolução	TWA*	STEL*	Baixo	Alto
H2S	499010863ES	0-100 ppm	0,5 ppm	10	15	10	30
CO	4Y9075819ES	0-500 ppm	1 ppm	25	200	25	50
HC (HEXANO)	52-0075	0-100% LEL	1% LEL	ND	ND	10	50
O2	640105816ET	0-40% Vol.	0,1 % Vol.	ND	ND	19,5	23,5

**\*STEL (Short Time Exposure Limit)** = Limite de Curta Duração a Exposição: Este ponto de alarme é baseado na concentração máxima que um trabalhador pode ficar exposto a um determinado gás sem danos a saúde durante um intervalo de 15 minutos, podendo ocorrer, no máximo, 4 vezes durante a jornada, sendo o intervalo de tempo entre cada ocorrência de pelo menos 60 minutos.

**\*TWA (Time Weighted Average)** = Tempo médio ponderado: Este ponto de alarme é baseado na concentração máxima que um trabalhador pode ficar exposto a um determinado gás sem danos a saúde durante 8 horas consecutivas

**Dados do cilindro de calibração**

Código	Gás padrão	Concentração	Precisão	Lote	Validade
CL-120	Sulfeto de Hidrogênio (H2S)	25 ppm	+/- 10%	WO170301-1	03/04/2020
CL-120	Monóxido de carbono (CO)	50 ppm	+/- 5%	WO170301-1	03/04/2020
CL-120	Hexano (C6H14)	0,24% (20% LEL)	+/- 2%	WO170301-1	03/04/2020
CL-120	Oxigênio (O2)	12% vol.	+/- 2%	WO170301-1	03/04/2020

**Padrões auxiliares**

Código	Descrição	N° Certificado	Validade
RT-01	Rotâmetro	90565	07/11/18
TH-02	Termohigrômetro	LV02064-10432-18-R0	30/04/19

Locação de Equipamentos para Monitoramento Ambiental | (11) 2362-8466 | [www.geoacqua.com.br](http://www.geoacqua.com.br) | [geo@geoacqua.com.br](mailto:geo@geoacqua.com.br)

Figura 20.1: Certificado de Calibração do Medidor de Gases – Eagle 2

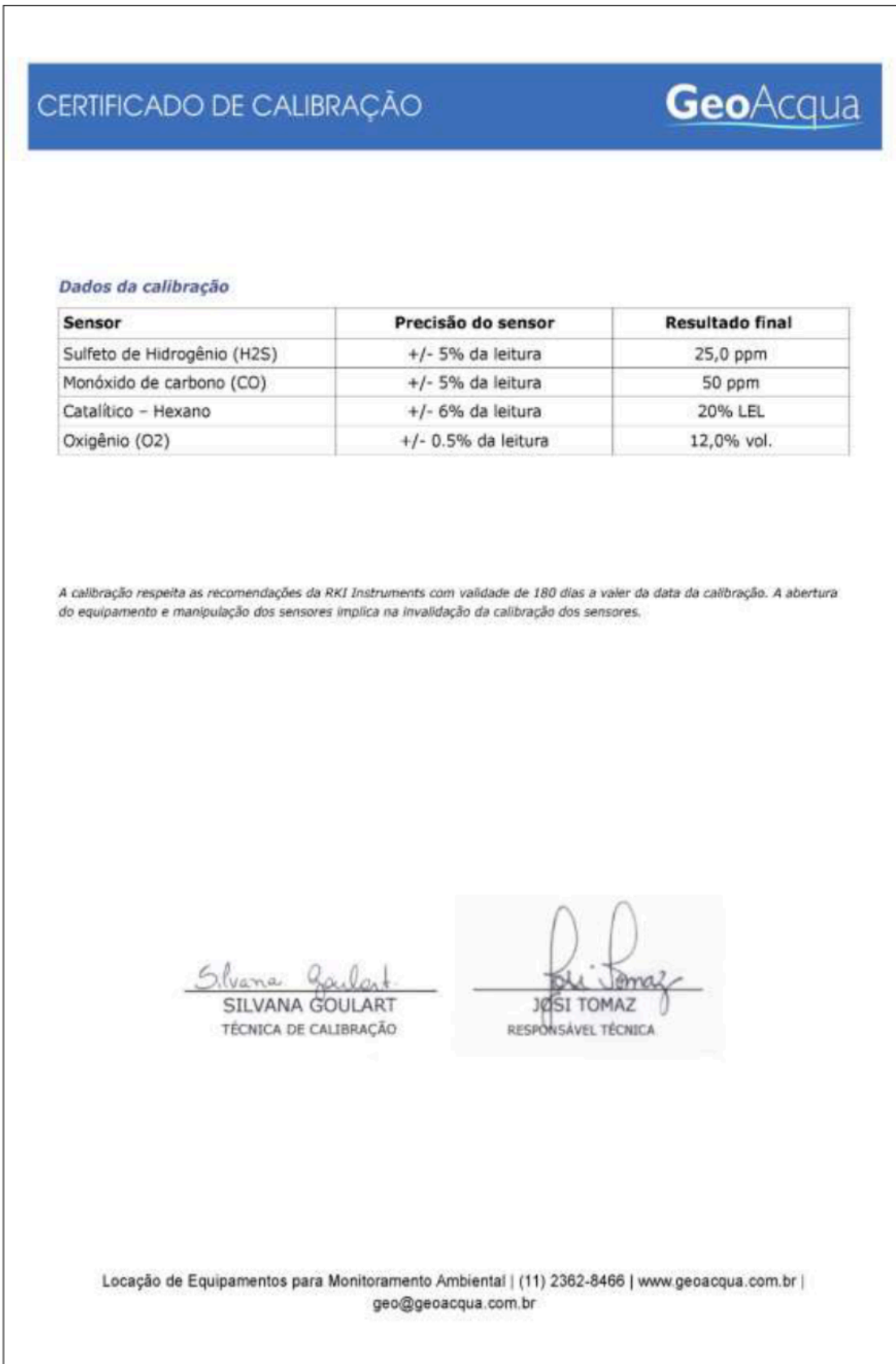



Figura 20.1: (Continuação) Certificado de Calibração do Medidor de Gases – Eagle 2

**Certificado de Calibração nº: RBC.0894.20.rev.00**  
Controle Interno: 12955

**Dados do Cliente:**

Nome: Clean Environment Brasil Engenharia e Comércio Ltda  
Endereço: Rua Bartolomeu Bueno da Silva, nº 457 e 477 – Valinhos/SP

**Local da realização do serviço de calibração:**

Laboratório de calibração da Clean Environment Brasil

**Dados do Instrumento Calibrado:**

Identificação: Detector Portátil de Gás, Landtec, GEM 2000  
Nº. Série: GM11594  
Nº. Patrimônio: Não Consta  
Ident. Adicional: Não Consta

**Data da Calibração:** 31/07/2020

**Método Utilizado:** Cal. Interna - Procedimento 12.04.01.32

Método comparativo. Aplicado diferentes misturas gasosas com padrões compatíveis com a escala de medição do monitor e calculado a incerteza de medição em função das indicações do mesmo.

**Condições Ambientais:** Temperatura: 22,6 °C ± 0,4 °C      Umidade relativa: 59 %UR ± 2 %UR

**Dado(s) do(s) instrumento(s) Utilizado(s):**

Termohigrômetro digital de identificação TMHG-04 calibrado sob o nº de certificado 6088-U-A (RBC) com validade até 08/08/2020.

**Materiais de Referência:**

Material de referência	Certificado	Validade
Multigás (G)	QCSPC024456	05/06/2022
Dióxido de Carbono	QCSPC017696	29/06/2020

**Legendas:**

**%LEL:** Lower Explosive Limit (Limite Inferior de Explosividade);  
**ppm:** Partes Por Milhão;  
**U<sub>95</sub>:** Incerteza de medição para um nível de confiança de 95,45%. Parâmetro associado ao resultado de uma medição que caracteriza a dispersão dos valores que podem ser razoavelmente atribuídos a um mensurando;  
**k:** Fator de abrangência;  
**ν<sub>eff</sub>:** Grau de liberdade efetivo.

Clean Environment Brasil Engenharia e Comércio Ltda  
Rua Bartolomeu Bueno da Silva, 457 e 477 - Cond. Portal do Anhanguera - Mauço  
Valinhos - SP - 13276-302 - Brasil - PABX 455 19 3794-2900 / 3794-2901 - Fax 19 3794-2919  
www.clean.com.br - clean@clean.com.br

Página 1 de 2  
12.04.04.02-15

Figura 20.2: Certificado de Calibração do Medidor de Gases – GEM 2000



**Certificado de Calibração nº.: R8C.0894.20.rev.00**

Controle interno: 12955

**Resultados da Calibração:**

Sensor	Gás de Ref. Aplicado	Medição Antes do Ajuste	Média das Medições	Erro de Medição	U <sub>95</sub>	k	V <sub>eff</sub>
CH4 (Metano)	50 %LEL	XXXX	48 %LEL	-2 %LEL	1,7 %LEL	2,06	41
O2 (Oxigênio)	18,0 %mol/mol	XXXX	18,0 %mol/mol	0,0 %mol/mol	0,4 %mol/mol	2,03	80
XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX
XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX
CO2 (Dióxido de Carbono)	4040 ppm	XXXX	4000 ppm	-40,00 ppm	218,2 ppm	2,87	4

**Notas:**

- 1 - O serviço de calibração realizado nesse equipamento não se estende a outros, mesmo que de mesma marca, lote ou modelo;
- 2 - Este certificado de calibração poderá ser reproduzido somente por inteiro, sem nenhuma alteração;
- 3 - Esta calibração não desobriga o usuário a testar o equipamento antes de cada utilização, de acordo com a exigência da NR-33;
- 4 - Este certificado só é válido com as assinaturas dos responsáveis;
- 5 - A incerteza expandida de medição relatada é declarada como a incerteza padrão de medição multiplicada pelo fator de abrangência k, o qual para k = 2, se tem uma distribuição normal e para k > 2, se tem uma distribuição t com v<sub>eff</sub> graus de liberdade efetivos, que corresponde a uma probabilidade de abrangência de aproximadamente 95%. A incerteza padrão da medição foi determinada de acordo com a publicação EA-4/02;
- 6 - Manutenções e Ajuste não fazem parte do escopo de acreditação;
- 7 - Conversões de unidades: 1 %vol = 10.000 ppm / 1 %vol de CH4 = 20 %LEL / Unidade %mol/mol equivalente a unidade %vol;
- 8 - Erro de Medição = Média das Medições - Gás de Ref. Aplicado;
- 9 - Este certificado atende aos requisitos de acreditação pela Cgcre que avaliou a competência do laboratório e comprovou sua rastreabilidade de medição.

**Observações:**

Nenhuma.

**Data da Emissão:** 04/08/2020



Técnico Executante  
Dener Souza



Signatária Autorizada  
Valéria Morais

Clean Environment Brasil Engenharia e Comércio Ltda.  
Rua Bartolomeu Bueno da Silva, 457 e 477 • Cond. Portal do Antanguera • Mazuco  
Valinhos - SP • 13278-382 • Brasil • PABX +55 19 3794-2900 / 3794-2901 • Fax 19 3794-2919  
www.clean.com.br • clean@clean.com.br

Página 2 de 2  
12.04.04.02-15

**Figura 20.2: (Continuação) Certificado de Calibração do Medidor de Gases – GEM 2000**



# GeoAcqua

## CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO N° CAL/RBC 103-G/2019

**1. Dados do cliente**

Empresa: Geo Acqua Produtos para Monitoramento Ambiental Ltda.  
 Endereço: Rua Capitão Otávio Machado, 627 - Bairro: Chácara Santo Antônio  
 Cidade: São Paulo Estado: São Paulo CEP: 04718-001  
 Local da calibração: Laboratório Geo Acqua

**2. Dados do equipamento**

Tipo: Monitor de gás Fabricante: RAE Systems Modelo: MiniRAE 3000  
 N° de série: 592-903463 Identificação:  
 Configuração: PID - Monitor de VOC (Compostos orgânicos voláteis) - Faixa de leitura (0 a 15.000 ppm)

Dados do(s) sensor(es) calibrado(s)								
Tipo de sensor	N° série	Unidade (SI)	Unidade (detector)	Resolução	Pontos de alarme			
					Baixo	Alto	TWA	STEL
PID (Fotoionizador)	5023030029M3	$\mu$ mol/mol	ppm	0,1	50	100	10	25

TWA (Time Weighting Average) = Média ponderada no tempo. Este ponto de alarme é baseado na concentração máxima que um trabalhador pode ficar exposto a um determinado gás sem danos à saúde durante uma jornada de 08 horas.

STEL (Short Time Exposure Limit) = Limite de Curta Duração a Exposição. Este ponto de alarme é baseado na concentração máxima que um trabalhador pode ficar exposto a um determinado gás sem danos à saúde durante um intervalo de 15 minutos.

**3. Condições de calibração**

Temperatura: 24,9°C Teste de vazão (mL/minuto): 500

**4. Informações da calibração**

Data da calibração: 08/11/19 Data da emissão do certificado: 11/11/19  
 Técnico executante: Jaqueline Couto

**5. Rastreabilidade metrológica**

Código e material de referência certificado (MRC)	N° do certificado	Valor MRC	Validade
CL-MRC-05- C4H8 (Isobutileno)	QCSPC021460	100,4 $\mu$ mol/mol	07/05/24

**Rastreabilidade metrológica dos padrões auxiliares**

Código	Descrição	N° do certificado RBC	Validade
TH-03	Termo-Higrômetro Digital	CAL-171922/19	15/04/20
RT-02	Medidor de vazão tipo Rotâmetro	108.918A	17/10/20

Geo Acqua Produtos para Monitoramento Ambiental Ltda.  
 Rua Dr. Osvaldo Cruz, 764, sala 2 - Bairro: Cidade Nova I - Indaiatuba/SP - Cep: 13334-010  
 Telefone: (19) 3392-9940 www.geoacqua.com.br

FM-10 Rev:07  
 Pág. 1/2

Figura 20.3: Certificado de Calibração do Medidor de Gases – MiniRae

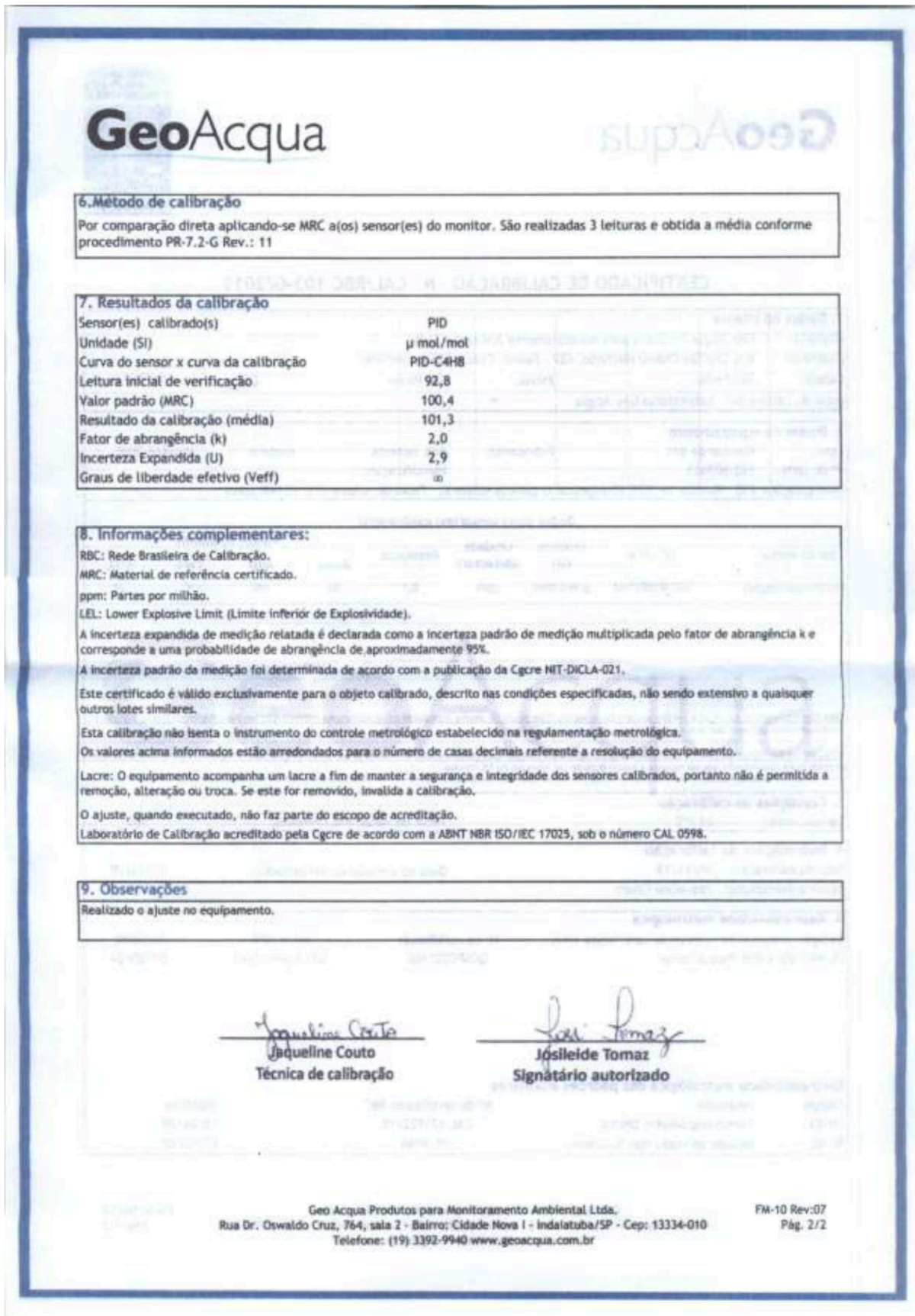


Figura 20.3: (Continuação) Certificado de Calibração do Medidor de Gases – MiniRae



### **25.3. Planilhas para Avaliação de Risco em Áreas Contaminadas sob Investigação**

### 25.3.1. Residentes em Áreas Urbanas

### **25.3.2. Trabalhadores Comerciais/Industrias**

### **25.3.3. Trabalhadores em Obras Civis**

#### **25.3.4. Trabalhadores em Áreas Rurais**

**25.4. Ofício Meio Ambiente nº 038/2018 e 074/2019 – Prefeitura  
Municipal de Capela Alto**

**25.5. Documentação da FEHIDRO: Transmissão nº 001/18/IPRS,  
Informação Técnica nº 006/18/IPRS, Transmissão nº 004/18/IPGS,  
Informação Técnica nº 002/19/IAAS.**

**25.6. Ata de Reunião – Pauta: Informação Técnica nº 002/19/IAAS.**



## 25.7. Relatório de Ensaios de Laboratórios.



## GERENCIAMENTO DE ÁREAS CONTAMINADAS

- Avaliação Preliminar
- Investigação Confirmatória
- Investigação Detalhada
- Avaliação de Risco Toxicológica e elaboração de Plano de Intervenção
  - Elaboração e implementação de Projetos de Remediação
- Monitoramento Ambiental de Água Subterrânea para Encerramento
  - Acompanhamento para Reabilitação da área
    - Intrusão de vapores
  - Caracterização geológica e hidrogeológica
- Acompanhamento da remoção de tanques de armazenamento de combustíveis e elaboração de relatório de cava

### **CMA Engenharia Ambiental**

Rua Cel. Estevam Lopes de Camargo, nº 56  
Tatuapé - São Paulo/SP - CEP 03088-050

(11) 2225.3372 / 2225.3560  
cma@cmaambiental.com.br

[www.cmaambiental.com.br](http://www.cmaambiental.com.br)