

**FRANCISCO CARLOS DA SILVA**

**AVALIAÇÃO DE METAIS POTENCIALMENTE TÓXICOS EM ZONA NÃO  
SATURADA DA NECRÓPOLE NOSSA SENHORA APARECIDA, PIEDADE, SP**

SOROCABA

2018

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO em

ciências  
ambientais

**FRANCISCO CARLOS DA SILVA**

**AVALIAÇÃO DE METAIS POTENCIALMENTE TÓXICOS EM ZONA NÃO SATURADA DA NECRÓPOLE NOSSA SENHORA APARECIDA, PIEDADE, SP**

Exame de defesa de tese apresentado à Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" como parte integrante do processo para obtenção do título de Doutor em Ciências Ambientais.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Sergio Tonello

Coorientador: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Valquíria de Campos

Sorocaba  
2018

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca da Unesp  
Instituto de Ciência e Tecnologia – Câmpus de Sorocaba

Silva, Francisco Carlos da.

Avaliação de metais potencialmente tóxicos em zona não saturada da necrópole Nossa Senhora Aparecida, Piedade, SP / Francisco Carlos da Silva, 2018.

247 f.: il.

Orientador: Paulo Sérgio Tonello.

Coorientador: Valquíria de Campos.

Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". Instituto de Ciência e Tecnologia (Câmpus de Sorocaba), 2018.

1. Cemitérios. 2. Poluição. 3. Metais. 4. Solos – Poluição. I. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". Instituto de Ciência e Tecnologia (Câmpus de Sorocaba). II. Título.

Bibliotecário responsável: Bruna B. Guimarães – CRB 8/8855.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Sorocaba



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA TESE: AVALIAÇÃO DE METAIS POTENCIALMENTE TÓXICOS EM ZONA NÃO SATURADA DA NECRÓPOLE NOSSA SENHORA APARECIDA, PIEDADE, SP

AUTOR: FRANCISCO CARLOS DA SILVA  
ORIENTADOR: PAULO SERGIO TONELLO  
COORIENTADORA: VALQUÍRIA DE CAMPOS

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Doutor em CIÊNCIAS AMBIENTAIS, área: Diagnóstico, Tratamento e Recuperação Ambiental pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. PAULO SERGIO TONELLO  
Engenharia Ambiental / Unesp - ICT - Sorocaba

Prof. Dr. DANIELLE GOVEIA  
Câmpus Experimental de Itapeva / Unesp

Prof. Dr. DARLLAN COLLINS DA CUNHA E SILVA  
Departamento de Engenharia de Pesca / Unesp - Câmpus de Registro

Prof. Dr. FRANCISCO DE ASSIS CAVALLARO  
Engenharia Ambiental / Universidade Cidade de São Paulo (UNICID)

Prof. Dr. EMERSON RODRIGO ALMEIDA  
Departamento de Geofísica / Universidade de São Paulo (USP)

Sorocaba, 24 de agosto de 2018





Dedicatória:

A minha mãe Julinda Lacerda da Silva,  
que com sacrifício auxiliou na minha formação superior,  
apesar de não ter tido as mesmas oportunidades na vida.

A minha esposa Wilma,  
Pela minha ausência e por vezes suportando muito mau humor.  
Aos meus filhos Renato, Alexandre, Igor, Ingrid e Rita,  
pelas ausências, entre tantas outras coisas...

## AGRADECIMENTOS

A DEUS, por me permitir vencer mais essa etapa.

A Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, na pessoa do diretor do Instituto de Ciência e Tecnologia – Campus Sorocaba, Prof. Dr. Alexandre da Silva Simões e do vice-diretor Prof. Dr. Roberto Wagner Lourenço.

Ao Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais, na pessoa do coordenador Prof. Dr. José Arnaldo Frutuoso Roveda.

Aos meus orientadores, Prof. Dr. Paulo Sergio Tonello e Profa. Dr. Valquíria Campos pela amizade, orientação, serenidade e confiança em todos os momentos.

A todos os Professores e funcionários da UNESP – Campus Sorocaba, presentes nas diferentes fases da minha formação e transformação acadêmica, a minha sincera gratidão por todo o apoio concedido.

Ao Prof. Dr. Francisco Assis Cavallaro do Instituto de Geociências/USP e ao Dr. Emerson Rodrigo Almeida do IAG/USP pelas sugestões e críticas.

Ao Mcs. Wagner França da Aquino da empresa GPR Geoscience pela concessão e confecção dos ensaios geofísicos, análises dos resultados, sugestões e críticas.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Agradeço a Prefeitura de Piedade, SP pela autorização para realização da pesquisa em um espaço público assim como todo apoio logístico.

Aos meus colegas do curso de Pós-graduação em Ciências Ambientais da UNESP-Campus Sorocaba, em especial a Janete da Silva, Isaias Mutombo Mafavisse, Diego Faria Cola, e Fabrício Camillo Sperandio pelos momentos agradáveis e apoio.

Não poderia deixar de agradecer a todo apoio recebido pelos meus cunhados Rogerio, Vera, Ronaldo e Claudia, minha sobrinha Giovanna C. Batista, ao meu genro Rodrigo e as noras Joyce e Patrícia, pelo amor, apoio e paciência.

Aos meus amigos da EMEF Amadeu Amaral em especial ao Prof. Irineu Morello, Profa. Ligia de Fatima G. Costa e o Dr. Tiago F. Furiato que sempre me apoiaram e incentivaram...



“É muito melhor lançar-se em busca de conquistas grandiosas, mesmo expondo-se ao fracasso, do que alinhar-se com os pobres de espírito, que nem gozam muito nem sofrem muito, porque vivem numa penumbra cinzenta, onde não conhecem nem vitória, nem derrota.”

Theodore Roosevelt

## RESUMO

Os metais potencialmente tóxicos se acumulam frequentemente na zona não saturada do solo e quando em concentrações elevadas podem afetar tanto a biota quanto o aquífero freático. Neste trabalho foram avaliadas as concentrações de metais potencialmente tóxicos no solo do setor mais antigo da necrópole Nossa Senhora Aparecida na cidade de Piedade, SP. O estudo foi desenvolvido durante o período de 2015 a 2018. Inicialmente, foram realizados ensaios geofísicos utilizando as técnicas de Eletrorresistividade (equipamentos Syscal e Ohmmapper) e Eletromagnética Indutiva, com o objetivo de se localizar e dimensionar potenciais sítios anômalos. Após a interpretação dos resultados geofísicos, foram realizadas sondagens para coletas de amostras de solo nos sítios indicados por estas técnicas. As sondagens foram limitadas a três metros de profundidade com amostras coletadas a cada 0,5 m. Nas amostras foram quantificados por espectrometria de emissão óptica com plasma indutivamente acoplado ICP-OES os metais: bário, cádmio, chumbo, cobalto, cromo, cobre, manganês, molibdênio, níquel e zinco. Foram efetuados também os ensaios físicos do solo: granulometria, textura e permeabilidade com carga constante, estes visando compreender o comportamento e mobilidade dos metais. Os resultados das análises químicas indicaram um aumento na concentração, em relação a área de controle (background local) e em algumas profundidades esses aumentos ultrapassam os valores de referência e prevenção estabelecidos pela CETESB/16, dos metais Pb, Co, Cr, Ni, Ba e Zn. O elemento Mo apresentou valores abaixo das orientações da CETESB/2016 mas com valores elevados em relação a área de controle e o Mn, apesar de estar muito elevado se comparado ao controle, não existe até o presente, valores de referência e prevenção estabelecidos pela CETESB/2016. A análise textural e granulométrica indicaram um solo não muito propício para sepultamentos ( $k = 10^{-4}$ ) segundo as normas brasileiras, mas, para uma avaliação mais criteriosa, devemos considerar as condições geoambientais locais (geomorfologia, pedologia, clima, ciclo hidrológico) e a profundidade do aquífero freático.

Palavras-chave: solos de necrópoles, necropercolado, metais potencialmente tóxicos, poluição em cemitérios, métodos geoeletricos.

## ABSTRACT

Potentially toxic metals are often accumulate in the unsaturated zone of the soil and when they are found in a high concentration can affect biota as much as the water's system/ Aquifer. In this work it was evaluated the potentially toxic metals concentration in the soil of the oldest sector of the necropolis Nossa Senhora Aparecida at the city Piedade, SP. The study was developed between 2015 and 2018. At first geophysical tests were done using the techniques of Elecal Resistivity, Ohmmapper Eletrorescence and Inductive Electromagnetic with the objective of locating and dimensioning potential anomalous sites. After an interpretation of the geophysical results soundings were done to collect samples of soil techniques in the areas indicated by this technique. The sounding were limited to three meters deep with samples collected every 0.5 m. The samples were quantified by ICP-OES inductively coupled plasma optical emission spectrometry: barium, cadmium, lead, cobalt, chromium, copper, manganese, molybdenum, nickel and zinc. Also were carried out Soil physical tests: granulometry, texture and permeability with constant load, aiming to understand the behavior and mobility of the metals. The results of the chemical analyzes indicate an increase of the concentration, in relation to the control area (local background) and in some depths these increases exceed the reference and prevention values established by CETESB / 16, metals Pb, Co, Cr, Co, Ni, Ba and Zn. The Mo element presented values below the CETESB / 2016 guidelines but with high values in relation to the control area and the Mn, although it is very high when compared to the control there are no reference and prevention values established by CETESB / 2016. The textural and granulometric analysis indicated a soil not very suitable for burials ( $k = 10^{-4}$ ) according to the Brazilian standards, but for a more careful evaluation we should consider local geo-environmental conditions (geomorphology, pedology, climate, hydrological cycle) and the depth of the water table.

Keywords: soils of necrópoles, necropercolado, potentially toxic metals, pollution in cemeteries, geoelectrical methods.

## FIGURAS

Figura 1 - Representação esquemática de sepultamento por inumação no solo (a) e por tumulação com utilização de placas pré-fabricadas ou alvenária (b).....	36
Figura 2 - Sepultamento vertical com disposição em gavetas, obra de ampliação sendo executada na Necrópole Jardim Eterno, Piedade, SP.....	37
Figura 3 - Escoamento de necropercolado por uma fissura em sepultura aérea no Necrópole da Consolação, Sorocaba, SP. ....	38
Figura 4 - Classes texturais dos solos, de acordo com as proporções de argilla, silte e areia. ....	43
Figura 5 - Representação esquemática de subsuperfície, onde a partir da superfície em profundidade tem-se as zonas não saturada, capilar e saturada.....	58
Figura 6 - Representação para modelo de risco de contaminação de aquífero livre por necropercolado .....	60
Figura 7 - Representação esquemática de aquisição de dados no arranjo dipolo-dipolo .....	62
Figura 8 - Pseudo-seção de resistividade obtida por CE no necrópole Nossa Senhora Aparecida, Piedade, SP .....	63
Figura 9 - Pseudo-seção de resistividade obtida por CEC no necrópole Nossa Senhora Aparecida, Piedade, SP.....	64
Figura 10 - Princípio de aplicação do método eletromagnético indutivo (EM-31).....	65
Figura 11 – Localização do município de Piedade na Região Metropolitana de Sorocaba (RMS), composta por 26 municípios. ....	67
Figura 12 - Relevo da necrópole Nossa Senhora Aparecida.....	68
Figura 13 - Mapa da classificação climática do município de Piedade-SP, segundo Koppen-Geiger (1931). ....	69
Figura 14 - Localização da cidade de Piedade em relação ao sistema de abastecimento hídrico e o sistema viário.....	70
Figura 15 – Imagem aero fotográfica da necrópole Nossa Senhora Aparecida,	

localizado na região central da cidade de Piedade, SP.....	72
Figura 16 - Fluxograma de atividades realizadas (campo, gabinete e laboratorial) para estudo e caracterização físico-química da necrópole Nossa Senhora Aparecida, Piedade, São Paulo.....	75
Figura 17 - Procedimento de aquisição de dados de CE efetuados na necrópole Nossa Senhora Aparecida, Piedade, SP e executado pelo Cepas USP - Centro de Pesquisas de Águas Subterrâneas .....	77
Figura 18 - Mapa com localização de perfil CE executados na área de pesquisa da necrópole Nossa Senhora Aparecida, Piedade, SP.....	79
Figura 19 - Conversão de medidas do arranjo dipolo-dipolo em seção elétrica onde $I$ é a intensidade de corrente e $V$ é o potencial elétrico.....	81
Figura 20 - Componentes do equipamento de resistividade OhmMapper utilizado no ensaio realizado pela GPR Geoscience Geofísica Ltda. na necrópole Nossa Senhora Aparecida, Piedade, SP.....	82
Figura 21 – Procedimento de aquisição de dados de CEC na necrópole Nossa Senhora Aparecida, Piedade, SP, efetuada por técnicos da GPR Geoscience Geofísica Ltda. ....	82
Figura 22 – Montagem do equipamento efetuada por técnicos da GPR Geoscience Geofísica Ltda. ....	83
Figura 23 – Configuração do painel de aquisição de dados efetuados pela GPR Geoscience Geofísica Ltda.....	84
Figura 24- Mapa com a localização de perfil CEC executados na área pesquisada da necrópole Nossa Senhora Aparecida, Piedade, SP.....	85
Figura 25 – Modelo de conversão de resistividade de níveis distintos para pseudo-seção.....	86
Figura 26 - Ensaio realizado com o condutímetro de solo EM-31 no perfil EM <sub>8</sub> na necrópole Nossa Senhora Aparecida, Piedade, SP, executado pela equipe técnica da GPR Geoscience Geofísica Ltda. ....	87
Figura 27 - Mapa com localização de perfil EM executados na área de pesquisa da necrópole Nossa Senhora Aparecida, Piedade, SP.....	89

Figura 28 - Ponto de coleta de solo na necrópole Nossa Senhora Aparecida, Piedade/SP. ....	91
Figura 29- Valores típicos de k para solos granulares ( $\text{cm s}^{-1}$ ).....	95
Figura 30- Ensaio de permeabilidade com carga constante: (a) Ensaio de forma esquemática; (b) Aparato montado em laboratório. ....	96
Figura 31 - Exemplo de escala cromática dos valores de CE. ....	97
Figura 32 - Localização dos pontos onde foram efetuados os ensaios geofísicos na área de pesquisada da necrópole Nossa Senhora Aparecida, Piedade, SP.....	98
Figura 33 - Pseudo-seções do CE (Caminhamento Elétrico) efetuados na necrópole Nossa Senhora Aparecida, Piedade, SP. ....	99
Figura 34 - Escala de resistividade elétrica para seções do CEC ( Caminhamento Elétrico Capacitivo) na necrópole Nossa Senhora Aparecida, Piedade, SP. ....	102
Figura 35 - Pseudo-seções de CEC (Caminhamento Elétrico Capacitivo) efetuadas na necrópole Nossa Senhora Aparecida, Piedade, SP. ....	102
Figura 36 - Pseudo-seções de CEC efetuadas na necrópole Nossa Senhora Aparecida, Piedade, SP; utilizando a interpolação dos dados pelo método da krigagem.....	106
Figura 37 - Mapa de anomalias de condutividade elétrica na profundidade 3,0 m, medidas em $\text{mS m}^{-1}$ , na necrópole Nossa Senhora Aparecida, Piedade, SP. ...	109
Figura 38 - Mapa de anomalias de condutividade elétrica na profundidade 6,0 m, medidas em $\text{mS m}^{-1}$ , na necrópole Nossa Senhora Aparecida, Piedade, SP. ....	110
Figura 39 - Mapas de anomalias em 3D representando intensidades de condutividade a três e seis metros da área de pesquisa na necrópole Nossa Senhora Aparecida, Piedade, SP.....	112
Figura 40 - Mapa com localização para futuras instalações de poços de monitoramento no interior da necrópole Nossa Senhora Aparecida, Piedade, SP. ....	114
Figura 41 - Relação entre a condutividade elétrica ( $\text{mS m}^{-1}$ ) e a distância (m) para os pontos 3 e 6 m da região, para o perfil EM <sub>4</sub> . ....	115



Figura 42 - Relação entre a condutividade elétrica ( $\text{mS m}^{-1}$ ) e a distância (m) para os pontos 3 e 6 m da região, para o perfil EM <sub>9</sub> . .....	116
Figura 43 -Relação entre a condutividade elétrica ( $\text{mS m}^{-1}$ ) e a distância (m) para os pontos 3 e 6 m da região, para o perfil EM <sub>1</sub> . .....	117
Figura 44 - Relação entre a condutividade elétrica ( $\text{mS m}^{-1}$ ) e a distância (m) para os pontos 3 e 6 m da região, para o perfil EM <sub>2</sub> .....	118
Figura 45 - Comparação dos resultados obtidos com as técnicas Ohmmapper e EM-31 referente ao ponto B discriminado no mapa de anomalia até 3 metros. ....	119
Figura 46 - Comparação dos resultados de Ohmmapper e EM-31 referente ao ponto C discriminado nos mapas de anomalias de 3 e 6 metros. ....	120
Figura 47 - Comparação dos resultados Ohmmapper, Syscal e EM-31, referente ao ponto A2 discriminado nos mapas de anomalias 3 e 6 metros. ....	121
Figura 48 - Comparação dos resultados Ohmmapper, EM-31 e Syscal referente ao ponto A3 discriminado nos mapas de anomalias 3 e 6 metros. ....	122
Figura 49 - Área de estudo com a localização dos pontos de amostragens dentro e no entorno da necrópole Nossa Senhora Aparecida, Piedade, SP. ....	123

## LISTA DE QUADROS

- Quadro 1 - Modelos de necrópoles existentes no Brasil e no mundo, abordando suas vantagens e desvantagens.....34
- Quadro 2 - Resumo das vias de entrada de metais potencialmente tóxicos no solo 46

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição aproximada do corpo de um homem adulto com 70 kg.....	40
Tabela 2 - Concentrações críticas de poluentes no solo e principais critérios empregados na definição.....	47
Tabela 3 - Valores orientadores para solos e águas subterrâneas no estado de São Paulo 2016.....	57
Tabela 4 - Modelo geoeletrico proposto para a área interna da necrópole municipal de Vila Rezende, Piracicaba, SP.....	64
Tabela 5 - Características das técnicas geofísicas (CE, CEC e EM) utilizadas para localização de anomalias metálicas na necrópole Nossa Senhora Aparecida, Piedade, SP.....	76
Tabela 6 - Coordenadas iniciais e finais em UTM dos caminhamentos elétricos.....	80
Tabela 7 - Comprimento, sentido e posicionamento de perfil CEC executados na necrópole Nossa Senhora Aparecida, Piedade, SP.....	86
Tabela 8 - Comprimento, sentido e posicionamento de perfil EM executado na necrópole Nossa Senhora Aparecida, Piedade, SP.....	90
Tabela 9 - Características dos pontos selecionados para coleta de solo em áreas caracterizadas como anômalas e áreas de referência na necrópole Nossa Senhora Aparecida, Piedade, SP.....	92
Tabela 10 - Parâmetros analíticos para a técnica de ICP-OES: Metal.....	93
Tabela 11- Área e diâmetro do recipiente do permeômetro.....	96
Tabela 12 - Parâmetros instrumentais do ICP-OES para análise quantitativa de metais potencialmente tóxicos em amostras de solo na necrópole Nossa Senhora Aparecida, Piedade, SP.....	124
Tabela 13 - Comprimento de onda dos metais analisados.....	125
Tabela 14 - Resultados obtidos em $\text{mg kg}^{-1}$ de Ba na área de controle e nos pontos na área de pesquisa em relação a profundidade.....	126
Tabela 15 - Resultados obtidos em $\text{mg kg}^{-1}$ de Cd na área de controle e nos	

pontos na área de pesquisa em relação a profundidade.....	126
Tabela 16 - Resultados obtidos em $\text{mg kg}^{-1}$ de Pb na área de controle e nos pontos na área de pesquisa em relação a profundidade.....	127
Tabela 17 - Resultados obtidos em $\text{mg kg}^{-1}$ de Co na área de controle e nos pontos na área de pesquisa em relação a profundidade.....	127
Tabela 18 - Resultados obtidos em $\text{mg kg}^{-1}$ de Cu na área de controle e nos pontos na área de pesquisa em relação a profundidade.....	128
Tabela 19 - Resultados obtidos em $\text{mg kg}^{-1}$ de Cr na área de controle e nos pontos na área de pesquisa em relação a profundidade.....	128
Tabela 20 - Resultados obtidos em $\text{mg kg}^{-1}$ de Mn na área de controle e nos pontos na área de pesquisa em relação a profundidade.....	129
Tabela 21 - Resultados obtidos em $\text{mg kg}^{-1}$ de Mo na área de controle e nos pontos na área de pesquisa em relação a profundidade.....	129
Tabela 22 - Resultados obtidos em $\text{mg kg}^{-1}$ de Ni na área de controle e nos pontos na área de pesquisa em relação a profundidade.....	130
Tabela 23 - Resultados obtidos em $\text{mg kg}^{-1}$ de Zn na área de controle e nos pontos na área de pesquisa em relação a profundidade.....	130
Tabela 24- Resultados das análises texturais após ensaios granulométricos em quatro pontos da Necrópole Nossa Senhora Aparecida, Piedade-SP, considerando dados de sete profundidades.....	131
Tabela 25 - Resultados da constante de permeabilidade (k) referente a quatro amostras coletadas num determinado intervalo de profundidade.....	132

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AP	=	Área potencialmente contaminada
AS	=	Área suspeita de contaminação
CE	=	Caminhamento elétrico
CEC	=	Caminhamento elétrico capacitivo
CETESB	=	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CONAMA	=	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CTA	=	Capacidade de troca aniônica
CTC	=	Capacidade de troca catiônica
EM	=	Eletromagnético indutivo
FDEM	=	Eletromagnético indutivo no domínio da frequência
HCA	=	Análise de agrupamento hierárquico
HD	=	Dipolo Horizontal
ICP-OES	=	Espectrometria de Emissão Óptica Plasma Indutivamente Acoplada
LD	=	Limite de detecção
LQ	=	Limite de quantificação
MDF	=	Medium Density Fiberboard
OSHA	=	Occupational Safety and Health Administration
P1	=	Poço 1
P2	=	Poço 2
P3	=	Poço 3
P4	=	Poço 4
PCA	=	Análise de componente principal
pH	=	Potencial hidrogeniônico
PNMA	=	Política Nacional do Meio Ambiente
RI	=	Índice de Risco ecológico
USEPA	=	United States Environmental Protection Agency

VANT	=	Veículo Aéreo Não Tripulado
VD	=	Dipolo Vertical
VI	=	Valor de intervenção
VP	=	Valor de prevenção
VRQ	=	Valor de referência de qualidade
WHO	=	World Health Organization

## LISTA DE SIMBOLOS E FÓRMULAS QUÍMICAS

Ag	= Prata
Al(OH) <sub>3</sub>	= Hidróxido de alumínio
Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (OH) <sub>4</sub>	= Caulinita
As	= Arsênio
Au	= Ouro
Ba	= Bário
C <sub>4</sub> H <sub>12</sub> N <sub>2</sub>	= Putrescina
C <sub>5</sub> H <sub>14</sub> N <sub>2</sub>	= Cadaverina
Ca	= Cálcio
Cd	= Cádmio
Cl <sup>-</sup>	= Ion Cloreto
Co	= Cobalto
Cr	= Cromo
Cs	= Césio
Cu	= Cobre
Fe	= Ferro
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	= Hematita
Fe <sup>3+</sup>	= Ion Ferro (III)
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	= Peróxido do hidrogênio
Hg	= Mercúrio
HNO <sub>3</sub>	= Ácido nítrico
K	= Potássio
K <sup>+</sup>	= Ion Potássio
Mg	= Magnésio
Mg <sup>2+</sup>	= Ion Magnésio
Mn	= Manganês
Mo	= Molibdênio

Na	=	Sódio
Na <sup>+</sup>	=	Ion Sódio
NH <sub>3</sub>	=	Amônio
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	=	Íon amônio
Ni	=	Níquel
Pb	=	Chumbo
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	=	Íon Fosfato
Rb	=	Rubídio
Sc	=	Escândio
Se	=	Selênio
V	=	Vanádio
Zn	=	Zinco
Zr	=	Zircônio
α-FeO.OH	=	Goethita



## LISTA DE UNIDADES

- $\mu\text{g L}^{-1}$  = Micrograma por litro
- $\text{mg k}^{-1}$  = Miligrama por quilo
- $\text{mg L}^{-1}$  = Miligrama por litro
- $\text{mS m}^{-1}$  = MilliSiemens por metro
- $\text{nm}$  = Nanômetro
- $\text{Ohm.m}$  = Ohm por metro
- $\text{m}$  = Metro
- $k$  = Coeficiente de permeabilidade
- $K$  = Fator geométrico do arranjo de eletroresistividade
- $\sigma$  = Condutividade elétrica do meio

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>25</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>28</b>
<b>2.1</b>	<b>Geral</b> .....	<b>28</b>
<b>2.2</b>	<b>Específicos</b> .....	<b>28</b>
<b>3</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>29</b>
<b>3.1</b>	<b>Necrópole e dano ambiental</b> .....	<b>29</b>
3.1.1	Prática funerária .....	33
<b>3.2</b>	<b>Necropercolado</b> .....	<b>37</b>
<b>3.3</b>	<b>Solos</b> .....	<b>40</b>
3.3.1	Formação do solo .....	41
3.3.2	Propriedades do solo.....	42
3.3.3	Essencialidade e toxidez dos elementos químicos .....	45
3.3.4	Metais potencialmente tóxicos no solo .....	45
3.3.5	Disponibilidade de metais potenciamente tóxicos no solo.....	49
3.3.6	Mobilidade dos metais potencialmente tóxicos no solo .....	51
3.3.7	A contaminação do solo com metal potencialmente tóxico .....	52
3.3.8	Contaminação por metais potencialmente tóxicos em solo de necrópole.....	53
<b>3.4</b>	<b>Método geofísico aplicado em investigação ambiental</b> .....	<b>60</b>
<b>4</b>	<b>ÁREA DE ESTUDO</b> .....	<b>67</b>
<b>4.1</b>	<b>Meio físico</b> .....	<b>67</b>
<b>4.2</b>	<b>Geomorfologia</b> .....	<b>68</b>
<b>4.3</b>	<b>Pedologia</b> .....	<b>69</b>
<b>4.4</b>	<b>Clima</b> .....	<b>69</b>
<b>4.5</b>	<b>Hidrologia</b> .....	<b>70</b>

<b>4.6</b>	<b>Localização da necrópole em estudo</b> .....	70
<b>5</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	73
<b>5.1</b>	<b>Avaliação ambiental preliminar e confirmatória</b> .....	73
<b>5.2</b>	<b>Métodos geofísicos</b> .....	76
5.2.1	Caminhamento elétrico.....	77
5.2.2	Caminhamento elétrico capacitivo (CEC) – OhmMapper .....	81
5.2.3	Caminhamento Eletromagnético indutivo (EM) .....	87
<b>5.3</b>	<b>Métodos laboratoriais</b> .....	90
5.3.1	Amostragem .....	90
5.3.2	Determinação de metais.....	92
5.3.3	Determinação da classificação do solo .....	94
5.3.4	Ensaio de permeabilidade Carga constante .....	94
5.3.4.1	Determinação em laboratório de k .....	95
<b>6.1</b>	<b>Geofísica</b> .....	97
<b>6.2</b>	<b>Caminhamento elétrico (CE)</b> .....	99
<b>6.3</b>	<b>Caminhamento elétrico capacitivo (OhmMapper)</b> .....	101
<b>6.4</b>	<b>Eletromagnético indutivo (EM)</b> .....	109
6.4.1	Perfis das anomalias .....	114
<b>6.5</b>	<b>Área selecionada para coleta de solo</b> .....	118
<b>6.6</b>	<b>Estudos de quantificação de metais</b> .....	122
6.6.1	Bário .....	125
6.6.2	Cádmio .....	126
6.6.3	Chumbo.....	126
6.6.4	Cobalto .....	127
6.6.5	Cobre.....	127
6.6.6	Cromo.....	128

6.6.7	Manganês.....	128
6.6.8	Molibdênio .....	129
6.6.9	Níquel .....	129
6.6.10	Zinco.....	130
<b>6.7</b>	<b>Análise Granulométrica e Determinação da Constante de Permeabilidade – <i>k</i></b> .....	<b>130</b>
<b>7.</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>133</b>
	ANEXOS .....	149
	ANEXO I - Mapa geológico da região sudeste do estado de São Paulo.....	150
	ANEXO II – Resultados da técnica eletromagnética obtidas no campo. ....	151
	ANEXO II – Resultados de todos os elementos químicos analisados.....	156
	ANEXO III - Relatório de análise granulométrica e textural do solo onde foram localizadas as anomalias geofísicas.....	245

## 1 INTRODUÇÃO

As várias formas de atividades antropogênicas que podem gerar contaminação, como as oriundas da deposição de rejeitos de indústrias, mineração e matéria orgânica, merecem destaque por representarem uma fonte de metal potencialmente tóxico. Neste contexto, a interligação descarte-solo-aquífero freático compromete tanto a qualidade da água subterrânea como do solo, devido à presença significativa desses metais, impedindo dessa forma o uso desses bens naturais (SIMSIMAN et al., 1987; RIBEIRO et al., 2007).

As necrópoles, segundo o manual de gerenciamento de áreas contaminadas da CETESB, são consideradas como fontes potenciais de contaminação ambiental, em particular, para águas subterrâneas de menor profundidade, ou seja, o aquífero freático<sup>1</sup>. Em geral, durante muitos anos, as necrópoles públicas foram implantadas de uma forma aleatória, sem levar em consideração os aspectos geológicos, hidrogeológicos e geotécnicos da área escolhida. Como consequência, muitas necrópoles<sup>2</sup> convertem-se em área potencialmente perigosa, contaminando aquífero freático por necropercolado<sup>3</sup>, oriundo da degeneração de cadáveres, invólucros (caixões) e adereços que acompanham os mesmos como descrito em Pacheco et al. (1991).

Nas necrópoles públicas localizadas no Estado de São Paulo, como por exemplo, a necrópole da Vila Formosa, a maior do país, necrópole de Itaquera e necrópole da Vila Nova Cachoeirinha, atuam com reaproveitamento de sepulturas. Sendo assim, findado o prazo de sepultamento, em torno de três a cinco anos tem-se a exumação. Após curto período as sepulturas são reutilizadas, com isso acontece a recarga do solo, sendo retirado todas as impurezas (restos cadavéricos e caixões), e dando àquele espaço condições para reaproveitamento para a mesma finalidade

---

<sup>1</sup> É uma formação geológica de característica permeável, parcialmente saturada de água. Sua base é formada por uma camada impermeável como, por exemplo, a argila, ou pode ser semipermeável (FERREIRA, 2016).

<sup>2</sup> [...] é o conjunto de sepultamentos, também denominado cemitério (FERREIRA, 2016)

<sup>3</sup> [...] é um líquido percolado (não gruda nos ossos), que vai da tonalidade laranja-avermelhada até acinzentada, resultante do processo de decomposição de cadáveres. É poluente e infiltra-se nos lençóis freáticos quando não há o tratamento adequado (FERREIRA, 2016).

(SILVA e ARAUJO, 2003). Os corpos humanos carecidos de vida entram, rapidamente, em degeneração pela ação de micróbios, com liberação de substâncias tóxicas, que podem afetar o espaço e a saúde pública. Deste modo, é indispensável que as necrópoles sejam implantadas, devidamente, em termos sanitário e ambiental, para propiciar decomposição normal, sem prejudicar o ambiente

Segundo Pacheco (2012), os corpos humanos sepultados nas necrópoles normalmente estão sujeitos a fenômenos transformativos destrutivos, dos quais, por razões ambientais e sanitárias, nos interessa a decomposição ou putrefação, que é o método de apodrecimento da matéria orgânica, por enzimas microbianas e pela fauna macroscópica.

A capacidade do solo em reter substâncias químicas ou biológicas torna-o um importante compartimento na verificação do nível de contaminação de ecossistemas continentais. Os compostos indicadores de contaminação ambiental encontrados no solo podem ser orgânicos, como produto de decomposição de cadáveres e/ou inorgânicos como elementos traço (RODGHER, 2002).

Utilizou-se as técnicas de resistividade e eletromagnética como ferramenta para estudar zona não saturada da necrópole, pois estas podem fornecer informações relacionadas às anomalias do solo e das águas subterrâneas. A investigação de subsuperfície, utilizando estas técnicas, são interessantes pois, além de serem técnicas evasivas e não destrutivas, são uteis principalmente na determinação da extensão da possível contaminação, de seu gradiente e de sua origem. As análises geoquímicas visarão a confirmação ou não da existência de contaminantes na área de estudo, apontados pelas técnicas geofísicas, e a respectiva caracterização geotécnica (porosidade, condutividade e granulometria, por exemplo) do solo nos pontos de amostragem geoquímica.

Este trabalho quantificou a contribuição antropogênica de metais potencialmente tóxicos na zona não saturada da necrópole Nossa Senhora Aparecida, na cidade de Piedade, no Estado de São Paulo, a partir de avaliação ambiental preliminar, seguida de avaliação confirmatória. Onde demonstrou-se o acúmulo de metais potencialmente tóxicos no ambiente, proveniente da putrefação<sup>4</sup> de cadáveres

---

<sup>4</sup> [...] é o quinto estágio da decomposição do corpo de um animal morto. Pode ser visto em termos amplos como a decomposição de proteína em um processo que resulta num eventual colapso da

e invólucros.

---

coesão entre os tecidos e a liquefação da maioria dos órgãos. É causada pela decomposição bacteriana que resulta em odores (FERREIRA, 2016).

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Geral**

Realizar investigações geofísicas com o intuito de localizar áreas anômalas em subsuperfície e confirmá-las através da quantificação química.

### **2.2 Específicos**

- Determinar a área de estudo: o cemitério e a região dentro do mesmo a ser investigada;
- Realizar investigações geofísicas na subsuperfície da área de estudo usando as técnicas: Caminhamento Elétrico (CE), Caminhamento Elétrico Capacitivo (CEC) e Eletromagnético Induzido (EM).
- Analisar os resultados geofísicos para localização das regiões que apresentem anomalias (contaminadas) oriundas da necropercolação;
- Coletar amostras de solo nas regiões anômalas para realização de análises químicas e físicas;
- Realizar a digestão ácida das amostras e determinar via ICP-OES as concentrações dos metais: Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Mn, Mo, Ni, Pb e Zn.
- Comparar os resultados com os valores da área controle e valores de referência determinados pela CETESB/2016;
- Efetuar análise textural e permeabilidade para compreensão do processo de infiltração e possível do contaminante.



### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 Necrópole e dano ambiental

O termo necrópole ou cemitério (do grego *koimetérion*, “dormitório” ou do latim *coemeteriu*) expõe ao recinto onde se enterram e guardam-se os mortos (FERREIRA, 2016). Sob a influência do cristianismo, o termo recebeu o sentido de campo de descanso após a morte. A necrópole também é conhecida por cemitério, carneiro, sepulcrário e cemitério (CAMPOS, 2007). Segundo Pacheco (1986), só se pode falar realmente em necrópoles a partir da Idade Média, quando os defuntos começaram a serem confinados no interior das igrejas e áreas adjacentes às mesmas. Mas, foi somente a partir do século XVIII que o termo necrópole adquiriu o sentido atual quando, por causas de higiene e saúde pública proibiu-se o sepultamento de corpos no interior de edifícios religiosos recomendando-se o sepultamento de corpos em lugares adequados, ou seja, em necrópoles campais, implantado no contorno de áreas urbanas.

As necrópoles foram sempre consideradas apenas como locais de enterro de corpos humanos, que não apresentavam qualquer perigo à saúde pública e ao ambiente (DA SILVA et al., 2009).

Fix (2007) cita que as necrópoles foram constituídas inicialmente como um lugar para que os corpos pudessem repousar e decompor, considerando um aspecto meramente religioso, funcionando como uma fonte histórica de precaução da memória familiar e das crenças.

A questão da morte teve sempre percursos difíceis ao longo da história. Em meados do século XX, o silêncio mantido sobre este tema começou a ser rompido com o aparecimento de estudos sociológicos e interdisciplinares nas áreas de antropologia, arte, literatura, medicina, filosofia, religião e, mais recentemente, de ambiente terrestre.

Se houve consolidação científica das pesquisas sobre morte, não se pode dizer o mesmo sobre a questão entre “necrópole e ambiente”, isto é, sobre as relações do corpo em decomposição, com o ambiente terrestre (solo, atmosfera e recursos hídricos). As necrópoles, até o presente, ainda não foram incluídas na lista de fontes habituais de transmissão ambiental, dada a dificuldade em vencer as condições psicológicas e os valores socioculturais a eles associados, apesar da existência de casos históricos com relatos sobre as transmissões das águas subterrâneas em poços

de abastecimento público (PACHECO, 2000; MULDER, 1954, BOUWER, 1978; SCHRAPS, 1972 e RAGON, 1981).

O conceito de “meio ambiente”, na legislação brasileira, acha-se definido na lei nº 6938/81 da PNMA (Política Nacional de Meio Ambiente) nos seguintes termos: “é o conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas”, segundo o artigo 3º do parágrafo 1. A Constituição Federal de 1988 inseriu os conteúdos humano e social, no conceito de meio ambiente no artigo 225 e modificou dessa forma, a compreensão que se deve ter sobre esse tema nas seguintes palavras:

Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as seguintes e futuras gerações.

Conforme a definição de Pacheco (2012) pode-se afirmar que existe uma relação inerente entre a necrópole e o ambiente, uma vez que a dissecação dos cadáveres gera subprodutos que constituem risco potencial e podem afetar o solo e águas subterrâneas, através de contaminantes químicos e biológicos. As necrópoles de modo geral, constituem-se em potencial problema a ser administrado, principalmente, ao líquido percolado gerado durante o processo de decomposição de um cadáver, que pode conter patógenos e substâncias tóxicas, como metais traço contaminando águas subterrâneas e superficiais (PACHECO, 1986).

A *World Health Organization – WHO* (1998) demonstrou grande preocupação com o impacto que as necrópoles podem causar ao ambiente, através do aumento da aglomeração de substâncias orgânicas e inorgânicas, nas águas subterrâneas e a eventual presença de microrganismos patogênicos, e evidenciou a necessidade de mais pesquisas a respeito do assunto.

Bergamo (1954) defendeu a necessidade de estudos geológicos e sanitários das áreas de necrópoles, além da verificação de possibilidades de contaminação das águas subterrâneas e superficiais. Segundo Bouwer (1978) as necrópoles deveriam ser construídas em solos com textura média, já que em solos de textura muito fina (argiloso), estes, favorecem anaerobiose, o que dificulta a decomposição. Já os solos de textura grosseira (arenoso) possuem maior capacidade de contaminação do aquífero freático.

Além disso, a Resolução CONAMA nº 368 recomenda que o nível inferior das sepulturas esteja a uma distância de pelo menos um metro e meio acima do mais alto nível do lençol freático, medido no fim da estação das cheias. Pacheco (1986) alertou para a necessidade de implantação cuidadosa de necrópoles e fixação de faixas de proteção sanitária como forma de garantir a preservação das águas subterrâneas e o uso potável das mesmas.

Bouwer (1978) efetuou registros sobre casos de propagação das águas subterrâneas por líquidos humorosos em águas que se destinavam ao consumo humano. Ainda de acordo com este autor, foi observada incidência de febre tifoide entre pessoas que viviam nas proximidades da cidade de Berlim, no período de 1863 a 1867, além de Paris onde a água subterrânea malcheirosa e de sabor adocicado, em períodos quentes, foram captadas em poços tubulares localizados nas proximidades de uma necrópole local.

Segundo Spongberg e Becks (2000) constitui-se em fonte de contaminantes químicos, o verniz e conservantes da madeira e as partes metálicas de caixões, como alças e adereços, que podem liberar Pb, Zn, Cu, Cr, Ni e Fe. Tais elementos químicos representam um grupo de poluentes, que requer tratamento específico, pois não são degradados biológica ou quimicamente (SINGH e CAMEOTRA, 2004). Esses metais podem acumular-se no solo e tornarem-se mais perigosos quando compartilham com alguns componentes do solo (PIERANGELI et al., 2004; AMARAL SOBRINHO et al., 2009).

Alguns metais são apontados essenciais do ponto de vista biológico, enquanto outros não o são. Entretanto, mesmo os essenciais podem, sob determinadas condições, causar impactos negativos a ecossistemas terrestres e aquáticos, constituindo-se dessa forma, em contaminantes de solo e água (GUILHERME et al., 2005).

De acordo com Naidu et al. (1998), os componentes coloidais do solo apresentam alta área superficial própria e capacidade de troca de cátions (CTC) e de ânions (CTA) que, em grande parte, determina a capacidade de armazenamento de íons nutritivos às plantas e poder filtrante do solo para poluentes, como os metais. De acordo com Melo et al. (2010) os minerais na fração argila podem reter os metais em solução.

Em solos tropicais e subtropicais úmidos, a mineralogia constitui-se, essencialmente, de caulinita  $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ , óxidos e oxihidróxidos de ferro, como hematita ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) e goethita ( $\alpha\text{-FeO.OH}$ ), além de hidróxidos de alumínio como a gibbsita  $\text{Al}(\text{OH})_3$ , todos minerais secundários encontrados na fração argila.

Segundo Almeida e Macedo (2005), após a morte, o corpo sofre apodrecimento, que significa destruição de tecido corpóreo por ação de bactérias e enzimas, que resultam na dissolução gradual dos tecidos em gases, líquidos e sais, ou seja, o corpo humano transforma-se em um ecossistema formado por artrópodes, bactérias, microrganismos patogênicos destruidores de matéria orgânica e outros, colocando em risco o lugar e a saúde pública.

Segundo Pacheco et al. (1991) cada corpo decomposto libera de 30 a 40 litros de necropercolado, o qual detém quantidades elevadas de diferentes bactérias, como as causadoras de tétano (*Clostridium tetani*), gangrena gasosa (*Clostridium perfringes*), febre tifoide (*Salmonellatyphi*), febre parasitoide (*Salmonellaparatyphi*), disenteria (*Shigelladysenteriae*) e outras, além de muitos tipos de vírus, como os da hepatite. Essas substâncias são produzidas pela hidrólise proteica durante a putrefação de tecidos orgânicos. Elas têm odores muito fortes e desagradáveis e são solúveis em água, sendo um meio ideal para a reprodução de microrganismos e de doenças (MELO et al., 2010).

Da mesma forma, verifica-se a presença de metais potencialmente tóxicos, advindos de adereços dos caixões, além de formaldeído e metanol, utilizados na embalsamação de corpos (SILVA e MALAGUTTI FILHO, 2009).

Após analisar 600 necrópoles no Brasil e no exterior, Romanó (2005) observou que 75% dos casos de contaminação e de poluição verificados eram oriundas de necrópoles municipais e 25% de necrópoles particulares, com problemas regionais, construtivos ou operacionais (alguns deles ditos “clandestinos”).

Além de doenças difundidas pela água, existe grande potencial na proliferação do *Aedes Aegypti*, transmissor da dengue e da febre amarela, provocada pela preservação de água em vasos, presença de escorpiões, habitantes de lugares escuros, úmidos e abrigados, bem como de baratas (PIRES e GARCIA, 2008). Pacheco et al. (1991) realizou pesquisa sobre contaminação de águas subterrâneas por necrópoles que efetuaram estudos em três necrópoles dos municípios de São Paulo e de Santos, neles constataram a transmissão do aquífero freático por

microrganismos - coliformes totais, coliformes fecais, *estreptococos fecais*, *clostrídios* sulfito redutores e outros, procedentes da separação de corpos sepultados, por inumação<sup>5</sup> no solo.

Mendes et al. (1989) foram os precursores da aplicação de técnicas geofísicas, para estudar a contaminação em necrópoles no Brasil, correlacionando anomalias<sup>6</sup> de condutividade elétrica aparente, em estudos eletromagnéticos, com a contaminação procedente de sepultamentos.

Miotto (1990) efetuou proposta para implantação de metodologia baseada em mapeamentos de informações geológicas, geotécnicas e hidrológicas, visando à flexibilidade de solos, para áreas destinadas à implantação de necrópoles.

Migliorini (1994) constatou o aumento de concentração de íons e de produtos nitrogenados nas águas subterrâneas da necrópole de Vila Formosa em São Paulo. Dent (1995) constatou o aumento da condutividade elétrica e sais minerais, nas águas subterrâneas próximas de sepultamentos na necrópole Botany, Austrália.

### 3.1.1 Prática funerária

Campos (2007) identificou em suas pesquisas, tanto no Brasil como no mundo, quatro das principais formas de sepultamentos e procurou descrever as vantagens e desvantagens de cada tipo de sepultamento, conforme consta no Quadro 1.

---

<sup>5</sup> Processo de sepultamento direto no solo (Pacheco, 2000)

<sup>6</sup> Uma distribuição espacial anormal de metais ou combinação de metais em um ambiente específico, determinado por uma técnica analítica específica (Govett, 1983).

Quadro 1 - Modelos de necrópoles existentes no Brasil e no mundo, abordando suas vantagens e desvantagens.

(Continua)

Necrópole	Descrição	Vantagem	Desvantagem
<b>Horizontal</b>	Constituído por alamedas pavimentadas, túmulos semienterrados, mausoléus, capelas com altar, crucifixos e imagens, monumentos funerários revestidos de mármore e granito, com pouca ou nenhuma arborização (CAMPOS, 2007).	Em razão do contato direto do corpo inumado com o solo, a decomposição torna-se facilitada (QUEIROZ, 2002).	Favorece a contaminação de águas superficiais e subterrâneas, abrange grandes áreas. Necessita de solo adequado para esta finalidade, ambiente acinzentado afetando a estética urbana, podendo gerar impactos psicológicos em pessoas sensíveis, possível proliferação de insetos como os mosquitos transmissores de dengue e febre amarela, e artrópode como escorpiões encontrados em locais escuros, úmidos e abrigados (CAMPOS, 2007).
<b>Vertical</b>	Edificado com um ou mais pavimentos, dotado de compartimentos destinados ao sepultamento (CAMPOS, 2007).	Menor espaço físico utilizado, ausência de necropercolado e resíduos nas águas subterrâneas e facilidade de sepultamento (CAMPOS, 2007).	Liberação de substâncias sem tratamento e a necessidade de maiores cuidados na construção, para evitar vazamento de necropercolado e eventual emissão de odor (KEMERICH et al., 2012)

Quadro 1 - Modelos de necrópoles existentes no Brasil e no mundo, com vantagens e desvantagens abordadas

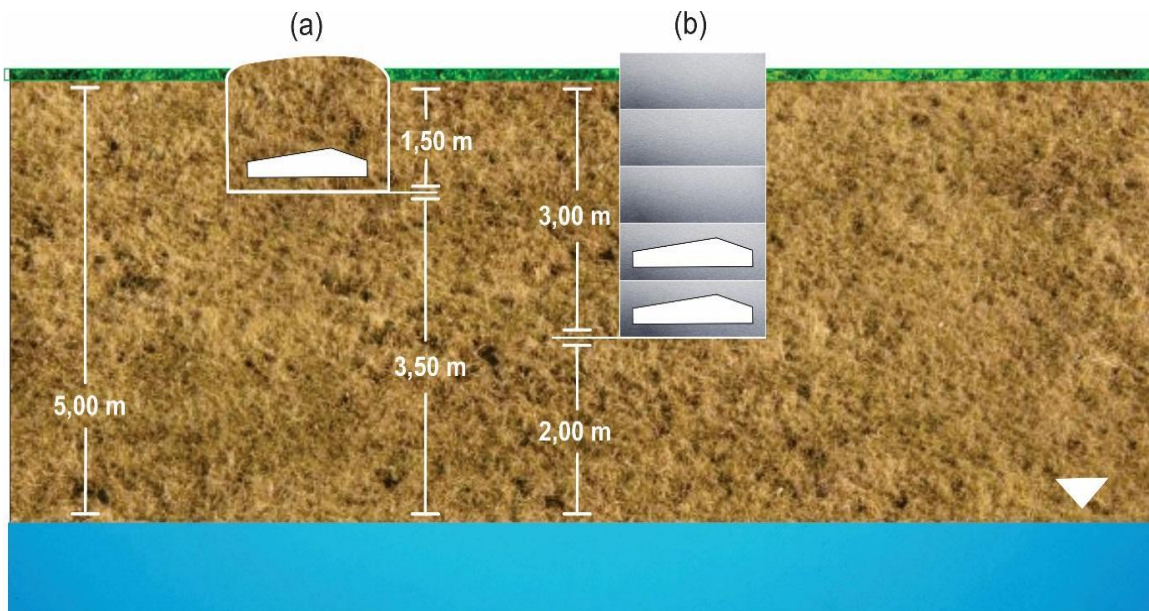
(conclusão)

Necrópole	Descrição	Vantagem	Desvantagem
<b>Parque ou Jardim</b>	Constituído por gavetas no solo, cobertos por gramados e árvores, isentos de construções tumulares. Os sepultamentos são efetuados por tumulação e as sepulturas identificadas por lápides de pequenas dimensões, ao nível do chão (QUEIROZ, 2002).	O perfil das sepulturas é uniforme, com aspecto menos austero que as necrópoles tradicionais, na maioria das vezes gramados e árvores. Atualmente é um dos tipos de necrópoles mais utilizados nas cidades, como forma de integração das necrópoles no ambiente urbano (PACHECO, 2006).	Utilização de várias gavetas a baixas profundidades (< 1,5m), facilitando a emanção de gases gerados, pela decomposição (PACHECO, 2006)
<b>Crematório</b>	Destina-se à incineração de cadáveres. É composto por fornos com filtros para a retenção de material particulado. Cada corpo permanece durante uma hora a uma temperatura que varia entre 400°C a 1200°C (QUEIROZ, 2002).	Não existe interferência do necropercolado nas águas subterrâneas, a destruição de micro-organismos que poderiam interferir no ambiente e a ocupação de pequena área (PACHECO, 2006).	Quando da instalação de crematório, tem-se a produção de resíduos na combustão de corpos e também a pouca aceitação de famílias por questões sociais, religiosas e culturais.

Fonte: autoria própria.

A Figura 1 refere-se à representação esquemática de sepultamento por inumação no solo (a) e por tumulação com utilização de placas pré-fabricadas ou alvenaria (b). A Figura mostra dois tipos de sepultamento mais utilizados no Brasil, além de distâncias exigidas por lei, em relação ao aquífero freático.

Figura 1 - Representação esquemática de sepultamento por inumação no solo (a) e por tumulação com utilização de placas pré-fabricadas ou alvenária (b).



Fonte: Pacheco (2000).

Já a Figura 2 mostra o esquema de sepultamento vertical com disposição em gavetas, onde é possível observar as gavetas lacradas indicando uso e outras gavetas, em fase de construção.



Figura 2 - Sepultamento vertical com disposição em gavetas, obra de ampliação sendo executada na Necrópole Jardim Eterno, Piedade, SP.



Fonte: Acervo do autor.

### 3.2 Necropercolado

Também conhecido como líquido percolado, cuja denominação relaciona-se ao líquido liberado, intermitentemente, pelos cadáveres em estado de putrefação, posterior ao período coliquativo ou humoroso. Conforme explica Carneiro (2009) o processo de decomposição do corpo é liberado um líquido chamado de “produto da coliquação”<sup>7</sup>, conhecido também como necropercolado, o qual é responsável pela transmissão do solo e aquíferos subterrâneos. Reis Sobrinho (2002) complementa essa afirmação destacando que o necropercolado é um líquido humoroso liberado de corpos em decomposição, em quantidades iniciais equivalentes a 0,6 kg, correspondente a aproximadamente 30-40 L para cadáver com peso médio de 70 kg. De acordo com o autor, a liberação do necropercolado é mais significativa no período

---

<sup>7</sup> Termo usado pelo CONAMA.

de 05 a 08 meses após o sepultamento.

A Figura 3 demonstra o escoamento do necropercolado por uma fissura em sepultura aérea na necrópole da Consolação na cidade de Sorocaba no início da pesquisa, mas mudou-se de área e cidade em função de problemas administrativos. Onde, pode se observar o acúmulo de insetos no entorno do produto.

Figura 3 - Escoamento de necropercolado por uma fissura em sepultura aérea no Necrópole da Consolação, Sorocaba, SP.



Fonte: Acervo do autor.

Como se percebe na Figura 3, o jazigo perdia líquido humuroso de coloração castanho-acinzentada, odor intenso e desagradável. Segundo Matos (2001), esse líquido é constituído de 60 % da sua fração por água, 30 % por sais minerais e 10 % por substâncias complexas, como putrescina ( $C_4H_{12}N_2$ ) e cadaverina ( $C_5H_{14}N_2$ ), tem densidade da ordem de  $1,23g\text{ cm}^3$ , sendo bastante solúvel em água, com pH variando entre 5 a 9, e temperatura de 23 a 28°C.

O necropercolado contém microrganismos patogênicos, liberados em maior quantidade na fase do fenômeno putrefativo. Seu grande problema está na presença de agentes patogênicos que são formados por bactérias e vírus. Microrganismos específicos podem estar presentes no necropercolado quando o óbito foi provocado

por doenças infectocontagiosas, além daqueles que poderiam estar alojados no cadáver como, bactérias e vírus, agentes propagadores de doenças (febre tifoide, paratifoide, hepatite infecciosa), entre outros.

O necropercolado apresenta viscosidade crescente ao longo do seu período de formação, ou seja, sua composição apresenta mais líquidos no início do processo de decomposição e, com o passar do tempo, torna-se mais densa. Isto significa que a possibilidade de contaminação é maior no início do processo, pois o necropercolado é mais fluido e pode infiltrar-se e se deslocar para mais longe de sua origem (OLIVEIRA et al., 1998).

Existem poucos estudos voltados à composição microbiológica do necropercolado, entretanto, Ottmann (1987) infere que é provável encontrar-se número elevado de bactérias deteriorantes de matéria orgânica (bactérias heterotróficas), de proteínas (bactérias proteolíticas) e de lipídios (bactérias lipolíticas).

Para Matos (2001), encontram-se no necropercolado bactérias que são normalmente expelidas por humanos e animais, como *Escherichia coli*, *Enterobacter*, *Klebsiella* e *Citrobacter* - as quatro pertencem ao grupo de coliformes totais, *Streptococcus faecalis*; alguns clostrídios, como *Clostridium perfringes* e *Clostridium welchii*, entre outros. Ainda segundo o autor é possível encontrar também bactérias patogênicas, como *Salmonella typhi*, e vírus humanos, como enterovírus. Quando o necropercolado alcança o solo e as águas (superficial e subterrânea), pode levar estas bactérias e vírus, produzindo contaminação. Contudo, o necropercolado é nocivo para as águas não somente pelos organismos patogênicos que o colonizam, mas também, pelas próprias substâncias químicas de que é composto.

Para um esclarecimento ainda mais amplo quanto a esse assunto, torna-se relevante considerar que a composição do corpo de um homem adulto de 70 kg é mostrada na Tabela 1.

Tabela 1 - Composição aproximada do corpo de um homem adulto com 70 kg

<b>Substância</b>	<b>Quantidade</b>
Carbono	16.000 g
Nitrogênio	1.800 g
Cálcio	1.100 g
Fósforo	500 g
Enxofre	140 g
Potássio	140 g
Sódio	100 g
Cloreto	95 g
Ferro	4,2 g
Água	70 – 74%

Fonte: Dent e Knight (1998)

Dentre os indicadores que norteiam o processo de contaminação por necropercolado na água subterrânea tem-se os parâmetros: pH, condutividade elétrica, cor, turbidez, cloretos, dureza total, sólidos dissolvidos totais, sulfato, ferro, série nitrogenada, fósforo total, demanda bioquímica de oxigênio, oxigênio dissolvido, além de coliformes termotolerantes. Todos estes parâmetros devem ser efetuados sob as orientações do *Standard Methods of the Examination of Water na Wastewater* (DE SOUZA CUNHA et al., 2008).

### 3.3 Solos

O solo corresponde a uma fina camada de material constituído por minerais, matéria orgânica, organismos vivos, ar e água que juntos auxiliam no desenvolvimento das plantas. Produtores rurais são particularmente preocupados com solo porque a natureza do mesmo determina o tipo de cultura e de manejo a ser empregado. Habitantes urbanos devem também se preocupar com a degradação do solo, pois esta determina a quantidade, qualidade e custo dos alimentos disponíveis no mercado, além da qualidade ambiental. Se o solo é usado irracionalmente, isto pode limitar a produção vegetal, e/ou causar erosão, ocasionando queda na qualidade do ar e água, indispensáveis tanto para habitantes rurais quanto urbanos. Para entender como o solo pode ser protegido, deve-se antes entender como o mesmo é formado.

### 3.3.1 Formação do solo

A formação do solo é uma combinação de eventos físicos, químicos e biológicos. O processo de elaboração inicia-se com a desagregação física do material de origem, que consiste de camadas de rochas ou outros depósitos geológicos mais recentes. O intemperismo é produto da fragmentação física e/ou alterações químicas do material de origem (TEIXEIRA, et al.,2003). Variações de temperatura, que promove dilatação e contração das rochas e minerais, e abrasão, causada por vento e água, são agentes do intemperismo físico. Reações químicas de hidratação, dissolução, hidrólise, oxidação e redução promovem o intemperismo químico das rochas e minerais.

Segundo Lepsch (2002), a dilatação de um bloco rochoso não ocorre de forma uniforme causando fraturas e dessa forma desprendendo-se pedaços ou sofrendo alterações de maneira que reduzam suas dimensões. Os desenvolvimentos de vegetais nas aberturas das rochas podem exercer pressão suficiente para o rompimento das rochas.

Forças que promovem a fricção entre fragmentos rochosos aumentando o intemperismo físico. O formato arredondado de cascalhos e de fragmentos de rochas às margens de cursos d'água é prova desse desgaste pelas águas. Além disso, vento e água transferem pequenas partículas transportando-as para outros locais onde servirão de material de origem para formação de novos solos. Em adição ao desgaste físico das rochas e transporte de sedimentos, e da temperatura, as reações químicas também alteram o tamanho e formação do material de origem e participam do processo de construção do solo. Pequenos fragmentos de rochas expostos a condições geoambientais podem ter alguns de seus constituintes oxidados; isto é, podem sob a ação do oxigênio do ar, transformar-se quimicamente em outras substâncias. Outros constituintes das rochas podem sofrer hidratação, dissolução ou hidrólise quando em contato com moléculas de água (SCHNEIDER, et al, 2007). A água das chuvas é ligeiramente ácida, o que pode facilitar a rompimento das rochas.

Os primeiros seres vivos a ocuparem esses fragmentos de rochas são os líquens, formando comunidades pioneiras que auxiliarão no processo de fragmentação. Os vegetais e pequenos animais, também contribuem para o processo, aumentando a quantidade de matéria orgânica que é incorporada aos fragmentos de rochas para formar o solo. A matéria orgânica decomposta também conhecida como humos concentra-se, principalmente, na camada superficial constituindo-se em

nutriente importante para os vegetais e também aumenta a atividade do solo de forma que os nutrientes inorgânicos, que são mais solúveis sob condições ácidas, tornando-se biodisponíveis para as plantas.

Pequenos animais, bactérias, fungos e raízes de plantas também fazem parte do processo biológico de formação do solo. Um dos animais mais importantes é a minhoca que promovem a integração da matéria orgânica e inorgânica, elevando a quantidade de nutrientes disponíveis às plantas, e muitas vezes, transportando nutrientes de camadas mais profundas do solo para a mais superficial e vice-versa (MOREIRA e SIQUEIRA, 2006). Aeração e drenagem são também aprimoradas pelas perfurações das minhocas e outros pequenos animais do solo.

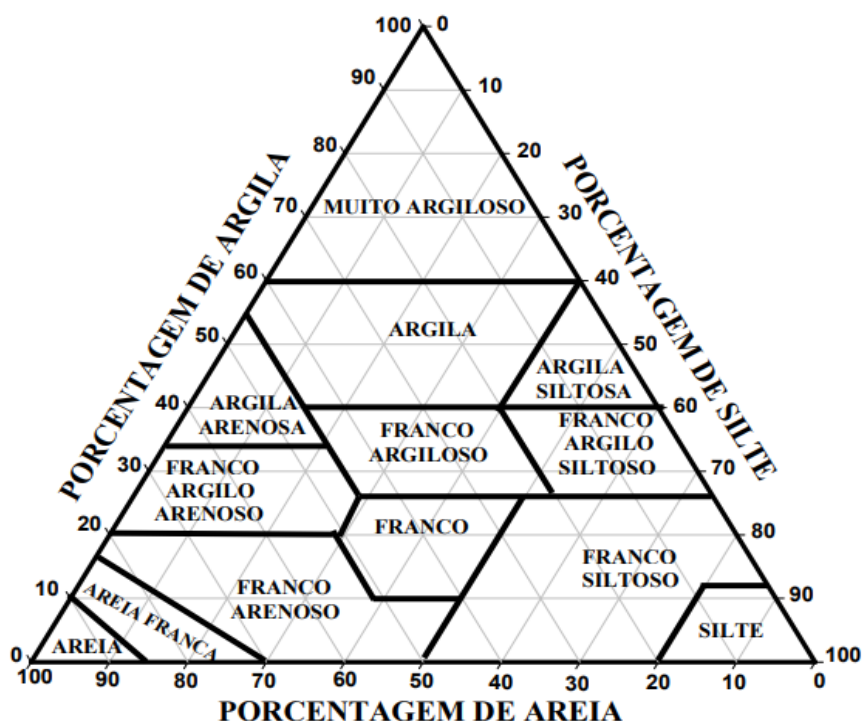
Fungos e bactérias são também decompositores e tem importante participação na ciclagem de muitos minerais. Eles, assim como outros animais, possuem a função de reduzirem a matéria orgânica a tamanhos menores, melhorando a qualidade do solo.

Através de um grande período de tempo, este complexo processo físico, químico e biológico, após um grande período de tempo, dará origem ao solo de hoje. Sob condições geoambientais ideais, uma rocha de menor resistência pode gerar um centímetro de solo em 15 anos. Sob condições geoambientais não adequadas e com material de origem mais resistente, pode-se levar centenas de anos para a formação de quantidade equivalente de solo.

### 3.3.2 Propriedades do solo

Segundo Resende et al. (2007), as propriedades do solo incluem textura, estrutura, atmosfera, umidade, microrganismos e composição química. Os solos constituem-se de partículas de diferentes tamanhos, misturadas em diferentes combinações, resultando em diferentes classes texturais (Figura 4). A textura do solo é determinada pelo tamanho das partículas minerais. Os fragmentos maiores do que dois milímetros são chamados de fragmentos grosseiros, incluindo-se desde cascalho a matacões. Partículas com dimensões entre 0,05 e 2 milímetros são classificadas como areia; partículas de silte variam de 0,002 a 0,05 milímetros de diâmetro; e as partículas com diâmetros inferiores a 0,002 milímetros constituem a fração argila.

Figura 4 - Classes texturais dos solos, de acordo com as proporções de argilla, silte e areia.



Fonte: EMBRAPA,1999

Solos com textura mais grosseira (arenosos) apresentam poros maiores favorecendo a mobilidade de água que pode carrear matéria orgânica e inorgânica para a zona insaturada mais profunda e até mesmo para zona saturada. Partículas de argila (principalmente os minerais silicatados) apresentam formato de placas, possibilitando a formação de áreas menos permeáveis. De maneira geral, solos de textura mais fina (argilosos) tendem a apresentar menor permeabilidade, excetuando-se alguns latossolos mais ricos em óxidos de ferro e alumínio, onde a disposição das partículas em agregados mais arredondados garante boa permeabilidade, apesar do elevado teor de argila. Solos siltosos também apresentam reduzida capacidade de infiltração de água e, neste caso, menor resistência à erosão.

A estrutura do solo está relacionada ao arranjo das partículas, feita por agentes cimentantes, em unidades maiores chamadas agregados. Partículas de areia não se agregam facilmente, portanto, solos arenosos possuem estrutura fraca ou mesmo inexistência de estrutura, ao passo que solos argilosos tende a formar agregados mais estáveis. Dependendo da composição ou processo a que foram submetidos, os solos podem apresentar variações nas formas e tamanhos das unidades estruturais. Solos

estruturados possuem agregados ou torrões maiores que se desfazem utilizando processos mecânicos, não chegando, portanto, a desfazer a agregação. Esta propriedade é conhecida como friabilidade e é determinada pela estrutura e umidade do solo, sendo resultado das forças de coesão ou adesão. Solos arenosos são mais friáveis se comparados aos solos argilosos. Exceto se comparado aos latossolos ricos em óxidos de alumínio e ferro, onde a estrutura granular lhes confere maior friabilidade. A propriedade friabilidade do solo está ligada a uma determinada faixa de umidade, portanto, quando estiver fora dessa faixa corre-se o risco de degradação da estrutura, pulverizando, se o solo estiver seco, ou compactando, se o solo estiver com umidade suficiente para torná-lo plástico<sup>8</sup>.

O solo com uma boa estruturação permite o trânsito de água e ar. O solo ideal apresenta cerca de dois terços de seu volume com poros que podem conter ar, quando o excesso de água é drenado. O ar no espaço poroso é indispensável para fornecer oxigênio para os seres vivos aeróbios e também para as raízes das plantas. A água ocupa o restante do espaço poroso do solo. A relação entre o conteúdo de ar e água não é fixo. Após uma chuva intensa, todo o espaço poroso pode ter sido ocupado com água. Em alguns casos, o excesso de água não é drenado do solo e pode causar a morte dos seres vivos não tolerantes à falta de oxigênio. Ar e água também determinam quantidade e tipo de microrganismos presentes no solo.

Protozoários, nematoides, minhocas, insetos, bactérias e fungos são habitantes típicos dos solos. O papel dos protozoários no solo não é bem estabelecido, mas eles parecem atuar como parasitas de outras formas de organismos e, portanto, ajudam a regular a população de outros organismos do solo. Nematoides podem ajudar na ciclagem de matéria orgânica morta. Segundo Moreira e Siqueira (2006), as bactérias e fungos são particularmente importantes na decomposição e reciclagem de material orgânico. As atividades químicas transformam material orgânico complexo em nutrientes que podem ser usados pelas plantas. Por exemplo, bactérias e fungos podem converter o nitrogênio da proteína existente na matéria orgânica em amônia ou nitrato, compostos de nitrogênio que podem ser utilizados pelas plantas. A quantidade de nitrogênio produzida varia com o tipo de matéria orgânica, tipo de

---

<sup>8</sup> Faixa de umidade logo acima daquela que corresponde a de friabilidade.



microrganismos, drenagem do solo e temperatura. Todos estes organismos são ativos em camadas distintas, que formam o perfil do solo.

### 3.3.3 Essencialidade e toxidez dos elementos químicos

Para as plantas superiores e para os animais os critérios de essencialidade de um elemento químico são similares, isto é, um elemento é considerado essencial quando atende aos seguintes critérios: (a) o elemento é componente de um composto químico ou participa de alguma reação vital para a planta/animal; (b) a ausência impede que o ser vivo complete algum estágio do ciclo vital; (c) o papel do elemento é específico e nenhum outro pode substituí-lo.

Os elementos considerados essenciais para as plantas são: C, H, O (orgânicos), N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Zn, B, Cl, Mn, Mo (minerais). O Co (para as leguminosas) e o Ni, tem sido incluídos nessa lista (MALAVOLTA et al.,1997). Para os animais – inclusive o homem – são essenciais: C, H, O, N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Co, Zn, Mn, Se, Cr, V, Sn, Ni, F, Ar, e Mo (ADRIANO, 1986).

Qualquer elemento, essencial ou não, pode se tornar tóxico desde que absorvido/ingerido em quantidade excessiva pelas plantas/animais. A toxidez para plantas e eventualmente para os animais tem duas origens: a própria natureza e o homem, isto é, antropogênica. Dentre as fontes antropogênicas estão os adubos minerais e orgânicos e os corretivos (calcário e gesso). Além dos nutrientes, que dependendo da dose podem tornar-se tóxicos, esses materiais apresentam em sua composição, outros elementos potencialmente tóxicos, citando-se o Cd e o Pb, dentre outros.

Com relação à sua toxicidade, considera-se perigoso para as plantas (fitotóxico) os elementos Zn, Cu, Ni e Cr, podendo-se incluir, também o Al, Mn, Fe e B. Já para os animais e homem a preocupação maior é para os elementos Cd, Pb, Hg, Ar e Mo (BERTON, 1992).

### 3.3.4 Metais potencialmente tóxicos no solo

A *International Union of Pure and Applied Chemistry* – IUPAC, órgão não governamental responsável por regulamentar a nomeação de todos os compostos químicos não apresentou uma definição clara para os termos metais potencialmente tóxicos ou elementos potencialmente tóxicos. Duffus (2002) acredita que cada

elemento deva ser estudado separadamente considerando suas características químicas, biológicas e propriedades toxicológicas. Segundo Moraes (2009), qualquer elemento macro, micronutriente ou elemento essencial pode tornar-se potencialmente tóxico quando em concentração elevada no meio.

Os metais estão presentes naturalmente nos solos como resultado do intemperismo de seu material de origem. Os teores totais encontrados nos solos normalmente são muito baixos. Todavia, em decorrência das atividades antrópicas, a concentração de muitos desses elementos tem sido consideravelmente aumentada, tanto em solos cultivados quanto em solos não cultivados, principalmente pelo armazenamento indevido de resíduos.

Esses metais são incorporados ao solo por diversas vias (Quadro 2). Resíduos gerados nas indústrias de metalurgias, coureira, tintas e pigmentos e produtos galvanizados; rejeitos urbanos como o lodo de esgoto, composto de lixo e águas residuárias, são fontes de metais potencialmente tóxicos. Esses compostos, geralmente ricos nesses elementos, sendo depositados em aterros sanitários ou no solo, liberam os metais para a solução, podendo tomar diversos destinos: lixiviação para o aquífero freático, absorvidos pelas plantas e organismos do solo, adsorvidos pelas argilas e complexados à matéria orgânica, representando uma fonte poluidora potencial.

As atividades agrícolas também contribuem para o aumento dos metais ao solo pela aplicação de fertilizantes e corretivos, resíduos orgânicos e inorgânicos, defensivos, que podem conter elevadas concentrações de metais potencialmente tóxicos.

Quadro 2 - Resumo das vias de entrada de metais potencialmente tóxicos no solo

<b>Rota de entrada no solo</b>	<b>Contaminante</b>
Deposição de subprodutos industriais, extração e processamento de minérios (galvanoplastia, baterias, pigmentos, ligas metálicas, caldeiras, radiadores).	Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn
Fertilizantes e pesticidas	Cd, Cr, Cu, Hg, Zn
Lodos de estação de tratamento de esgoto urbano	Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn
Deposição atmosférica	Cd, Pb, Zn

Fonte: Accioly e Siqueira(2000).

As concentrações no solo dos metais potencialmente tóxicos para componentes bióticos do ecossistema ainda não estão bem estabelecidas. Alguns países usam critérios diferenciados para estabelecer níveis de concentração de metais potencialmente tóxicos no solo, sendo o grau de toxidez dos vegetais ou a utilização do solo os mais empregados. De acordo com Accioly e Siqueira(2000), as quantidades acumulativas ou concentrações máximas permitidas no lodo para alguns países são: USEPA (Agencia de Proteção Ambiental dos EUA): Cd – 39; Cr – 3000; Cu – 1500; Hg – 17; Ni – 420; Pb – 300; Se – 100; Zn – 2800 mg.kg<sup>-1</sup>; Holanda: (Cd- 10; Cr – 500; Cu – 200; Hg – 4; Ni – 200; Pb – 300; Zn – 1000) mg kg<sup>-1</sup>; Suíça: (Cd – 15; Cu – 500; Pb – 500; Zn – 1000) mg kg<sup>-1</sup>. Estes autores citam que a USEPA considera como tóxico o teor do metal que causa redução de 50% no crescimento dos vegetais e na Suíça, quando a queda é de 25% no crescimento. Citam ainda, outros critérios que são considerados na definição de níveis tóxicos (Tabela 2). No Brasil, a Resolução CONAMA 420/2009, estabelece os seguintes valores de prevenção: (Sb – 2; As – 15; Ba – 150; Cd – 1,3; Pb – 72; Co – 25; Cu – 60; Cr – 75; Hg – 0,5; Mo – 30; Ni – 30; Ag – 2; Se – 5; Zn – 300) mg kg<sup>-1</sup>.

Tabela 2 - Concentrações críticas de poluentes no solo e principais critérios empregados na definição

(*Continua*)

<b>Contaminantes</b>	<b>mg kg<sup>-1</sup></b>	<b>Sintomas de Intoxicação</b>
Ba	>75	Náuseas, vômitos, diarreia, dor abdominal, agitação, ansiedade, tremores, fibrilação muscular, hipertonia dos músculos da face e pescoço, crises convulsivas e coma;
Cd	>0,5	Enfisema pulmonar, hipertensão arterial, doenças renais, Fibrose e edema pulmonar; anemia, diminuição da testosterona, diminuição da produção de anticorpos;
Co	-	O excesso pode causar disfunção da glândula tireóide, dermatites, cardiomiopatia e policitemia
Cr	-	A forma mais perigosa é o cromo VI, que é um carcinógeno;
Cu	40 – 100	Fitotoxidez (40 para solo arenoso e 100 para solo argiloso);
Mo	4	Dores articulares e aumento da concentração de ácido úrico no sangue;

(Conclusão)

Contaminantes	mg kg <sup>-1</sup>	Sintomas de Intoxicação
Ni	25 – 50	Os casos de intoxicação aguda produzem sintomas como: náuseas, vômitos, palpitação, fraqueza, vertigens, dor de cabeça;
Pb	300	Ingestão por crianças;
Zn	75 – 200	Fitotoxidez ( 75 solo arenoso e 200 solo argiloso).

Fonte: Accioly e Siqueira(2000).

O solo é um sistema sujeito a variações em curto prazo, como variações de umidade, teor de matéria orgânica, pH e condições de oxi-redução, e também a modificações lentas em resposta ao manejo e aos fatores ambientais (LINDSAY, 1979). Tais modificações desencadeiam uma série de processos, influenciando a forma química e, conseqüentemente, a sua disponibilidade no solo.

Os processos químicos mais importantes que influenciam o comportamento e a disponibilidade dos metais potencialmente tóxicos nos solos são aqueles relacionados com a adsorção dos metais presentes na solução para a fase sólida do solo. Os principais mecanismos de adsorção dos metais traço nos solos são: capacidade de troca catiônica, adsorção específica e complexação orgânica (ALLOWAY, 1990; DANTAS, 1991).

Como os metais potencialmente tóxicos ocorrem principalmente na forma catiônica, a sua adsorção depende da densidade de cargas negativas dos colóides dos solos, isto é, da capacidade de troca de cátions do solo. A ligação do íon metálico com colóides do solo é basicamente eletrostática, sujeita, portanto, a grande influência do pH do meio, e está prontamente disponível às plantas.

A adsorção específica envolve uma ligação mais forte do que a eletrostática do elemento metálico com superfícies ligantes, por meio de ligações covalentes. É o que ocorre com diversos metais e colóides inorgânicos do solo, como óxidos de Fe, óxidos de Al e hidroxiapatitas (OLIVEIRA, 1991; MA, 1994; ZHANG et al., 1997).

A fração orgânica do solo também tem propriedades de adsorção dos metais traço, pois há uma afinidade muito grande entre os cátions metálicos e a matéria

orgânica (CAMARGO, 1991). A matéria orgânica oferece áreas para a troca de cátions, mas sua maior afinidade com metais é devido aos ligantes ou grupos funcionais que tomam parte nas reações, são os carboxílicos, fenólicos, alcoólicos e alguns tipos de carbonila (CAMARGO, 1991). Tais grupos se ligam aos metais traço, formando o complexo organo-metálico de estabilidade variável em razão do elemento e do pH. De acordo com Livens (1991), os complexos formados podem ser solúveis ou insolúveis. Os primeiros compreendem os ligantes bioquímicos, como ácidos orgânicos, aminoácidos e açúcares e os ácidos fúlvicos, enquanto os segundos abrangem os ácidos húmicos.

A sequência decrescente de estabilidade da ligação metal-matéria orgânica é a seguinte, segundo Jones e Jarvis (1981):  $\text{Cu}^{+2} > \text{Pb}^{+2} > \text{Ni}^{+2} > \text{Cr}^{+2} > \text{Zn}^{+2}$ . Isso implica dizer que elementos como o Cu e o Pb são mais fortemente retidos pela matéria orgânica do que o Zn, por exemplo.

### 3.3.5 Disponibilidade de metais potencialmente tóxicos no solo

A concentração total de metais nos solos não pode definir o nível de risco de contaminação do ambiente, uma vez que os metais potencialmente tóxicos estão presentes sob diversas formas químicas e com diferentes potenciais de biodisponibilidade (Lindsay, 1979). As principais formas químicas de ocorrência dos metais traço nos solos são: solúveis em água, trocáveis, orgânicas, carbonáceas, ligadas a óxidos de Fe e Mn e residuais (Pickering, 1986). As duas primeiras frações e parte da orgânica são consideradas formas disponíveis para as plantas (Li e Shuman, 1997). A carbonácea e a oxídica são potencialmente disponíveis, podendo ser liberadas por meio de variação no pH e de condições de oxi-redução (JORDÃO et al., 1996).

Até o final da década de setenta, os estudos com metais potencialmente tóxicos em solos ou em partículas sólidas eram, em sua maioria, feitos com base na concentração total, não se levando em conta as diversas frações geoquímicas do solo e, conseqüentemente, a disponibilidade para os seres vivos. A partir de então, muitas técnicas de extração foram desenvolvidas, visando-se à quantificação das frações consideradas disponíveis. Para se determinar o teor disponível por meio de métodos químicos, duas estratégias são empregadas: extração simples com um reagente

específico ou extração sequencial com vários reagentes químicos com diferentes poderes de extração (PETTRUZZELLI, 1989).

Apenas uma pequena fração do teor total dos metais potencialmente tóxicos no solo é considerada biodisponível. Quanto ao Zn, nos solos brasileiros seu teor total varia de 4 a 263 mg kg<sup>-1</sup>, ao passo que a fração disponível oscila de 0,1 a 45 mg kg<sup>-1</sup> (MALAVOLTA et al.,1997). No caso do Cu, do teor total, que varia de 2 a 33 mg kg<sup>-1</sup> apenas 0,1 a 6 mg kg<sup>-1</sup> são disponíveis às plantas. Ma e Rao (1997), estudados solos contaminados por metais concluíram que até 44% do total de Zn nos solos estava na forma potencialmente disponível. Já o Cu e Ni tinham, em ordem decrescente, menor fração disponível no solo.

Ribeiro Filho et al. (1999) avaliando as formas de metais pesados através da extração sequencial de uma área de rejeitos de uma unidade de extração e industrialização de zinco, em Minas Gerais, verificaram que, de modo geral, a ocorrência do Zn foi maior nas formas carbonato e residual, enquanto o cádmio predominou nas formas trocáveis e o cobre e o chumbo nas formas residuais.

A biodisponibilidade do cádmio é, em geral, mais dependente do pH do solo e de sua concentração. Vários estudos tem demonstrado que, sob condições físicas, químicas, fisiológicas e mineralógicas similares, as quantidades de Cd adsorvida pelas culturas tendem a aumentar à medida que a concentração do metal aumenta no solo (BERTON,1992). Segundo o autor, a interface solo-planta parece não proteger a cadeia alimentar contra uma quantidade excessiva de Cd no solo e que um dos meios mais efetivos para minimizar a absorção desse metal pelas plantas é o aumento do pH do solo pela calagem.

O cromo hexavalente (Cr<sup>+6</sup>) é tóxico às plantas quando aplicado em solução ao solo. O cromo trivalente é insolúvel no solo e, em vista da limitada possibilidade do Cr<sup>+6</sup> estar presente em materiais orgânicos, presume-se que o Cr presente em resíduos orgânicos não apresenta perigo para a cadeia alimentar, assim como o chumbo que é fortemente retido ao solo e pouco transferido para os frutos, o que é um meio eficiente de prevenir a toxidez de Pb em humanos e animais.

O molibdênio é o nutriente absorvido em menor quantidade pelas plantas. Quando os níveis nos solos são elevado, as plantas podem acumular esse metal na parte aérea e causar problemas à saúde dos animais que delas se alimentam, principalmente para os ruminantes (BERTON,1992).

A absorção dos elementos zinco, cobre e níquel pelos vegetais é diminuída pela elevação do pH. Entretanto as raízes ao crescerem podem causar uma mudança localizada no pH do solo, chegando a ser de várias unidades na rizosfera. Por outro lado, esses elementos são altamente fitotóxicos e a barreira solo-planta evita a entrada dos mesmos em grandes quantidades na cadeia alimentar. Além disso, tanto os animais quanto os homens são bem tolerantes a esses elementos (BERTON,1992).

### 3.3.6 Mobilidade dos metais potencialmente tóxicos no solo

A mobilidade dos metais traço no solo é muito variável, sendo influenciada não só pelas propriedades específicas do elemento, mas também por diversos fatores ligados ao solo e às condições ambientais. Assim, alguns elementos se acumulam mais na superfície, enquanto outros se movimentam para as camadas subsuperficiais do solo.

Diversos trabalhos tem relatado a capacidade de movimentação dos metais no perfil dos solos. Matos et al.(1996), adicionando vários metais, na forma de sais, em coluna de solo, constataram baixa mobilidade do Cu e do Pb. Segundo os autores, a baixa mobilidade desses elementos está associada a alta afinidade com varios constituintes do solo, como matéria orgânica e minerais de argila. Resultado semelhante foram obtidos por Sidle e Kardos (1977) e Elliott et al.(1986).

Dentre os metais potencialmente tóxicos, o Cd é considerado o que possui maior mobilidade no perfil do solo (PICKERING, 1986; LAMY et al., 1993), uma vez que sua ligação com os coloides do solo é fraca e instável (ALLOWAY, 1990).

O Zn, quando não está associado à matéria orgânica, é fortemente retido pelas partículas coloidais do solo, o que reduz muito a sua mobilidade no perfil do solo (Malavolta, 1994).

Schirado et al. (1986) observaram que, em solos arenosos, Zn, Cd e Ni se movimentam para camadas inferiores do solo pela ação da água da chuva ou de irrigação. Outros autores observaram que os metais traço veiculados em material orgânico, como o lodo de esgoto, tem baixa mobilidade (WILLIAMS et al., 1987; DOWDY et al., 1991). De acordo com Giusquiani et al. (1992), a baixa mobilidade dos metais potencialmente tóxicos em solos tratados com resíduos orgânicos é atribuído à retenção da matéria orgânica na camada superficial do solo, e sabe-se que a

maioria dos metais traço nos resíduos orgânicos está associada à matéria orgânica coloidal. Entretanto, mesmo em solos adubados com resíduos orgânicos pode haver movimentação dos metais traço no perfil do solo. As partículas orgânicas solúveis podem formar complexos metálicos na superfície e arrastá-los para camadas mais inferiores do solo (LI e SHUMAN, 1996; MCBRIDE et al., 1997; LI e SHUMAN, 1997).

A mobilidade e a disponibilidade dos metais traço estão relacionadas com a solubilidade e a forma com ocorrem no solo. Assim, a sequência decrescente da movimentação de alguns metais potencialmente tóxicos em solos contaminados é a seguinte segundo Ma e Rao (1997): Zn>Cu>Cd>Ni.

### 3.3.7 A contaminação do solo com metal potencialmente tóxico

Existem duas fontes principais de metais traço no solo: (i) origem, que representa a concentração de metal procedente de rochas (WEI e YANG, 2010); (ii) contaminação antropogênica, incluindo a aplicação de agroquímicos, além de alterações orgânicas, estrume animal, fertilizante mineral e lodo proveniente de tratamento de esgoto. Geralmente existe uma quantidade maior de metal potencialmente tóxico se comparado ao material de origem em solos, que se originaram a partir de fontes antropogênicas (WU et al., 2010).

Os metais potencialmente tóxicos são considerados fontes de poluição, visto que exercem impactos negativos na qualidade ambiental mesmo em concentrações baixas, enquanto outros necessitam de alteração significativa em sua concentração no solo ou na água para ser considerado tóxico (ZHAO et al., 2012). Os elementos Cu, Pb e Zn são, geralmente, encontrados nos solos antropogênicos (SONG, 2011).

A presença prolongada dos contaminantes no ambiente urbano, em especial em solos, e sua estreita proximidade com a população humana pode amplificar significativamente a exposição da população a metais por inalação, ingestão e contato dérmico (PACHECO, 2011).

Singh e Raju (2015) avaliaram a poluição do solo nos arredores de Varanasi, Uttar Pradesh, na Índia. A fim de avaliar os riscos potenciais para a saúde humana, os pesquisadores coletaram vinte e três amostras de diferentes locais, abrangendo o *dumping*, estrada e área agrícola onde identificaram a concentração e as fontes de metais traço e avaliaram a qualidade ambiental do solo. As concentrações médias de metais traço foram todas abaixo dos limites admissíveis de acordo com as diretrizes



de qualidade do solo, exceto Cu e Pb.

### 3.3.8 Contaminação por metais potencialmente tóxicos em solo de necrópole

Agricultura, indústria e aterros sanitários são comumente as principais fontes antropogênicas de contaminação ambiental. Pouca atenção tem sido dada as necrópoles como possíveis fontes de poluição.

Estudos relatam que os caixões usados em enterros podem representar um perigo para o ambiente e para a saúde, pois os metais contidos no caixão podem oxidar-se em toxinas prejudiciais ao meio. Estas substâncias, ao sofrerem lixiviação nos solos circundantes, podem levar a contaminação de águas subterrâneas, conforme Spongberg e Becks (2000). Outros estudos dizem que as quantidades de produtos de decomposição que saem das necrópoles são pequenas e possuem um baixo impacto sobre o ambiente. No entanto, quase todas as necrópoles têm algum potencial de poluição. A contaminação mais séria pode ser causada por bactérias patogênicas ou vírus que são lançados no ambiente. A questão volta-se: "toda necrópole polui o solo?" Depende da localização e da operação do local. Segundo Amuno (2013), essa questão só pode ser resolvida por uma análise da contaminação do solo.

Algumas pesquisas limitam-se a examinar os poluentes que emanam dos corpos (HANI e PAZIRA, 2011). No entanto, os solos das necrópoles não são apenas locais para acomodação final dos corpos, mas também servem de filtro durante o processo de decomposição dos mesmos e dos caixões utilizados para o sepultamento. De fato, estudos recentes realizados encontraram a contaminação decorrente de minerais que são liberados por cargas de sepultamento (NIKOLAIDIS et al., 2010). As peças metálicas utilizadas nos caixões, com o decorrer do tempo, sofrem corrosão liberando substâncias potencialmente tóxicas. Estas podem ser transportadas das sepulturas através de infiltração difusa e em solos circundantes. De lá, eles podem contaminar as águas subterrâneas e tornar-se um risco potencial para a saúde dos residentes em áreas ao redor da necrópole (HUANG, 2007).

A maioria das necrópoles foi instalada sem pensar sobre os potenciais riscos para o meio ambiente local ou comunidade (OTTMANN,1987). Produtos químicos potencialmente tóxicos que podem ser solubilizados nas águas subterrâneas incluem substâncias que foram usadas em embalsamamento, bem como vernizes, seladores

e conservantes, alças de metais e outros adereços usados em caixões de madeira. Conservantes de madeira e tintas utilizados na construção do caixão contêm substâncias como cobre, naftaleno, amoníaco e arsenato de cobre cromatado (LINDSAY, 1996).

Antes de 1940, os compostos de chumbo eram comumente usados como agentes corantes em tintas (KEMERICH et al., 2014). Metais potencialmente tóxicos, como o manganês, níquel, cobre e vanádio, também foram identificados em amostras de tinta para caixões (HUGGINS, 1993). Atualmente, muitas tintas ainda contêm chumbo, mercúrio, cádmio e cromo. O arsênio é usado como um pigmento, conservante da madeira e como ingrediente anti-incrustação, enquanto bário é usado como pigmento e inibidor de corrosão (LINDSAY, 1996).

Necrópoles são consideradas fontes potenciais de contaminação ambiental. Os invólucros e outros materiais utilizados na confecção das sepulturas contribuem, também, para o aumento de metais traço no solo das necrópoles. Durante a construção de caixões, metais tais como o bronze, Pb, Ni, Ag, Au, Zn, Cu, Fe, Se são normalmente utilizados para a decoração e para melhorar a durabilidade dos caixões (MULLER, 2008; DUMCIUS et al., 2011).

Os metais Pb, Zn, Cu, Cr e Ni e Fe, também são utilizados para as alças e ornamentos, que estão relacionados, ao lado externo de caixão. Os prendedores e ornamentos dos caixões também contêm metais como zinco ou ligas de cobre, prata ou bronze. Muitas vezes, esses itens são pintados com tinta *spray*, galvanizado ou uma combinação destes processos para melhorar o seu valor estético (MICÓ et al., 2006). Outros materiais sintéticos tais como tintas, veludo, tafetá, borracha, dobradiças, puxadores de bronze, pregos galvanizados, parafusos de madeira, colas e enfeites também são utilizados na confecção de caixões (NICHOLSON et al., 2003).

Embora a madeira tenha sido tradicionalmente utilizada para a construção de caixões, seu preço está se tornando proibitivo e materiais mais baratos, como papelão, madeira compensada, placas de MDF, cartão prensado ou aglomerado estão sendo utilizados como substitutos (EBONG et al., 2007; DENT, 2000, BANAT et al., 2005). Estes produtos contêm conservantes que são regulados por Hazard Padrões de Comunicação (*Occupational Safety and Health Administration* - OSHA) e podem conter cromo e cobre. Outra novidade recente no acabamento exterior é o uso do titânio por ser mais leve para a construção de caixões (ALLOWAY, 1995).

O conhecimento sobre as cargas de contaminação de necrópoles é limitado, com apenas informações esparsas disponíveis. Um dos poucos estudos realizados sobre as variações espaciais de metais contido em solo necrópole foi realizado por Spongberg e Becks (2000). Este estudo revelou que as concentrações de metais de Cu, Pb, Zn e Fe em solo de uma necrópole em Ohio, EUA, não só diferiam de uma zona para outra dentro da necrópole, mas também diferem dentro e fora do local.

Amuno (2013) realizou pesquisa para avaliar o potencial de risco ecológico de contaminação de metal traço no solo da necrópole. Amostras foram coletadas em torno da vizinhança da necrópole Ruanda e foram analisadas as concentrações de metal traço, os resultados revelaram concentração *in situ* de As (21,9 mg kg<sup>-1</sup>), Ba (178,5 mg kg<sup>-1</sup>), Cr (77 mg kg<sup>-1</sup>), Cs (6,8 mg kg<sup>-1</sup>), Rb (59,1 mg kg<sup>-1</sup>), V (51,5 mg kg<sup>-1</sup>) e Zr (181,1 mg kg<sup>-1</sup>), onde o solo contaminado foi considerado de grau baixo. Por outro lado, a avaliação do Índice de Risco ecológico (RI) potencial revelou que a contaminação por metal traço no solo não confere qualquer risco ecológico significativo. Estas considerações sugerem que enquanto o solo de necrópole pode ser tóxico devido à acumulação de certos metais traço, os seus riscos ecológicos globais podem ser mínimos e insignificantes.

Os metais traço no local apresentaram uma maior taxa de acumulação como Cr (77 mg kg<sup>-1</sup>, Ni (20,6 mg kg<sup>-1</sup>), Sc (12,2 mg kg<sup>-1</sup>). Da mesma forma, observou-se que os solos da necrópole mostraram enriquecimento significativo com o cromo em comparação com as médias mundiais de solos agrícolas. O estudo conclui que a decomposição de restos humanos desempenha papel significativo na elevação total dos conteúdos do elemento de metais traço em solos de necrópoles (AMUNO; 2013).

Segundo Akobundu e Nwankwoala (2013), os órgãos responsáveis pelos sepultamentos, particularmente nos países em desenvolvimento, precisam começar a considerar e adotar opções de sepultamentos verdes ou amigos do ambiente com o intuito de evitar a potencial degradação ambiental em áreas de necrópole. Estudo realizado pela *UK Environmental Agency* (2004) estimou que mais da metade da poluição é proveniente do processo de lixiviação ocorrido no primeiro ano, e que essa contaminação diminui progressivamente nos anos subsequentes (FACCHINELLI et al., 2001).

O tempo necessário para estes metais contaminarem o solo dependerá de vários fatores, tais como taxa de precipitação, as características do solo

e taxa de infiltração do local de enterro (FOGLI, 2004). Por exemplo, temperaturas quentes aceleram a decomposição dos cadáveres, enquanto que as condições de congelamento irão inibir o processo de decomposição (ENGELBRECHT, 1998). Por outro lado, um solo mal drenado acelerará a decomposição, ao passo que um solo bem drenado terá um efeito inverso (CAI et al., 2012).

Outras fontes de poluição no solo da necrópole podem ser resultantes da lixiviação de substâncias químicas potencialmente tóxicas, usadas no embalsamamento de corpos e preservação de caixões de madeira. Por exemplo, a utilização de arsenato e cromato como conservante de madeira pode influenciar a entrada antropogênica de cobre, cromo e arsênio no ambiente do solo das necrópoles, assim como caixões pulverizados com compostos. Tais produtos químicos degradam em condições de sepultamento (DE MIGUEL et al., 1998).

O uso de aço e de madeira nos caixões para vedação pode continuar a contribuir para a contaminação potencial dos solos nas necrópoles. Ebong et al. (2007) avaliaram a contaminação das águas subterrâneas de uma necrópole na Holanda. O estudo observou maior concentração da pluma de solução salina que foi caracterizado pela presença de sulfato e íons bicarbonato na água no solo sob o túmulo. Em outros estudos, foram identificados altos teores de íons  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  e  $\text{Mg}^{2+}$  nas águas subterrâneas imediatamente adjacentes às sepulturas. A concentração destes principais elementos significativos diminuiu rapidamente com a distância da sepultura (BANAT et al., 2005).

Outros estudos analisaram os efeitos da contaminação do solo de uma necrópole. Os resultados mostraram que a água do solo no entorno do sepultamento foi contaminada tanto com metais (Ca, Mg, Na, K) como também com agentes patogênicos prejudiciais (HARRIS, 2007).

Barros et al. (2008) analisaram a contaminação das águas subterrâneas no Beheshte Zahra, necrópole localizado em Teerã, Irã. Nos últimos anos, outros estudos que investigaram a contaminação do solo a partir de necrópoles também surgiram em literaturas empíricas. A contaminação, por metais potencialmente tóxicos, foi investigada no solo da necrópole municipal Santa Cândida, localizada em Curitiba/PR, a qual indicou contaminação significativa dos elementos Cr, Pb e Ni. Os teores elevados desses metais foram atribuídos aos materiais usados na realização do enterro. Já Kemerich et al. (2012) analisaram a contaminação por metais traço na

necrópole municipal de Seberi/RS, o estudo mostrou que os solos da necrópole foram contaminados com Cu, Cr e Zn. Em outra investigação Hao e Lok (2008) analisaram a distribuição de metal traço em solo da necrópole Zandfostein na África do Sul. Esse estudo apenas indicou que as concentrações de oligoelementos no solo da necrópole foram superiores, quando comparados com o entorno da necrópole.

Segundo a CETESB (2016), os valores orientadores de concentrações de substâncias químicas que fornecem orientação sobre a condição de qualidade de solo e de água subterrânea e são utilizados como instrumentos para prevenção e controle da contaminação e gerenciamento de áreas contaminadas sob investigação, conforme consta da Tabela 3.

Tabela 3 - Valores orientadores para solos e águas subterrâneas no estado de São Paulo 2016.

Substância	Solo (mg kg <sup>-1</sup> peso seco)					Águas Subterrâneas (ug L <sup>-1</sup> )
	Valor de Intervenção (VI)					VI
	VRQ	VP	Agrícola	Residencial	Industrial	
Arsênio	3,5	15	35	55	150	10
Bário	75	120	500	1300	7300	700
Cádmio	<0,5	1,3	3,6	14	160	5
Chumbo	17	72	150	240	4400	10
Cobalto	13	25	35	65	90	70
Cobre	35	60	760	2100	10000 <sup>(a)</sup>	2000
Cromo total <sup>(1)</sup>	40	75	150	300	400	50
Molibdênio	<4	5	11	29	180	30
Níquel	13	30	190	480	3800	70
Zinco	60	86	1900	7000	10000 <sup>(a)</sup>	1800

Fonte: Adaptado da CETESB (2016).

(a) Adotado valor limite de 1% do peso seco do solo (10.000 mg kg<sup>-1</sup>)

Na Tabela 3, o Valor de Referência de Qualidade (VRQ) é definido como a

concentração de determinada substância no solo ou na água subterrânea, que define um solo como limpo ou a qualidade natural da água subterrânea; o Valor de Prevenção (VP) como a concentração de determinada substância, acima da qual podem ocorrer alterações prejudiciais à qualidade do solo e da água subterrânea, valor este que indica a capacidade de um solo em sustentar as suas funções primárias, protegendo os receptores ecológicos e a qualidade das águas subterrâneas; e o Valor de Intervenção (VI) como a concentração de determinada substância no solo ou na água subterrânea acima da qual existem riscos potenciais à saúde humana, considerado um cenário de exposição genérico. Para o solo, o valor de intervenção foi estabelecido utilizando-se procedimento de avaliação de risco à saúde humana para cenários de Exposição Agrícola – Área de Proteção Máxima (APMax), Residencial e Industrial (CETESB, 2016).

### 3.4 Distribuição vertical da água em subsuperfície

A subsuperfície pode ser dividida, de forma simplificada, em zona não saturada, zona capilar e zona saturada quanto à distribuição de águas subterrâneas (Figura 5). A zona não saturada ou de aeração, também chamada de vadosa, situa-se entre a superfície freática e a superfície do terreno.

Figura 5 - Representação esquemática de subsuperfície, onde a partir da superfície em profundidade tem-se as zonas não saturada, capilar e saturada



Fonte: adaptado de Musy (2001).

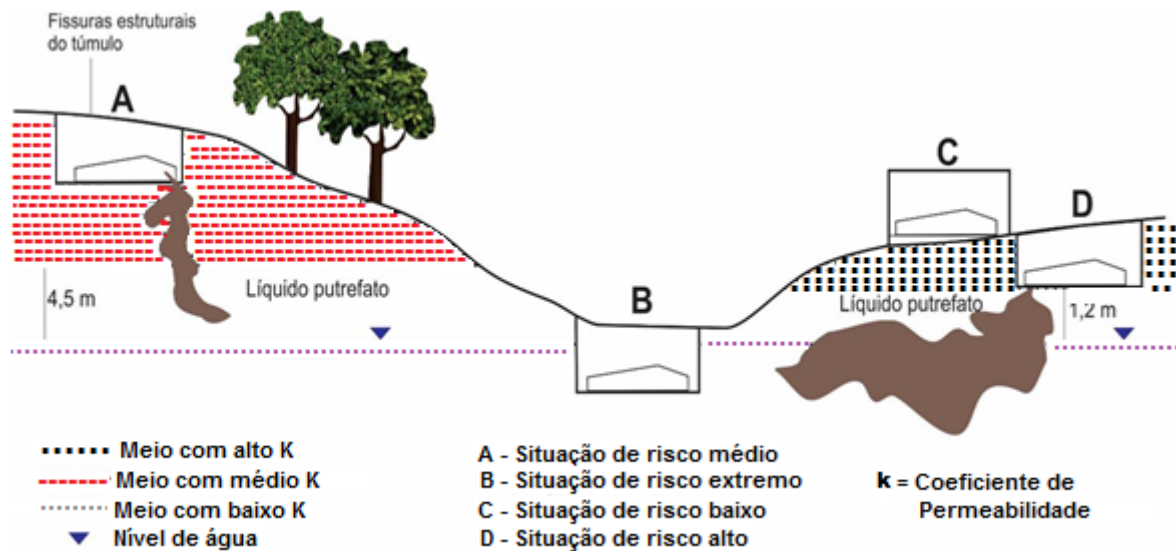
A zona capilar, por sua vez, estende-se da superfície freática até o limite de ascensão capilar da água. A sua espessura depende da distribuição e tamanho dos poros, além da homogeneidade do terreno. O limite superior dessa zona tem forma muito irregular. Adota-se, porém, um limite abaixo do qual o solo é considerado praticamente saturado (75%).

Já no aquífero livre, também denominado de freático, o limite superior é a superfície freática, onde todos os pontos encontram-se sob pressão atmosférica (FREEZE e CHERRY, 1979).

Nos terrenos destinados à implantação de necrópoles, a espessura da zona não saturada e o tipo de material geológico são fatores determinantes para a filtragem do necropercolado (Figura 6). A proporção de fração argila no solo deve apresentar entre 20 e 40%, para favorecer os processos de decomposição (que dependem da presença de ar) e as condições de drenagem do necropercolado. Assim, solos com coeficiente de permeabilidade  $10^{-5}$  a  $10^{-7}$  cm s<sup>-1</sup> e nível freático 5 metros de profundidade abaixo do fundo da sepultura são ideais para sepultamentos, pois favorecem a putrefação e filtragem do necropercolado, o que significa baixa vulnerabilidade de contaminação (BRASIL, 2006).

De acordo com Silva e Malagutti (2011), a Figura 6 apresenta um modelo de quatro situações funerárias e seus respectivos riscos à contaminação do aquífero, de acordo com o local de enterramento e a relação com os materiais geológicos, profundidade de águas subterrâneas e questões ambientais externas ao ambiente físico tais como rachaduras nas sepulturas.

Figura 6 - Representação para modelo de risco de contaminação de aquífero livre por necropercolado



Fonte: Silva e Malagutti Filho (2011).

- Na situação A ocorre a condução lenta do contaminante devido à condutividade hidráulica média do material geológico, alta absorção/retenção devido às características do material argiloso associado à profundidade favorável do nível da água subterrânea, o contaminante é aprisionado na zona não saturada, chegando à classificação de uma situação de risco médio, para a contaminação do aquífero.
- Na situação B o túmulo está sob o aquífero freático, tornando possível ser inundado. É considerada uma situação extrema de risco, uma vez que em geral as sepulturas não são impermeáveis.
- Na situação C o túmulo está acima do aquífero freático, condutividade hidráulica baixa, sendo assim, enquadra-se na situação favorável definida na CONAMA 368/2006, portanto pode ser considerada uma situação de baixo risco.
- Na situação D existe um viés na condução do contaminante para maiores profundidades, devido à sua alta condutividade hidráulica, juntamente com o aquífero freático, em baixa profundidade. Considera-se como situação de alto risco.

### 3.5 Método geofísico aplicado em investigação ambiental

Segundo a CETESB (1999), métodos geofísicos são técnicas indiretas de investigação das estruturas de subsuperfície, através da aquisição e interpretação de dados instrumentais. Consistem em técnicas de rastreamento em superfície, não



invasivos e, portanto, não destrutivos, empregados em diversas aplicações, tais como: ambiental, geotecnia, engenharias e mineração, assim como na identificação de objetos enterrados e feições geológicas (SOUZA e GANDOLFO, 2012). A geofísica permite avaliar as condições geológicas locais através dos contrastes das propriedades físicas dos materiais de subsuperfície como, por exemplo, condutividade ou resistividade elétrica, permissividade dielétrica, magnetismo, densidade e que podem ter como origem as diferenciações litológicas e outras heterogeneidades naturais ou não.

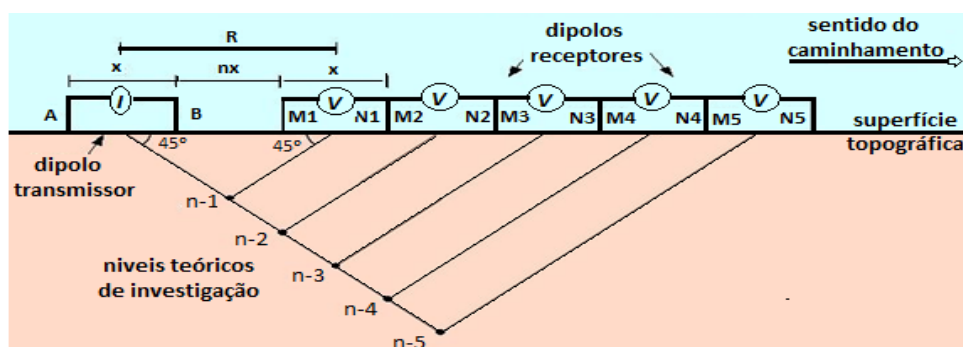
Do ponto de vista ambiental, os desvios significantes do padrão normal das medidas geofísicas podem apontar a presença de contaminantes em subsuperfície, sendo que a interpretação dessas anomalias é de fundamental importância na investigação da contaminação subterrânea, indicando suas intensidades, e na orientação dos trabalhos subsequentes de monitoramento da propagação das substâncias e de recuperação do local afetado. A aplicação de técnica geofísica específica pode ser governada pelas propriedades físicas do objeto alvo e seu ambiente local. Contudo, os custos operacionais e financeiros são importantes. As variações topográficas e geológicas ou a presença de estruturas artificiais podem dificultar a aplicação de técnica mais apropriada. Além disso, a dificuldade de acesso e as condições geoambientais também são fatores importantes.

O mapeamento em necrópoles apresenta dificuldades técnicas, no entanto, esse fator tem estimulado o desenvolvimento de novas metodologias e equipamentos. Em geral, as aplicações geológicas estão relacionadas com a detecção de estruturas relativamente grandes, muitas vezes tão profundamente quanto possível. Em contraste, a maioria das necrópoles é relativamente perto da superfície, muitas vezes entre 1 a 6 metros da superfície (BRUNETE, 2009). Normalmente são utilizados para esse fim, técnicas como caminhamento elétrico e eletromagnético. Essas técnicas podem definir características arqueológicas ou estudos em áreas como necrópoles, são capazes de levantamentos de alta densidade de amostra de áreas muito grandes, e de operar em uma ampla gama de condições (BRUNETE, 2009). Na maioria das técnicas, eletrodos metálicos são inseridos no solo para obter uma leitura da resistência elétrica local. Também foram desenvolvidos sistemas de acoplamento capacitivo onde há o contato com a superfície, mas não há perfuração do solo (SILVA, 2008).

O caminhamento elétrico consiste em se executar uma série de medidas de resistividade aparente, que representa o potencial medido por um par de eletrodos (MN) em um meio heterogêneo, na superfície do terreno, com um arranjo fixo de eletrodos de corrente e potencial (AB=MN), ao longo de um perfil, constituindo-se de varredura lateral da área de interesse, com intuito de investigar a continuidade de feições ou estruturas em subsuperfície.

No arranjo dipolo-dipolo, os eletrodos de corrente A e B possuem o mesmo espaçamento dos eletrodos de potencial M e N. De acordo com a Figura 8, observa-se que  $X=AB=MN$ , sendo que a profundidade de investigação cresce com a separação entre os eletrodos de corrente e potencial (R) e teoricamente corresponde a  $\frac{1}{2}R$  (BRAGA, 2006). As medidas que são feitas a várias distâncias, que correspondem aos níveis  $n= 1,2,3,4$  e 5 são atribuídas na intersecção das linhas que partem a  $45^\circ$  dos centros AB e MN. A cada leitura os dois dipolos são deslocados de uma distância igual a X, e os dados obtidos são plotados nas posições  $n= 1,2,3,4\dots$  e interpolados, gerando pseudo-seção de resistividade aparente, onde a interpretação de estruturas é feita de forma qualitativa, posteriormente modelados quantitativamente através de programas específicos (BRAGA, 2006).

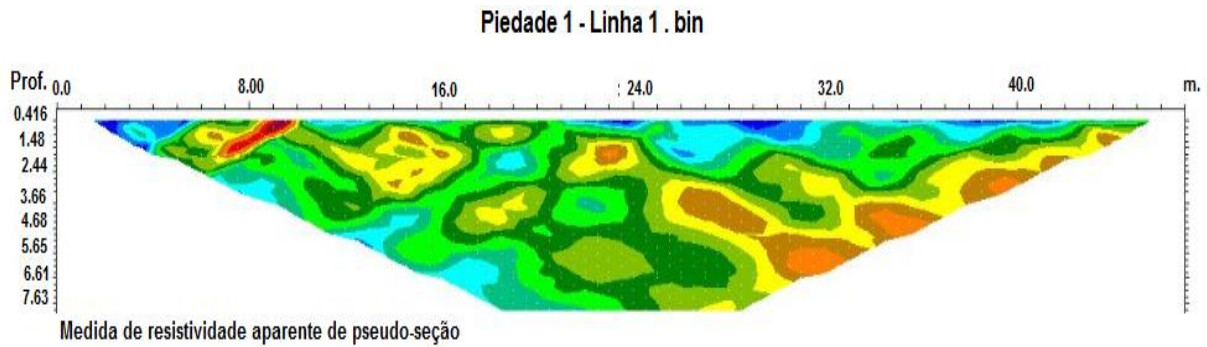
Figura 7 - Representação esquemática de aquisição de dados no arranjo dipolo-dipolo



Fonte: Braga (2006).

O produto deste rastreamento lateral origina, assim, as chamadas pseudo-seções (Figura 9), onde são apresentados os valores plotados das resistividades aparentes medidas, tanto na sua magnitude, como na sua posição espacial (horizontal e em profundidade).

Figura 8 - Pseudo-seção de resistividade obtida por CE no necrópole Nossa Senhora Aparecida, Piedade, SP.



Fonte: Acervo do autor.

O processamento de dados e de imagem convertem os dados numéricos brutos em mapas interpretáveis. O processamento de dados geralmente envolve a remoção de ruído estatístico e interpolação de pontos de dados.

A modelagem inversa dos recursos, em necrópoles, com base em dados está se tornando cada vez mais importante. Os dados processados normalmente são transformados em imagens, como mapas de contorno ou em relevo falso. Quando os dados geofísicos são tratados graficamente, o intérprete pode reconhecer intuitivamente padrões culturais e naturais e visualizar os fenômenos físicos que causam as anomalias detectadas.

Segundo Fontoura (2013), para determinar um valor anômalo de resistividade em determinado terreno faz-se necessário conhecer a gama de resistividades típicas da área. A Tabela 4 demonstra alguns valores resistividade em função dos materiais geológicos. Assim, os valores de resistividade elétrica num determinado perfil de levantamento são representados através de uma escala cromática, variando entre 0 até milhares de Ohm m (cada seção obtida possui sua escala própria). Deste modo, as variações das resistividades podem ser acompanhadas ao longo da seção de CE e a escala cromática adotada pode ser vista em posição mais abaixo em cada uma delas. No caminhamento elétrico capacitivo a injeção de corrente ocorre de forma capacitiva através de um cabo coaxial contendo um transmissor e receptor de corrente elétrica (dipolo) em contato com o solo e que são puxados por uma única pessoa, sendo que o nível de tensão recebido é convertido num sinal digital no receptor e que é transmitido para o registrador de dados (BOTTACCHI et al.,2009). Desta forma,

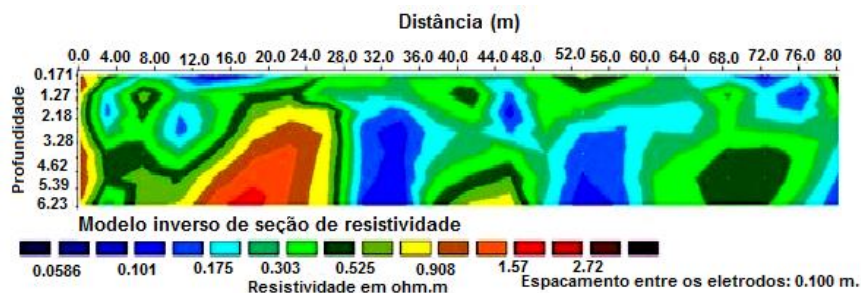
obtêm-se medidas de resistividade ao longo de um perfil, possibilitando a aquisição de seção completa dipolo-dipolo (Figura 10) muitas vezes mais rápida do que os sistemas que utilizam resistividade convencional com injeção de corrente elétrica por eletrodos.

Tabela 4 - Modelo geoeétrico proposto para a área interna da necrópole municipal de Vila Rezende, Piracicaba, SP

ZONA	DESCRIÇÃO DOS MATERIAIS	RESISTIVIDADE (ohm m)
	Solo Argilo-arenoso	$157 \leq \rho \leq 628$
	Solo Areno-argiloso	$2070 \leq \rho \leq 2960$
Aeração	Anomalia condutiva – necrochorume	$13 \leq \rho \leq 75$
	Solo Areno-argiloso + aterro arenosos	$448 \leq \rho \leq 935$
	Tubulações e construções de concreto aterradas	$934 \leq \rho \leq 1720$
	Solo Argilo-arenoso	$110 \leq \rho \leq 373$
Saturação	Siltito argiloso (Fm Corumbataí)	$10 \leq \rho \leq 455$
	Diabásio (Intrusivas Básicas)	$\rho > 110$

Fonte: Silva et al., (2009).

Figura 9 - Pseudo-seção de resistividade obtida por CEC no necrópole Nossa Senhora Aparecida, Piedade, SP.



Fonte: Acervo do autor.

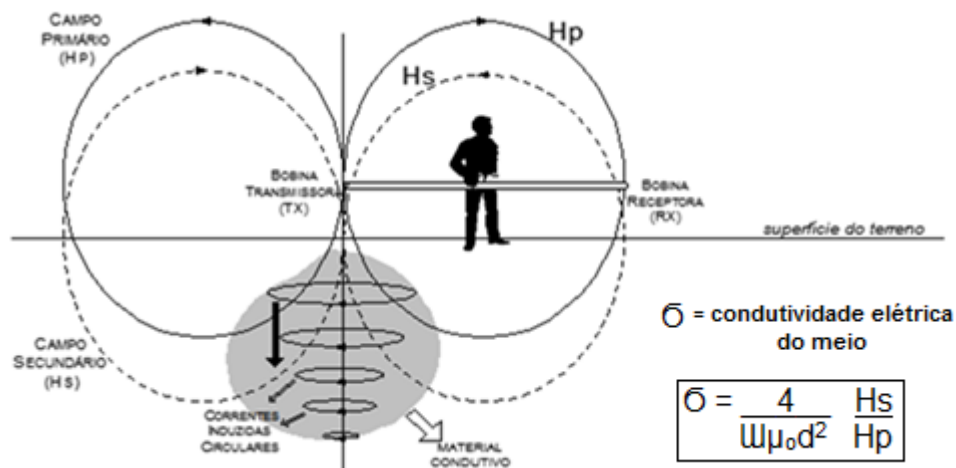
O Sistema Ohmmapper atua sobre solo muito compactado, asfalto, concreto e outras áreas onde as medições de dipolo aterrado são difíceis de fazer ou são inviabilizadas, como é o caso, uma vez que a área em parte é recoberta por pavimento de concreto dificultando o cravamento de eletrodos na superfície do terreno.

Na técnica eletromagnética indutiva (EM) a propriedade física envolvida é a condutividade elétrica ( $\sigma$ ) dos materiais de subsuperfície, sendo este parâmetro inversamente proporcional à resistividade elétrica.

Os métodos eletromagnéticos indutivos no domínio da frequência (FDEM) estão baseados em medições de campos eletromagnéticos associados a correntes alternadas induzidas em subsuperfície a partir de um campo primário (SHARMA, 1986). O campo primário propaga-se no espaço acima e abaixo da superfície e induz correntes nos corpos condutores em subsuperfície de acordo com as leis da indução eletromagnética. Estas correntes produzem campos magnéticos secundários, que por sua vez distorcem o campo primário. Em geral, o campo resultante, que é captado na bobina receptora, diferirá do campo primário em intensidade, fase e direção, podendo, assim, revelar a presença de corpos condutores (MCNEILL, 1980).

O EM-31 (Figura 11) consiste de duas bobinas coplanares montadas num tubo rígido numa distância fixa de 3,7 m, e que pode ser carregado e operado por uma pessoa apenas. A frequência de operação deste instrumento é única, sendo de 9,8 KHz, o que define que para se investigar duas profundidades diferentes é necessário se alterar a disposição do eixo do dipolo magnético.

Figura 10 - Princípio de aplicação do método eletromagnético indutivo (EM-31).



Fonte: Adaptado de Borges (2007).

Na configuração de operação normal do EM-31, as bobinas se encontram na horizontal, onde o eixo do dipolo magnético é vertical (modo VD). Esta posição fornece uma profundidade de exploração de até seis metros. Por meio da rotação de 90° do

aparelho em torno de seu eixo, as bobinas se dispõem no modo de dipolo horizontal (HD), e a profundidade de investigação se reduz à metade, ou seja, até três metros para este equipamento (MCNEILL, 1980).

A condutividade elétrica depende do tipo de solo (ou rocha), permeabilidade, porosidade, do índice de saturação e principalmente das propriedades eletroquímicas dos fluídos de preenchimento de poros (Moreira et al. 2007). Leituras diretas podem ser feitas a partir da simples medida da razão entre campo magnético secundário e primário que é considerada como linearmente proporcional à condutividade do meio (Moreira et al. 2007). O valor obtido de condutividade elétrica no equipamento de medição é uma medida integrada de condutividade de cada parcela do solo, a partir da superfície até a profundidade de investigação atingida pelo método. As principais aplicações do método eletromagnético indutivo são a definição das condições hidrogeológicas naturais, a identificação de contatos geológicos, a localização de resíduos, tambores e tanques enterrados, a detecção de dutos metálicos subterrâneos, e o mapeamento de contaminação inorgânica.

No caso da área de estudo, a possível existência de contaminantes em subsuperfície provoca desvios significantes do padrão normal das medidas geofísicas, constituindo assim as anomalias. A interpretação das anomalias geofísicas pode indicar a extensão da contaminação subterrânea, sendo fundamental na orientação dos trabalhos para o monitoramento da propagação dos contaminantes e para a remediação dos locais afetados. Em contato com o solo ou com a água subterrânea, os contaminantes inorgânicos, muitas vezes provenientes de resíduos domésticos ou de construção civil, produzem um aumento na concentração de íons livres aumentando a condutividade elétrica do meio.

O equipamento EM-31 permite a leitura da condutividade elétrica das duas componentes do campo magnético resultante, isto é, a componente em fase (real) e fora de fase (imaginária) ou em quadratura. As medidas da componente em quadratura (fora de fase) são utilizadas para se obter a condutividade aparente do terreno, enquanto que as medições da componente em fase são empregadas para a detecção de objetos ou resíduos metálicos enterrados.

#### 4 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo, necrópole Nossa Senhora Aparecida, está localizada no município de Piedade a sudeste do Estado de São Paulo e está delimitada a norte com o município de Votorantim; a leste com Ibiúna, ao sul com Tapiraí e a oeste com Salto de Pirapora, Pilar do Sul, conforme Figura 11.

Figura 11 – Localização do município de Piedade na Região Metropolitana de Sorocaba (RMS), composta por 26 municípios.



Fonte: <https://www.emplasa.sp.gov.br/RMS>

De acordo com IBGE cidades (2018), residia no município de Piedade 55.092 pessoas, distribuídos em área de aproximadamente 746,868Km<sup>2</sup>. As latitudes e longitudes do município são 23° 42' 43"S e 47° 25' 40"E, respectivamente.

##### 4.1 Meio físico

O município de Piedade está situado no Domínio Embu que está localizado ao sul da Zona de cisalhamento Taxaquara. Esse domínio é constituído por supracrustais e granitos, sendo dividido entre rochas de alto grau metamórfico do Complexo Embu e os Batólitos Ibiúna e Piedade. Segundo Godoy (1989) e Leite (1997), a área

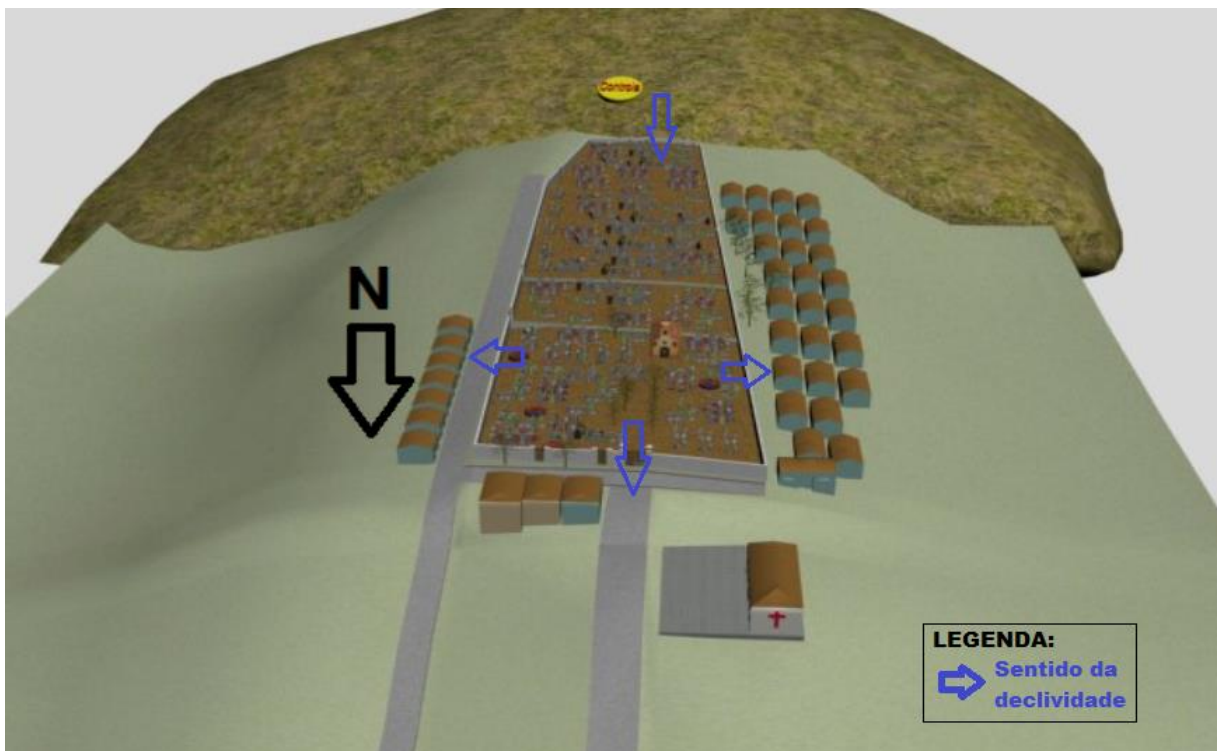


pesquisada está inserida no Complexo Piedade podendo ser localizado a sudoeste do mapa geológico da região sudeste do estado de São Paulo apresentado no ANEXO I.

## 4.2 Geomorfologia

A cidade de Piedade está situada no Planalto Cristalino Atlântico, unidade geomorfológica que constituído de relevo montanhoso, cujas afeições fundamentais demonstram a influência da estrutura. Uma faixa constituída por pequenos maciços e cristais descontínuas, está esculpida em estrutura pré-cambrianas. As rochas formam grandes lentes de calcares, que vão enriquecer os solos pobres dessa área. Os granitos encaixam-se na formação de xistos e dão novos aspectos à topografia local. A Figura 12 mostra a disposição da necrópole em relação a topografia da área.

Figura 12 - Relevo da necrópole Nossa Senhora Aparecida.



Fonte: Elaborado pelo autor



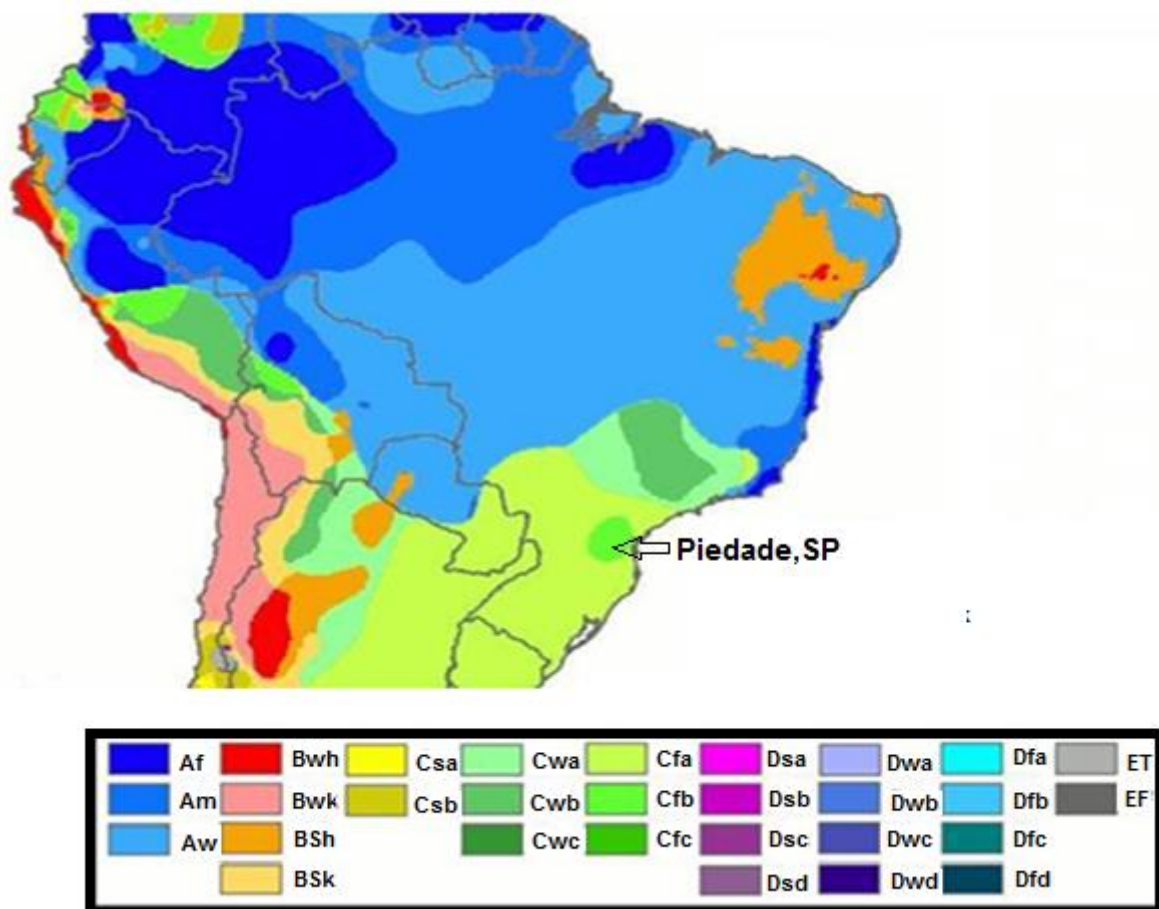
### 4.3 Pedologia

O solo predominante na região é o argissolo vermelho amarelo (PVA8), a principal característica desse solo é o grande aumento de argila em profundidade. Na superfície do solo o teor de argila é muito baixo e em subsuperfície é médio/alto, e por esse motivo a velocidade de infiltração da água é muito rápido na superfície e mais lenta na subsuperfície, podendo causar erosões laminares.

### 4.4 Clima

Segundo a classificação climática de Köppen-Geiger (1931), a cidade de Piedade possui clima do tipo Cwa ou clima temperado úmido com Inverno seco e Verão quente conforme Figura 13.

Figura 13 - Mapa da classificação climática do município de Piedade-SP, segundo Köppen-Geiger (1931).



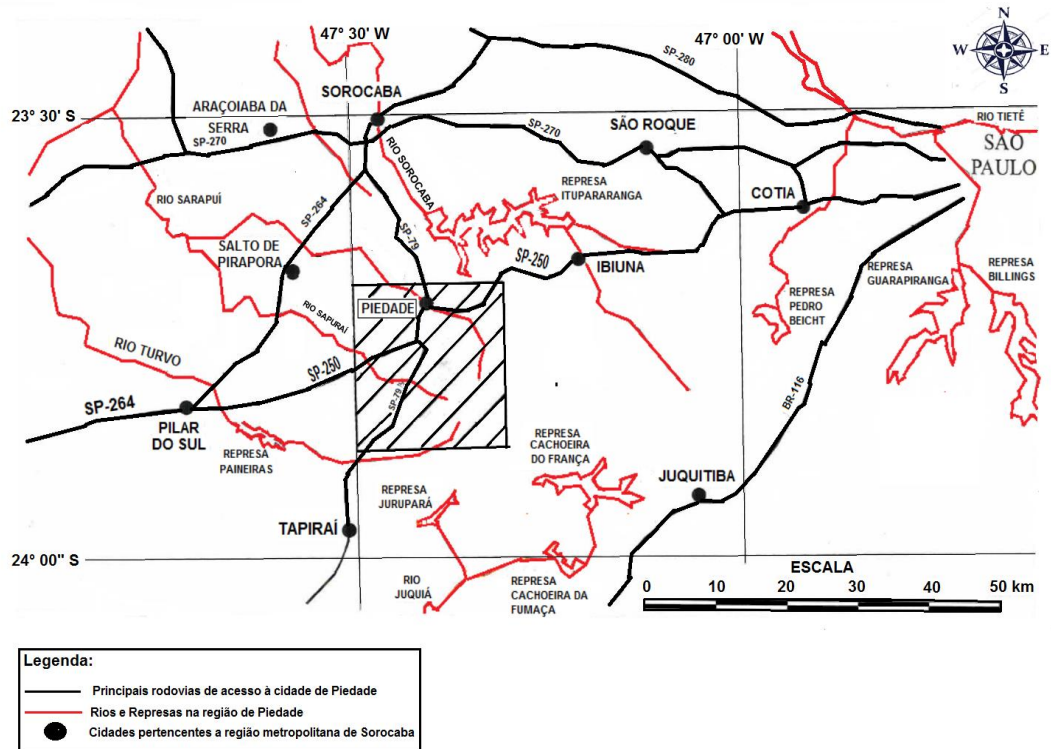
Fonte: Adaptado de Peel, et al.(2007)

## 4.5 Hidrologia

O município de Piedade situa-se em sua maior parte na UGRHI-10 Sorocaba/Médio Tietê, mas também abrange as bacias do Alto Paranapanema (UGRHI 14) e a bacia do Rio Ribeira de Iguape e Litoral Sul (UGRHI-11).

O Rio Pirapora é o principal manancial de abastecimento do município de Piedade. Suas nascentes encontram-se próximas a represa de Jurupará e a represa de Itupararanga, conforme demonstra a Figura 14.

Figura 14 - Localização da cidade de Piedade em relação ao sistema de abastecimento hídrico e o sistema viário.



Fonte: Adaptado de Leite (1997).

## 4.6 Localização da necrópole em estudo

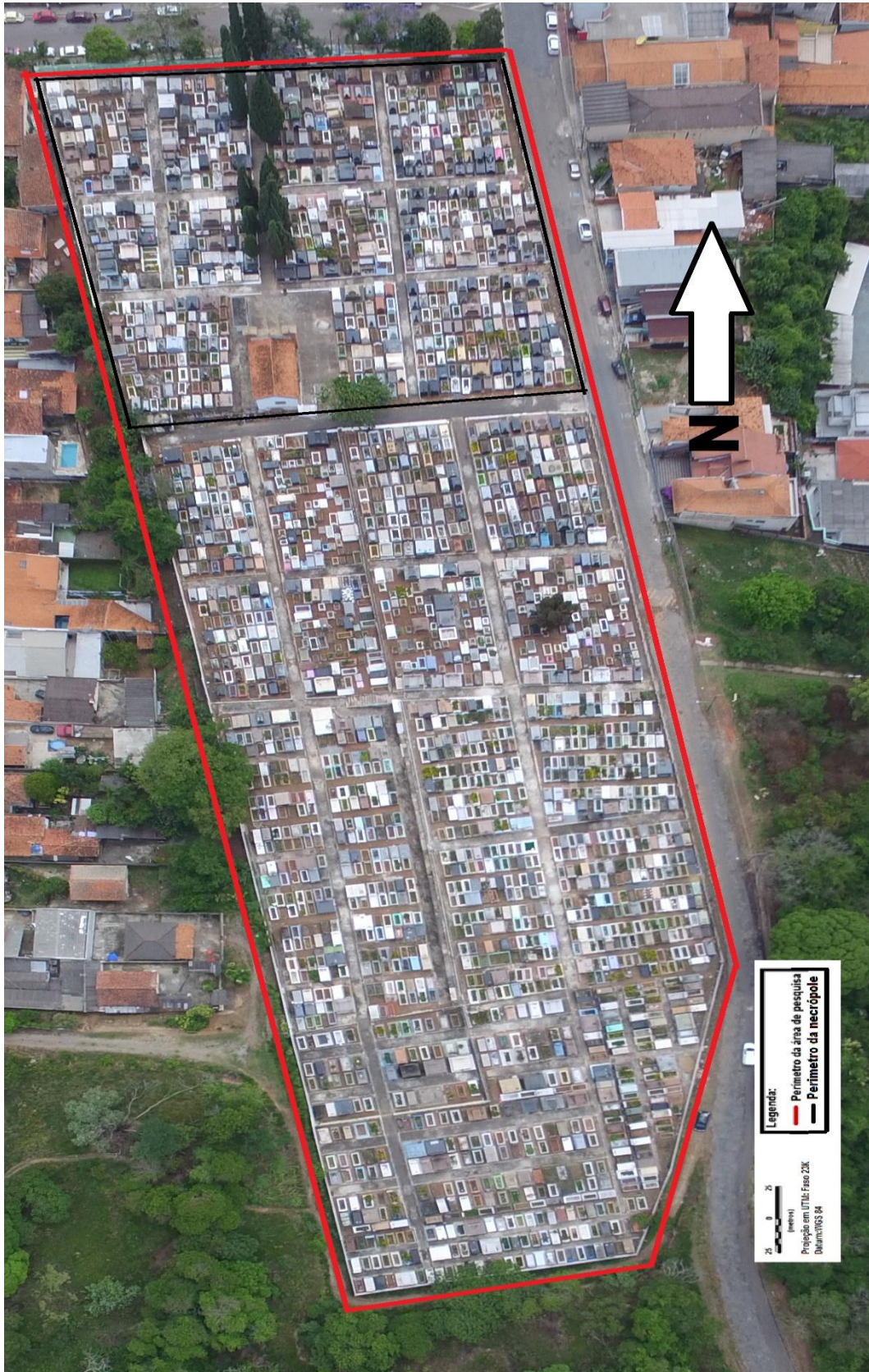
Atualmente a cidade possui duas necrópoles públicas: uma denominada “Nossa Senhora Aparecida” e outra “Jardim Eterno”. As sepulturas são numeradas, sendo que as sepulturas sem jazigos possuem uma estrutura de ferro ou madeira, sendo permitida a colocação de cruzes e grades, bem como o plantio de flores e

pequenos arbustos. Os jazigos são construídos de concreto armado, evitando-se instalações perniciosas à salubridade pública. Segundo a prefeitura municipal de Piedade, supõe-se que a necrópole Nossa Senhora Aparecida tenha aproximadamente 200 anos e sua ampliação ocorreu no sentido norte-sul. A necrópole Nossa Senhora Aparecida encontra-se hoje no centro da cidade, com aproximadamente 17.000m<sup>2</sup> de área, cujo grau de ocupação é de 100%. Coordenadas UTM: 23k 253.337,02m E 7.375.265,78m S.

No interior da necrópole optou-se por pesquisar a porção mais antiga do mesmo, que compreende uma área de aproximadamente 4900m<sup>2</sup> (70m x 70m) conforme mostra a Figura 15.



Figura 15 – Imagem aero fotográfica da necrópole Nossa Senhora Aparecida, localizado na região central da cidade de Piedade, SP.



Fonte: Elaborado pelo autor.

## 5 MATERIAIS E MÉTODOS

### 5.1 Avaliação ambiental preliminar e confirmatória

A CETESB, com a colaboração do órgão alemão *Deutsche Gesellschaft Für Technische Zusammenarbeit* (GTZ), elaborou, em 2001, o Manual de gerenciamento de áreas contaminadas. Esse manual se tornou referência no âmbito de gerenciamento de áreas contaminadas no Brasil, mas não consta a atividade de sepultamento como passível de causar contaminação.

Uma área contaminada pode ser definida como uma área, local ou terreno onde há comprovadamente poluição ou contaminação causada pela introdução de substâncias ou resíduos que nela tenham sido depositados, acumulados, armazenados, enterrados ou infiltrados de forma planejada, acidental ou até mesmo natural (CETESB, 2001).

O gerenciamento de áreas contaminadas visa minimizar os riscos a que estão sujeitos a população e o meio ambiente, em virtude da existência das mesmas, por meio de um conjunto de medidas que assegurem o conhecimento das características dessas áreas e dos impactos causados por elas, proporcionando os instrumentos necessários à tomada de decisão quanto às formas de intervenção mais adequadas. A CETESB (2001) aponta alguns critérios que devem ser levantados para que uma área possa ser considerada como potencialmente contaminada.

Mesmo que a atividade de sepultamento não se enquadre literalmente como atividade industrial ou comercial, podem ocorrer vazamentos de substâncias passíveis de causar danos ao solo e às águas subterrâneas, visto que, nessa atividade, se manuseiam resíduos biológicos – os cadáveres.

A metodologia para o gerenciamento, proposta pela Cetesb (2001), é constituída por uma série de etapas sequenciais, as quais servirão de base para a confecção das fases seguintes. O gerenciamento está dividido basicamente em duas etapas:

- A avaliação preliminar consiste na elaboração de um diagnóstico de informações coletadas em inspeções de reconhecimento do meio físico, observando fatores que possa classificá-la como área potencialmente contaminada (AP) e ao estabelecimento do modelo conceitual de

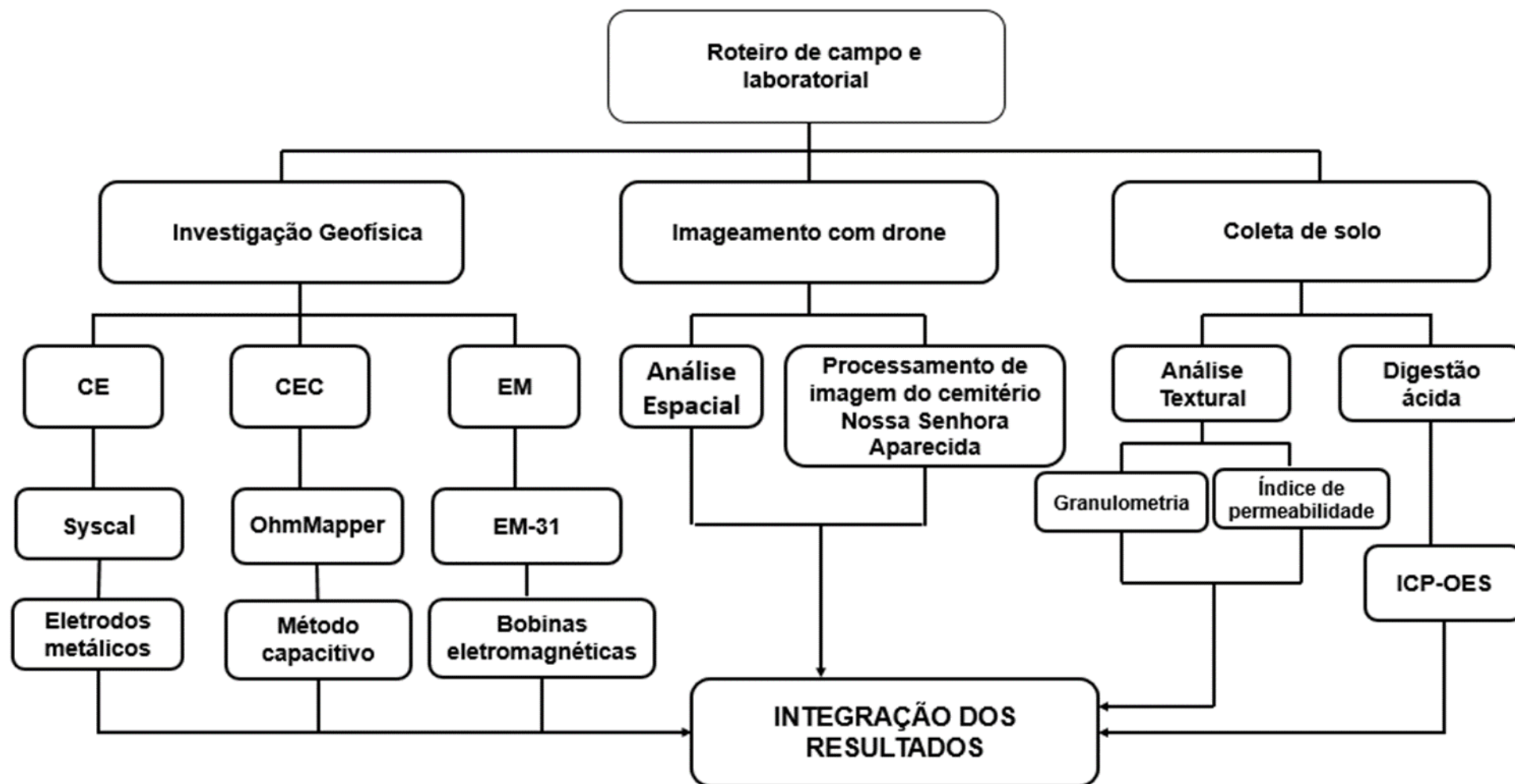
contaminação, além da adoção de medidas emergências no local, classificando-o como área suspeita de contaminação (AS) ou não.

- A investigação confirmatória é a etapa final no processo de identificação de área potencialmente contaminada e tem como principal finalidade atestar ou não a existência de contaminação na área investigada. Nessa etapa a área é avaliada, por meio de métodos diretos e indiretos de investigação do meio físico, com o intuito de comprovar qualitativamente e quantitativamente a presença de contaminação e dessa forma classifica-la como área contaminada.

O presente estudo foi executado em etapas distintas. Na primeira etapa efetuou-se a avaliação preliminar da área de estudo (caracterização visual e ensaios geofísicos) e na segunda etapa efetuou-se a análise confirmatória (análise química de metais traço) nos pontos indicados pelos ensaios geofísicos. As diferentes etapas desse trabalho são apresentadas, esquematicamente, na Figura 16.

As imagens aero fotográficas que constam nesse trabalho foram obtidas com a utilização de um VANT (Drone) modelo DJI Phantom 3 e georreferenciadas utilizando o programa Surfer, versão 6.01.

Figura 16 - Fluxograma de atividades realizadas (campo, gabinete e laboratorial) para estudo e caracterização físico-química da necrópole Nossa Senhora Aparecida, Piedade, São Paulo.



Fonte: Elaborado pelo autor.

## 5.2 Métodos geofísicos

Foram utilizadas, no período de outubro de 2015 a maio de 2016, três técnicas geofísicas distintas (CE, CEC e EM) para localização de concentração anômala de metais no solo com o intuito de confronta-las e verificar se os resultados obtidos se assemelham, o que configuraria uma maior precisão nas coletas de solo para uma análise confirmatória.

O caminhamento elétrico tem a vantagem de localizar áreas com anomalias metálicas e também orgânicas sendo possível, portanto, localizar quando houver, necropercolado. As principais vantagens do CEC sobre o CE são:

- O CEC não necessita de eletrodos, tornando, portanto, a leitura mais rápida;
- O CEC efetua leituras de 10 em 10 cm obtendo dessa forma melhor resolução da anomalia enquanto que o arranjo utilizado no CE foi com espaçamento de 1 m entre os eletrodos.

O eletromagnético possui a vantagem de resultados mais rápidos visto que as leituras são diretas.

A Tabela 5 apresenta as principais características de cada equipamento assim como as vantagens e desvantagem entre os mesmos.

Tabela 5 - Características das técnicas geofísicas (CE, CEC e EM) utilizadas para localização de anomalias metálicas na necrópole Nossa Senhora Aparecida, Piedade, SP

*(Continua)*

	<b>Resistivímetro multieletrodo (Syscal)</b>	<b>Resistivímetro capacitivo (OhmMapper)</b>	<b>Eletromagnético indutivo (EM-31)</b>
<b>Profundidade de investigação</b>	- 100 metros ou mais - abertura, corrente e formação geologica	- até 20 metros	- Até 6 metros
<b>Suscetibilidade às interferências</b>	- Mau contato dos eletrodos -Outras correntes elétricas no solo	-Objetos metálicos em subsuperfície;	- Rede elétrica -Objetos metálicos próximos



(Conclusão)			
	<b>Resistímetro multieletrodo (Syscal)</b>	<b>Resistímetro capacitivo (OhmMapper)</b>	<b>Eletromagnético indutivo (EM-31)</b>
<b>Características mais destacadas</b>	- Determinação de resistividade em profundidade	- Rapidez na obtenção dos resultados em relação aos métodos convencionais;  - Imune à interferência da linha elétrica e ao ruído de corrente telúrico natural	- Detecção de contaminantes metálicos em subsuperfície;  - Determinação rápida das variações laterais.

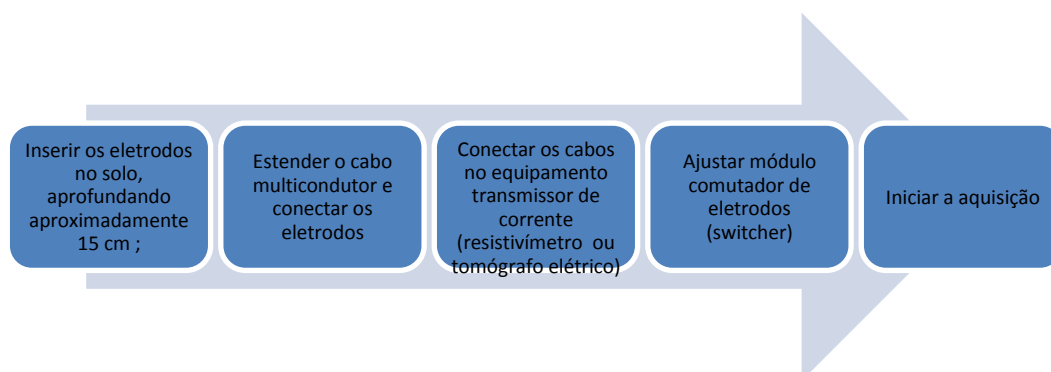
Fonte: Adaptado de Braga (2006)

### 5.2.1 Caminhamento elétrico

O primeiro ensaio geofísico foi realizado em 14 de outubro de 2015, na área de pesquisa já mencionada anteriormente, utilizando o resistímetro multieletrodo, modelo Syscal Switch Pro® - Marca IRIS, com 48 canais. Esse equipamento possui um programa de entrada de dados denominado Electre II®, que permite montar vários arranjos de campo com os 48 canais.

Como procedimento de aquisição de dados, as atividades foram subdivididas da seguinte maneira (Figura 17):

Figura 17 - Procedimento de aquisição de dados de CE efetuados na necrópole Nossa Senhora Aparecida, Piedade, SP e executado pelo Cepas USP - Centro de Pesquisas de Águas Subterrâneas



Fonte: Elaboração própria.

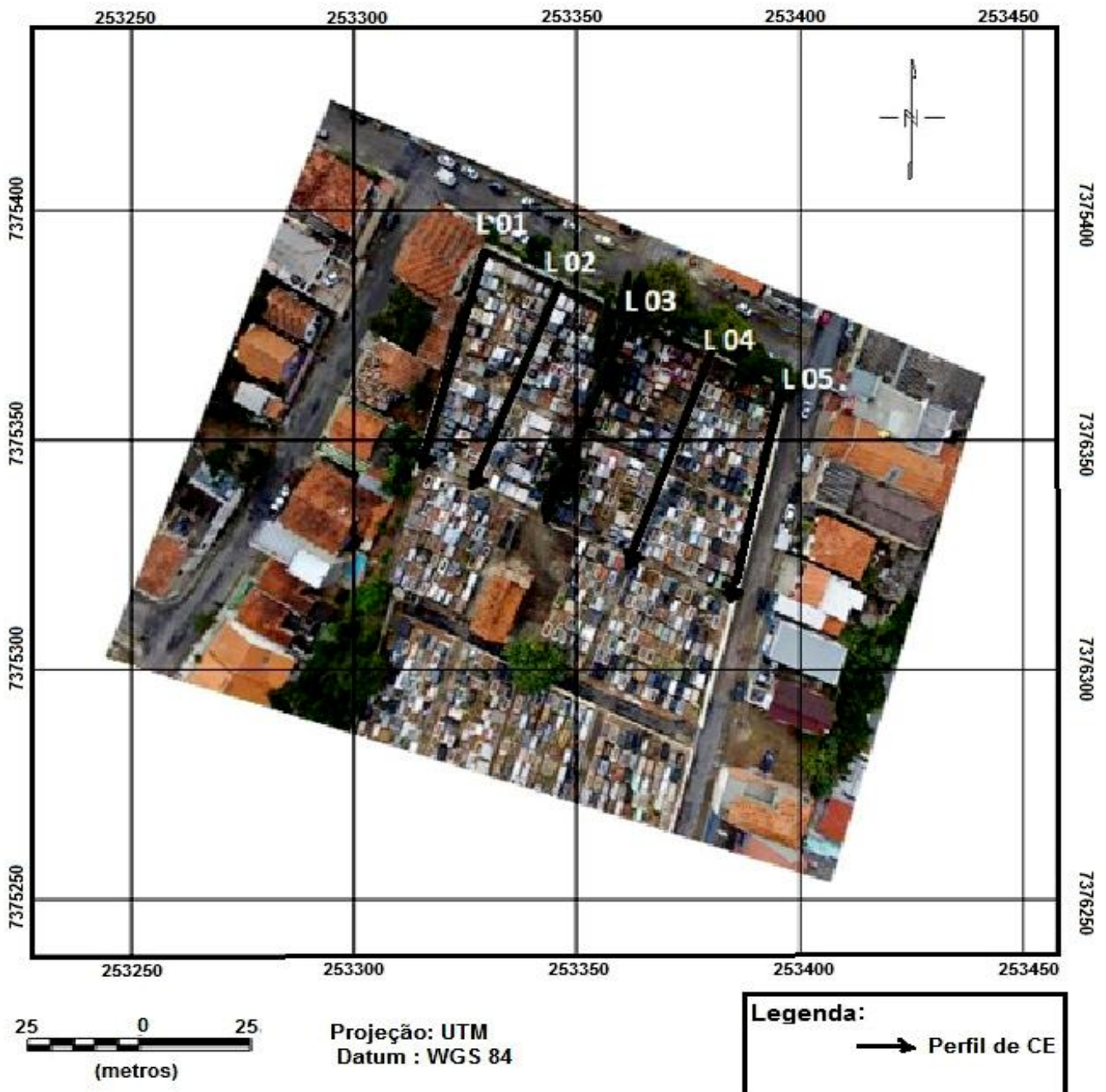
A área selecionada para efetuar o CE situa-se no interior da necrópole Nossa

Senhora Aparecida, Piedade, SP. A área estudada totaliza 3170m<sup>2</sup>, a opção por essa fração da necrópole deve-se ao fato de ser a área mais antiga da necrópole, fato que sugere a inexistência de matéria orgânica proveniente da decomposição de cadáveres.

Desta forma, foram realizados cinco CE com comprimento de 48 metros e dispostos conforme mostra a Figura 20, com arranjo dipolo-dipolo, de 1,0 m de abertura entre eletrodos (AB=MN=1m) e proporcionando investigação geofísica até cerca de 8,0 metros de profundidade.

Para definir os pontos de posicionamento dos perfis no mapa, adotou-se a seguinte nomenclatura: L<sub>nn</sub>, onde nn é o número da linha. Os perfis de CE foram distribuídos e executados no intuito de seccionar o maior número de linhas possíveis dentro da área investigada.

Figura 18 - Mapa com localização de perfil CE executados na área de pesquisa da necrópole Nossa Senhora Aparecida, Piedade, SP.



Fonte: Elaboração própria.

Na sequência é apresentada na Tabela 6, com o auxílio do GPS Garmin Etrex 20, as coordenadas iniciais e finais dos caminhamentos elétricos executados no levantamento da resistividade do solo com a finalidade de verificar possíveis anomalias causadas principalmente por metais.

Em todas as etapas de campo o resistímetro foi locado no centro do perfil

para facilitar quando houvesse necessidade de contornar obstáculos (jazigos, árvores, entre outros) existentes na área de pesquisa.

Tabela 6 - Coordenadas iniciais e finais em UTM dos caminhamentos elétricos

<b>Perfil</b>	<b>Coordenada inicial</b>		<b>Coordenada final</b>	
<b>L 01</b>	253329,60 m E	7375387,51 m S	253317,84 m E	7375342,74 m S
<b>L 02</b>	253343,48 m E	7375381,19 m S	253328,47 m E	7375340,08 m S
<b>L 03</b>	253358,91 m E	7375373,22 m S	253341,87 m E	7375333,69 m S
<b>L 04</b>	253375,65 m E	7375365,50 m S	253360,99 m E	7375326,31 m S
<b>L 05</b>	253393,76 m E	7375360,24 m S	253381,43 m E	7375317,46 m S

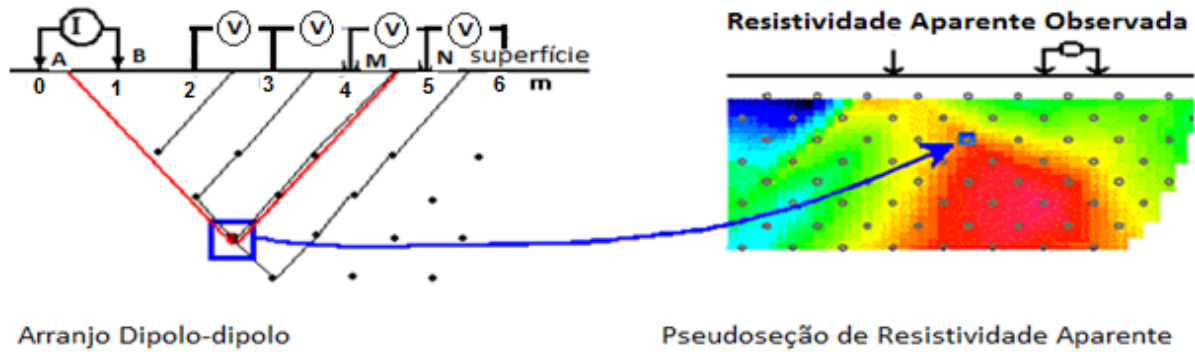
Fonte: Elaboração própria.

As leituras de campo referentes à corrente injetada no solo (I), ao potencial elétrico medido (V) e dos fatores geométricos do arranjo de eletroresistividade (K), foram armazenados automaticamente na memória interna do equipamento, sendo, posteriormente lançados em programa específico de processamento de dados para cálculo da resistividade elétrica de subsuperfície nos oito níveis de amostragem que o equipamento Syscal consegue analisar. Após os levantamentos, os dados foram transferidos do equipamento para o notebook através de outro software da própria empresa (IRIS), Proxys II, sendo cada linha exportada em formato DAT para uso no *software* de inversão RES2DINV da Geotomo Software, versão 3.54 (LOKE e BARKER, 1995), com o qual ‘se obteve o imageamento de variações laterais e em profundidade da resistividade elétrica.

No RES2DINV, a técnica de inversão empregada baseia-se no método dos mínimos quadrados (GANDOLFO, 2007) e “suavização vinculada” utilizando algoritmos baseados em um esquema de células. Com isso, segundo este autor, a inversão pode ser efetuada sem precisar que o usuário proponha um modelo geológico inicial e produzindo um modelo de subsuperfície pela geometria do arranjo de eletrodos utilizados (LOKE e BARKER, 1995; 1996).

Desta forma, a rotina de processamento dos valores obtidos pelos caminhamentos elétricos se configura pela inversão dos dados de campo em dados de resistividade aparente os quais são plotados nas pseudo-seções conforme seus posicionamentos e profundidades, como pode ser observado na Figura 19.

Figura 19 - Conversão de medidas do arranjo dipolo-dipolo em seção elétrica onde  $I$  é a intensidade de corrente e  $V$  é o potencial elétrico.



Fonte: Elaboração própria.

Posteriormente, na etapa de interpretação das pseudo-seções obtidas, as regiões que apresentam variações da resistividade elétrica em intervalos de valores próximos são correlacionadas às feições geológicas ou ambientais que podem estar presentes em subsuperfície.

### 5.2.2 Caminhamento elétrico capacitivo (CEC) – OhmMapper

Em 20 de maio de 2016, retornou-se a campo para realizar novos ensaios de resistividade utilizando o equipamento OhmMapper fabricado pela empresa americana Geometrics (Figura 20), que é um resistivímetro que mede as propriedades elétricas de rochas e do solo de forma capacitiva, sem cravamentos de eletrodos no terreno, diferentemente dos utilizados em levantamentos de resistividade tradicionais.

A seguir, são descritos os procedimentos executados na aquisição de dados do levantamento geofísico aplicando-se a eletrorresistividade, através de caminhamento elétrico capacitivo.

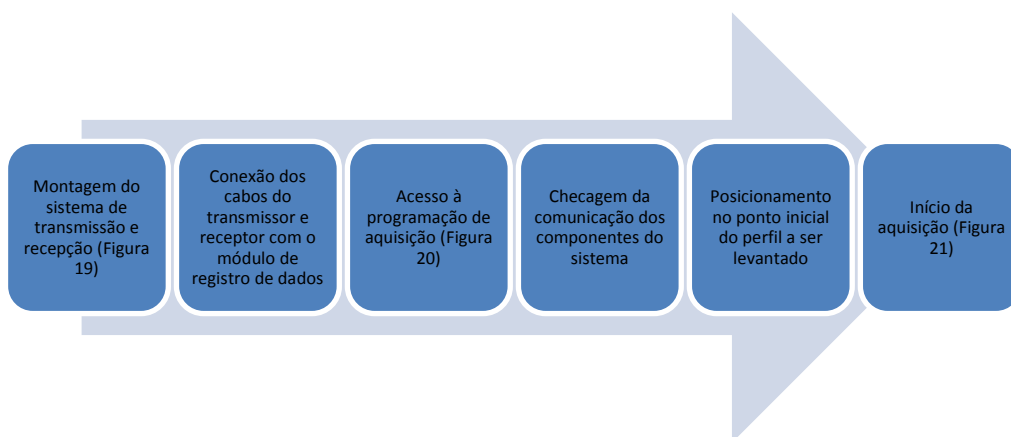
Figura 20 - Componentes do equipamento de resistividade OhmMapper utilizado no ensaio realizado pela GPR Geoscience Geofísica Ltda. na necrópole Nossa Senhora Aparecida, Piedade, SP.



Fonte: Acervo do autor.

Como procedimento de aquisição de dados de resistividade elétrica em campo, as atividades foram subdivididas conforme Figura 21.

Figura 21 – Procedimento de aquisição de dados de CEC na necrópole Nossa Senhora Aparecida, Piedade, SP, efetuada por técnicos da GPR Geoscience Geofísica Ltda.



Fonte: Elaboração própria.

A coleta de dados é muito semelhante ao CE, independentemente do instrumento de detecção particular. A pesquisa geralmente envolve caminhar com o instrumento ao longo de percursos paralelos estreitamente espaçados, fazendo leituras em intervalos regulares. Na maioria dos casos, a área a ser pesquisada é



dividida em uma série de quadrados ou retângulos, considerado "grades" de pesquisa (terminologia pode variar). Com os cantos das grelhas como pontos de referência conhecidos, o operador do instrumento usa fitas ou cordas marcadas como guia para a coleta de dados. A Figura 22 mostra os técnicos realizando os ajustes no equipamento para início da aplicação da técnica de CEC na necrópole Nossa Senhora Aparecida, Piedade/SP.

Figura 22 – Montagem do equipamento efetuada por técnicos da GPR Geoscience Geofísica Ltda.



Fonte: Acervo pessoal.

Desta maneira, o módulo transmissor e receptor do equipamento (Figura 23) foi arrastado ao longo do trajeto do perfil para a efetivação das medidas, sendo que o princípio de funcionamento do método se desenvolveu da seguinte maneira:

- A injeção de corrente se deu de forma capacitiva através de um cabo coaxial contendo um transmissor e receptor de corrente elétrica (dipolo) em contato com o solo e que foram puxados por uma única pessoa;
- O nível de tensão recebido foi convertido num sinal digital no receptor, sendo transmitido para o registador de dados;
- O processo anterior foi repetido mais duas vezes com outras distâncias entre o receptor e transmissor no mesmo perfil para amostragem de resistividade em profundidades maiores.

Figura 23 – Configuração do painel de aquisição de dados efetuados pela GPR *Geoscience Geofísica Ltda.*

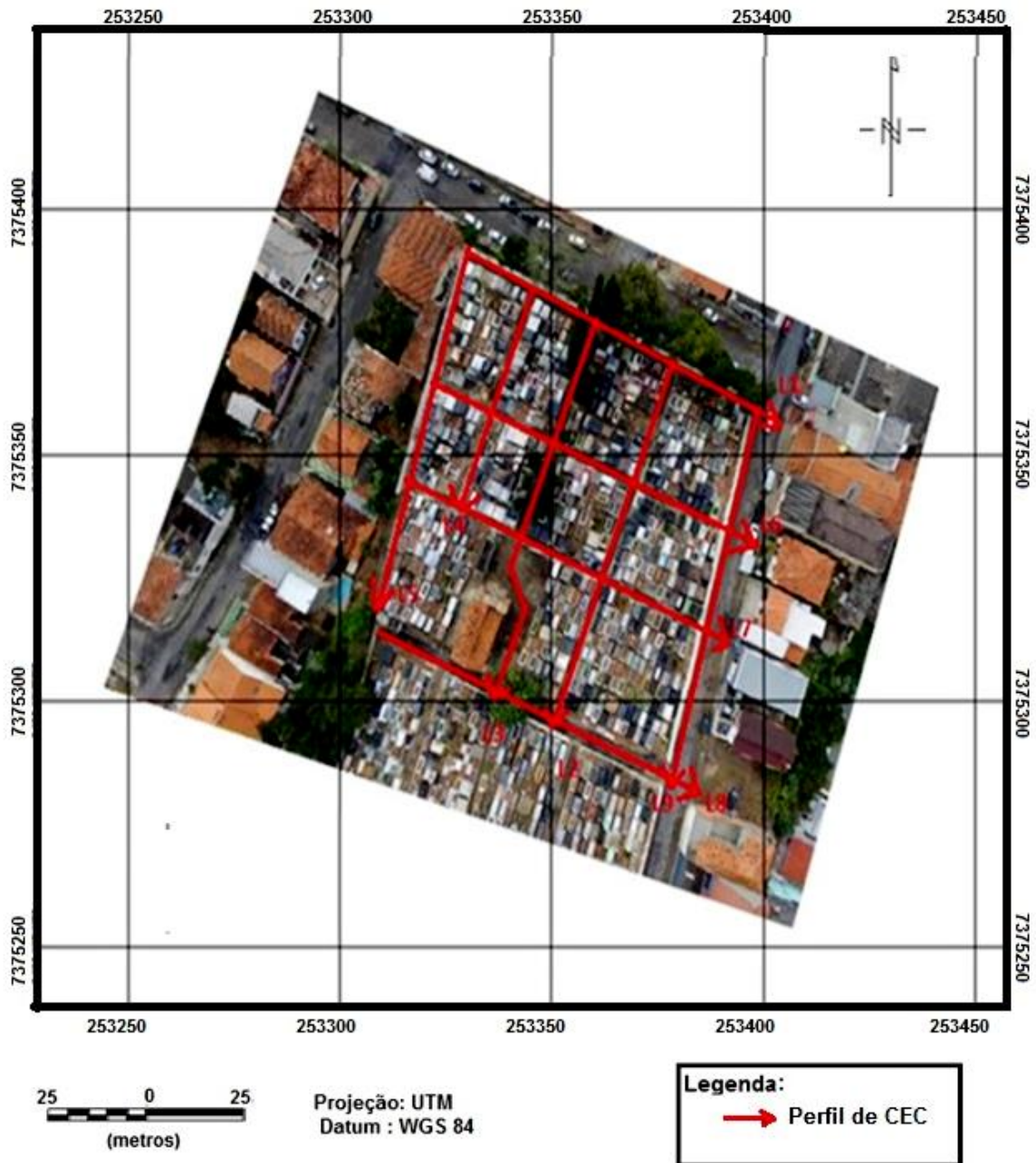


Fonte: Acervo pessoal.

Nesta campanha, realizada em 20 de maio de 2016, a distribuição dos perfis teve por finalidade proporcionar a cobertura completa do local de interesse com intuito de se determinar a extensão de possível contaminação. Desta forma, foram realizados nove perfis Ohmmapper (Figura 24), com comprimentos variados em função dos condicionantes da área de pesquisa e de seus limites, totalizando uma distância percorrida de 576 metros (Tabela 7).



Figura 24- Mapa com a localização de perfil CEC executados na área de pesquisa da necrópole Nossa Senhora Aparecida, Piedade, SP.



Fonte: Elaboração própria.

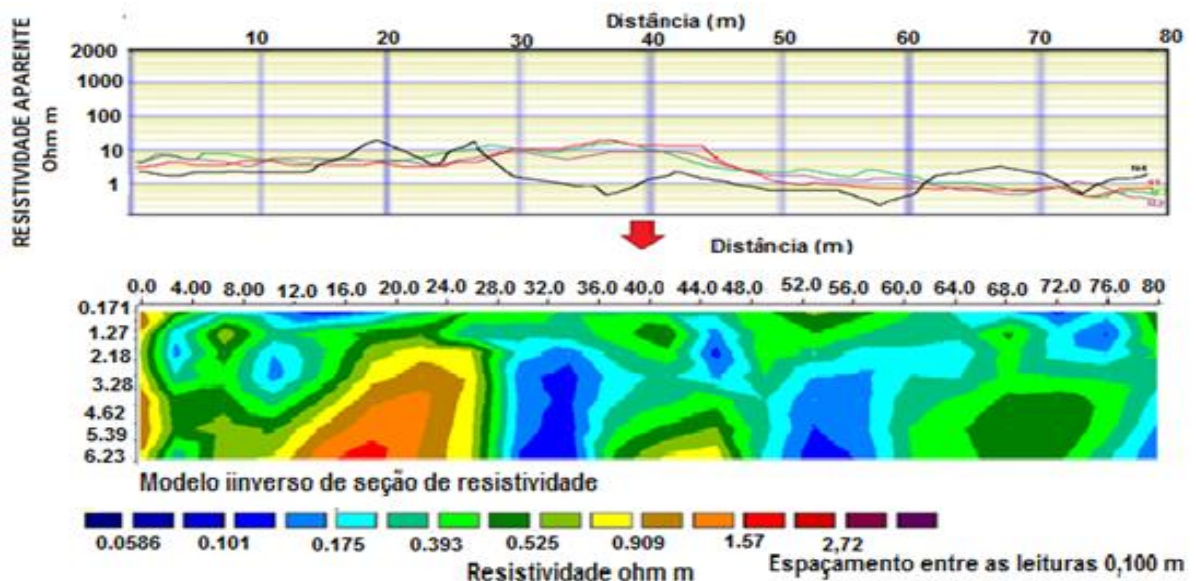
Tabela 7 - Comprimento, sentido e posicionamento de perfil CEC executados na necrópole Nossa Senhora Aparecida, Piedade, SP

Perfil CEC	Comprimento (m)	Direção	Orientação
L 1	67	Oeste-Leste	Oeste-Leste
L 2	69	Norte-Sul	Norte-Sul
L 3	68	Norte-Sul	Norte-Sul
L 4	42	Norte-Sul	Norte-Sul
L 5	63	Norte-Sul	Norte-Sul
L 6	66	Oeste-Leste	Oeste-Leste
L 7	65	Oeste-Leste	Oeste-Leste
L 8	65	Oeste-Leste	Oeste-Leste
L 9	71	Norte-Sul	Norte-Sul
<b>Total</b>	<b>576</b>		

Fonte: Elaboração própria.

Nesta fase, portanto, a rotina de processamento dos dados de níveis diferentes de profundidade oriundos dos caminhamentos elétricos capacitivos se configurou pela conversão desses perfis de profundidades distintos em dados interpolados de resistividade aparente, gerando as pseudo-seções de resistividade elétrica (Figura 25).

Figura 25 – Modelo de conversão de resistividade de níveis distintos para pseudo-seção.



Fonte: Elaboração própria.

As leituras de campo referentes à corrente injetada no solo, ao potencial elétrico medido e das constantes geométricas do arranjo do perfil executado, foram armazenadas em campo automaticamente utilizando o equipamento OhmMapper, sendo as medidas de diferentes profundidades integradas em programa específico da fabricante (Geometrics).

Posteriormente, esses dados já convertidos em formato padrão foram lançados em programas específicos de processamento e cálculo das resistividades elétricas do meio. Assim, numa segunda etapa, todos os dados obtidos e formatados, oriundos dos perfis dos caminhamentos elétricos, foram tratados pelo programa de inversão RES2DINV, de onde se obteve o imageamento das variações laterais e em profundidade da resistividade elétrica ao longo da linha realizada.

Os valores obtidos foram utilizados também para confecção de mapas de anomalias da área investigada, através de interpolação dos dados utilizando o método de krigagem (SOARES, 2006).

### 5.2.3 Caminhamento Eletromagnético indutivo (EM)

O levantamento eletromagnético foi efetuado utilizando o equipamento EM-31 fabricado pela empresa *Geonics Limited*. Esse equipamento é composto de duas bobinas, uma transmissora e outra receptora (Figura 26).

Figura 26 - Ensaio realizado com o condutivímetro de solo EM-31 no perfil EM<sub>8</sub> na necrópole Nossa Senhora Aparecida, Piedade, SP, executado pela equipe técnica da GPR Geoscience Geofísica Ltda.



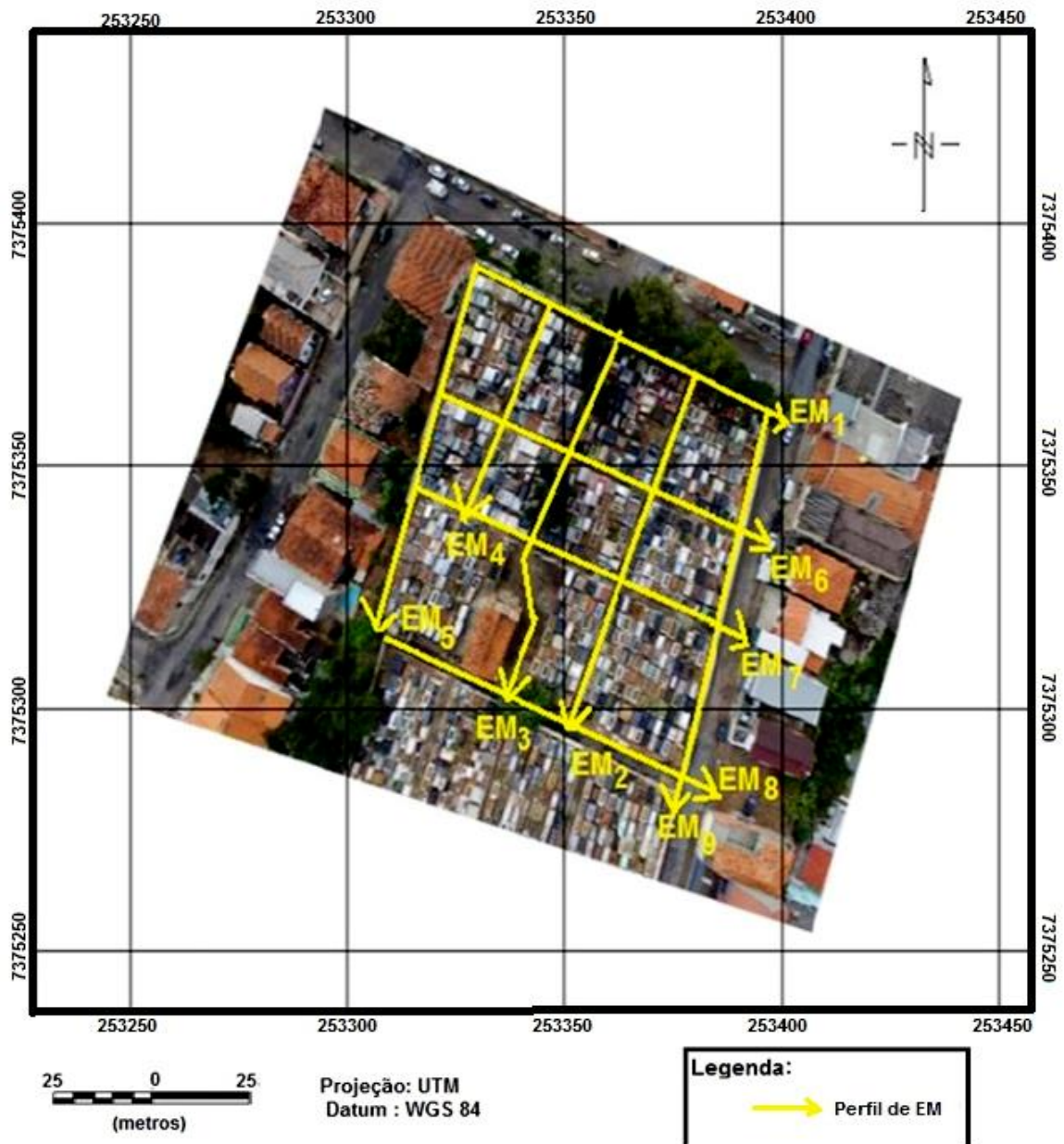
Fonte: Acervo do autor.

Nos trabalhos de campo, realizados em 22 de julho de 2016, adotou-se a técnica do caminhamento eletromagnético, que consiste em medições sucessivas ao longo do perfil pré-estabelecido em intervalos constantes de cinco metros de distância, para a aferição de possíveis variações laterais de condutividade elétrica. A distância adotada permite um bom detalhamento das linhas executadas.

Nesta campanha, a distribuição dos perfis teve por intuito proporcionar a cobertura completa do local de interesse, com intuito de se determinar a extensão de possível contaminação. Desta forma, foram realizados nove perfis EM (Figura 27), com comprimentos variados em função das condicionantes da área de pesquisa e de seus limites, totalizando uma distância percorrida de 575 metros (Tabela 8). As leituras de condutividade elétrica efetuadas neste equipamento são lidas diretamente em unidades de  $\text{mS m}^{-1}$  e representam, no modo adotado de medida, a condutividade do pacote geológico até uma profundidade de investigação de três ou seis metros.



Figura 27 - Mapa com localização de perfil EM executados na área de pesquisa da necrópole Nossa Senhora Aparecida, Piedade, SP.



Fonte: Elaboração própria.

Os contornos das curvas de isovalores dos mapas de condutividade foram efetuados através da plotagem das coordenadas obtidas com o auxílio do GPS Garmin Etrex 20 dos pontos de leitura e posterior interpolação dos dados das medições através do programa Surfer, versão 6.01, da Golden Software Inc. (Colorado, EUA), o que proporcionou a elaboração dos mapas de anomalias geofísicas para as profundidades de exploração de 3,0 e 6,0 metros.

Para a geração dos perfis de condutividade elétrica x distância percorrida utilizou-se o programa Excel do Microsoft Office 2003. No ANEXO II, constam os valores provenientes das leituras efetuadas em campo em função dos comprimentos das linhas executadas e que foram utilizados na geração dos mapas de condutividade.

Tabela 8 - Comprimento, sentido e posicionamento de perfil EM executado na necrópole Nossa Senhora Aparecida, Piedade, SP

<b>Perfil EM</b>	<b>Comprimento (m)</b>	<b>Direção</b>	<b>Orientação</b>
<b>EM 1</b>	65	Oeste-Leste	Oeste-Leste
<b>EM 2</b>	70	Norte-Sul	Norte-Sul
<b>EM 3</b>	75	Norte-Sul	Norte-Sul
<b>EM 4</b>	35	Norte-Sul	Norte-Sul
<b>EM 5</b>	65	Norte-Sul	Norte-Sul
<b>EM 6</b>	65	Oeste-Leste	Oeste-Leste
<b>EM 7</b>	65	Oeste-Leste	Oeste-Leste
<b>EM 8</b>	60	Oeste-Leste	Oeste-Leste
<b>EM 9</b>	75	Norte-Sul	Norte-Sul
<b>Total</b>	<b>575</b>		

Fonte: Elaboração própria.

### 5.3 Métodos laboratoriais

Foram realizadas análises químicas, ensaios de granulometria e permeabilidade com carga constante em amostras de solo retiradas de regiões que apresentaram simultaneamente nos ensaios geofísicos baixa resistividade e alta condutividade eletromagnética, observadas nas respectivas seções. Os resultados destas análises serviram para correlacionar uma possível contaminação nestas áreas com as anomalias metálicas medidas.

#### 5.3.1 Amostragem

As coletas de solo ocorreram no período de agosto de 2015 a dezembro de 2017, seguindo o protocolo descrito na NBR 10.007(ABNT, 2004).

Foram efetuados furos de sondagem com trado manual holandês de 2" fabricado pela SOLOTEST para amostragem até três metros (Figura 28) e as coletas

de amostras foram realizadas nas profundidades de 0-0,1m; 0,4-0,5m; 0,9-1,0m; 1,4-1,5m, 1,9-2,0m, 2,4-2,5m, 2,9-3,0m, em pontos de coleta específicos efetuou-se sondagens até 4,0m pois os ensaios indicaram anomalias mais profundas. As características dos pontos de coleta são apresentadas na Tabela 9.

Figura 28 - Ponto de coleta de solo na necrópole Nossa Senhora Aparecida, Piedade/SP.



Fonte: Acervo pessoal.

Em cada ponto amostrado foi coletado cerca de 5500g de amostra deformada (solta), devidamente armazenadas em embalagens plásticas e identificadas. A cada nova amostra coletada o trado era devidamente lavado com água destilada para evitar a contaminação de uma amostra para outra. Após a coleta as amostras foram fracionadas e enviadas às instituições Controle Analítico Análises Técnicas Ltda., Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ) e Laboratório de Solos e Materiais da Universidade Cidade de São Paulo (UNICID) para serem efetuadas as análises químicas e os ensaios granulométricos e permeabilidade respectivamente.

Tabela 9 - Características dos pontos selecionados para coleta de solo em áreas caracterizadas como anômalas e áreas de referência na necrópole Nossa Senhora Aparecida, Piedade, SP.

PONTOS	UTM (23k)		ALTITUDE (m)	OBSERVAÇÃO
	N-S (m) LATITUDE	E-W (m) LONGITUDE		
Controle	7375113,96 S	253289,20 E	842	Solo de referência a montante da área de pesquisa. Não havia indícios de influência direta da necrópole no solo.
A2	7375347,78 S	253328,54 E	814	Solo com confirmação de anomalias pelo EM a 3 e 6 m e CEC.
A3	7375319,43 S	253379,75 E	816	Solo com confirmação de anomalias pelo EM a 3 e 6 m e CEC.
B	7375360,98 S	253378,40 E	815	Solo com confirmação de anomalias pelo EM a 3 m e CEC.
C	7375345,87 S	253366,07 E	817	Solo com confirmação de anomalias pelo EM a 6 m e CEC.

Fonte: Elaboração própria.

### 5.3.2 Determinação de metais

A preparação e leitura das amostras de solo foram efetuadas pela empresa Controle Analítico seguindo os métodos m e Standard Methods, 22<sup>a</sup> ed. Método 3120-B respectivamente. Utilizou-se o equipamento de Espectrometria de Emissão Atômica por Plasma Acoplado Indutivamente (ICP-OES) (Thermo Scientific mod. iCAP 6300 Duo), para efetuar as leituras dos seguintes elementos: Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Mn, Mo, Ni, Pb e Zn.



Os elementos, limites de detecção (LD) e limite quantificação (LQ) são apresentados na Tabela 10.

Tabela 10 - Parâmetros analíticos para a técnica de ICP-OES: Metal, LD (Limite de Detecção) e LQ ( Limite de Quantificação).

<b>Metais</b>	<b>LD (mg L<sup>-1</sup>)</b>	<b>LQ (mg L<sup>-1</sup>)</b>
Ba	0,0002	0,0006
Cd	0,0014	0,0045
Co	0,0030	0,0101
Cr	0,0011	0,0036
Cu	0,0023	0,0078
Mn	0,0003	0,0009
Mo	0,0305	0,1018
Ni	0,0079	0,0263
Pb	0,0220	0,0732
Zn	0,0016	0,0055

Fonte: Elaboração própria.

Limite de detecção (LD) – Definido como a menor concentração de analito, diferente de zero, que pode ser considerado com 99% de confiança.

Limite de quantificação (LQ) – Definido como a menor concentração de analito que pode ser determinado com um nível aceitável de exatidão e precisão.

A calibração realizada foi do tipo externa, e o modelo estatístico adotado na regressão linear pelo método dos mínimos quadrados foi do tipo  $y = ax$ . Os limites de detecção e quantificação foram calculados segundo as equações (1 e 2), respectivamente. Na equação 1, “s” representa o desvio padrão amostral de 10 leituras do branco da curva de calibração (água ultrapura acidificada com HNO<sub>3</sub>), e “a” representa o coeficiente angular da equação da reta.

$$LD = (3 \times s) / a \quad (1)$$

$$LQ = 3,3 \times LD \quad (2)$$

Após as leituras foram realizados os cálculos das concentrações de cada amostra, utilizando-se a média das absorbâncias, média dos brancos. A concentração final foi expressa em mg kg<sup>-1</sup> de solo.

### 5.3.3 Determinação da classificação do solo

Segundo Suguio (2003) a análise granulométrica tem como objetivo classificar o tamanho dos grãos em função de seu diâmetro e constitui uma propriedade textural fundamental. A textura está associada a outras características do solo, como porosidade e a permeabilidade que são variáveis segundo as proporções de argila, silte e areia contida nas amostras de solo ou sedimento.

A análise granulométrica do solo foi realizada utilizando o Método de Bouyoucos, obtendo a porcentagem de argila, silte e areia do solo e, em uma análise mais detalhada, classificamos a fração areia do solo, através de um conjunto de Peneiras, onde quantificou-se: areia muito grossa, areia grossa, areia média, areia fina e areia muito fina.

O método de análise granulométrica do hidrômetro de Bouyoucos, conforme padrões internacionais (GEE e BAUDER, 1986) O método consiste em pesar 50 g de material seco ao ar e com umidade conhecida. Acondicioná-lo em recipientes plásticos de 500 mL, aos quais se adicionaram 50 mL de água destilada e 25 mL de solução de NaOH 1,0 mol L<sup>-1</sup>. Os recipientes foram levados para agitadores de Wagner, sendo agitadas por 16 horas a 30 rpm.

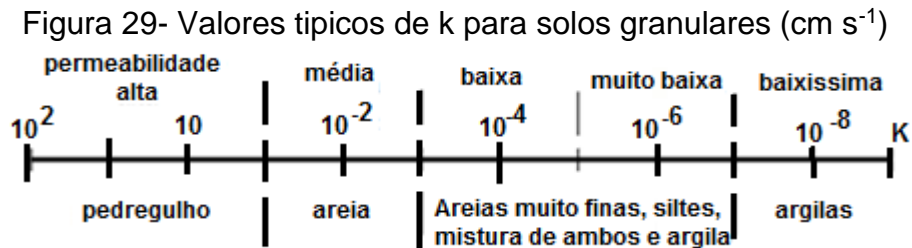
Os dados foram submetidos à análise das médias em relação as classes de solos.

### 5.3.4 Ensaio de permeabilidade Carga constante

Permeabilidade é a propriedade que os solos têm de permitir o escoamento de água através dos seus vazios. A sua avaliação é feita através do coeficiente de permeabilidade (**k**). A Lei de Darcy relaciona a velocidade de percolação da água através do solo saturados, de maneira simples, e pode ser expressa:  $v = k \cdot i$ , onde “v” é a velocidade de percolação, que é quantidade de água fluindo por unidade de tempo por uma área unitária de seção transversal de solo normal à direção de fluxo (DAS, 2007). “k” é a condutividade hidráulica e “i” é o gradiente hidráulico. Esse gradiente, adimensional, é a razão da perda de carga piezométrica entre dois pontos e a distância entre os mesmos pontos, ou seja:  $\Delta h/L$  (DAS, 2007). Na maioria dos solos, o fluxo de água pelos espaços vazios pode ser considerado laminar, isto é, implica que a velocidade de percolação tem uma relação linear com o gradiente hidráulico (

$v \propto i$ ), caracterizando uma baixa velocidade de fluxo (DAS, 2007). Desta forma, “ $k$ ” depende, principalmente, da natureza dos espaços vazios, pois em solos com vazios grandes, cascalhos por exemplo, o fluxo pode se tornar turbulento e a lei de Darcy pode não ser válida. O valor de “ $k$ ” de um solo varia muito para solos diferentes.

Alguns valores típicos são mostrados na figura 29, sendo que para solos com  $k = 1,3 \times 10^{-8}$  cm/s, estes são considerados impermeáveis (PINTO, 2000).



Fonte: Pinto, 2000.

#### 5.3.4.1 Determinação em laboratório de $k$

Um ensaio padrão para determinação de  $k$  é o ensaio de carga constante (figura 30), utilizado para solos mais arenosos. Consiste num aparato que ajusta o fornecimento de água na entrada de modo que a diferença de carga entre a entrada e saída permaneça constante durante o período de ensaio. Com a vazão estabelecida, isto é constante, a água será coletada em frasco graduado num lapso determinado de tempo. O volume total de água pode ser descrito como (DAS, 2007):

$$Q = Avt = A(ki)t \quad (3)$$

Onde,

$Q$  = volume de água coletado;

$A$  = área da seção transversal da amostra de solo;

$t$  = duração da coleta de água;

$i$  = gradiente hidráulico.

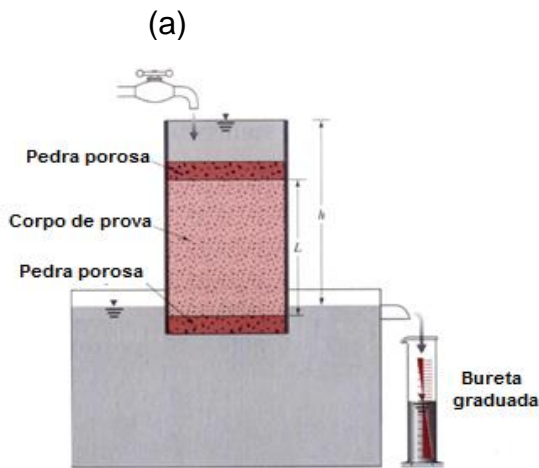
A tabela 11 indica as dimensões do equipamento utilizado para efetuar os ensaios de permeabilidade ( $k$ ).

Tabela 11- Área e diâmetro do recipiente do permeômetro.

Parâmetros	Valores
Condutividade Hidráulica	$k = QL/A \Delta h t$
Diâmetro da amostra	15 cm
Área da seção transversal	$\Pi * r^2 = 3,14 * (15/2) * (15/2) = 176,71 \text{ cm}^2$
Altura da amostra	15,3 cm

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 30- Ensaio de permeabilidade com carga constante: (a) Ensaio de forma esquemática; (b) Aparato montado em laboratório.



Fonte: Das, 2007.



Fonte: Acervo do autor.

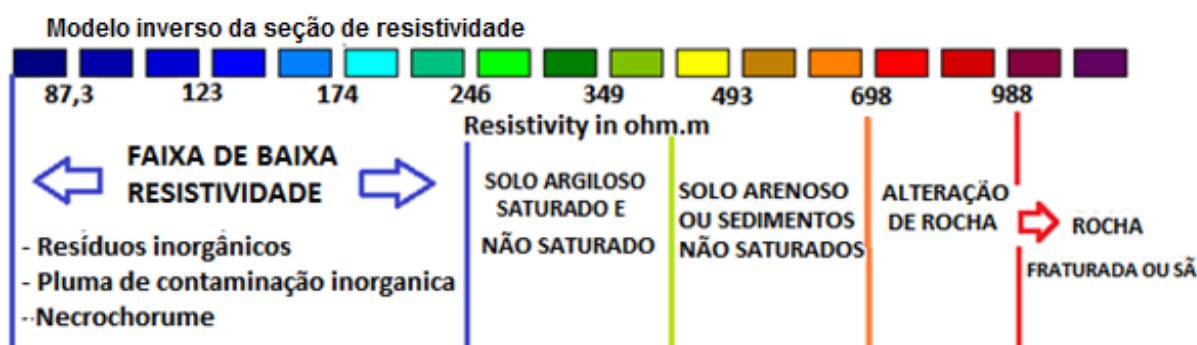
## 6. RESULTADOS E DICUSSÕES

### 6.1 Geofísica

Em levantamentos geofísicos por eletrorresistividade é comum encontrar valores de resistividade elétrica desde poucas unidades de Ohm.m até milhares de Ohm.m, de acordo com as variações litológicas existentes no subsolo. Para a interpretação dos resultados obtidos numa campanha geofísica pelo método da resistividade elétrica é necessário ter um conhecimento das propriedades elétricas dos solos em estudo, especialmente da sua resistividade característica (FONTOURA, 2013). A resistividade elétrica dos terrenos é uma característica intimamente ligada ao tipo, natureza e estado de alteração das formações geológicas, assim como à presença de água subterrânea, elementos químicos naturais e elementos contaminantes estranhos ao meio.

A seguir, na Figura 31, é demonstrado um exemplo genérico de uma destas escalas, indicando as faixas previstas de resistividade elétricas para contaminantes inorgânicos (necropercolado, resíduos inorgânicos, pluma inorgânica), solo argiloso saturado ou não, solo arenoso ou sedimentos não saturados e alteração de rocha passando para rocha (fraturada e sã), o que balizou as interpretações a serem apresentadas adiante.

Figura 31 - Exemplo de escala cromática dos valores de CE.



Fonte: Elaboração própria.

A fim de correlacionar os estratos geoeletricos representados pela escala cromática com os prováveis tipos de materiais ou compostos existentes na subsuperfície foram elaboradas interpretações que correlacionam os valores de resistividade com a provável natureza dos materiais presentes na subsuperfície.

Desta maneira, as interpretações das pseudo-seções (distância x



profundidade) se deram através da avaliação das porções com resistividade elétricas correlacionadas a determinados materiais geológicos e, conseqüente, determinação de suas conformações, o que permitiu estabelecer a subdivisão dos compartimentos geofísicos presentes.

Neste contexto, os valores de resistividade e suas respectivas interpretações adotadas nesta pesquisa se enquadram especificamente ao intervalo de valores que foram encontrados ao longo dos perfis individuais de campo, servindo tão somente como parâmetro de orientação a outro local que possua condições de subsuperfície ou geologia semelhante.

Na Figura 32 são demonstrados todos os perfis analisados com a três técnicas geofísicas utilizadas na pesquisa.

Figura 32 - Localização dos pontos onde foram efetuados os ensaios geofísicos na área de pesquisada da necrópole Nossa Senhora Aparecida, Piedade, SP.



Fonte: Elaborado pelo autor.

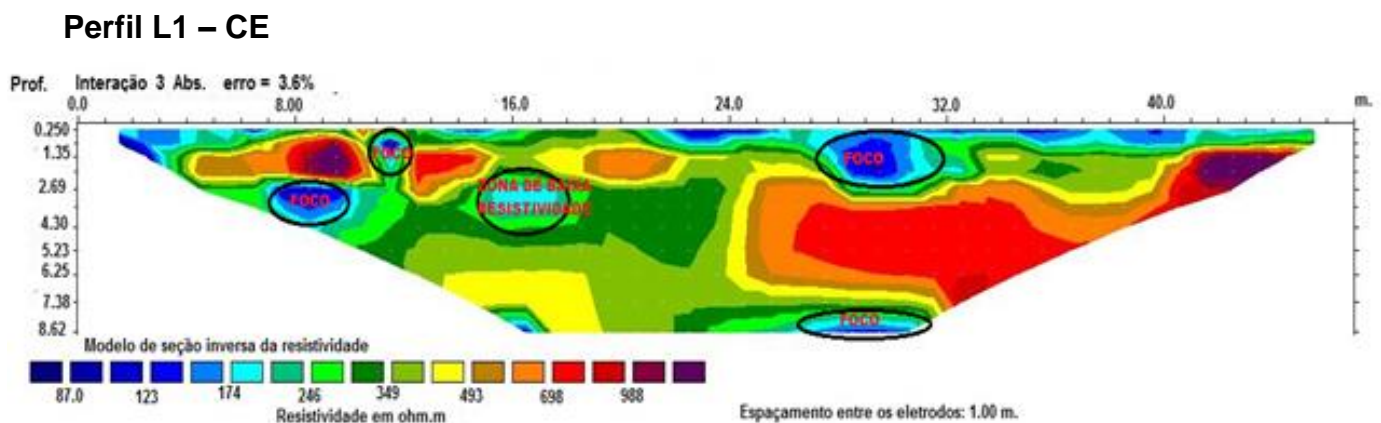
## 6.2 Caminhamento elétrico (CE)

O levantamento geofísico de eletrorresistividade aqui apresentado indicou a presença de compartimentos geológicos com resistividades elétricas diferentes entre si, apontando heterogeneidade entre os materiais presentes em subsuperfície, decorrentes possivelmente das diferenças de solo, rocha, alteração de rocha e, principalmente, das alterações das concentrações dos compostos contaminantes presentes.

Desta forma, a avaliação ambiental dos perfis de caminhamento elétrico, aqui apresentada, se refere, especialmente, à identificação de zonas anômalas de baixas resistividades elétricas e seus focos principais, as quais podem ter correspondência com as regiões de acumulação de líquidos percolados, e, portanto, formação de necropercolado, além das plumas de contaminação e possíveis pontos de infiltração de contaminação para níveis mais profundos do solo.

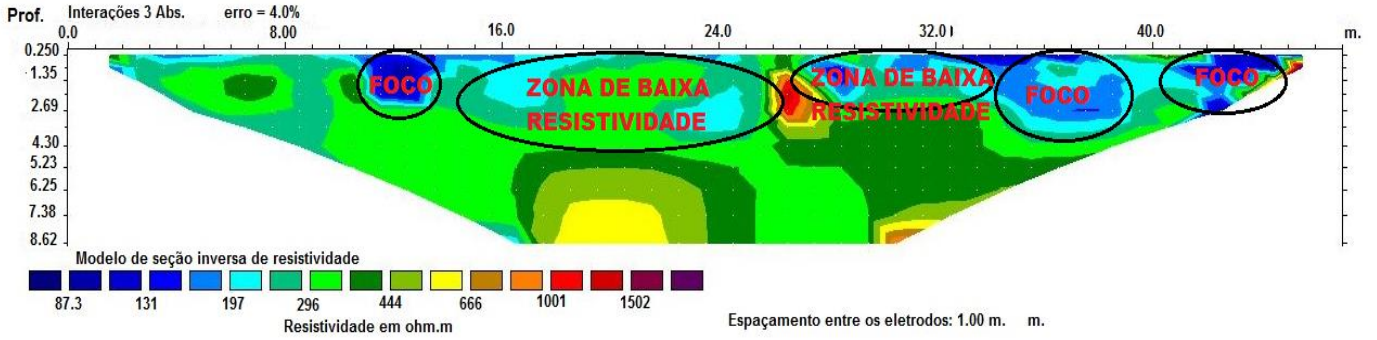
Na sequência (Figura 33), são apresentadas as pseudo-seções do caminhamento elétrico (CE) realizados na área investigada constando as interpretações referentes às feições geológicas e ambientais definidas de acordo com os valores obtidos de resistividade elétrica:

Figura 33 - Pseudo-seções do CE (Caminhamento Elétrico) efetuados na necrópole Nossa Senhora Aparecida, Piedade, SP.

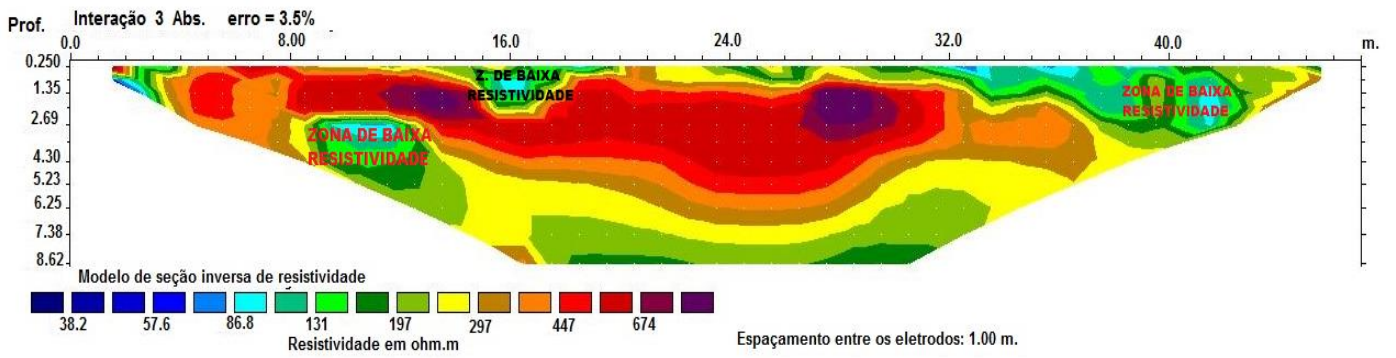




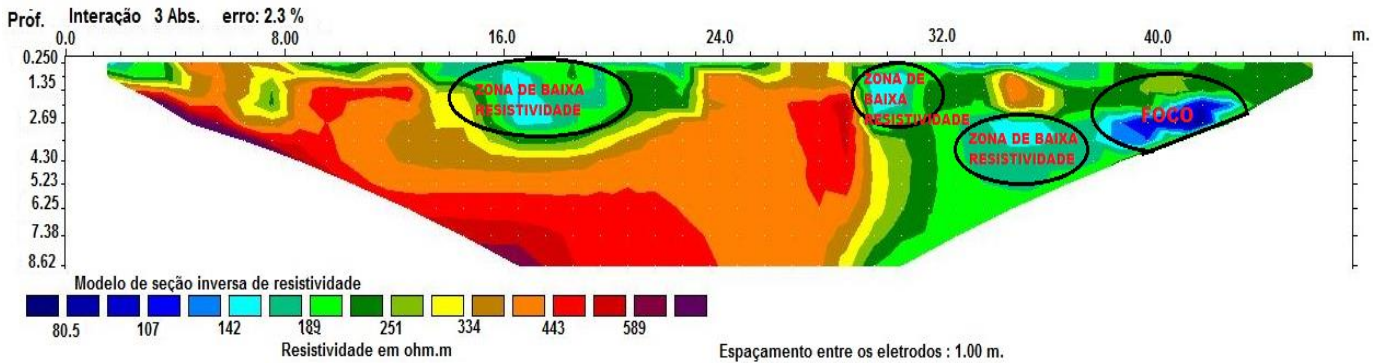
### Perfil L2 – CE



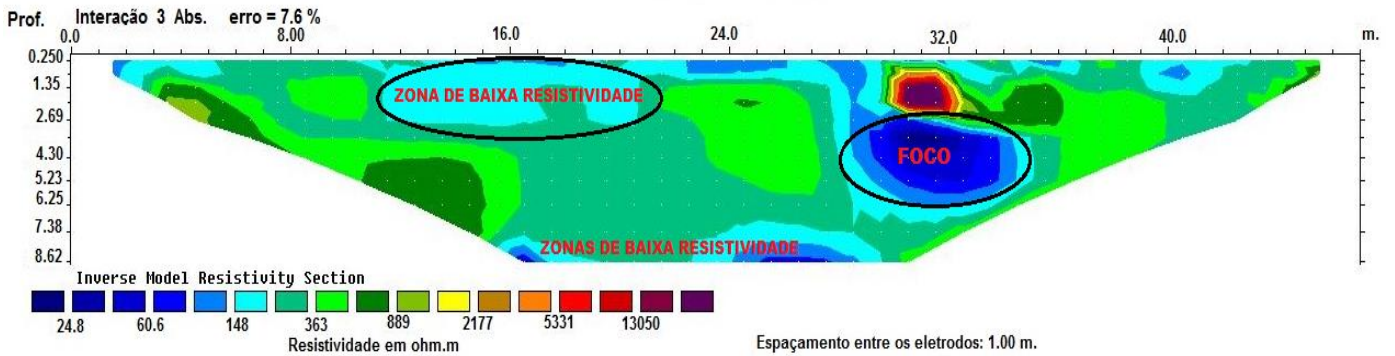
### Perfil L3 - CE



### Perfil L4 – CE



### Perfil L5 – CE



Fonte: Elaboração própria.



As anomalias geofísicas de baixas resistividades elétricas observadas nas seções geofísicas anteriores variam de configuração, posicionamento, continuidade, dimensão, profundidade e intensidade, indicando a grande heterogeneidade presente nas condições de subsuperfície da área avaliada.

Através da análise dessas anomalias, observa-se que são inúmeros os pontos que apresentam focos de baixas resistividades elétricas, indicando que existem processos abrangentes e contínuos na área de pesquisa como um todo e que estão permitindo a infiltração e percolação de água dentro da massa de resíduos, proporcionando o aparecimento de bolsões de material de baixa resistividade elétrica em grande número. Decorrente da heterogeneidade dos compartimentos de subsuperfície anteriormente mencionadas, associadas aos pontos acumuladores de material (bolsões) de baixa resistividade elétrica, a definição mais evidente entre a interface dos resíduos com o solo local só foi determinada em alguns pontos de algumas seções apresentadas.

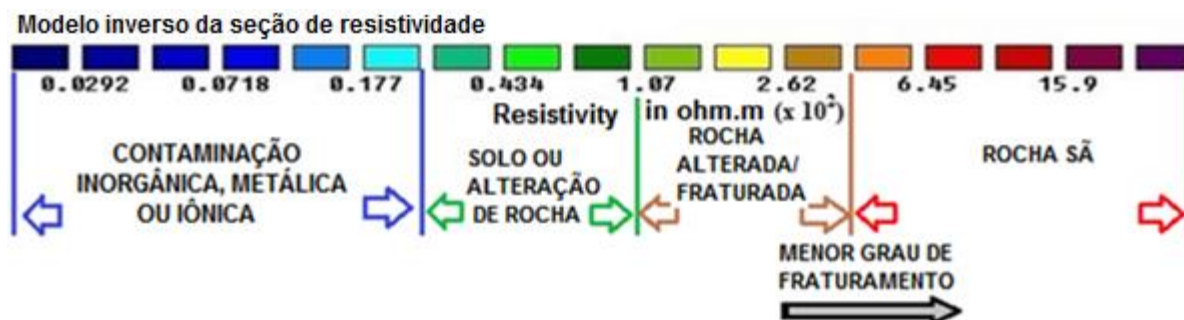
### **6.3 Caminhamento elétrico capacitivo (OhmMapper)**

A seguir, são apresentados os procedimentos de interpretação adotados aos dados obtidos no levantamento geofísico executado.

Em levantamentos geofísicos por eletrorresistividade é comum encontrar variações significativas nos valores de resistividade elétrica relacionadas aos contrastes litológicos existentes no subsolo. Assim, os valores de resistividade elétrica são representados através de uma escala cromática, sendo que cada seção, possui sua escala própria associada aos materiais presentes abaixo do perfil realizado. Deste modo, as variações das resistividades podem ser acompanhadas ao longo da seção de caminhamento elétrico capacitivo, sendo que a escala cromática de referência pode ser vista em posição mais abaixo em cada uma delas.

A seguir, na Figura 34, pode-se verificar, por exemplo, uma destas escalas de resistividades com as possíveis feições geológicas ou ambientais interpretadas.

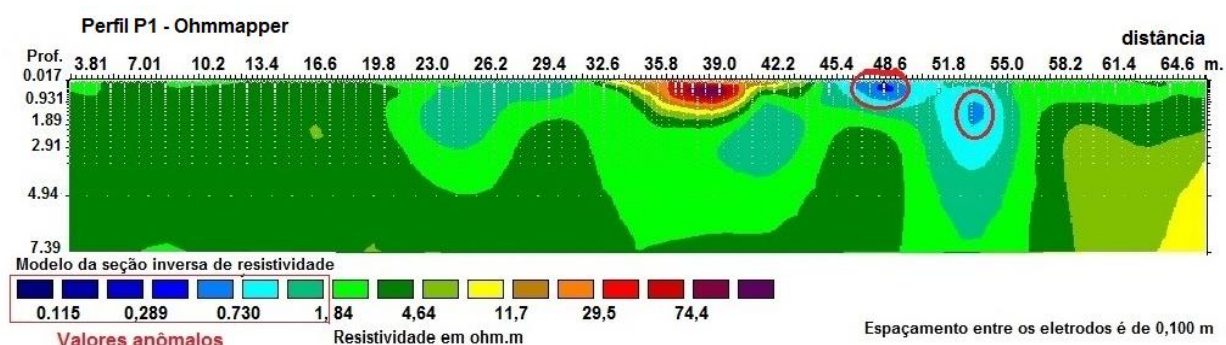
Figura 34 - Escala de resistividade elétrica para seções do CEC ( Caminhamento Elétrico Capacitivo) na necrópole Nossa Senhora Aparecida, Piedade, SP.

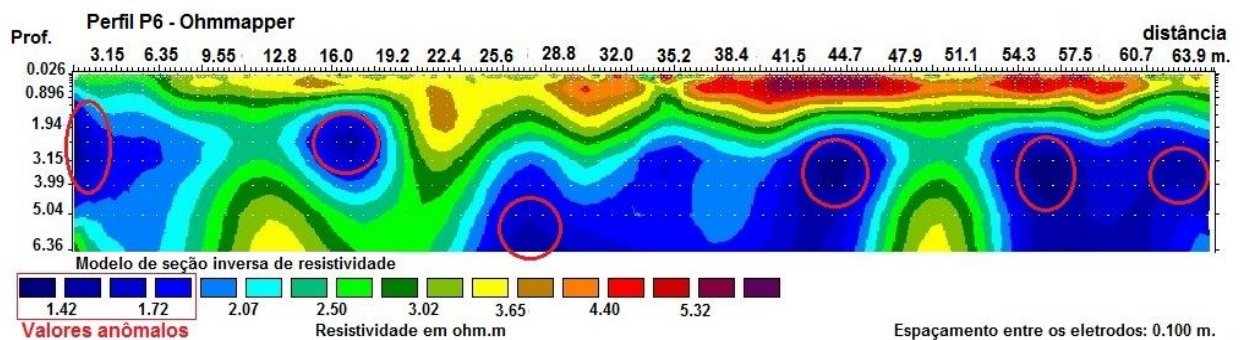
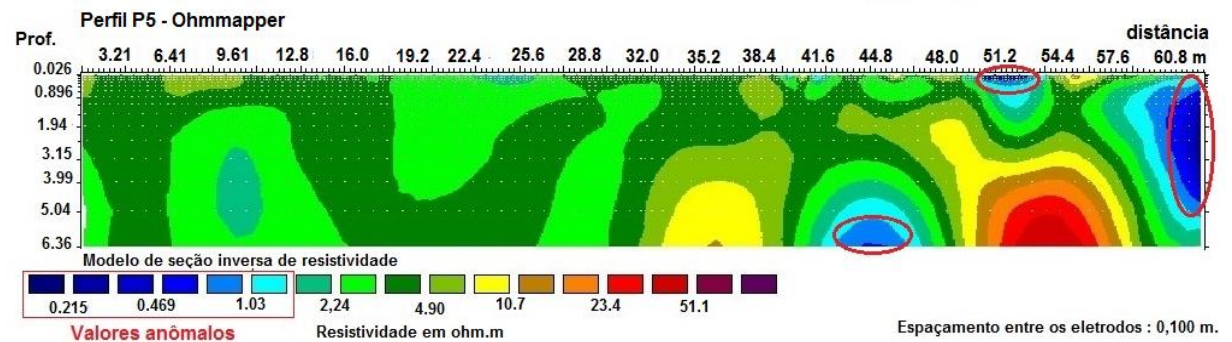
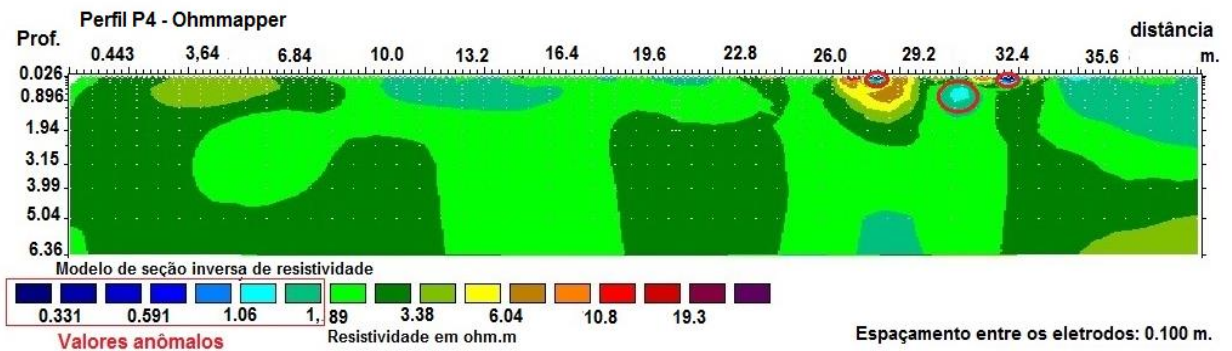
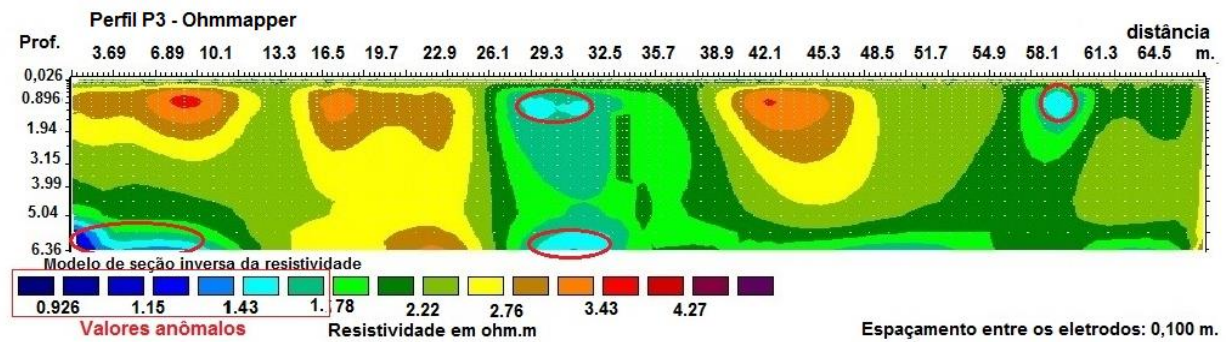
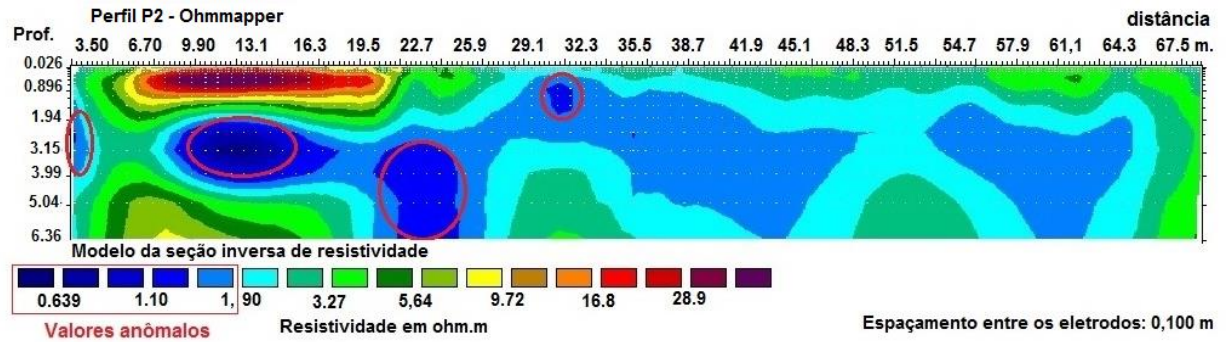


Fonte: Elaboração própria.

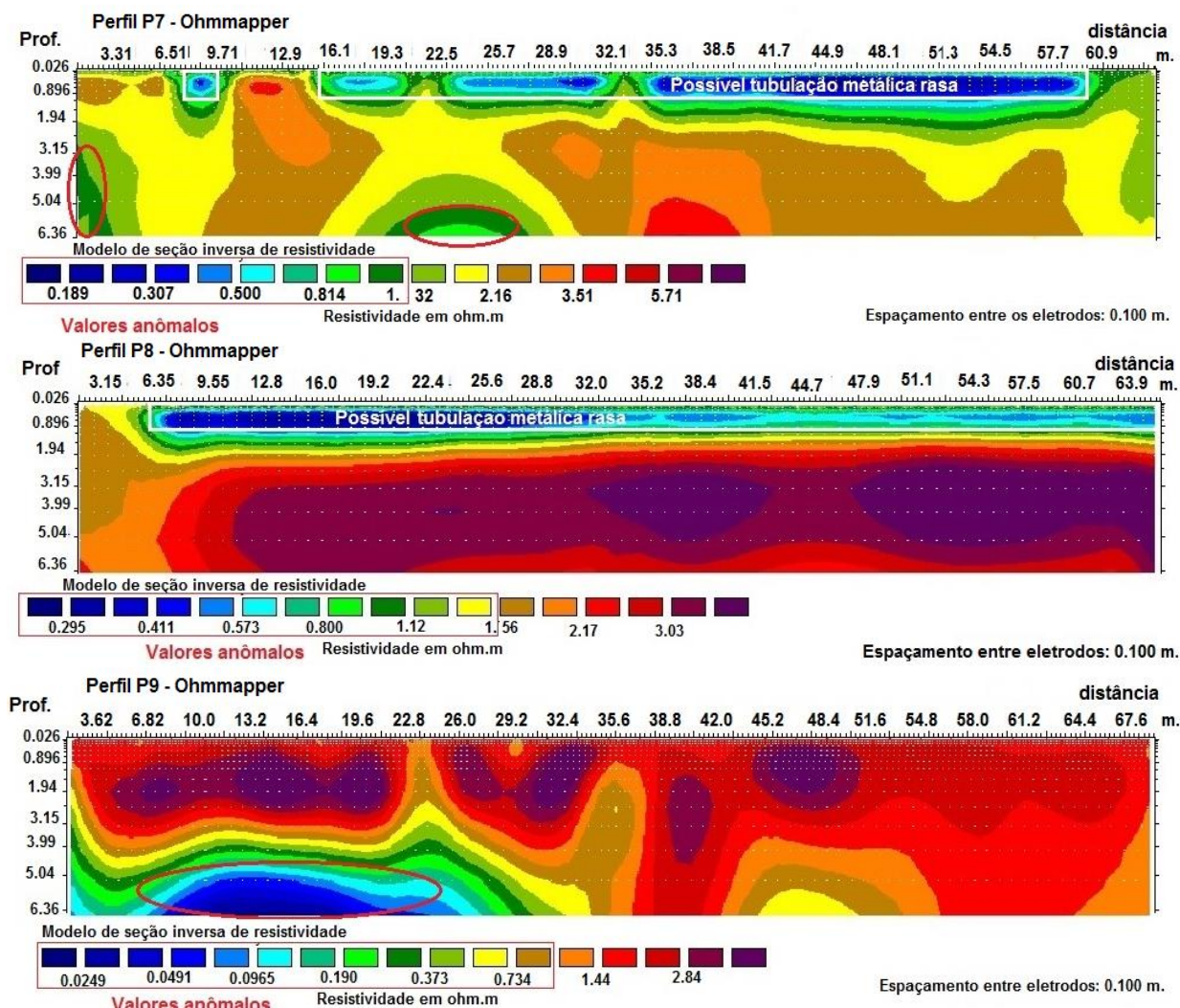
No decorrer da interpretação das seções a partir dos dados adquiridos, observou-se a presença significativa e constante de zonas de resistividades muito baixas em todas as imagens, alterando as resistividades naturais ao longo dos perfis executados de forma distinta ao modelo geológico conceitual inicialmente previsto para a área investigada e afetando, conseqüentemente, a determinação do nível do topo rochoso (feição natural). A partir desta verificação, estimou-se que as alterações nas resistividades elétricas do meio teriam origem em materiais não naturais em subsuperfície e que, neste caso, estariam associadas a uma possível contaminação. Desta forma, para se determinar as possíveis zonas de contaminação em subsuperfície, procurou-se identificar os pontos com anomalias de baixas resistividades elétricas nas seções obtidas, conforme os menores valores orientativos da escala cromática (Figura 35), e que poderiam corresponder às presenças de compostos inorgânicos, metálicos ou iônicos, sendo estes últimos em função da presença de eventuais cloretos provenientes de possível degradação de substâncias organocloradas.

Figura 35 - Pseudo-seções de CEC (Caminhamento Elétrico Capacitivo) efetuadas na necrópole Nossa Senhora Aparecida, Piedade, SP.









Fonte: Elaboração própria.

Constatou-se nas pseudo-seções interpretadas, resistividades elétricas variando de valores baixos em algumas porções até altos valores em outras zonas, indicando a heterogeneidade dos corpos em subsuperfície e que podem representar possíveis diferenças de natureza dos materiais constituintes, além da distinção de grau de decomposição/alteração, fraturamento e intensidade de eventual contaminação, a qual influenciou sobremaneira as propriedades elétricas do meio. Assim, verificou-se a presença de diferentes zonas de resistividade elétrica nas seções, geralmente com configurações descontínuas e com conformações irregulares, as quais foram interpretadas como sendo:

- Alteração de rocha;
- Rocha alterada e/ou fraturada;
- Rocha (menos fraturada - são);

- Fratura ou Zona de Fratura;
- Zona anômala de baixa resistividade (possível contaminação inorgânica, metálica ou iônica).

Na sequência, são apresentadas as pseudo-seções elaboradas a partir dos dados de resistividade elétrica dos caminhamentos elétricos capacitivos (OhmMapper) executados, constando a interpretação ambiental para a área investigada.

Tomando-se como base os valores de resistividades elétricas obtidos nas faixas de investigação (dados integrados) proporcionada pelo equipamento OhmMapper, foram elaborados os mapas de anomalias de resistividade elétrica em diferentes níveis, através da plotagem dos pontos de medidas e da interpolação dos valores obtidos de resistividade pelo método de krigagem utilizando-se o programa Oasis Montaj, versão 8.1, Geosoft Latinoamerica.

Desta forma, foram elaborados mapas de anomalias de baixa resistividade elétrica associadas às porções contaminadas em 03 diferentes níveis de varredura (Figuras 36a, 36b e 36c). Neste contexto, os mapas de anomalias de baixas resistividades apresentam a distribuição espacial na área investigada das eventuais zonas contaminadas nas seguintes profundidades:

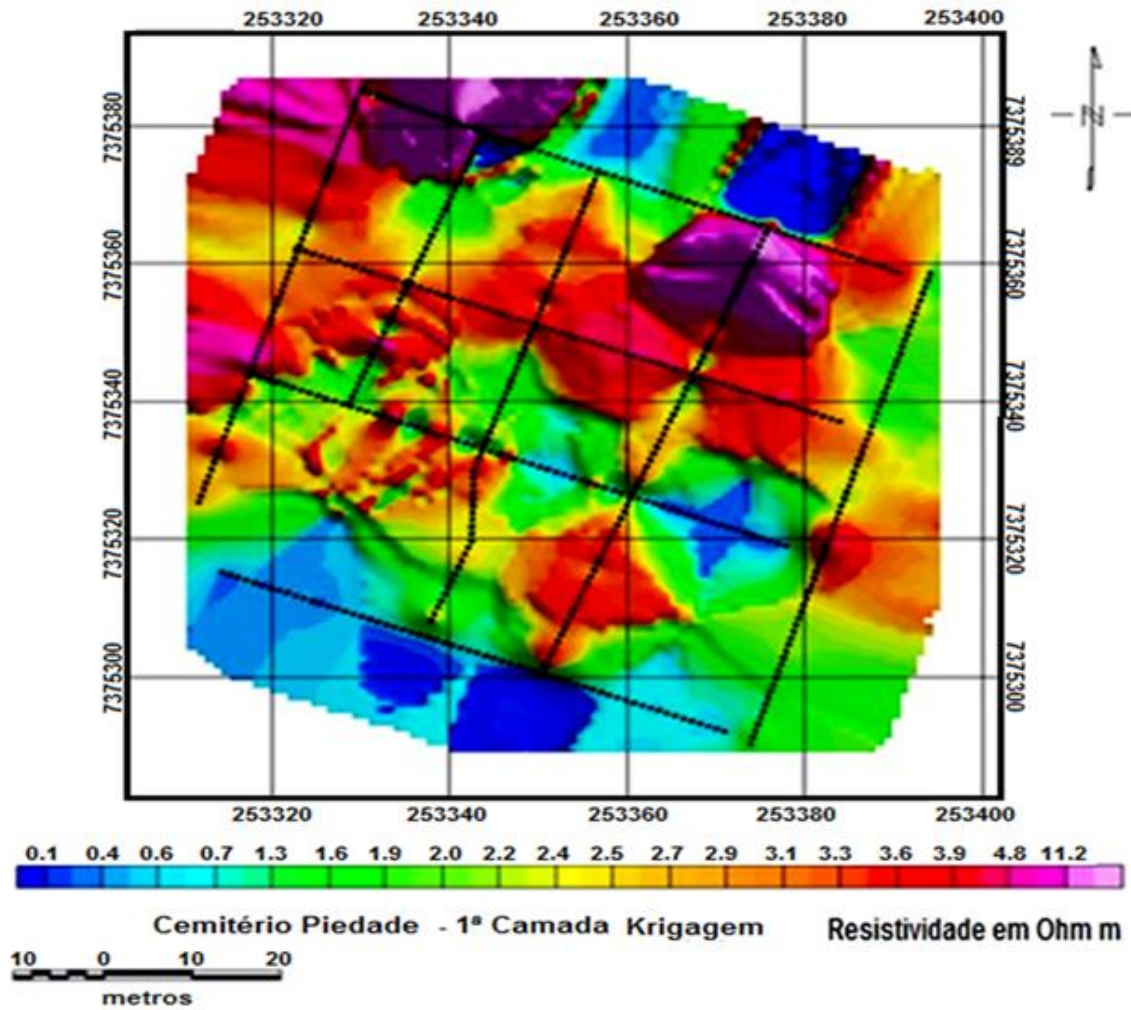
- 0,3 a 1,8m (nível raso);
- 2,0 a 5,0m (nível intermediário)
- 5,2 a 6,5m (nível profundo)

De maneira similar às pseudo-seções anteriores, para a determinação das zonas anômalas que podem representar as regiões mais contaminadas ou eventuais focos de contaminação inorgânica subterrânea, procurou-se identificar os pontos de baixas resistividades elétricas, conforme a escala cromática indicada na Figura 36, sendo que as zonas de maior intensidade (menores resistividades) são representadas pelo azul mais escuro.

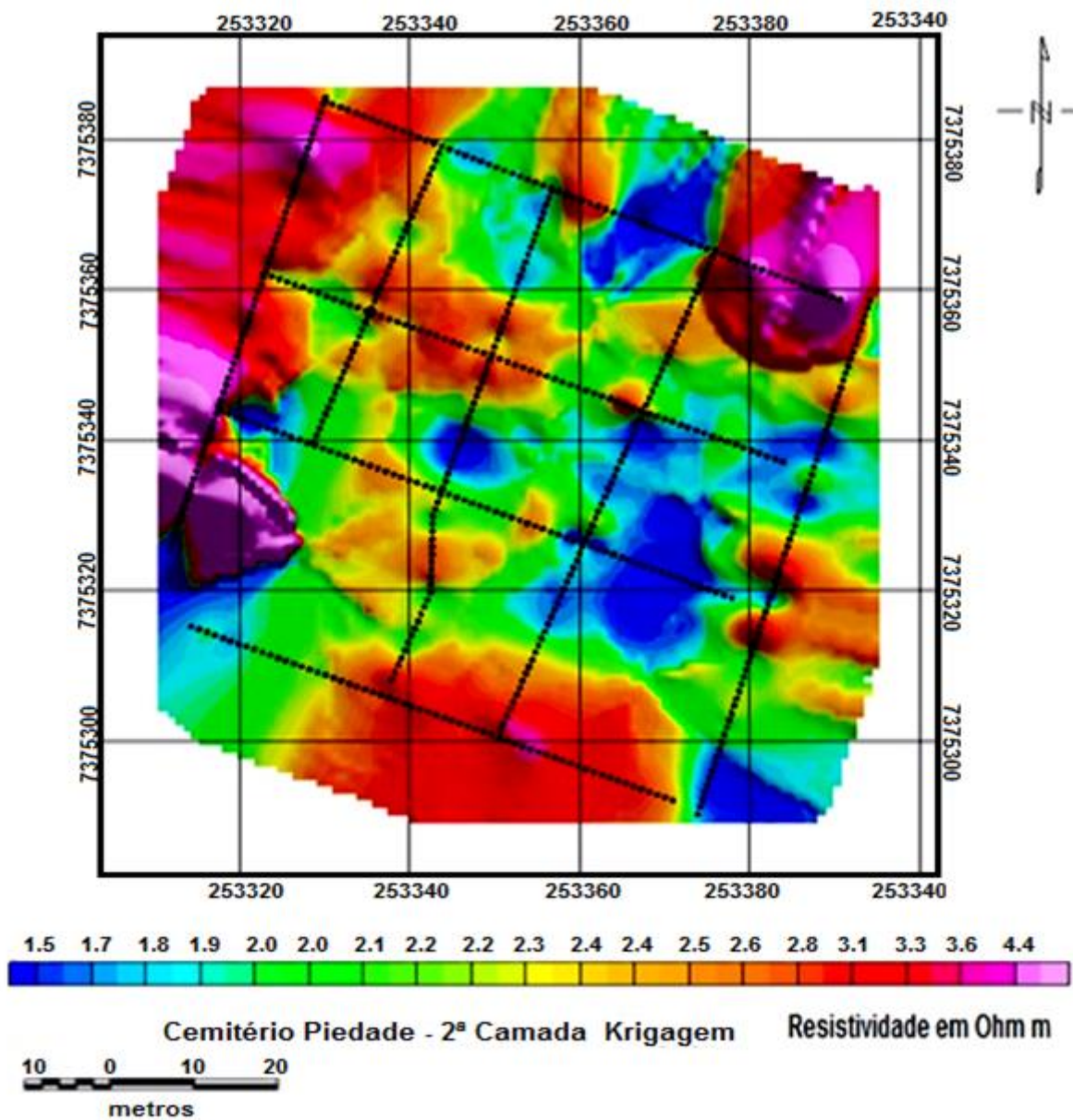
Figura 36 - Pseudo-seções de CEC efetuadas na necrópole Nossa Senhora Aparecida, Piedade, SP; utilizando a interpolação dos dados pelo método da krigagem.

(a) Nível de 0,3 a 1,8m.

(Possíveis focos de contaminação inorgânica/metálica/iônica)



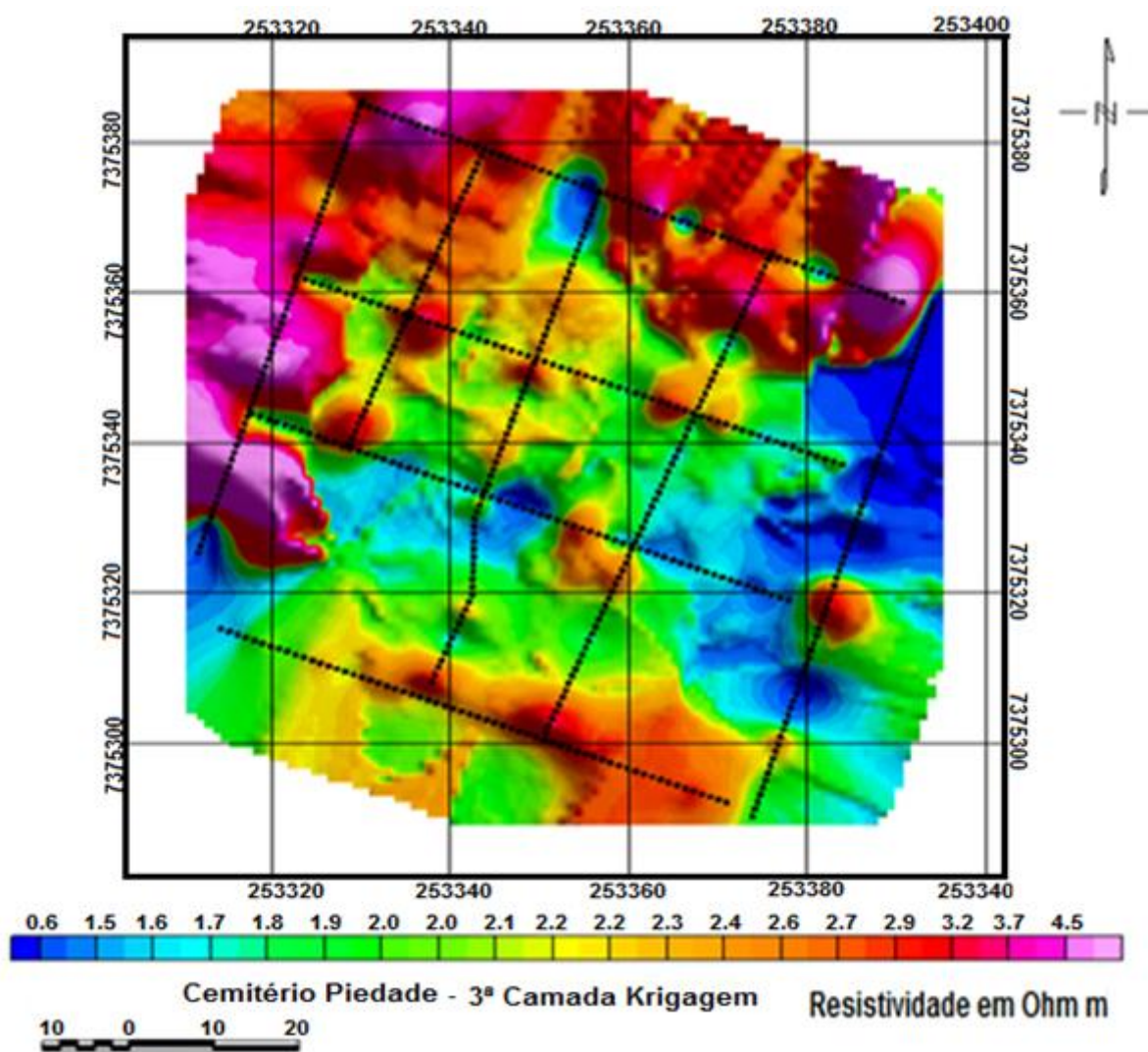
(b) Nível de 2,0 a 5,0m.  
(Possíveis focos de contaminação inorgânica/metálica/iônica)





(c) Nível de 5,2, a 6,5m.

(Possíveis focos de contaminação inorgânica/metálica/iônica)



Fonte: Elaboração própria.

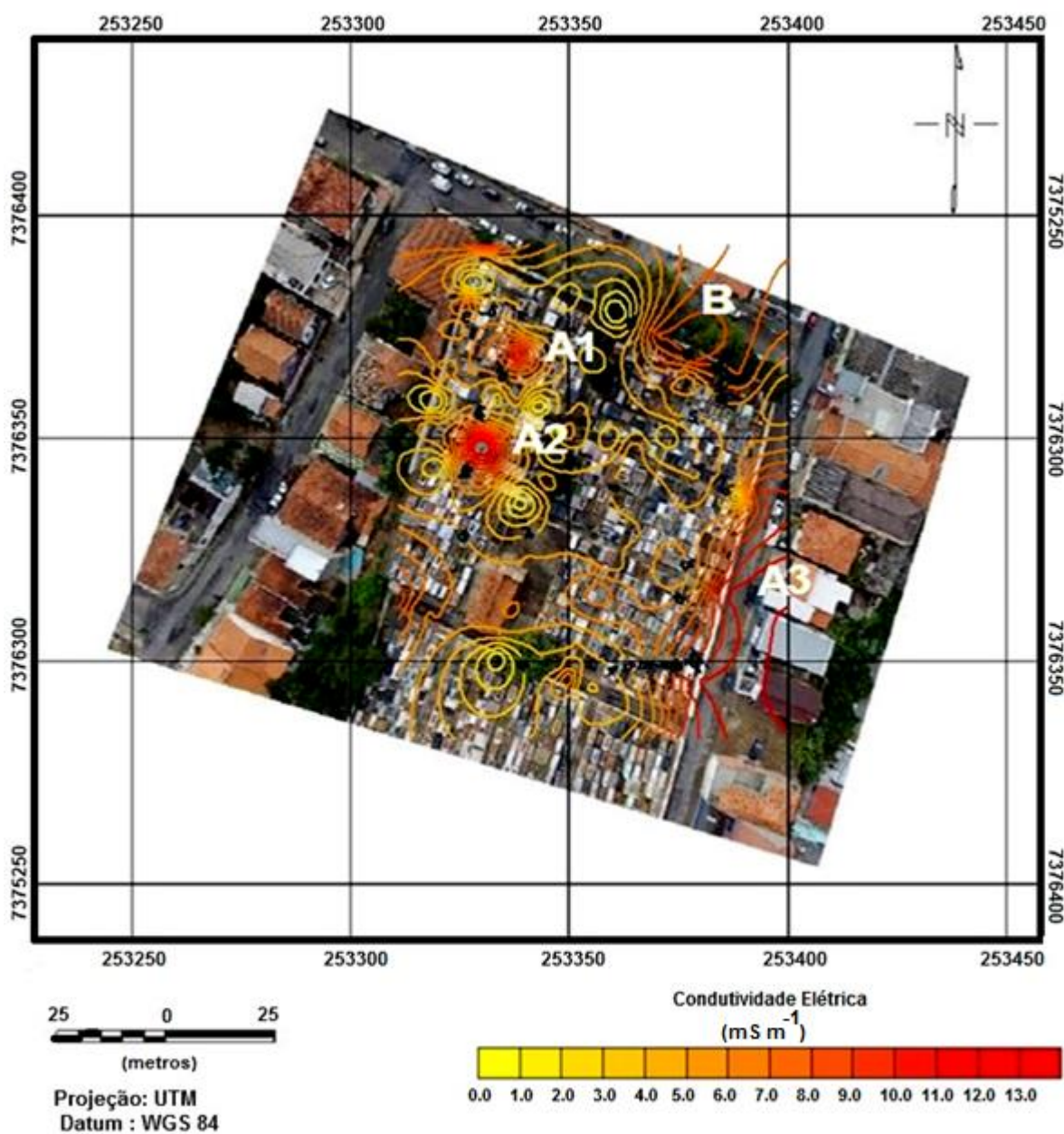
Ao se comparar os posicionamentos das porções anômalas dos três mapas (Figuras, 36a, 36b e 36c) anteriores de baixas de resistividades, observa-se que esses são coincidentes, indicando uma continuação para baixo, como pode ser vista nas pseudo-seções, apontando que a contaminação, caso seja inorgânica, metálica ou iônica, poderia estar sendo transportada em subsuperfície para níveis profundos através de lixiviação e percolação em material com maior permeabilidade hidráulica.



## 6.4 Eletromagnético indutivo (EM)

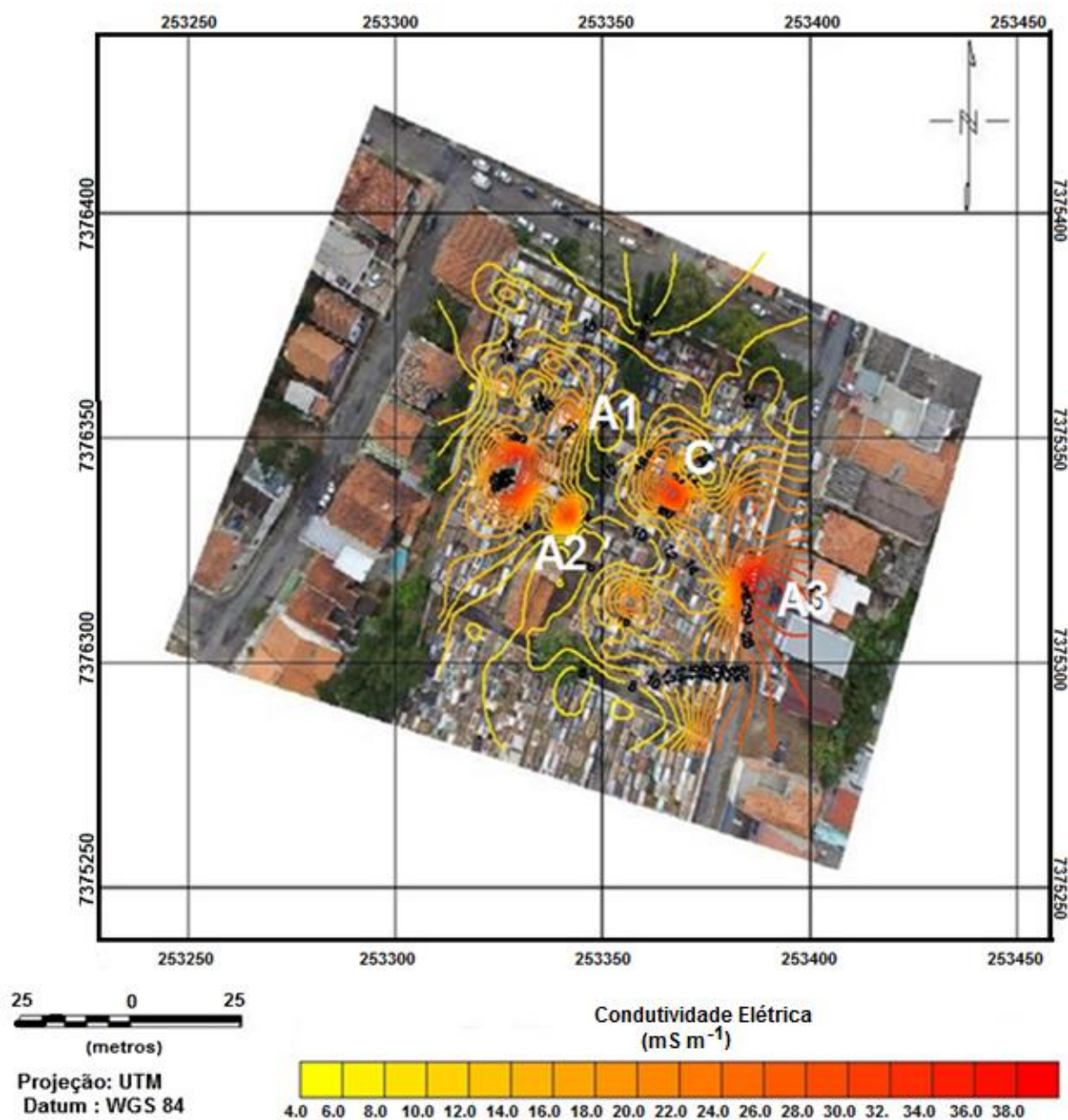
A seguir são apresentados, como resultado dos levantamentos realizados, os mapas de anomalias de condutividade elétrica indicativos de alterações nas propriedades elétricas de subsuperfície (Figuras 37 e 38) e que podem corresponder a zonas de contaminação presentes em profundidade.

Figura 37 - Mapa de anomalias de condutividade elétrica na profundidade 3,0 m, medidas em  $\text{mS m}^{-1}$ , na necrópole Nossa Senhora Aparecida, Piedade, SP.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 38 - Mapa de anomalias de condutividade elétrica na profundidade 6,0 m, medidas em  $\text{mS m}^{-1}$ , na necrópole Nossa Senhora Aparecida, Piedade, SP.



Fonte: Elaboração própria.

Para a definição dos contornos das zonas possivelmente contaminadas (anômalas) nos mapas de isocondutividade (Figuras 37 e 38), adotou-se como referência para as profundidades de 3,0 e 6,0 metros, o valor de condutividade elétrica de  $5,2 \text{ mS m}^{-1}$  e  $13,6 \text{ mS m}^{-1}$  respectivamente (background), valores esses que foram obtidos calculando a média aritmética simples de todos os pontos investigado na área pesquisada.

Dessa forma, foram considerados como valores anômalos uma vez e meio

maiores do que as condutividades relativas ao background e a forma de se chegar a este resultado é baseada em um procedimento empírico com base em trabalhos de campo (AQUINO, 2000).

De maneira geral, observa-se no mapa de isocondutividade da Figura 38 a presença de quatro anomalias, sendo três delas comuns ao mapa de isocondutividade da Figura 38. As anomalias que ocorrem em ambas as profundidades são denominadas A1, A2 e A3, enquanto que a anomalia que ocorre apenas na profundidade de três metros é denominada anomalia B, e a anomalia exclusiva à profundidade de seis metros foi denominada anomalia C.

O mapa de isocondutividade da Figura 37 revelou a presença de anomalias mais intensas (A3 e B) nas porções nordeste e leste da área investigada. A anomalia A3 corresponde a pluma de contaminação, visto que ela se estende a uma área considerável além do fato de apresentar uma alta condutividade (aproximadamente  $35 \text{ mS m}^{-1}$ ). Esta constatação dá indícios de uma possível zona preferencial de acúmulo e percolação de fluidos que podem corresponder aos contaminantes. Neste caso, essa direção preferencial tenderia a afetar as residências localizadas na porção leste da necrópole, expondo-as à contaminação.

A anomalia B é intensa e com uma área considerável. Porém, o fato de não ser verificado a sua ocorrência em profundidades maiores pode ser indicativo da presença de algum material impermeável que inviabilizasse a percolação dos contaminantes nessa região da necrópole, não permitindo que o contaminante alcance profundidades maiores.

As anomalias A1 e A2 também aparecem nas duas profundidades. Contudo são pontuais, isto é, não atingem um volume significativo se comparado a anomalia A3. Além disso, na anomalia A1 percebe-se a diminuição da intensidade na profundidade de seis metros, indícios de que sua fonte foi removida, ou não foi suficiente para que chegasse a profundidades abaixo de seis metros.

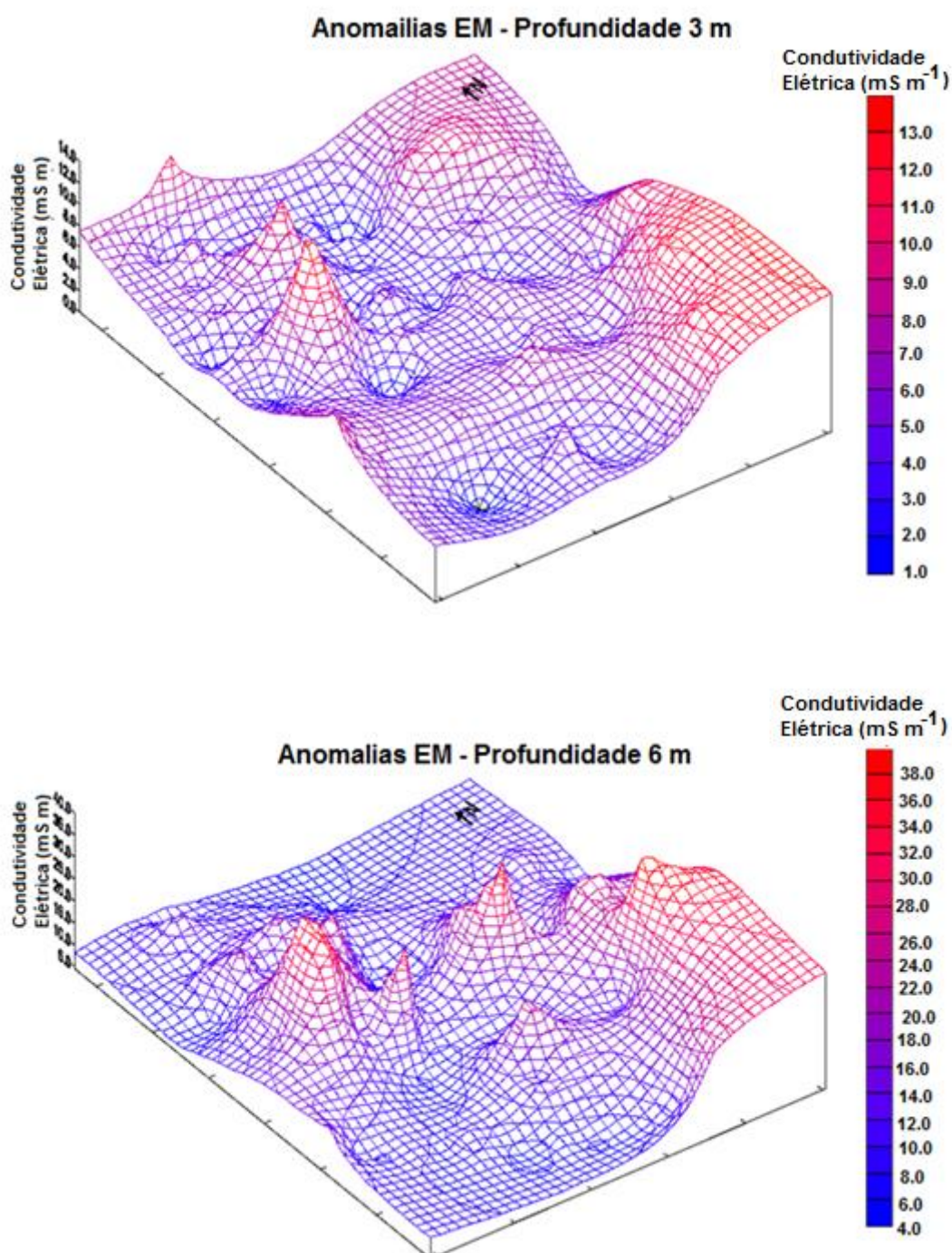
Do mesmo modo que as anomalias A1 e A2, a anomalia C se comporta de maneira pontual (Figura 39). Todavia, por ser exclusiva à profundidade de seis metros, ela não é representativa do contexto da área, baseado nas outras anomalias presentes na necrópole.

Como é observado na Figura 37, as anomalias A3 e B possuem uma maior área de atuação do que as demais. O mapa 3D (Figura 39) foi resultado da



interpolação dos dados, com a utilização do programa Surfer, adquiridos relativos às condutividades investigadas na necrópole.

Figura 39 - Mapas de anomalias em 3D representando intensidades de condutividade a três e seis metros da área de pesquisa na necrópole Nossa Senhora Aparecida, Piedade, SP.



Fonte: Elaboração própria.

Dessa forma, na Figura 40, pode-se observar a relação das condutividades nas

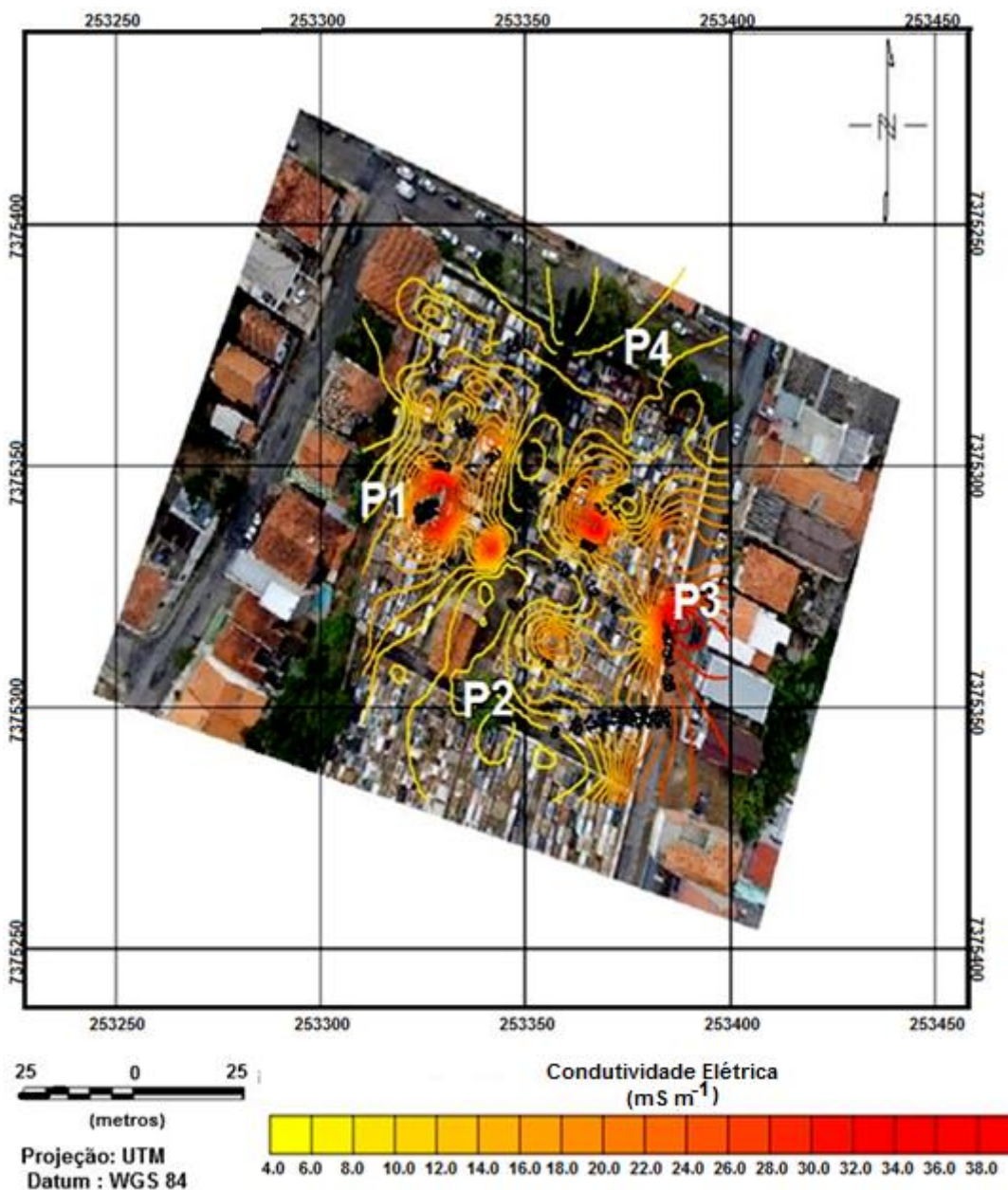
profundidades de três e seis metros dispostas em superfície. Assim, proporciona-se um melhor entendimento do que ocorre na área de pesquisa.

O levantamento geofísico aqui apresentado aponta a existência de alterações de condutividade elétrica do meio geológico. Essas alterações ocasionaram as anomalias geofísicas na área de estudo. As intensidades e naturezas distintas dessas anomalias demandam a ampliação da rede de monitoramento, e o emprego de outras técnicas de investigações.

A presença da anomalia B, com sua localização apenas na profundidade de 3m indica a necessidade da instalação de poços de monitoramento na necrópole. A execução de tais poços fornecerá respostas concretas quanto a profundidade do nível d'água, definindo, assim, a zona saturada e insaturada. Outro benefício trazido pela implantação dos poços seria a obtenção da direção exata do fluxo dos contaminantes para que posteriormente possam ser tomadas medidas para remediação da área.

A geofísica atua como uma ferramenta eficiente no que diz respeito a alocação de poços de monitoramento. Portanto, a localização dos poços está evidenciada na Figura 41, onde se sugere a instalação de quatro poços, P1, P2, P3 e P4. O poço P2 se encontra na cota mais elevada da necrópole, enquanto os demais se encontram em cotas mais baixas, porém em áreas representativas pelo fato de coincidirem com a localização de anomalias.

Figura 40 - Mapa com localização para futuras instalações de poços de monitoramento no interior da necrópole Nossa Senhora Aparecida, Piedade, SP.



Fonte: Elaboração própria.

#### 6.4.1 Perfis das anomalias

A seguir é detalhada cada anomalia identificada nos mapas de isocondutividade das Figuras 37 e 38 em função de sua natureza, posicionamentos e abrangências distintas.

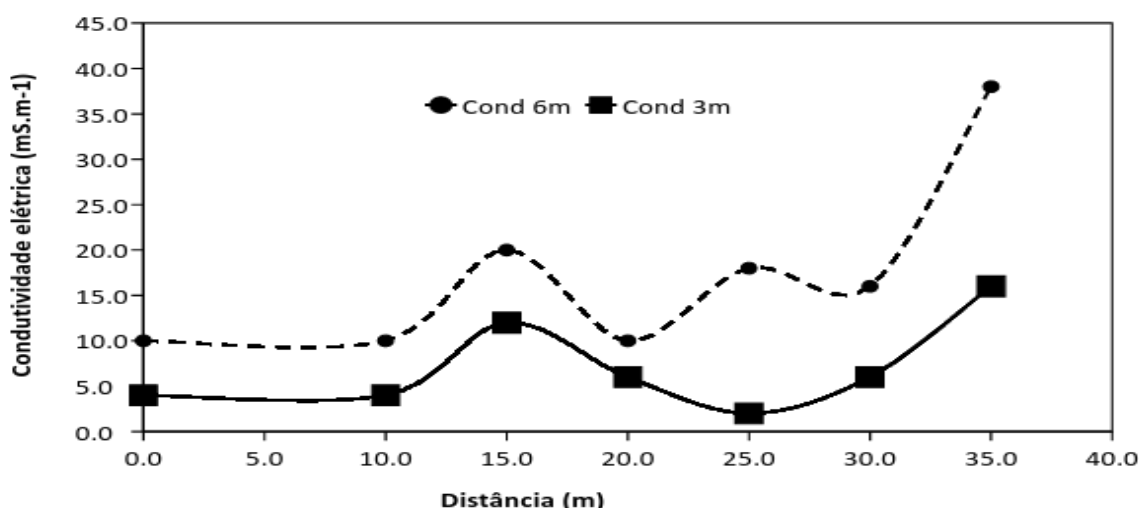
#### 6.4.1.1 Anomalias A1 e A2

Constatou-se nos mapas de isocondutividade de diferentes profundidades (3,0 e 6,0 m) das Figuras 37 e 38 que as anomalias A1 e A2 são aquelas que abrangem menores dimensões aparentes.

Os valores de condutividade elétrica dessas anomalias são intensas apesar de suas dimensões não serem grandes. Dessa forma, alcançam  $37 \text{ mS m}^{-1}$  na A2 conforme o perfil de condutividade elétrica a seguir (Figura 41), e  $20 \text{ mS m}^{-1}$  para a A1 no mesmo perfil. Tal fato indica que apesar de intensas, não são de muita representatividade, devido a suas pequenas dimensões.

Figura 41 - Relação entre a condutividade elétrica ( $\text{mS m}^{-1}$ ) e a distância (m) para os pontos 3 e 6 m da região, para o perfil EM<sub>4</sub>.

#### Perfil EM4



Fonte: Elaboração própria.

Nesse contexto, estas anomalias poderiam ser consideradas residuais, já que os materiais que as geraram possivelmente já foram esgotados por inteiro.

#### 6.4.1.2 Anomalia A3

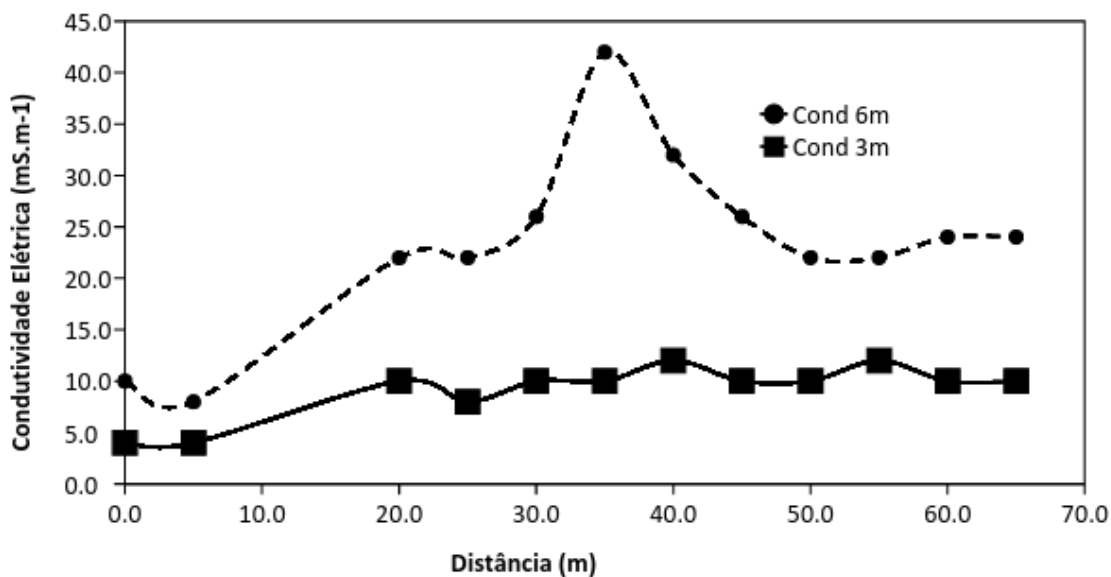
Esta anomalia, que se posiciona na porção leste da área investigada (Figuras 38 e 39), possui grande abrangência e forte intensidade nos dois níveis de investigação aqui considerados. Portanto, passam dos  $42 \text{ mS m}^{-1}$  na profundidade de 6m (Figura 42), o que pode indicar a presença de uma pluma de contaminação.

Destaca-se que o local desta anomalia se encontra próximo a residências.

Assim, recomenda-se que este local seja investigado de forma mais detalhada para que seja estabelecido, de maneira concreta, os efeitos da anomalia geofísica apresentada.

Figura 42 - Relação entre a condutividade elétrica ( $\text{mS m}^{-1}$ ) e a distância (m) para os pontos 3 e 6 m da região, para o perfil EM<sub>9</sub>.

### Perfil EM<sub>9</sub>



Fonte: Elaboração própria.

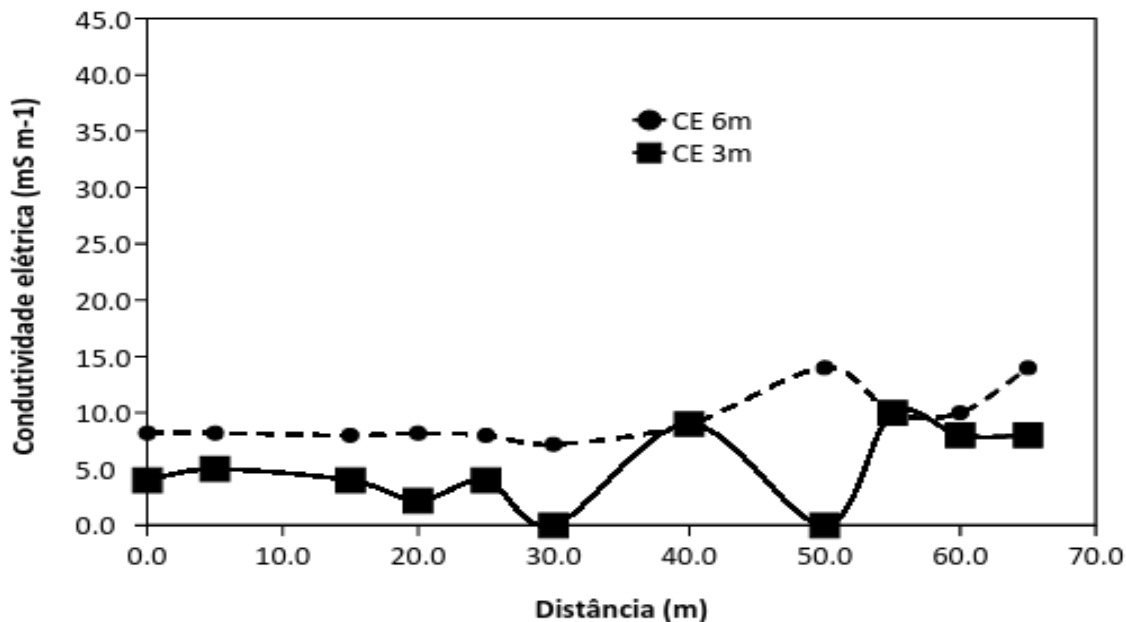
#### 6.4.1.3 Anomalia B

Essa anomalia, apesar de pouco intensa, com condutividade menor do que  $10 \text{ mS m}^{-1}$  na altura de 55 metros no perfil EM<sub>1</sub> (Figura 43), é importante porque abrange uma área significativa, porém somente na profundidade de 3 metros. Como descrito anteriormente essa pode ser uma evidencia da presença de algum material impermeável que inviabilizasse a percolação dos contaminantes nessa região da necrópole ou nível freático se encontra no intervalo de três a seis metros do ponto em questão. Dessa forma, nessa área seria importante a utilização de outras técnicas de investigação para a determinação no nível d'água.



Figura 43 -Relação entre a condutividade elétrica ( $\text{mS m}^{-1}$ ) e a distância (m) para os pontos 3 e 6 m da região, para o perfil EM<sub>1</sub>.

### Perfil EM1

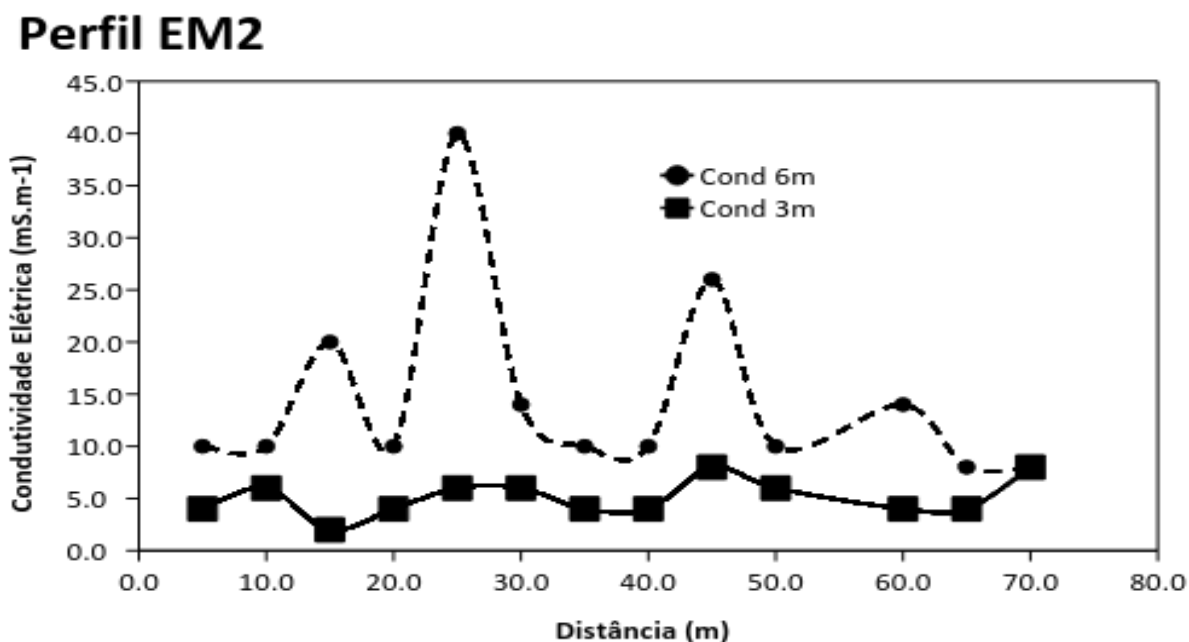


Fonte: Elaboração própria.

#### 6.4.1.4 Anomalia C

Essa anomalia aparece na porção central do perfil EM<sub>2</sub> (Figura 44), é mais intensa na profundidade de 6m, não sendo evidenciada na profundidade de 3m. Em função disso, e da sua pequena proporção espacial, esta anomalia pode estar correlacionada a alguma interferência metálica associada a um evento de contaminação do solo.

Figura 44 - Relação entre a condutividade elétrica ( $\text{mS m}^{-1}$ ) e a distância (m) para os pontos 3 e 6 m da região, para o perfil EM<sub>2</sub>.



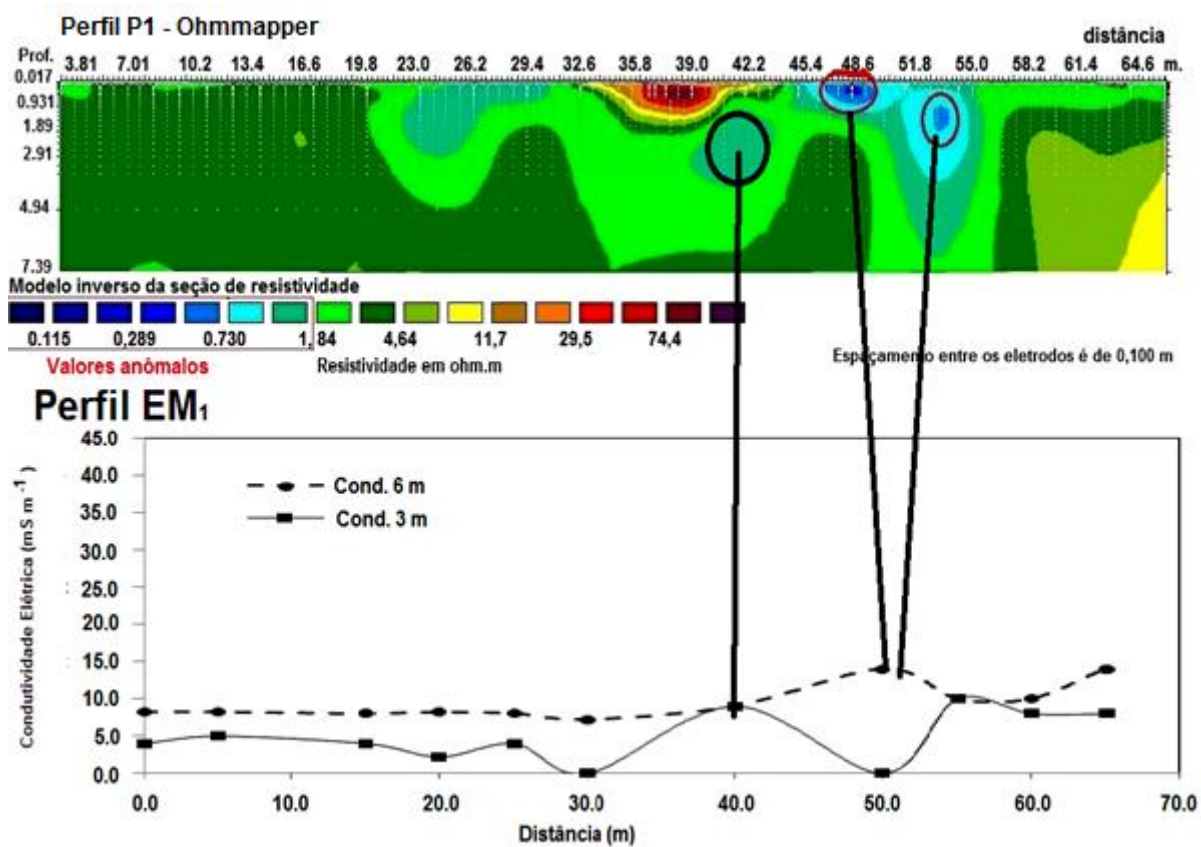
Fonte: Elaboração própria.

Dessa forma, nessa área seria importante a utilização de outras técnicas de investigação para a determinação do nível d'água.

### 6.5 Área selecionada para coleta de solo

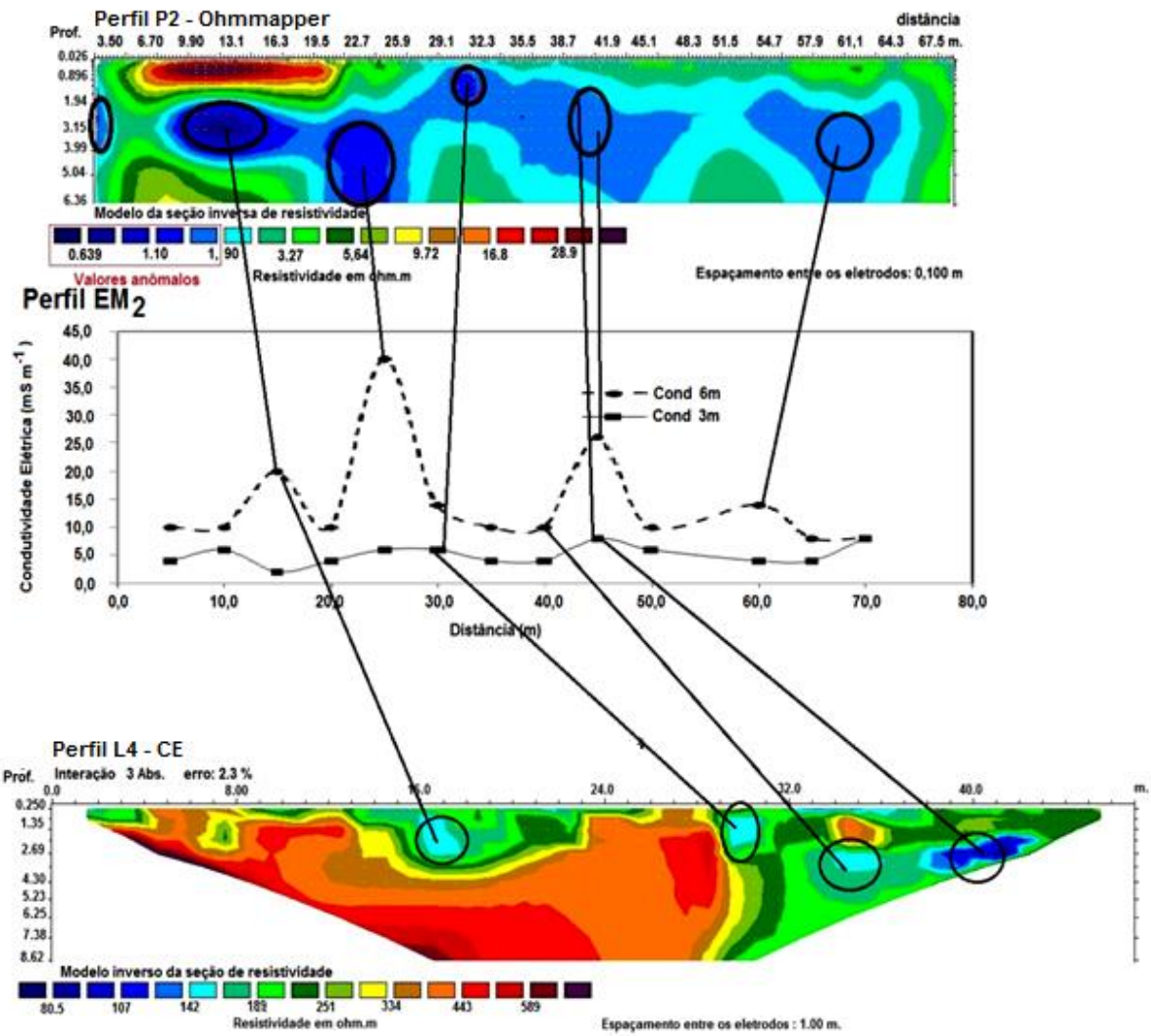
Os pontos de coleta foram definidos em função dos resultados obtidos nos três ensaios simultaneamente, dada as devidas proporções quanto a resolução de cada equipamento, conseguiu-se alinhar as anomalias geofísicas dos perfis de interesse conforme é demonstrado nas figuras 45, 46, 47 e 48 a seguir:

Figura 45 - Comparação dos resultados obtidos com as técnicas Ohmmapper e EM-31 referente ao ponto B discriminado no mapa de anomalia até 3 metros.



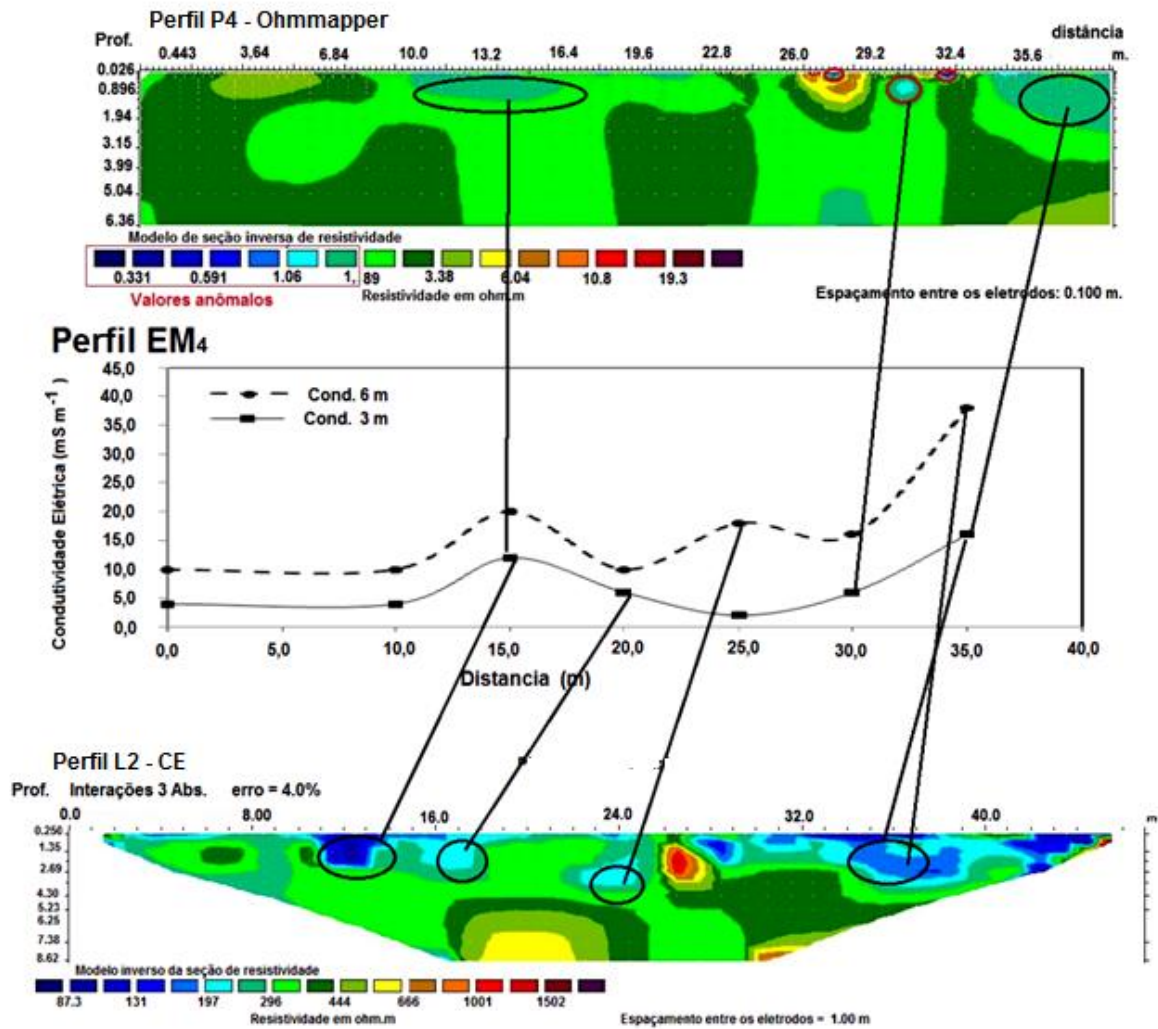
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 46 - Comparação dos resultados de Ohmmapper e EM-31 referente ao ponto C discriminado nos mapas de anomalias de 3 e 6 metros.



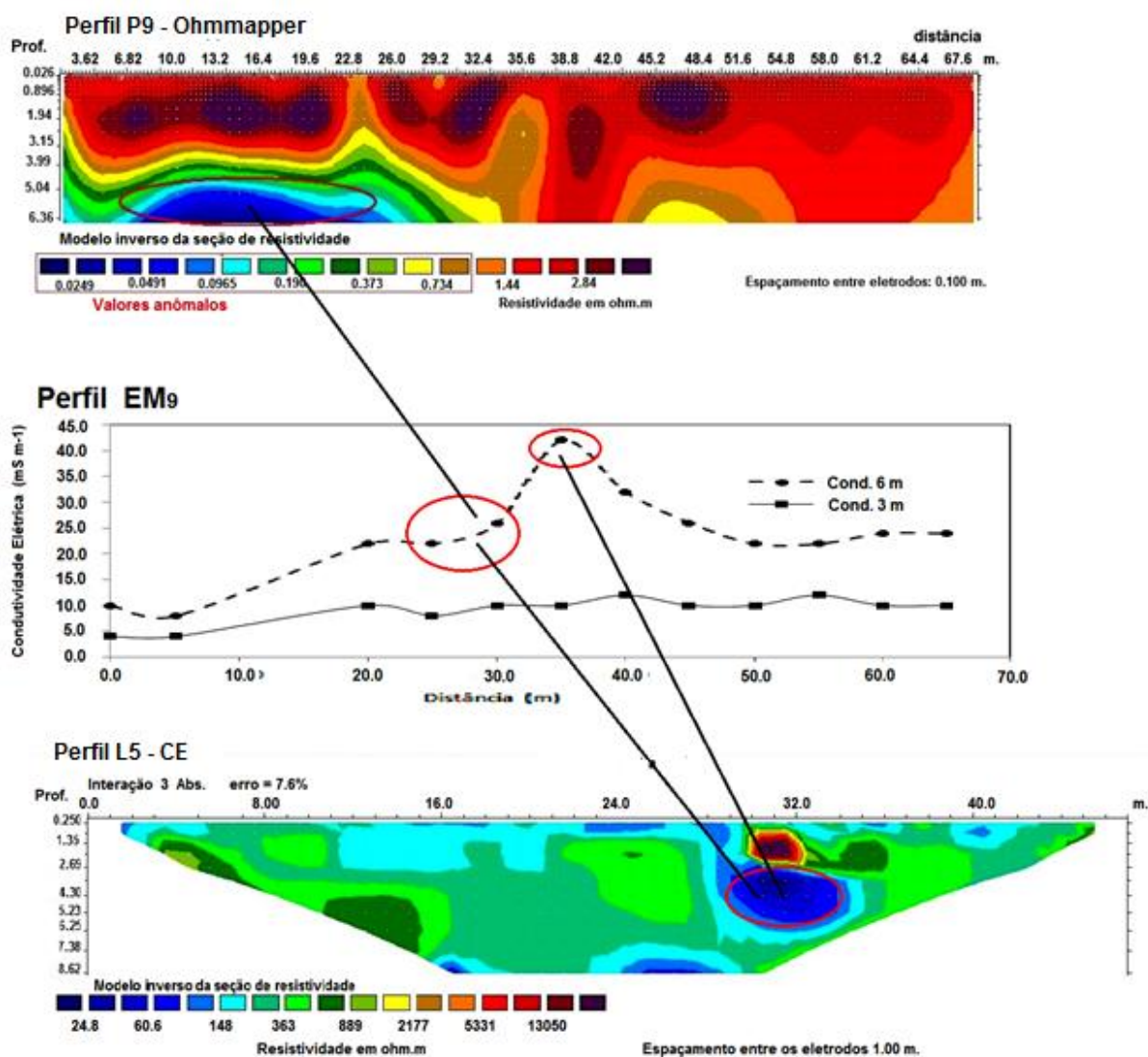
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 47 - Comparação dos resultados Ohmmapper, Syscal e EM-31, referente ao ponto A2 discriminado nos mapas de anomalias 3 e 6 metros.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 48 - Comparação dos resultados Ohmmapper, EM-31 e Syscal referente ao ponto A3 discriminado nos mapas de anomalias 3 e 6 metros.



Fonte: Elaborado pelo autor.

## 6.6 Estudos de quantificação de metais

A discussão dos resultados de análise química será efetuada para cada elemento através de gráficos comparando o ponto da área de referência com os demais pontos analisados no interior da área de pesquisa conforme Figura 49.



Figura 49 - Área de estudo com a localização dos pontos de amostragens dentro e no entorno da necrópole Nossa Senhora Aparecida, Piedade, SP.



Fonte: Elaboração própria.

Na análise dos resultados (ANEXO III) procurou-se verificar a distribuição de cada elemento químico em profundidade, em perfil do solo, de modo a verificar o aumento ou diminuição da concentração de cada elemento ao longo da profundidade do solo analisada. Realizaram-se, assim, gráficos representativos da distribuição do elemento químico em profundidade do solo ao longo desses cinco locais onde: Controle é a área de referência no entorno da necrópole e A2, A3, B e C são os locais indicados pelos ensaios geofísicos com possíveis anomalias metálicas no interior da necrópole.

As condições de análise do ICP-OES estão descritas na Tabela 12 e o comprimento de onda utilizado para cada Íon analisado encontra-se na Tabela 13.

Tabela 12 - Parâmetros instrumentais do ICP-OES para análise quantitativa de metais potencialmente tóxicos em amostras de solo na necrópole Nossa Senhora Aparecida, Piedade, SP.

Parâmetro da análise	Valor
Vazão de Argônio	80 psi
Vazão do Nebulizador	0,2 Mpa
Vazão do Gás Auxiliar	1,0 L/min
Referência de Leitura	<i>Standard Methods</i> , 22 <sup>a</sup> ed- Método 3120-B
Potência da Rádio Frequência	1150 Watts
Vazão da Bomba Peristáltica	75 rpm
Equação da Curva	$Y = ax + b$ (tipo linear)
Tipo de Nebulizador	Nebulizador concêntrico tipo A (Marca: Meinhard)
Posição da Tocha	Leituras em axial – posição horizontal
Chiller	Utilizado à temperatura de 20°C – Marca: Neslab Merlin M33
Amostrador automático	Marca/modelo: CETACASX-520

Fonte: Elaboração própria.



Tabela 13 - Comprimento de onda dos metais analisados  
por ICP-OES

<b>Metais</b>	<b>Comprimento de Onda (nm)</b>
Ba	230,424
Cd	226,502
Co	228,615
Cr	205,560
Cu	324,754
Mn	257,610
Mo	202,030
Ni	231,604
Pb	220,353
Zn	202,548

Fonte: Elaborado pelo autor

#### 6.6.1 Bário

Os resultados obtidos em cada profundidade podem ser verificados na Tabela 14. Os valores de referência de qualidade e prevenção propostos pela CETESB/16 são de 75 mg kg<sup>-1</sup> e 120 mg kg<sup>-1</sup> respectivamente.

Tabela 14 - Resultados obtidos em  $\text{mg kg}^{-1}$  de Ba na área de controle e nos pontos na área de pesquisa em relação a profundidade

<b>PROFUNDIDADE</b>	<b>Controle</b>	<b>A2</b>	<b>A3</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
<b>0-0,1</b>	62,48	79,8	107	58,92	118
<b>0,4-0,5</b>	44,95	42,95	123	29,83	102
<b>0,9-1,0</b>	21,84	25,77	136	22,86	177
<b>1,4-1,5</b>	20,23	15,34	123	47,5	72,44
<b>1,9-2,0</b>	13,42	57,92	160	23,62	141
<b>2,4-2,5</b>	16,43	78,53	217	48,99	140
<b>2,9-3,0</b>	27,09	98,2	195	95,12	173

Fonte: Elaborado pelo autor.

#### 6.6.2 Cádmiio

Os resultados obtidos em cada profundidade podem ser verificados na Tabela 15. Os valores de referência de qualidade e prevenção propostos pela CETESB/16 são de  $< 0,5 \text{ mg kg}^{-1}$  e  $1,3 \text{ mg kg}^{-1}$  respectivamente

Tabela 15 - Resultados obtidos em  $\text{mg kg}^{-1}$  de Cd na área de controle e nos pontos na área de pesquisa em relação a profundidade

<b>PROFUNDIDADE</b>	<b>Controle</b>	<b>A2</b>	<b>A3</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
<b>0-0,1</b>	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
<b>0,4-0,5</b>	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
<b>0,9-1,0</b>	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
<b>1,4-1,5</b>	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
<b>1,9-2,0</b>	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
<b>2,4-2,5</b>	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
<b>2,9-3,0</b>	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ

Fonte: Elaborado pelo autor.

#### 6.6.3 Chumbo

Os resultados obtidos em cada profundidade podem ser verificados na Tabela 16. Os valores de referência de qualidade e prevenção propostos pela CETESB/16 são de  $17 \text{ mg kg}^{-1}$  e  $72 \text{ mg kg}^{-1}$  respectivamente.

Tabela 16 - Resultados obtidos em  $\text{mg kg}^{-1}$  de Pb na área de controle e nos pontos na área de pesquisa em relação a profundidade

<b>PROFUNDIDADE</b>	<b>Controle</b>	<b>A2</b>	<b>A3</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
<b>0-0,1</b>	<b>32,49</b>	<b>33,54</b>	<b>43,79</b>	<b>41,79</b>	<b>30,19</b>
<b>0,4-0,5</b>	<b>26,93</b>	<b>32,08</b>	<b>34,6</b>	<b>30,87</b>	<b>36,78</b>
<b>0,9-1,0</b>	<b>19,03</b>	<b>35,05</b>	<b>33,21</b>	<b>26,66</b>	<b>43,63</b>
<b>1,4-1,5</b>	<b>22,4</b>	<b>32,59</b>	<b>3095</b>	<b>40,05</b>	<b>35,7</b>
<b>1,9-2,0</b>	<b>16,98</b>	<b>31,65</b>	<b>36,39</b>	<b>39,57</b>	<b>39,63</b>
<b>2,4-2,5</b>	<b>18,69</b>	<b>37,84</b>	<b>43,79</b>	<b>35,56</b>	<b>32,66</b>
<b>2,9-3,0</b>	<b>23,04</b>	<b>36,51</b>	<b>42,86</b>	<b>49,1</b>	<b>38,63</b>

Fonte: Elaborado pelo autor.

#### 6.6.4 Cobalto

Os resultados obtidos em cada profundidade podem ser verificados na Tabela 17. Os valores de referência de qualidade e prevenção propostos pela CETESB/16 são de  $13 \text{ mg kg}^{-1}$  e  $25 \text{ mg kg}^{-1}$  respectivamente.

Tabela 17 - Resultados obtidos em  $\text{mg kg}^{-1}$  de Co na área de controle e nos pontos na área de pesquisa em relação a profundidade

<b>PROFUNDIDADE</b>	<b>Controle</b>	<b>A2</b>	<b>A3</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
<b>0-0,1</b>	<b>8,7</b>	<b>7,51</b>	<b>7,42</b>	<b>5,08</b>	<b>8,88</b>
<b>0,4-0,5</b>	<b>4,62</b>	<b>4,98</b>	<b>11,12</b>	<b>2,93</b>	<b>9,06</b>
<b>0,9-1,0</b>	<b>2,42</b>	<b>4,18</b>	<b>14,34</b>	<b>3,21</b>	<b>16,54</b>
<b>1,4-1,5</b>	<b>2,33</b>	<b>2,21</b>	<b>13,66</b>	<b>11,73</b>	<b>6,45</b>
<b>1,9-2,0</b>	<b>1,27</b>	<b>9,77</b>	<b>10,5</b>	<b>134</b>	<b>15,74</b>
<b>2,4-2,5</b>	<b>1,16</b>	<b>12,69</b>	<b>11,13</b>	<b>11,75</b>	<b>16,13</b>
<b>2,9-3,0</b>	<b>1,88</b>	<b>13,59</b>	<b>11,5</b>	<b>11,76</b>	<b>37,19</b>

Fonte: Elaborado pelo autor.

#### 6.6.5 Cobre

Os resultados obtidos em cada profundidade podem ser verificados na Tabela 18. Os valores de referência de qualidade e prevenção propostos pela CETESB/16 são de  $35 \text{ mg kg}^{-1}$  e  $60 \text{ mg kg}^{-1}$  respectivamente.

Tabela 18 - Resultados obtidos em mg kg<sup>-1</sup> de Cu na área de controle e nos pontos na área de pesquisa em relação a profundidade

<b>PROFUNDIDADE</b>	<b>Controle</b>	<b>A2</b>	<b>A3</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
0-0,1	10,1	19,52	16,68	16,68	31,71
0,4-0,5	9,81	14,49	25,27	7,11	31,23
0,9-1,0	3,06	17,75	30,06	10,09	31,78
1,4-1,5	3,89	18,11	29,79	11,42	16,91
1,9-2,0	1,64	13	15,67	16,13	36,76
2,4-2,5	1,27	19,02	13,31	11,7	38,32
2,9-3,0	2,62	15,36	8,79	56,99	16,68

Fonte: Elaborado pelo autor.

#### 6.6.6 Cromo

Os resultados obtidos em cada profundidade podem ser verificados na Tabela 19. Os valores de referência de qualidade e prevenção propostos pela CETESB/16 são de 40 mg kg<sup>-1</sup> e 75 mg kg<sup>-1</sup> respectivamente.

Tabela 19 - Resultados obtidos em mg kg<sup>-1</sup> de Cr na área de controle e nos pontos na área de pesquisa em relação a profundidade

<b>PROFUNDIDADE</b>	<b>Controle</b>	<b>A2</b>	<b>A3</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
0-0,1	11,8	17,4	20,3	17	21
0,4-0,5	11	30,1	25,6	9,08	27,4
0,9-1,0	3,6	19,5	24,8	16,9	39,9
1,4-1,5	1,79	26,6	29,7	27,6	13
1,9-2,0	<LQ	22,2	18,6	5,77	21,4
2,4-2,5	0,615	27,6	14,9	31,7	31,9
2,9-3,0	2,09	24,8	14,2	41,1	47

Fonte: Elaborado pelo autor.

#### 6.6.7 Manganês

Os resultados obtidos em cada profundidade podem ser verificados na Tabela 20. A CETESB/16 não estabelece valores de referência e de prevenção para esse metal.

Tabela 20 - Resultados obtidos em  $\text{mg kg}^{-1}$  de Mn na área de controle e nos pontos na área de pesquisa em relação a profundidade

<b>PROFUNDIDADE</b>	<b>Controle</b>	<b>A2</b>	<b>A3</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
<b>0-0,1</b>	211	103	112	138	135
<b>0,4-0,5</b>	152	61,6	160	142	116
<b>0,9-1,0</b>	83,4	66,3	197	65,5	161
<b>1,4-1,5</b>	46,8	45,2	169	297	84,7
<b>1,9-2,0</b>	32,6	68,3	108	711	112
<b>2,4-2,5</b>	22	67,5	123	229	142
<b>2,9-3,0</b>	33,1	104	98,1	329	491

Fonte: Elaborado pelo autor.

#### 6.6.8 Molibdênio

Os resultados obtidos em cada profundidade podem ser verificados na Tabela 21. Os valores de referência de qualidade e prevenção propostos pela CETESB/16 são de  $< 4 \text{ mg kg}^{-1}$  e  $5 \text{ mg kg}^{-1}$  respectivamente.

Tabela 21 - Resultados obtidos em  $\text{mg kg}^{-1}$  de Mo na área de controle e nos pontos na área de pesquisa em relação a profundidade

<b>PROFUNDIDADE</b>	<b>Controle</b>	<b>A2</b>	<b>A3</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
<b>0-0,1</b>	0,76	0,80	0,53	1,44	<LQ
<b>0,4-0,5</b>	0,72	0,82	<LQ	1,10	0,55
<b>0,9-1,0</b>	<LQ	1,09	<LQ	3,14	<LQ
<b>1,4-1,5</b>	<LQ	0,89	<LQ	2,95	<LQ
<b>1,9-2,0</b>	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	1,11
<b>2,4-2,5</b>	<LQ	<LQ	<LQ	1,60	2,76
<b>2,9-3,0</b>	<LQ	<LQ	<LQ	1,50	<LQ

Fonte: Elaborado pelo autor.

#### 6.6.9 Níquel

Os resultados obtidos em cada profundidade podem ser verificados na Tabela 22. Os valores de referência de qualidade e prevenção propostos pela CETESB/16 são de  $13 \text{ mg kg}^{-1}$  e  $30 \text{ mg kg}^{-1}$  respectivamente.

Tabela 22 - Resultados obtidos em  $\text{mg kg}^{-1}$  de Ni na área de controle e nos pontos na área de pesquisa em relação a profundidade

<b>PROFUNDIDADE</b>	<b>Controle</b>	<b>A2</b>	<b>A3</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
0-0,1	3,69	4,36	4,26	2,36	8,91
0,4-0,5	3,37	2,67	4,87	1,55	11,39
0,9-1,0	2,86	2,54	5,23	1,54	19,59
1,4-1,5	3,33	1,17	5,47	2,36	7,54
1,9-2,0	1,29	5,76	4,55	3,89	15,27
2,4-2,5	1,2	7,91	4,43	2,51	13,75
2,9-3,0	2,33	10,31	4,33	6,75	22,71

Fonte: Elaborado pelo autor.

#### 6.6.10 Zinco

Os resultados obtidos em cada profundidade podem ser verificados na Tabela 23. Os valores de referência de qualidade e prevenção propostos pela CETESB/16 são de  $60 \text{ mg kg}^{-1}$  e  $86 \text{ mg kg}^{-1}$  respectivamente.

Tabela 23 - Resultados obtidos em  $\text{mg kg}^{-1}$  de Zn na área de controle e nos pontos na área de pesquisa em relação a profundidade

<b>PROFUNDIDADE</b>	<b>Controle</b>	<b>A2</b>	<b>A3</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
0-0,1	18,7	60,7	49,7	37,6	98
0,4-0,5	15,7	34,1	86,4	9,9	60
0,9-1,0	12,3	23,8	113	13,2	106
1,4-1,5	19,2	13	104	50,1	50,7
1,9-2,0	11,4	74,2	96,4	34,1	132
2,4-2,5	14,4	121	110	21	133
2,9-3,0	24,2	120	102	120	139

Fonte: Elaborado pelo autor.

#### 6.7 Análise Granulométrica e Determinação da Constante de Permeabilidade - $k$

Na avaliação das características físicas e químicas do solo ou sedimento, devem ser considerados os agregados de argila, silte e areia porque podem influenciar as condições ambientais.

A análise granulométrica dos solos revelaram que a fração areia predominou em todos os pontos coletados. As frações granulométricas mais importantes nas discussões sobre contaminação do solo por substâncias químicas são argila e silte. Essas partículas, de menor tamanho, apresentam maior potencial de adsorção de microrganismos. Por outro lado, a boa permeabilidade apresentada pelos solos arenosos, torna-os mais suscetíveis à percolação de contaminantes.

A tabela 24 demonstra os resultados das classes texturais obtidas em relação as 4 amostras de solo ( ANEXO III), analisados na Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ) – Departamento de Ciência do Solo.

Tabela 24- Resultados das análises texturais após ensaios granulométricos em quatro pontos da Necrópole Nossa Senhora Aparecida, Piedade-SP, considerando dados de sete profundidades

PROF. (m)	CONTROLE	A2	A3	B
0-0,1	Media argilosa	Media argilosa	Media argilosa	Media argilosa
0,4-0,5	Media argilosa	argilosa	argilosa	argilosa
0,9-1,0	Media argilosa	Media argilosa	Media argilosa	Media argilosa
1,4-1,5	arenosa	argilosa	arenosa	arenosa
1,9-2,0	arenosa	Media argilosa	arenosa	arenosa
2,4-2,5	arenosa	Media argilosa	arenosa	arenosa
2,9-3,0	arenosa	Media argilosa	arenosa	arenosa

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para estimativa da constante de condutividade foi utilizado os dados da tabela 13 com as dimensões do recipiente do permeômetro, e na tabela 25 são apresentados os resultados da estimativa da constante de permeabilidade relativa as mesmas 4 amostras. Observando as amostras, pode-se observar que as amostras identificadas como 8 e 10 (ambas A2) apresentam os maiores valores de  $k$  e coincide com análise química que apresenta valor anômalo de chumbo e com a anomalia geofísica (EM). Porém, de forma geral os resultados indicam uma

constante média de permeabilidade da ordem de  $10^{-4}$ , característica de areias finas, siltes, misturas de ambos e argila, corroborando com o resultado da análise granulométrica e confirmando a suscetibilidade a percolação de fluidos.

Tabela 25 - Resultados da constante de permeabilidade (k) referente a quatro amostras coletadas num determinado intervalo de profundidade

Ident.	Amostras	Profundidade (m)	$\Delta h$ (cm)	Vol.Água (cm)	L (cm)	T (s)	k(cm/s)
1	<b>C</b>	(0,4 – 0,7)	110	500	15,3	1173,29	0,00034
2	<b>C</b>	(0,8 – 1,3)	110	500	15,3	602,14	0,00065
3	<b>C</b>	(1,4 – 1,7)	110	500	15,3	901,27	0,00044
4	<b>B</b>	(0,0 – 0,1)	110	500	15,3	686,22	0,00057
5	<b>B</b>	(0,4 – 0,7)	110	500	15,3	1405,00	0,00028
6	<b>B</b>	(0,9 – 1,0)	110	500	15,3	2410,00	0,00016
7	<b>A2</b>	(0,4 – 0,5)	110	500	15,3	2885,00	0,00014
8	<b>A2</b>	(0,0 – 0,1)	110	500	15,3	327,70	0,00120
9	<b>A2</b>	(0,9 – 1,0)	110	500	15,3	135,46	0,00291
10	<b>A2</b>	(1,4 – 1,7)	110	500	15,3	1373,00	0,00029
11	<b>A3</b>	(0,0 – 0,1)	110	250	15,3	496,26	0,00040
12	<b>A3</b>	(0,4 – 0,5)	110	150	15,3	1115,29	0,00011
13	<b>A3</b>	(0,9 – 1,0)	110	250	15,3	250,00	0,00079
14	<b>A3</b>	(1,5 – 2,0)	110	250	15,3	441,51	0,00045
<b>k médio</b>							<b>0,00062</b>

Fonte: Elaborado pelo autor



## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As técnicas geofísicas utilizadas mostraram-se eficientes, pois indentificaram com boa precisão as áreas com concentrações elevadas de metais depositados em solo não saturado sem que houvesse necessidade de efetuar várias sondagens no solo com trado. A geofísica também indicou que não houve movimentação do material identificado como anômalo durante o lapso de tempo de 12 meses entre levantamentos e nem alteração de seu volume.

Quanto as análises químicas de metais potencialmente tóxicos nas áreas anômalas, apontadas pela geofísica, demonstraram que realmente há um incremento desses metais, oriundo da decomposição dos cadáveres e de seus invólucros, quando comparados com os resultados obtidos na área controle, principalmente nas profundidades abaixo das sepulturas (1,5 a 4 metros).

Alguns elementos, Pb, Co, Cr, Cu, Ni, chegam a estar muito próximos ou ultrapassam o valor de referência estabelecido pela CETESB/16. Os elementos Ba e Zn, em algumas profundidades apresentam valores que ultrapassam os valores de prevenção estabelecidos pela CETESB/2016. Os demais elementos: Cd e Mo estão abaixo do valor de referência da CETESB/2016 e o Mn, apesar de estar muito elevado se comparado ao controle, não existe até o presente, valores de referência e prevenção estabelecidos pela CETESB.

As análises textural, granulométrica e de permeabilidade demonstraram a existência de solo com características abaixo das ideais para sepultamento, mas se considerarmos as condições geoambientais locais, não havendo nenhum tipo de solo que facilita a retenção de água, não possibilitando dessa forma o processo conservativo dos corpos sepultados na área de estudo. O grau de permeabilidade facilitou a percolação de líquidos e a retenção de alguns metais.

Portanto, levando-se em consideração que a necrópole está 100% ocupada com os jazigos não havendo dessa forma a recarga constante de necropercolado e o aquífero freático, segundo dados da prefeitura de Piedade, está a aproximadamente 20 metros de profundidade, dificilmente haverá uma contaminação do aquífero freático.

## REFERÊNCIAS

- ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.007 - Amostragem de Resíduos**. Rio de Janeiro, 2004.
- ACCIOLY, A. M. A.; SIQUEIRA, J. O. **Contaminação Química e Biorremediação do Solo**. In: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Lavras: UFLA, p. 299-352, 2000.
- ADRIANO, D.C. **Trace elements in the terrestrial environment**. New York: Springer Verlag, 1986. 533p.
- AKOBUNDU, A.N.; NWANKWOALA, H.O. Evaluation of Heavy Metal in Soils From Enyimba Dumpsite in Aba, Southeastern Nigeria Using Contamination Factor and Geo-Accumulation Index. **Energy & Environment Research**, 3:125, 2013.
- ALLOWAY, B. J. **The origins of heavy metals in soils**. Pages 38–57 in B. J. Alloway, ed. Heavy metals in soils. Blackie Academic and Professional, London, UK, 1995.
- ALLOWAY, B.J. **Heavy metals in soil**. London: John Wiley and Sons. 1990. 339p.
- ALMEIDA, Adriano M. de; MACÊDO, Jorge Antônio Barros de. Parâmetros Físico-Químicos de Caracterização da Contaminação do Lençol Freático por Necrochorume. **Seminário de Gestão Ambiental – Um Convite a Interdisciplinariedade** 31/maio 04/jun/2005, Juiz de Fora, Brasil, p.1– 12, 2005.
- AMARAL SOBRINHO, N.M.B.; BARRA, C.M.; LÃ, O.R. **Química dos metais pesados nos solos**. In: MELO, V.F.; ALLEONI, L.R. (ed.). Química e mineralogia do solo: Aplicações. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Parte II. v.2. p.249-312, 2009.
- AMUNO, S. Potential ecological risk of heavy metal distribution in cemetery soils. **Water, Air & Soil Pollution** .224:1435-1447, 2013.

AQUINO, W.F. **Métodos geofísicos eletromagnéticos aplicados ao diagnóstico da contaminação do solo e das águas subterrâneas em área de infiltração de resíduos industriais**. Dissertação de Mestrado – USP, 121p, 2000.

BANAT, K. M.; HOWARI, F. M.; AL-HAMAD, A.A. Heavy metals in urban soils of central Jordan: Should we worry about their environmental risks? **Environmental Research**, 97, p258-273, 2005.

BARROS, Y.J., MELO, V.D., ZANELLO, S., ROMANO, E.N.D., LUCIANO, P.R., Heavy metal contents and mineralogical characterization of soils from the Santa Candida Municipal Cemetery, in Curitiba (PR, Brazil). **Revista Brasileira De Ciencia Do Solo**. 32(4),p1763-1773, 2008.

BERGAMO, H. **Os Cemitérios – Um Problema de Engenharia Sanitária**. São Paulo: AIES, 1954, p.333-339, 1954.

BERTON, S. R. Fertilizantes e poluição. In DECHEN, A.R. et al. coords. **Adução, produtividade e ecologia**. Simpósios. Campinas: Fundação Cargill, p. 299-313, 1992.

BORGES, W.R. **Caracterização geofísica de alvos rasos com aplicações no planejamento urbano e meio ambiente: estudo sobre o sítio controlado do IAG/USP**. Tese de Doutorado. Instituto de Astronomia, São Paulo, 2007.

BOTTACCHI, M. C. et al. Application of the OhmMapper resistivity-meter to detect the theatre of Sentinum Roman town by using 3D resistivity model. **ArcheoSciences**. Revue d'archéométrie, [33 (suppl.)], 267-269. 2009.

BOUWER, L. M. **Conserving Cemeteries**. Landscape Design- J. The Landscape Institute, No: 235, Nov., Norman Printing Ltd., London, pp. 24-27, 1978

BRAGA, A.C.O. **Métodos da Eletrorresistividade e Polarização Induzida Aplicados nos Estudos da Captação e Contaminação de Águas Subterrâneas: Uma Abordagem Metodológica e Prática**. Tese de Livre-Docência na disciplina Métodos Geométricos Aplicados à Hidrogeologia do Programa de Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente do Instituto de

Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista - Unesp. Rio Claro, SP, Brasil .121p. 2006

BRASIL; **Resolução CONAMA nº 335** de 3 de abril de 2003. Dispõe sobre o licenciamento de cemitérios. Brasília, 2003.

BRASIL; **Resolução CONAMA nº 368** de 28 de março de 2006. Dispõe sobre o licenciamento de cemitérios. Brasília, 2006.

BRASIL. **Resolução CONAMA Nº 420**, de 28 de dezembro de 2009 [internet]. Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas. Brasília, DF: Diário Oficial [da] União Nº 249, Dezembro 2009, p 81-84 [acesso em 06 julho 2016]. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=620>>.

BRUNETE, D. The attenuation of the organic component of landfill leachate in the unsaturated zone: a review. **Quarterly journal of engineering geology**, 22: 241–246 2009

CAI, N. **Ölümler Kentinden Salıklı Kentlere Dönüümü Salayacak Peyzaj Tasarımı Üzerine Döünceler**. Kent Ve Salık Sempozyumu Bildiri Özetleri Kitabı, Bursa, 2012

CAMARGO, O.A. Reações e interações de micronutrientes no solo. In: FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P., eds. **Micronutrientes na Agricultura**. Piracicaba: POTAFOS/CNPq, p. 243-272, 1991.

CAMPOS, A.P.S. **Avaliação do potencial de poluição no solo e nas águas subterrâneas decorrente da atividade cemiterial**. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública da USP, 2007

CARNEIRO, V. S. Impactos causados por necrochorume de cemitérios: Meio Ambiente E Saúde Pública. **Águas Subterrâneas**, v. 1, 2009.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL - CETESB. **Decisão da Diretoria, n. 256 de 2016 que dispõe sobre a aprovação dos**

**valores orientadores para solos e águas subterrâneas do estado de São Paulo.** São Paulo, 2016. Disponível em:< <http://www.cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/11/2014/12/DD-256-2016-E-Valores-Orientadores-Dioxinas-e-Furanos-2016-Intranet.pdf>>. Acessado em 05 mar. 2017

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL - CETESB. **Manual de gerenciamento de áreas contaminadas.** Projeto CETESB-GTZ. Cooperação Técnica Brasil-Alemanha. 2.ed. São Paulo, 389p. 1999.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL- CETESB. Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas. Projeto de Cooperação Técnica Brasil-Alemanha/CETESB-GTZ. 2. ed., São Paulo, 398 pp. 2001.

DA SILVA, F.C.; SUGUIO, K.; PACHECO, A. **Avaliação ambiental preliminar do cemitério de Itaquera, segundo a resolução CONAMA 335/2003, município de São Paulo.** Revista Geociências-UNG, v. 7, n. 1, p. 31-47, 2009.

DANTAS, J.P. Micronutrientes no solo. In FERREIRA, M.E., CRUZ, M.C.P., eds. **Micronutrientes na Agricultura.** Piracicaba: POTAFOS/CNPq, p.65-78, 1991.

DAS, BRAJA M. **Fundamentos de Engenharia Geotécnica.** 6ª edição, São Paulo. Ed. Thomson Learning, 2007. 562p.

DE MIGUEL, E. et al. The overlooked contribution of compost application to the trace element load in the urban soil of Madrid (Spain). **Science of the Total Environment**, 215: 113–122, 1998.

DE SOUSA CUNHA, Francisco Jonathan et al. Avaliação da qualidade da água do aquífero livre na região do cemitério Bom Jesus dos Aflitos, Russas-CE, Brasil. **Águas Subterrâneas**, 2008. Disponível em: <http://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/23369>. Acessado em 20 julho de 2016.

DENT, B. B. Vulnerability and the unsaturated zone: the case for cemeteries. Joint Conference, New Zealand Hydrological Society, International Association of Hydrogeologists (Australian Chapter) and New Zealand Soil Science Society, Auckland. Proceedings: where waters meet. Auckland: IAH, 2000.

- DENT, B. B.; KNIGHT, M. J. **Cemeteries: a special kind of landfill**. In: International Association of Hydrogeologists Sustainable Solutions Conference, February 1998, Melbourne. Proceedings... Kenilworth: IAH, 1998.
- DENT, B.B. **Hydrogeological studies at Botany Cemetery, NewSouth Wales**. MSc Project Report, University of Technology, Sydney (unpublished), 1995
- DOWDY, R.H.; LATTEREL, J.J.; HINESLY, T.D. et al. Trace metal movement in a aeric ochraqualf following 14 years of annual sludge applications. **Journal Environmental Quality**, v. 20, p. 119-123, 1991.
- DUFFUS, J.H. Heavy Metals - A Meaningless Term? Pure & Applied Chemistry, Oxford, v.74, n.5, p.793–807, 2002.
- DUMCIUS, A., PALIULIS, D., KOZLOWSKA, J. Selection of investigation methods for heavy metal pollution on soil and sediments of water basins and river bottoms: a review. **Ekologija**, Vol. 57 (1), 30-38. 2011.
- EBONG, P. Poliovirus movement during high rate land filtration of sewage water. **Journal of environmental quality**, 1: 31–34, 2007.
- ELLIOTT, H.A; LIBERATI, M.R.; HUANG, C.P. Competitive adsorption of heavy metals by soils. **Journal Environmental Quality**, v. 15, p. 214-219, 1986.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA — EMBRAPA. Serviço de Produção de Informações. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília, 1999. 412p.
- ENGELBRECHT, J.F.P. **Groundwater pollution from cemeteries**. The Water Institute of Southern Africa, Biennial Conference and Exhibition. 1: 1-8. 1998.
- FACCHINELLI, A.; SACCHI, E.; MALLIN, L. Multivariate statistical and GIS-based approach to identify heavy metal sources in soils. **Environmental Pollution**, v.114, p.313-324, 2001.
- FERREIRA, A.B.H. **Dicionário Aurélio da língua portuguesa**. 5ª ed. Curitiba: Positivo, 2016.

FIX, R.G. **Os muros que separam os mortos: um estudo de caso dos cemitérios da Consolação, dos Protestantes e da Ordem Terceira do Carmo.**

Trabalho de graduação individual. USP, São Paulo, 2007.

FOGLI, D. **Techniques of decomposition of bodies adopted in Cemeteries and their relations with the environment**, 2004. Disponível em

<http://www.docstoc.com/docs/5177995/decomposition-dead-bodies> , acessado 10 october 2016.

FONTOURA, M.J. S. **Estudo geológico e geofísico da dispersão de contaminantes em vazadouro controlado de resíduos sólidos urbanos na área metropolitana do Porto.** 172p. Tese de doutorado - FCUP - Faculdade de

Ciências da Universidade do Porto, Porto, 2013. Disponível em <http://hdl.handle.net/10216/69015>, acessado em 15 dez. 2016.

FREEZE, R.A.; CHERRY, J. A. **Groundwater**. In Hidrogeologia Conceitos e Aplicações. Coordenado por Fernando A.C. Feitosa e João Manoel Filho. Fortaleza, CPRM/REFO, LABIH-UFPE, 1979. 391p.

GANDOLFO, O. C. B. **Um estudo do imageamento geoeletrico na investigação rasa.** Tese (Doutorado em Geociências, Recursos Minerais e Hidrogeologia) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 215p, 2007.

GEE, G. W.; BAUDER J. W. Particle size analysis by hydrometer: a simplified method for routine textural analysis and a sensitivity test of measured parameters. **Soil Science Society American Journal**, Madison, v. 43, n. 5, p. 1004-1007, Sept./Oct. 1986.

GIUSQUIANI, P.L.; GIGLIOTTI, G.; BUSINELLI, D. Mobility of heavy metals in urban waste-amended soils. **Journal Environmental Quality**, v. 21, 330-335, 1992.

GODOY A. M. 1989. **Caracterização Faciológica, Petrográfica e Geoquímica dos Maciços Sorocaba e São Francisco, SP.** São Paulo. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, USP Paulo, 221 p.



GOVETT, G.J.S. **Rock Geochemistry in mineral exploration**. Amsterdam: Elsevier, 1983. 461p.

GUILHERME, L.R.G.; MARQUES, J.J.G.S.M.; PIERANGELI, M.A.P.; ZULIANI, D.Q.; Campos, M.L. 2005. **Elementos-traço em solos, sedimentos e nas águas**. In: *Tópicos em ciência do solo*. Volume 5. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, p. 345-390.

HANI, A.; PAZIRA, E., Heavy metals assessment and identification of their sources in agricultural soils of Southern Tehran, Iran. **Environmental Monitoring and Assessment**, vol. 176, no. 1–4, pp. 677–691, 2011.

HAO, G.; LOK, T.M.H. **Study of Shear Wave Velocity of Macao Marine Clay under Anisotropic Stress Condition**. The 14 World Conference on Earthquake Engineering October 12 17, Beijing, China. 2008.

HARRIS, M. **GRAVE MATTERS: A journey the modern funeral industry to a natural way of burial**. Skribner New York, 38p, 2007.

HUANG, R. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 20.ed. Baltimore: Port City Press. Baird C, 2007

HUGGINS, H. A. **It is All in Your Head: The Link between mercury amalgams and illness**. Paragon Press. Jonker, 1993.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRÁFIA E ESTATÍSTICA – IBGE: Cidades: Piedade – SP, 2018. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias-novoportal/organizacao-do-territorio/estrutura-territorial/15761-areas-dos-municipios.html>>, acessado em 17 junho. 2018.

JONES, L.H.P.; JARVIS, S.C. The fate of heavy metals. In: GREENLAND, D.J., HAYERS, M.H.B; eds.. **The chemistry of soil process**. New York: John Wiley and Sons, p. 593-620, 1981.

JORDÃO, C.P.; KIYOHARA, R.S.; DAMASCENO, R.N. et al. Speciation of cadmium, cooper lead and zinc in compost from a Brazilian urban solid waste treatment plant. **Ciência e Cultura Journal of the Brazilian Association for the Advancement of Science**, v. 48, p. 284-287, 1996.

KEMERICH, P. D. C.; FLORES, C. E. B.; BORBA, W. F.; GERHARDT, A. E.; FLORES, B. A.; RODRIGUES, A. C.; BARROS, G. Indicativo de contaminação ambiental por metais pesados em aterro sanitário. **Revista Monografias Ambientais**, v. 13, n. 4, p. 3744-3755, 2014.

KEMERICH, P. D. C.; UCKER, F. E.; BORBA, W. F. Cemitérios como fonte de contaminação ambiental. **Scientific American Brasil**, São Paulo, n. 123, p 78-81, ago.2012. Disponível em:

[http://www2.uol.com.br/sciam/artigos/cemiterios\\_como\\_fonte\\_de\\_contaminacao\\_ambiental.html](http://www2.uol.com.br/sciam/artigos/cemiterios_como_fonte_de_contaminacao_ambiental.html) , acessado em: 10 set. 2015.

KEMERICH, P. D.C.; SILVA, R.F. Valores anômalos de metais pesados em solo de cemitério. **Ambi-Agua**, Taubaté, 2007, 7:140-156.

KLEIN, H. F. Monumentos à memória dos que morreram : as necrópolis e seu impacto ambiental. Brasília, 2010. 45 f.: il.

LAMY, I.; BOURGEOIS, S. BERMOND, A. Soil cadmium mobility as a consequence of sewage sludge disposal. **Journal Environmental Quality**, v. 22, p. 731-737, 1993.

LEITE, R. J. **Geologia, petrografia e geoquímica dos granitóides da região de Piedade, SP**. 1997. Dissertação (Mestrado em Mineralogia e Petrologia) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.  
doi:10.11606/D.44.1997.tde-26102015-131820. Acesso em: 2018-03-11.

LEPSCH, I.F. **Formação e Conservação do solo**. São Paulo: Oficina de Textos. 2002. 178 p.

LI, Z. SHUMAN, L.M. Extractability of zinc, cádmium, and nickel in soils amended with EDTA. **Soil Science**, v. 161, p. 226-232, 1996.

LI, Z.; SHUMAN, L.M. Mobility of Zn, Cd and Pb in soils as affected by poultry litter extract. I. Leaching in soil columns. **Environmental Pollution**, v. 95, p. 219-226, 1997.

LINDSAY, J.E.L. Post-mortem ethanol production. **Journal of applied bacteriology**, 1996.

- LINDSAY, W.L. **Chemical equilibria in soils**. Colorado: John Wiley and Sons, 1979. 449p.
- LIVENS, F.R. Chemical reactions of metals with humic material. **Environmental Pollution**, v. 29, p. 183-208, 1991.
- LOKE, M.H.; Barker R.D. Practical techniques for 3D resistivity surveys and data inversion. **Geophysical Prospecting**, 44, 499-523. 1996.
- LOKE, M.H.; BARKER, R.D. Least-squares deconvolution of apparent resistivity pseudosections. **Geophysics**, 60, 1682-1690. 1995
- MA, L.Q.; RAO, G.N. Chemical fractionation of cadmium, copper, nickel, e zinc in contaminated soils. **Journal Environmental Quality**, v. 26, p 29-264, 1997.
- MA, Q.Y. Effects of aqueous Al, Cd, Cu, Fe (II), Ni and Zn on Pb immobilization by hydroxyapatite. **Environmental Science Technology**, v.28, p. 1219-1227, 1994.
- MALAVOLTA, E. **Micronutrientes e metais pesados: mitos, mistificação e fatos**. São Paulo: Produquímica, 140p. 1994.
- MALAVOLTA, E.; VITT, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p.
- MATOS, A.T.; FONTES, M.P.F.; JORDÃO, C.P.; COSTA, L.M. Mobilidade e formas de retenção de metais pesados em Latossolo Vermelho Amarelo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.20, p.379-386, 1996.
- MATOS, B. A. **Avaliação ocorrência e do transporte de micro-organismos no aquífero freático do cemitério de Vila Nova Cachoeirinha município de São Paulo**. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociência, Universidade de São Paulo, São Paulo, 113p, 2001.
- McBRIDE, M.B.; RICHARDS, B.K.; STEENHUIS, T. et al. Mobility and solubility of toxic metals and nutrients in soil fifteen years after sludge application. **Soil Science**, v. 162, p. 487-500, 1997.
- MCNEILL, J. D. **Electrical Conductivity of soils and rocks**. Geonics Limited. Technical Note TN-5. 22p. 1980.

- MELO, D. B. G; TUDOR. F; BERNARDINO, V.N. **Relatório do Projeto cemitérios Sustentáveis**. Campinas, Novembro/2010
- MENDES, J. M. B.; PACHECO, A.; HASSUDA, S. **Cemitérios e meio ambiente - a geofísica como método auxiliar na avaliação de sua influência nas águas subterrâneas**. Apud: ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS SOBRE O MEIO AMBIENTE, 2, Florianópolis-SC, 1989. Anais. UFSC, v. 1, p. 50-57. Florianópolis,1989.
- MICÓ, L.; RECATALÁ, M. P.; and. Sánchez, J. **Assessing heavy metal sources in agricultural soils of an European Mediterranean area by multivariate analysis**, Chemosphere, vol. 65, no. 5, pp. 863–872, 2006.
- MIGLIORINI, R.B. **Cemitérios como fonte de poluição em aquíferos: estudo do cemitério Vila Formosa na bacia Sedimentar de São Paulo. 1994**. Dissertação (Mestrado em Recursos Minerais e Hidrogeologia) – Instituto de Geociências da USP, São Paulo, 74p, 1994.
- MIOTO, S.L. **Aspectos geológicos-geotectônicos da determinação da adequabilidade de áreas para implantação de cemitérios**. São Paulo, UNESP/Curso de Pós-Graduação em Geociências. Dissertação de Mestrado. 128. 1990.
- MORAES, M.F. **Micronutrientes e metais pesados tóxicos: do fertilizante ao produto agrícola**. Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, Piracicaba, 108p. 2009.
- MOREIRA C.A., AQUINO W.F.; DOURADO J.C.. 2007. Aplicação do método Eletromagnético Indutivo (EM) no monitoramento de contaminantes em subsuperfície. **Revista Brasileira de Geofísica**, 25(4): 413-420.
- MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: UFLA, 2006. 729p.
- MULDER, E.G., Molybdenum in relations to growth of higher plants and microorganisms. **PI Soil**, 5, p 368-415, 1954.

MULLER, G. **Index of geoaccumulation in sediments of the Rhine River.**

Geojournal. 2:108, 2008.

MUSY, A. **e-drologie.** Ecole Polytechnique Fédérale, Lausanne, Suisse 2001.

NAIDU, R. R. Pollution Potential of Cemeteries – R&D report P 223. Environment Agency England and Wales, 1998

NICHOLSON, S. R.; SMITH, B.J.; ALLOWAY, CARLTON-SMITH,C.;

CHAMBERS,B. J. “**An inventory of heavy metals inputs to agricultural soils in England and Wales,**” Science of the Total Environment, vol. 311, no. 1–3, pp. 205–219, 2003.

NIKOLAIDIS, C.; et al. Heavy metal pollution associated with an abandoned lead-zinc mine in the Kiriki region NE Greece. **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology.** 85(3):307-312., 2010.

OLIVEIRA, M.; et al. **Estudos ambientais para cemitérios: indicadores, áreas de influência e impactos ambientais.** Bol. geogr., Maringá, v. 30, n. 1, p. 45-54, 1998.

OLIVEIRA, S.S. **Interação dos íons metálicos com alumina.** Viçosa: UFV, 1991 59P. Dissertação (Mestrado em Agroquímica) – Universidade Federal de Viçosa, 1991

OTTMANN, F. Créer ou aménager un cimetière. Paris: Éditions du Moniteur, 161p, 1987.

PACHECO, A. Os cemitérios como risco potencial para as águas de abastecimento. **SPAM**, p 25-37, 1986.

PACHECO, A.; et al. Cemeteries - a potential risk to groundwater. **Water Science and Technology**, v. 24, n. 11, p 97-104, 1991.

PACHECO A. **Cemitério e meio Ambiente.** Tese de Livre Docência. São Paulo: Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo - USP, São Paulo, 120p, 2000.

PACHECO, A. Os cemitérios e o ambiente. **Revista Conselho em Revista - CREA RS**, Vol. 24, p. 30, 2006.

- PACHECO, A. **Meio ambiente e cemitérios**. Editora Senac. São Paulo, 190p, 2012.
- PEEL, M. C.; FINLAYSON, B. L.; MCMAHON, T. A.. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrology and Earth System Sciences Discussions*, European Geosciences Union, 2007, 11 (5), pp.1633-1644.
- PETTRUZZELLI, G. Recycling wastes in agriculture: heavy metal bioavailability. ***Agriculture, Ecosystems and Environment***, v. 27, p. 493-503, 1989.
- PICKERING, W.F. Metal speciation: soils and sediments (a review). ***Ore Geology Reviews***, v. 1, p. 83-146, 1986.
- PIERANGELI, M. A. P.; GUILHERME, L. R. G.; CURI, N.; ANDERSON, S. J.; LIMA, J. M. Adsorção e dessorção de cádmio, cobre e chumbo por amostras de latossolos pré-tratadas com fósforo. ***Revista Brasileira de Ciência do Solo***, v.28, n.2, p 377-384, 2004.
- PINTO, CARLOS DE SOUZA. **Curso de mecânica dos Solos, em 16 aulas**. 1ª ed. São Paulo: oficina de textos, 2000. 247p.
- PIRES, A. S.; GARCIAS, C. M. **São os cemitérios a melhor solução para a destinação dos mortos?** In: Encontro nacional da ANPPAS, 4, 2008, Brasília. Anais. Brasília: [s.n.], 2008.
- QUEIROZ, J.F.F. **Os cemitérios do Porto e a arte funerária oitocentista em Portugal. Consolidação da vivência romântica na perpetuação da memória**. Tese de Doutorado em História da Arte apresentada à Faculdade de Letras da Universidade do Porto. Porto, 2002
- RAGON, M. ***L'espace de la mort: essai sur l'architecture, la décoration et l'urbanisme funéraires***. Paris: Albin Michel, 1981.
- REIS SOBRINHO, B.M. **Cemitério e meio ambiente**. Monografia apresentada à Universidade Católica de Salvador – BA, 2002.
- RESENDE, M.; CURI, N.; RESENDE, S.B.; CORRÊIA, G.F. **Pedologia: Base para distinção de ambientes**. 5 ed. Lavras:UFLA, 2007.322p.
- RIBEIRO FILHO, M.R.; CURI, N.; SIQUEIRA, J.O.; MOTTA, P.E.F. Metais

pesados em solos de área de rejeitos de indústria de processamento de zinco.

**Revista Brasileira de Ciência do Solo**, V. 23, p. 453-464, 1999.

RODGHER, S. F. **Aplicação de redes neurais artificiais para previsão de propriedades dos solos tropicais**. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 306p, 2002.

ROMANÓ, E.N.L. **Cemitérios: Passivo ambiental medidas preventivas e mitigadoras**. Ponta Grossa, Paraná, Instituto Ambiental do Paraná, 2005.

SCHIRADO, T.; VERGARA, I.; SCHALSCHA, E.B. et al. Evidence for movement of heavy metals in a soil irrigated with untreated Wastewater. **Journal Environmental Quality**, v. 15, p. 9-12, 1986.

SCHNEIDER, P.; KLAMT, E.; GIASSON, E. **Morfologia do solo: subsídios para caracterização e interpretação de solos a campo**. Guaíba: Agrolivros, 2007. 72p.

SCHRAPS, W. G. **Die bedeutung der filtereigenschaften des bodens für die anlage von Friedhofen**. Mitteilungen Deutsche Bodenkundl. Gesellschaft, v. 16, p. 225–229, 1972.

SHARMA, P.V. **Geophysical methods in geology**. Elsevier Science Publishing Co., Inc., Amsterdam, The Netherlands, 442p, 1986.

SIDLE, R.C.; KARDOS, L.T. Transport of heavy metals in a sludge-treated forested área. **Journal Environmental Quality**. V.6, p. 431-437, 1977.

SILVA, L. C. **Integração de resultados bacteriológicos e geofísicos na investigação da contaminação de águas por cemitérios**. 1st Joint World Congress on Groundwater. 2008

SILVA, R. C. A.; ARAUJO, T. M. Qualidade da água do manancial subterrâneo em áreas urbanas de Feira de Santana (BA). **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 8, n. 4, p. 1019-1028, 2003.

SILVA, R. W. da C.; MALAGUTTI FILHO, W. Cemitérios: fontes potenciais de contaminação *Revista Ciência Hoje*, Vol. 244, p. 24-29, 2009.

SILVA, R. W. da C.; MALAGUTTI FILHO, W.; MOREIRA, C. A. Emprego do método da eletrorresistividade no estudo da contaminação subterrânea do cemitério municipal de Vila Rezende. **Rev. Bras. Geofísica**, Piracicaba, v.27, n.3, p. 389-399, 2009.

SILVA, R.W.C.; MALAGUTTI FILHO, W. Cemitérios como áreas potencialmente contaminadas. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, Rio Claro, São Paulo, v.9. p.26-35, 2011.

SIMSIMAN, G. V.; CHESTERS, G.; ANDREN, A. W. Effect of ash disposal ponds on groundwater quality at a coal-fired power plant. **Water Research**, v.21 n.4, p417(10).1987.

SINGH S.; RAJU, N.J. **Risco ambiental de poluição e contaminação de fontes de metais pesados utilizando análise multivariada nos solos do entorno Varanasi**, na Índia. 2015 Jun; 187 (6): 4577. doi: 10,1007 / s10661-015-4577-4. Epub 12 de maio de 2015.

SINGH, P.; CAMEOTRA, S.S. Potential applications of microbial surfactants in biomedical sciences. **Trends in Biotechnology**, Amsterdam, v. 22, p 142-146, 2004.

SOARES, A. **Geoestatística para ciências da terra e do ambiente**. 2. ed. Lisboa: IST Press, 2006, 214 p.

SONG, F. Dioxin, furans and polycyclic aromatic hydrocarbons emissions from a hospital and cemetery waste incinerator. **Atmos Environ**. v.4. 2011

SOUZA, L.A.P.; GANDOLFO. O.C.B. Métodos geofísicos em geotecnia e geologia ambiental. **Revista Brasileira de Geologia de Engenharia**, 2(2):9-27. 2012.

SPONGBERG, A.L.; BECKS P.M. Inorganic soil contamination from cemetery leachate. **Water Air Soil Pollut**.117: p313–327, 2000.

SUGUIO, K. **Geologia Sedimentar**. São Paulo: editora Edgard Blücher Ltda, 400p. 2003.

TEIXEIRA, W.; TOLEDO, M.C.M.; FAIRCHILD, T.R.; TAIOLI, F. (Orgs.). **Decifrando a Terra**. São Paulo, Oficina de Textos. 558p. 2003.



UK Environmental Agency, 2004. Assessing the Groundwater Pollution Potential of Cemetery Developments. Available at <https://publications.environmentagency.gov.uk/skeleton/publications/SearchResults.aspx?name=SCHO0404 BGLA-E-E>, acessado em 22 de nov. 2015.

USEPA - United State Environmental Protection Agency; **USEPA 3050B, Method 3050B. Acid Digestion of Sediments, Sludges and Soils**. Disponível em: <https://www.epa.gov/hw> , acessado Janeiro, 2015.

WEI, B.; YANG, L. **A review of heavy metal contaminations in urban soils, urban road dusts and agricultural soils from China**. *Microchem J* 94(2):99–107, 2010.

WHO; World Health Organization; Regional office for Europe; **The impact of cemeteries on environment and public health**. 1998. Disponível em: <http://www.who.int/en/> , acessado em 05 de março de 2016.

WILLIAMS, D.E.J.; VLAMIS, A.H.P; COREY, J.E. Metal movement in sludge-amended soils: a nine-year study. **Soil Science**, v. 143, p. 124-131, 1987.

WU, C.; ZHANG, L. Heavy metal concentrations and their possible sources in paddy soils of a modern agricultural zone, southeastern China. **Environmental Earth Science**, 60: 45-56. 2010

ZHANG, M. ALVA, A.K.; LI, Y.C. et al. Chemical association of Cu, Zn, Mn e Pb in selected sandy citrus soil. *Soil Science*, v. 162, p. 181-188, 1997.

ZHAO, H. R.; et al. Human health risk from soil heavy metal contamination under different land uses near Dabaoshan mine, Southern China. **Science of The Total Environment**, 417–418, 45–54. 2012.

RIBEIRO, Maria Lúcia; LOURENCETTI, Carolina; PEREIRA, Sueli Yoshinaga and MARCHI, Mary Rosa Rodrigues de. Contaminação de águas subterrâneas por pesticidas: avaliação preliminar. **Quím. Nova** [online]. 2007, vol.30, n.3 [cited 2018-10-01], pp.688-694. Available from: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-40422007000300031&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422007000300031&lng=en&nrm=iso)>. ISSN 0100-4042. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422007000300031>.

# ANEXOS

**ANEXO I - Mapa geológico da região sudeste do estado de São Paulo.**

**ANEXO II – Resultados da técnica eletromagnética obtidas no campo.**

Perfil	Distância	EM 6m	EM 3m
EM1	0,0	8,2	4,0
EM1	5,0	8,2	5,0
EM1	15,0	8,0	4,0
EM1	20,0	8,2	2,2
EM1	25,0	8,0	4,0
EM1	30,0	7,2	0,0
EM1	40,0	9,0	9,0
EM1	50,0	14,0	0,0
EM1	55,0	10,0	10,0
EM1	60,0	10,0	8,0
EM1	65,0	14,0	8,0

Perfil	Distância	EM 6m	EM 3m
EM2	5,0	10,0	4,0
EM2	10,0	10,0	6,0
EM2	15,0	20,0	2,0
EM2	20,0	10,0	4,0
EM2	25,0	40,0	6,0
EM2	30,0	14,0	6,0
EM2	35,0	10,0	4,0
EM2	40,0	10,0	4,0
EM2	45,0	26,0	8,0
EM2	50,0	10,0	6,0
EM2	60,0	14,0	4,0
EM2	65,0	8,0	4,0
EM2	70,0	8,0	8,0

Perfil	Distância	EM 6m	EM 3m
EM3	0,0	4,0	0,0
EM3	5,0	10,0	4,0
EM3	10,0	12,0	2,0
EM3	15,0	10,0	4,0
EM3	20,0	8,0	4,0
EM3	25,0	8,0	6,0
EM3	30,0	10,0	2,0
EM3	35,0	12,0	6,0
EM3	40,0	36,0	2,0
EM3	45,0	6,0	4,0
EM3	50,0	6,0	5,0
EM3	55,0	6,0	5,0
EM3	60,0	8,0	6,0
EM3	65,0	8,0	6,0
EM3	70,0	10,0	4,0
EM3	75,0	8,0	0,0

Perfil	Distância	EM 6m	EM 3m
EM4	0,0	10,0	4,0
EM4	10,0	10,0	4,0
EM4	15,0	20,0	12,0
EM4	20,0	10,0	6,0
EM4	25,0	18,0	2,0
EM4	30,0	16,0	6,0
EM4	35,0	38,0	16,0

Perfil	Distância	EM 6m	EM 3m
EM5	0,0	10,0	12,0
EM5	5,0	8,0	4,0
EM5	10,0	16,0	0,0
EM5	15,0	10,0	8,0
EM5	20,0	8,0	4,0
EM5	25,0	14,0	6,0
EM5	30,0	6,0	6,0
EM5	35,0	8,0	0,0
EM5	40,0	12,0	6,0

Perfil	Distância	EM 6m	EM 3m
EM6	0,0	12,0	4,0
EM6	5,0	20,0	6,0
EM6	10,0	10,0	4,0
EM6	15,0	18,0	6,0
EM6	20,0	26,0	0,0
EM6	25,0	8,0	4,0
EM6	30,0	8,0	4,0
EM6	35,0	10,0	2,0
EM6	40,0	26,0	6,0
EM6	45,0	10,0	4,0
EM6	50,0	8,0	4,0
EM6	55,0	14,0	4,0
EM6	60,0	26,0	6,0
EM6	65,0	26,0	2,0

Perfil	Distância	EM 6m	EM 3m
EM7	5,0	14,0	2,0
EM7	15,0	36,0	8,0
EM7	20,0	12,0	4,0
EM7	25,0	18,0	0,0
EM7	30,0	10,0	4,0
EM7	45,0	8,0	4,0
EM7	50,0	10,0	6,0
EM7	60,0	14,0	4,0
EM7	65,0	10,0	6,0

Perfil	Distância	EM 6m	EM 3m
EM8	0,0	16,0	10,0
EM8	5,0	8,2	6,0
EM8	10,0	7,8	6,0
EM8	15,0	9,0	5,0
EM8	20,0	6,4	4,0
EM8	30,0	5,0	4,0
EM8	35,0	5,0	3,4
EM8	40,0	6,0	3,0
EM8	45,0	6,0	3,0
EM8	50,0	7,0	4,0
EM8	55,0	10,0	6,0

Perfil	Distância	EM 6m	EM 3m
EM9	0,0	10,0	4,0
EM9	5,0	8,0	4,0
EM9	20,0	22,0	10,0
EM9	25,0	22,0	8,0
EM9	30,0	26,0	10,0
EM9	35,0	42,0	10,0
EM9	40,0	32,0	12,0
EM9	45,0	26,0	10,0
EM9	50,0	22,0	10,0
EM9	55,0	22,0	12,0
EM9	60,0	24,0	10,0
EM9	65,0	24,0	10,0



**ANEXO II – Resultados de todos os elementos químicos analisados.**

**Relatório de Ensaio**

41830/2017- Rev. 0 - A

Emissão: 19/10/2017



Dados Referentes ao Contratante			
Nome/Razão Social	Francisco Carlos da Silva	CNPJ/CPF	066.513.508-46
Endereço	R. São Tiburcio, 295 - Jardim Três Marias - São Paulo/SP		
Contato	Francisco Carlos da Silva	E-Mail	fracarlos@hotmail.com
		Tel:	

Dados Referentes à Amostra			
Número da Amostra	41830/2017	Data e Hora do Recebimento	29/09/2017 10:00

Dados Referentes à Coleta			
Coletor	Coleta Realizada pelo cliente	Data e Hora da Coleta	14/07/2017 00:00
Identificação do Ponto	Controle 1 - 0-0,1		
Tipo de Amostra	Solo	Chuva	-
		Chuva nas Últimas 24h	NI
Método de amostragem	A descrição do material ensaiado, plano e procedimento de amostragem são de inteira responsabilidade do cliente.	Plano de amostragem	-

**Ensaio realizado nas instalações da Controle Analítico**

Metais Totais						
Parâmetro	Resultado	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Arsênio total	<LQ	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	10/10/17 - 17:09
Bário total	62,48	mg/Kg	0,1	0,081	SMEWW 3120B Ed. 22	10/10/17 - 17:33
Cádmio total	1,11	mg/Kg	0,02	0,0015	SMEWW 3120B Ed. 22	10/10/17 - 17:34
Chumbo total	32,49	mg/Kg	0,1	0,032	SMEWW 3120B Ed. 22	10/10/17 - 17:34
Cobalto total	8,70	mg/Kg	0,1	0,025	SMEWW 3120B Ed. 22	10/10/17 - 17:36
Cobre total	10,10	mg/Kg	0,1	0,0087	SMEWW 3120B Ed. 22	10/10/17 - 17:36
Cromo total	11,8	mg/Kg	0,5	0,059	SMEWW 3120B Ed. 22	10/10/17 - 17:38
Fósforo total	191	mg/Kg	0,1	0,17	SMEWW 3120B Ed. 22	10/10/17 - 17:39
Manganês total	211	mg/Kg	0,5	0,20	SMEWW 3120B Ed. 22	10/10/17 - 17:11
Molibdênio total	0,757	mg/Kg	0,5	0,00076	SMEWW 3120B Ed. 22	10/10/17 - 17:11
Níquel total	3,69	mg/Kg	0,1	0,018	SMEWW 3120B Ed. 22	10/10/17 - 17:39
Zinco total	18,7	mg/Kg	0,5	0,11	SMEWW 3120B Ed. 22	10/10/17 - 17:40

Preparo de Amostra		
Parâmetro	Método	Data de Realização
Preparo de Amostra - Metais Digeri	SMEWW 3030A,B,D,E,F e G Ed. 22	02/10/2017 11:46

**Legendas**

(-): Não Aplicável.

L.Q.: Limite de Quantificação.

U: Incerteza expandida ( U ) baseada em uma incerteza padronizada combinada multiplicada por um fator de abrangência k = 2, para um nível de confiança de aproximadamente 95%.

SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

**Informações**

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam somente à(s) amostra(s) analisada(s).

Este relatório somente poderá ser reproduzido na íntegra, qualquer alteração ou reprodução parcial somente com autorização prévia por escrito do Laboratório.



**Código para verificação de autenticidade deste documento: F2E7313C0094C3D57ADC442018867B0ECC9EB29**

Instruções para a verificação de autenticidade de documentos

1º - Acesse a página <http://relatoriодensaios.controleanalitico.com.br>

2º - Clique na opção "Validar Laudo"

3º - Digite o número da Amostra juntamente com os últimos 6 dígitos de autenticidade

4º - Clique em Validar

Engenheiro(a) Químico(a) Ellsângela  
Fabiana Delfino Dias  
CRQ IV-04365276  
Analista de Controle de Qualidade

## Relatório de Ensaio

41831/2017- Rev. 1 - A

Emissão: 22/01/2018



Dados Referentes ao Contratante			
Nome/Razão Social	Francisco Carlos da Silva	CNPJ/CPF	066.513.508-46
Endereço	R. São Tibúrcio, 295 - Jardim Três Marias - São Paulo/SP		
Contato	Francisco Carlos da Silva	E-Mail	fracarlos@hotmail.com
		Tel:	

Dados Referentes à Amostra			
Número da Amostra	41831/2017	Data e Hora do Recebimento	29/09/2017 10:00

Dados Referentes à Coleta			
Coletor	Coleta Realizada pelo cliente	Data e Hora da Coleta	14/07/2017 00:00
Identificação do Ponto	Controle 1 - 0,4-0,5		
Tipo de Amostra	Solo	Chuva	-
		Chuva nas Últimas 24h	NI
Método de amostragem	A descrição do material ensaiado, plano e procedimento de amostragem são de inteira responsabilidade do cliente.	Plano de amostragem	-

## Ensaios realizados nas instalações da Controle Analítico

Metals Totais						
Parâmetro	Resultado	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Arsênio total	<LQ	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	10/10/17 - 17:55
Bário total	44,95	mg/Kg	0,1	0,058	SMEWW 3120B Ed. 22	10/10/17 - 17:55
Cádmio total	<LQ	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	10/10/17 - 17:55
Chumbo total	26,93	mg/Kg	0,1	0,027	SMEWW 3120B Ed. 22	10/10/17 - 17:56
Cobalto total	4,62	mg/Kg	0,1	0,013	SMEWW 3120B Ed. 22	10/10/17 - 17:57
Cobre total	9,81	mg/Kg	0,1	0,0084	SMEWW 3120B Ed. 22	10/10/17 - 17:57
Cromo total	11,0	mg/Kg	0,5	0,055	SMEWW 3120B Ed. 22	10/10/17 - 17:57
Fósforo total	196	mg/Kg	0,1	0,17	SMEWW 3120B Ed. 22	10/10/17 - 17:57
Manganês total	152	mg/Kg	0,5	0,14	SMEWW 3120B Ed. 22	10/10/17 - 17:57
Molibdênio total	0,72	mg/Kg	0,5	0,00072	SMEWW 3120B Ed. 22	10/10/17 - 17:57
Níquel total	3,37	mg/Kg	0,1	0,017	SMEWW 3120B Ed. 22	10/10/17 - 17:57
Zinco total	15,7	mg/Kg	0,5	0,092	SMEWW 3120B Ed. 22	10/10/17 - 17:58

Preparo de Amostra		
Parâmetro	Método	Data de Realização
Preparo de Amostra - Metais Digeri	SMEWW 3030A,B,D,E,F e G Ed. 22	02/10/2017 11:46

## Legendas

(-): Não Aplicável.

L.Q.: Limite de Quantificação.

U: Incerteza expandida (U) baseada em uma incerteza padronizada combinada multiplicada por um fator de abrangência  $k = 2$ , para um nível de confiança de aproximadamente 95%.

SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

## Informações

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam somente à(s) amostra(s) analisada(s).

Este relatório somente poderá ser reproduzido na íntegra, qualquer alteração ou reprodução parcial somente com autorização prévia por escrito do Laboratório.

Este relatório cancela e substitui as suas revisões emitidas anteriormente.



**Código para verificação de autenticidade deste documento: D59E5A15A71AA47F63252EA887AC25970A1E19A2**

Instruções para a verificação de autenticidade de documentos

1º - Acesse a página <http://relatoriодensaioѕ.controleanalitico.com.br>

2º - Clique na opção "Validar Laudo"

3º - Digite o número da Amostra juntamente com os últimos 6 dígitos de autenticidade

4º - Clique em Validar

Química Josy Rodrigues de Sousa  
CRQ IV-04262500  
Analista de Controle de Qualidade



Dados Referentes ao Contratante			
Nome/Razão Social	Francisco Carlos da Silva	CNPJ/CPF	066.513.508-46
Endereço	R. São Tibúrcio, 295 - Jardim Três Marias - São Paulo/SP		
Contato	Francisco Carlos da Silva	E-Mail	fracarlos@hotmail.com
		Tel:	

Dados Referentes à Amostra			
Número da Amostra	41832/2017	Data e Hora do Recebimento	29/09/2017 10:00

Dados Referentes à Coleta			
Coletor	Coleta Realizada pelo cliente	Data e Hora da Coleta	14/07/2017 00:00
Identificação do Ponto	Controle 1 - 0,9-1,0		
Tipo de Amostra	Solo	Chuva	-
		Chuva nas Últimas 24h	NI
Método de amostragem	A descrição do material ensaiado, plano e procedimento de amostragem são de inteira responsabilidade do cliente.	Plano de amostragem	-

## Ensaio realizado nas instalações da Controle Analítico

Metals Totais						
Parâmetro	Resultado	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Arsênio total	<LQ	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	10/10/17 - 17:58
Bário total	21,84	mg/Kg	0,1	0,028	SMEWW 3120B Ed. 22	10/10/17 - 17:58
Cádmio total	<LQ	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	10/10/17 - 17:59
Chumbo total	19,03	mg/Kg	0,1	0,019	SMEWW 3120B Ed. 22	10/10/17 - 17:59
Cobalto total	2,42	mg/Kg	0,1	0,0070	SMEWW 3120B Ed. 22	10/10/17 - 17:59
Cobre total	3,06	mg/Kg	0,1	0,0026	SMEWW 3120B Ed. 22	10/10/17 - 18:00
Cromo total	3,36	mg/Kg	0,5	0,017	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 08:42
Fósforo total	126	mg/Kg	0,1	0,11	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 08:42
Manganês total	83,4	mg/Kg	0,5	0,078	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 08:42
Molibdênio total	<LQ	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 08:42
Níquel total	2,86	mg/Kg	0,1	0,014	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 08:43
Zinco total	12,3	mg/Kg	0,5	0,072	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 08:43

Preparo de Amostra		
Parâmetro	Método	Data de Realização
Preparo de Amostra - Metais Digeri	SMEWW 3030A,B,D,E,F e G Ed. 22	02/10/2017 11:46

## Legendas

(-): Não Aplicável.

L.Q.: Limite de Quantificação.

U: Incerteza expandida ( U ) baseada em uma incerteza padronizada combinada multiplicada por um fator de abrangência k = 2, para um nível de confiança de aproximadamente 95%.

SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

## Informações

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam somente à(s) amostra(s) analisada(s).

Este relatório somente poderá ser reproduzido na íntegra, qualquer alteração ou reprodução parcial somente com autorização prévia por escrito do Laboratório.

Este relatório cancela e substitui as suas revisões emitidas anteriormente.





**Código para verificação de autenticidade deste documento: 5992BF044BF4E4C0070D1E64CFCC6808C1FBB749**

Instruções para a verificação de autenticidade de documentos

1º - Acesse a página <http://relatoriодensaioѕ.controleanalitico.com.br>

2º - Clique na opção "Validar Laudo"

3º - Digite o número da Amostra juntamente com os últimos 6 dígitos de autenticidade

4º - Clique em Validar

Química Josy Rodrigues de Sousa  
CRQ IV-04262500  
Analista de Controle de Qualidade

## Relatório de Ensaio

41833/2017- Rev. 1 - A

Emissão: 22/01/2018



Dados Referentes ao Contratante			
Nome/Razão Social	Francisco Carlos da Silva	CNPJ/CPF	066.513.508-46
Endereço	R. São Tibúrcio, 295 - Jardim Três Marias - São Paulo/SP		
Contato	Francisco Carlos da Silva	E-Mail	fracarlos@hotmail.com
		Tel:	

Dados Referentes à Amostra			
Número da Amostra	41833/2017	Data e Hora do Recebimento	29/09/2017 10:00

Dados Referentes à Coleta			
Coletor	Coleta Realizada pelo cliente	Data e Hora da Coleta	14/07/2017 00:00
Identificação do Ponto	Controle 1 - 1,4-1,5		
Tipo de Amostra	Solo	Chuva	-
		Chuva nas Últimas 24h	NI
Método de amostragem	A descrição do material ensaiado, plano e procedimento de amostragem são de inteira responsabilidade do cliente.	Plano de amostragem	-

## Ensaios realizados nas instalações da Controle Analítico

Metals Totais						
Parâmetro	Resultado	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Arsênio total	<LQ	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 08:43
Bário total	20,23	mg/Kg	0,1	0,026	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 08:43
Cádmio total	<LQ	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 08:43
Chumbo total	22,40	mg/Kg	0,1	0,022	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 08:45
Cobalto total	2,33	mg/Kg	0,1	0,0068	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 08:45
Cobre total	3,89	mg/Kg	0,1	0,0033	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 08:45
Cromo total	1,79	mg/Kg	0,5	0,0089	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 08:45
Fósforo total	207	mg/Kg	0,1	0,18	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 08:45
Manganês total	46,8	mg/Kg	0,5	0,044	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 08:45
Molibdênio total	<LQ	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 08:46
Níquel total	3,33	mg/Kg	0,1	0,017	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 08:46
Zinco total	19,2	mg/Kg	0,5	0,11	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 08:46

Preparo de Amostra		
Parâmetro	Método	Data de Realização
Preparo de Amostra - Metais Digeri	SMEWW 3030A,B,D,E,F e G Ed. 22	02/10/2017 11:46

## Legendas

(-): Não Aplicável.

L.Q.: Limite de Quantificação.

U: Incerteza expandida ( U ) baseada em uma incerteza padronizada combinada multiplicada por um fator de abrangência k = 2, para um nível de confiança de aproximadamente 95%.

SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

## Informações

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam somente à(s) amostra(s) analisada(s).

Este relatório somente poderá ser reproduzido na íntegra, qualquer alteração ou reprodução parcial somente com autorização prévia por escrito do Laboratório.

Este relatório cancela e substitui as suas revisões emitidas anteriormente.





**Código para verificação de autenticidade deste documento: 01A396D7F7CB4951EB1AC42C2E081E4BACAC787F**

Instruções para a verificação de autenticidade de documentos

1º - Acesse a página <http://relatoriодensaioѕ.controleanalitico.com.br>

2º - Clique na opção "Validar Laudo"

3º - Digite o número da Amostra juntamente com os últimos 6 dígitos de autenticidade

4º - Clique em Validar

Química Josy Rodrigues de Sousa  
CRQ IV-04262500  
Analista de Controle de Qualidade

## Relatório de Ensaio

41834/2017- Rev. 1 - A

Emissão: 22/01/2018



Dados Referentes ao Contratante			
Nome/Razão Social	Francisco Carlos da Silva	CNPJ/CPF	066.513.508-46
Endereço	R. São Tibúrcio, 295 - Jardim Três Marias - São Paulo/SP		
Contato	Francisco Carlos da Silva	E-Mail	fracarlos@hotmail.com
		Tel:	

Dados Referentes à Amostra			
Número da Amostra	41834/2017	Data e Hora do Recebimento	29/09/2017 10:00

Dados Referentes à Coleta			
Coletor	Coleta Realizada pelo cliente	Data e Hora da Coleta	14/07/2017 00:00
Identificação do Ponto	Controle 1 - 1,9-2,0		
Tipo de Amostra	Solo	Chuva	-
		Chuva nas Últimas 24h	NI
Método de amostragem	A descrição do material ensaiado, plano e procedimento de amostragem são de inteira responsabilidade do cliente.	Plano de amostragem	-

## Ensaios realizados nas instalações da Controle Analítico

Metals Totais						
Parâmetro	Resultado	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Arsênio total	<LQ	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 08:46
Bário total	13,42	mg/Kg	0,1	0,017	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 08:46
Cádmio total	<LQ	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 08:47
Chumbo total	16,98	mg/Kg	0,1	0,017	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 09:37
Cobalto total	1,27	mg/Kg	0,1	0,0037	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 09:37
Cobre total	1,64	mg/Kg	0,1	0,0014	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 09:37
Cromo total	<LQ	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 09:38
Fósforo total	91,69	mg/Kg	0,1	0,082	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 09:38
Manganês total	32,6	mg/Kg	0,5	0,031	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 09:38
Molibdênio total	<LQ	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 09:38
Níquel total	1,29	mg/Kg	0,1	0,0064	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 09:38
Zinco total	11,4	mg/Kg	0,5	0,067	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 09:38

Preparo de Amostra		
Parâmetro	Método	Data de Realização
Preparo de Amostra - Metais Digeri	SMEWW 3030A,B,D,E,F e G Ed. 22	02/10/2017 11:46

## Legendas

(-): Não Aplicável.

L.Q.: Limite de Quantificação.

U: Incerteza expandida (U) baseada em uma incerteza padronizada combinada multiplicada por um fator de abrangência  $k = 2$ , para um nível de confiança de aproximadamente 95%.

SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

## Informações

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam somente à(s) amostra(s) analisada(s).

Este relatório somente poderá ser reproduzido na íntegra, qualquer alteração ou reprodução parcial somente com autorização prévia por escrito do Laboratório.

Este relatório cancela e substitui as suas revisões emitidas anteriormente.



**Código para verificação de autenticidade deste documento: 20F815BFBE05339EE0B6BC2DDE3FE29263E77DF6**

Instruções para a verificação de autenticidade de documentos

1º - Acesse a página <http://relatorioidensaios.controleanalitico.com.br>

2º - Clique na opção "Validar Laudo"

3º - Digite o número da Amostra juntamente com os últimos 6 dígitos de autenticidade

4º - Clique em Validar

Química Josy Rodrigues de Sousa  
CRQ IV-04262500  
Analista de Controle de Qualidade

**Relatório de Ensaio**

41835/2017- Rev. 1 - A

Emissão: 22/01/2018



Dados Referentes ao Contratante			
Nome/Razão Social	Francisco Carlos da Silva	CNPJ/CPF	066.513.508-46
Endereço	R. São Tibúrcio, 295 - Jardim Três Marias - São Paulo/SP		
Contato	Francisco Carlos da Silva	E-Mail	fracarlos@hotmail.com
		Tel:	

Dados Referentes à Amostra			
Número da Amostra	41835/2017	Data e Hora do Recebimento	29/09/2017 10:00

Dados Referentes à Coleta			
Coletor	Coleta Realizada pelo cliente	Data e Hora da Coleta	14/07/2017 00:00
Identificação do Ponto	Controle 1 - 2,4-2,5		
Tipo de Amostra	Solo	Chuva	-
		Chuva nas Últimas 24h	NI
Método de amostragem	A descrição do material ensaiado, plano e procedimento de amostragem são de inteira responsabilidade do cliente.	Plano de amostragem	-

**Ensaios realizados nas instalações da Controle Analítico**

Metals Totais						
Parâmetro	Resultado	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Arsênio total	<LQ	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 09:39
Bário total	16,43	mg/Kg	0,1	0,021	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 09:39
Cádmio total	<LQ	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 09:39
Chumbo total	18,69	mg/Kg	0,1	0,019	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 09:39
Cobalto total	1,16	mg/Kg	0,1	0,0034	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 09:42
Cobre total	1,27	mg/Kg	0,1	0,0011	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 09:42
Cromo total	0,62	mg/Kg	0,5	0,0031	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 09:49
Fósforo total	86,27	mg/Kg	0,1	0,077	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 09:49
Manganês total	22,0	mg/Kg	0,5	0,021	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 09:49
Molibdênio total	<LQ	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 09:49
Níquel total	1,20	mg/Kg	0,1	0,0060	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 09:49
Zinco total	14,4	mg/Kg	0,5	0,084	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 09:49

Preparo de Amostra		
Parâmetro	Método	Data de Realização
Preparo de Amostra - Metais Digeri	SMEWW 3030A,B,D,E,F e G Ed. 22	02/10/2017 11:46

**Legendas**

(-): Não Aplicável.

L.Q.: Limite de Quantificação.

U: Incerteza expandida ( U ) baseada em uma incerteza padronizada combinada multiplicada por um fator de abrangência  $k = 2$ , para um nível de confiança de aproximadamente 95%.

SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

**Informações**

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam somente à(s) amostra(s) analisada(s).

Este relatório somente poderá ser reproduzido na íntegra, qualquer alteração ou reprodução parcial somente com autorização prévia por escrito do Laboratório.

Este relatório cancela e substitui as suas revisões emitidas anteriormente.



**Código para verificação de autenticidade deste documento: EB1206ABF7641CA8FD10181A1257270F72019FDB**

Instruções para a verificação de autenticidade de documentos

1º - Acesse a página <http://relatoriодensaioѕ.controleanalitico.com.br>

2º - Clique na opção "Validar Laudo"

3º - Digite o número da Amostra juntamente com os últimos 6 dígitos de autenticidade

4º - Clique em Validar

Química Josy Rodrigues de Sousa  
CRQ IV-04262500  
Analista de Controle de Qualidade



Dados Referentes ao Contratante			
Nome/Razão Social	Francisco Carlos da Silva	CNPJ/CPF	066.513.508-46
Endereço	R. São Tibúrcio, 295 - Jardim Três Marias - São Paulo/SP		
Contato	Francisco Carlos da Silva	E-Mail	fracarlos@hotmail.com
		Tel:	

Dados Referentes à Amostra			
Número da Amostra	41836/2017	Data e Hora do Recebimento	29/09/2017 10:00

Dados Referentes à Coleta			
Coletor	Coleta Realizada pelo cliente	Data e Hora da Coleta	14/07/2017 00:00
Identificação do Ponto	Controle 1 - 2,9-3,0		
Tipo de Amostra	Solo	Chuva	-
		Chuva nas Últimas 24h	NI
Método de amostragem	A descrição do material ensaiado, plano e procedimento de amostragem são de inteira responsabilidade do cliente.	Plano de amostragem	-

## Ensaio realizado nas instalações da Controle Analítico

Metals Totais						
Parâmetro	Resultado	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Arsênio total	<LQ	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 09:51
Bário total	27,09	mg/Kg	0,1	0,035	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 09:51
Cádmio total	<LQ	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 09:51
Chumbo total	23,04	mg/Kg	0,1	0,023	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 09:51
Cobalto total	1,88	mg/Kg	0,1	0,0054	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 09:51
Cobre total	2,62	mg/Kg	0,1	0,0023	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 09:52
Cromo total	2,09	mg/Kg	0,5	0,010	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 09:52
Fósforo total	207	mg/Kg	0,1	0,18	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 09:49
Manganês total	33,1	mg/Kg	0,5	0,031	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 09:52
Molibdênio total	<LQ	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 09:52
Níquel total	2,33	mg/Kg	0,1	0,012	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 09:52
Zinco total	24,2	mg/Kg	0,5	0,14	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 09:52

Preparo de Amostra		
Parâmetro	Método	Data de Realização
Preparo de Amostra - Metais Digeri	SMEWW 3030A,B,D,E,F e G Ed. 22	02/10/2017 11:46

## Legendas

(-): Não Aplicável.

L.Q.: Limite de Quantificação.

U: Incerteza expandida ( U ) baseada em uma incerteza padronizada combinada multiplicada por um fator de abrangência k = 2, para um nível de confiança de aproximadamente 95%.

SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

## Informações

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam somente à(s) amostra(s) analisada(s).

Este relatório somente poderá ser reproduzido na íntegra, qualquer alteração ou reprodução parcial somente com autorização prévia por escrito do Laboratório.

Este relatório cancela e substitui as suas revisões emitidas anteriormente.





**Código para verificação de autenticidade deste documento: 024B157476438A854DBE427078C398AEA34DA7A1**

Instruções para a verificação de autenticidade de documentos

1º - Acesse a página <http://relatoriодensaioѕ.controleanalitico.com.br>

2º - Clique na opção "Validar Laudo"

3º - Digite o número da Amostra juntamente com os últimos 6 dígitos de autenticidade

4º - Clique em Validar

Química Josy Rodrigues de Sousa  
CRQ IV-04262500  
Analista de Controle de Qualidade



Dados Referentes ao Contratante			
Nome/Razão Social	Francisco Carlos da Silva	CNPJ/CPF	066.513.508-46
Endereço	R. São Tibúrcio, 295 - Jardim Três Marias - São Paulo/SP		
Contato	Francisco Carlos da Silva	E-Mail	fracarlos@hotmail.com
		Tel:	

Dados Referentes à Amostra			
Número da Amostra	41837/2017	Data e Hora do Recebimento	29/09/2017 10:00

Dados Referentes à Coleta			
Coletor	Coleta Realizada pelo cliente	Data e Hora da Coleta	14/07/2017 00:00
Identificação do Ponto	Controle 1 - 3,4-3,5		
Tipo de Amostra	Solo	Chuva	-
		Chuva nas Últimas 24h	NI
Método de amostragem	A descrição do material ensaiado, plano e procedimento de amostragem são de inteira responsabilidade do cliente.	Plano de amostragem	-

## Ensaio realizado nas instalações da Controle Analítico

Metals Totais						
Parâmetro	Resultado	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Arsênio total	<LQ	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 09:53
Bário total	96,92	mg/Kg	0,1	0,13	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 09:53
Cádmio total	<LQ	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 09:53
Chumbo total	44,50	mg/Kg	0,1	0,044	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 09:53
Cobalto total	56,73	mg/Kg	0,1	0,16	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 09:54
Cobre total	9,61	mg/Kg	0,1	0,0083	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 09:55
Cromo total	1,50	mg/Kg	0,5	0,0075	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 09:55
Fósforo total	193	mg/Kg	0,1	0,17	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 09:55
Manganês total	502	mg/Kg	0,5	0,47	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 09:55
Molibdênio total	<LQ	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 09:55
Níquel total	4,44	mg/Kg	0,1	0,022	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 09:55
Zinco total	27,8	mg/Kg	0,5	0,16	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 09:55

Preparo de Amostra		
Parâmetro	Método	Data de Realização
Preparo de Amostra - Metais Digeri	SMEWW 3030A,B,D,E,F e G Ed. 22	02/10/2017 11:46

## Legendas

(-): Não Aplicável.

L.Q.: Limite de Quantificação.

U: Incerteza expandida ( U ) baseada em uma incerteza padronizada combinada multiplicada por um fator de abrangência k = 2, para um nível de confiança de aproximadamente 95%.

SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

## Informações

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam somente à(s) amostra(s) analisada(s).

Este relatório somente poderá ser reproduzido na íntegra, qualquer alteração ou reprodução parcial somente com autorização prévia por escrito do Laboratório.

Este relatório cancela e substitui as suas revisões emitidas anteriormente.





**Código para verificação de autenticidade deste documento: 189316297FF9CEFC5B7BACA873B324DBD384620**

Instruções para a verificação de autenticidade de documentos

1º - Acesse a página <http://relatoriодensaios.controleanalitico.com.br>

2º - Clique na opção "Validar Laudo"

3º - Digite o número da Amostra juntamente com os últimos 6 dígitos de autenticidade

4º - Clique em Validar

Química Josy Rodrigues de Sousa  
CRQ IV-04262500  
Analista de Controle de Qualidade

## Relatório de Ensaio

41838/2017- Rev. 1 - A

Emissão: 22/01/2018



Dados Referentes ao Contratante			
Nome/Razão Social	Francisco Carlos da Silva	CNPJ/CPF	066.513.508-46
Endereço	R. São Tibúrcio, 295 - Jardim Três Marias - São Paulo/SP		
Contato	Francisco Carlos da Silva	E-Mail	fracarlos@hotmail.com
		Tel:	

Dados Referentes à Amostra			
Número da Amostra	41838/2017	Data e Hora do Recebimento	29/09/2017 10:00

Dados Referentes à Coleta			
Coletor	Coleta Realizada pelo cliente	Data e Hora da Coleta	14/07/2017 00:00
Identificação do Ponto	Controle 1 - 3,9-4,0		
Tipo de Amostra	Solo	Chuva	-
		Chuva nas Últimas 24h	NI
Método de amostragem	A descrição do material ensaiado, plano e procedimento de amostragem são de inteira responsabilidade do cliente.	Plano de amostragem	-

## Ensaios realizados nas instalações da Controle Analítico

Metals Totais						
Parâmetro	Resultado	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Arsênio total	<LQ	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 09:56
Bário total	55,31	mg/Kg	0,1	0,072	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 09:56
Cádmio total	<LQ	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 09:56
Chumbo total	43,60	mg/Kg	0,1	0,044	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 09:56
Cobalto total	8,74	mg/Kg	0,1	0,025	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 09:56
Cobre total	8,61	mg/Kg	0,1	0,0074	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 09:56
Cromo total	4,32	mg/Kg	0,5	0,022	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 09:57
Fósforo total	275	mg/Kg	0,1	0,24	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:08
Manganês total	180	mg/Kg	0,5	0,17	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:08
Molibdênio total	<LQ	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:08
Níquel total	5,10	mg/Kg	0,1	0,026	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:08
Zinco total	27,4	mg/Kg	0,5	0,16	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:08

Preparo de Amostra		
Parâmetro	Método	Data de Realização
Preparo de Amostra - Metais Digeri	SMEWW 3030A,B,D,E,F e G Ed. 22	02/10/2017 11:46

## Legendas

(-): Não Aplicável.

L.Q.: Limite de Quantificação.

U: Incerteza expandida ( U ) baseada em uma incerteza padronizada combinada multiplicada por um fator de abrangência k = 2, para um nível de confiança de aproximadamente 95%.

SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

## Informações

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam somente à(s) amostra(s) analisada(s).

Este relatório somente poderá ser reproduzido na íntegra, qualquer alteração ou reprodução parcial somente com autorização prévia por escrito do Laboratório.

Este relatório cancela e substitui as suas revisões emitidas anteriormente.



**Código para verificação de autenticidade deste documento: 8C42ECB42A7400C228AC3F17282C8E89FB29696B**

Instruções para a verificação de autenticidade de documentos

1º - Acesse a página <http://relatoriодensaioѕ.controleanalitico.com.br>

2º - Clique na opção "Validar Laudo"

3º - Digite o número da Amostra juntamente com os últimos 6 dígitos de autenticidade

4º - Clique em Validar

Química Josy Rodrigues de Sousa  
CRQ IV-04262500  
Analista de Controle de Qualidade

## Relatório de Ensaio

41839/2017- Rev. 0 - A

Emissão: 19/10/2017



Dados Referentes ao Contratante			
Nome/Razão Social	Francisco Carlos da Silva	CNPJ/CPF	066.513.508-46
Endereço	R. São Tibúrcio, 295 - Jardim Três Marias - São Paulo/SP		
Contato	Francisco Carlos da Silva	E-Mail	fracarlos@hotmail.com
		Tel:	

Dados Referentes à Amostra			
Número da Amostra	41839/2017	Data e Hora do Recebimento	29/09/2017 10:00

Dados Referentes à Coleta			
Coletor	Coleta Realizada pelo cliente	Data e Hora da Coleta	14/07/2017 00:00
Identificação do Ponto	Controle 2 - 0,0-0,1		
Tipo de Amostra	Solo	Chuva	-
		Chuva nas Últimas 24h	NI
Método de amostragem	A descrição do material ensaiado, plano e procedimento de amostragem são de inteira responsabilidade do cliente.	Plano de amostragem	-

## Ensaios realizados nas instalações da Controle Analítico

Metals Totais						
Parâmetro	Resultado	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Arsênio total	<LQ	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:08
Bário total	144	mg/Kg	0,1	0,19	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:09
Cádmio total	1,61	mg/Kg	0,02	0,0023	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:09
Chumbo total	47,11	mg/Kg	0,1	0,047	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:09
Cobalto total	56,54	mg/Kg	0,1	0,16	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:09
Cobre total	8,45	mg/Kg	0,1	0,0073	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:09
Cromo total	23,2	mg/Kg	0,5	0,12	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:10
Fósforo total	230	mg/Kg	0,1	0,20	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:11
Manganês total	587	mg/Kg	0,5	0,55	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:11
Molibdênio total	<LQ	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:11
Níquel total	6,78	mg/Kg	0,1	0,034	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:11
Zinco total	82,7	mg/Kg	0,5	0,48	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:11

Preparo de Amostra		
Parâmetro	Método	Data de Realização
Preparo de Amostra - Metais Digeri	SMEWW 3030A,B,D,E,F e G Ed. 22	02/10/2017 11:46

## Legendas

(-): Não Aplicável.

L.Q.: Limite de Quantificação.

U: Incerteza expandida (U) baseada em uma incerteza padronizada combinada multiplicada por um fator de abrangência  $k = 2$ , para um nível de confiança de aproximadamente 95%.

SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

## Informações

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam somente à(s) amostra(s) analisada(s). Este relatório somente poderá ser reproduzido na íntegra, qualquer alteração ou reprodução parcial somente com autorização prévia por escrito do Laboratório.



**Código para verificação de autenticidade deste documento: 4B10B4B934FE71F8B63EFE6B470DC30911BE147D**

Instruções para a verificação de autenticidade de documentos

1º - Acesse a página <http://relatoriодensaios.controleanalitico.com.br>

2º - Clique na opção "Validar Laudo"

3º - Digite o número da Amostra juntamente com os últimos 6 dígitos de autenticidade

4º - Clique em Validar

Engenheiro(a) Químico(a) Elisângela  
Fabiana Delfino Dias  
CRQ IV-04365276  
Analista de Controle de Qualidade

## Relatório de Ensaio

41840/2017- Rev. 0 - A

Emissão: 19/10/2017



Dados Referentes ao Contratante			
Nome/Razão Social	Francisco Carlos da Silva	CNPJ/CPF	066.513.508-46
Endereço	R. São Tibúrcio, 295 - Jardim Três Marias - São Paulo/SP		
Contato	Francisco Carlos da Silva	E-Mail	fracarlos@hotmail.com
		Tel:	

Dados Referentes à Amostra			
Número da Amostra	41840/2017	Data e Hora do Recebimento	29/09/2017 10:00

Dados Referentes à Coleta			
Coletor	Coleta Realizada pelo cliente	Data e Hora da Coleta	14/07/2017 00:00
Identificação do Ponto	Controle 2 - 0,4-0,5		
Tipo de Amostra	Solo	Chuva	-
		Chuva nas Últimas 24h	NI
Método de amostragem	A descrição do material ensaiado, plano e procedimento de amostragem são de inteira responsabilidade do cliente.	Plano de amostragem	-

## Ensaio realizado nas instalações da Controle Analítico

Metals Totais						
Parâmetro	Resultado	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Arsênio total	<LQ	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:11
Bário total	191	mg/Kg	0,1	0,25	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:11
Cádmio total	1,96	mg/Kg	0,02	0,0028	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:12
Chumbo total	43,25	mg/Kg	0,1	0,043	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:12
Cobalto total	143	mg/Kg	0,1	0,41	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:12
Cobre total	10,19	mg/Kg	0,1	0,0088	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:12
Cromo total	9,20	mg/Kg	0,5	0,046	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:12
Fósforo total	127	mg/Kg	0,1	0,11	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:13
Manganês total	1.210	mg/Kg	0,5	1,1	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:13
Molibdênio total	<LQ	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:16
Níquel total	7,86	mg/Kg	0,1	0,039	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:16
Zinco total	77,5	mg/Kg	0,5	0,45	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:16

Preparo de Amostra		
Parâmetro	Método	Data de Realização
Preparo de Amostra - Metais Digeri	SMEWW 3030A,B,D,E,F e G Ed. 22	02/10/2017 11:46

## Legendas

(-): Não Aplicável.

L.Q.: Limite de Quantificação.

U: Incerteza expandida ( U ) baseada em uma incerteza padronizada combinada multiplicada por um fator de abrangência k = 2, para um nível de confiança de aproximadamente 95%.

SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

## Informações

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam somente à(s) amostra(s) analisada(s).

Este relatório somente poderá ser reproduzido na íntegra, qualquer alteração ou reprodução parcial somente com autorização prévia por escrito do Laboratório.





**Código para verificação de autenticidade deste documento: F7595FD5540325862ECFF41D1E822CD751354E44**

Instruções para a verificação de autenticidade de documentos

1º - Acesse a página <http://relatoriодensaios.controleanalitico.com.br>

2º - Clique na opção "Validar Laudo"

3º - Digite o número da Amostra juntamente com os últimos 6 dígitos de autenticidade

4º - Clique em Validar

Engenheiro(a) Químico(a) Ellsângela  
Fabiana Delfino Dias  
CRQ IV-04365276  
Analista de Controle de Qualidade

## Relatório de Ensaio

41841/2017- Rev. 0 - A

Emissão: 19/10/2017



Dados Referentes ao Contratante			
Nome/Razão Social	Francisco Carlos da Silva	CNPJ/CPF	066.513.508-46
Endereço	R. São Tibúrcio, 295 - Jardim Três Marias - São Paulo/SP		
Contato	Francisco Carlos da Silva	E-Mail	fracarlos@hotmail.com
		Tel:	

Dados Referentes à Amostra			
Número da Amostra	41841/2017	Data e Hora do Recebimento	29/09/2017 10:00

Dados Referentes à Coleta			
Coletor	Coleta Realizada pelo cliente	Data e Hora da Coleta	14/07/2017 00:00
Identificação do Ponto	Controle 2 - 0,9-1,0		
Tipo de Amostra	Solo	Chuva	-
		Chuva nas Últimas 24h	NI
Método de amostragem	A descrição do material ensaiado, plano e procedimento de amostragem são de inteira responsabilidade do cliente.	Plano de amostragem	-

## Ensaios realizados nas instalações da Controle Analítico

Metals Totais						
Parâmetro	Resultado	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Arsênio total	<LQ	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:34
Bário total	111	mg/Kg	0,1	0,14	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:34
Cádmio total	1,32	mg/Kg	0,02	0,0018	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:34
Chumbo total	47,61	mg/Kg	0,1	0,048	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:34
Cobalto total	13,38	mg/Kg	0,1	0,039	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:34
Cobre total	11,17	mg/Kg	0,1	0,0096	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:34
Cromo total	7,62	mg/Kg	0,5	0,038	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:35
Fósforo total	146	mg/Kg	0,1	0,13	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:35
Manganês total	190	mg/Kg	0,5	0,18	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:35
Molibdênio total	<LQ	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:35
Níquel total	3,37	mg/Kg	0,1	0,017	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:39
Zinco total	65,8	mg/Kg	0,5	0,39	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:39

Preparo de Amostra		
Parâmetro	Método	Data de Realização
Preparo de Amostra - Metais Digeri	SMEWW 3030A,B,D,E,F e G Ed. 22	02/10/2017 11:46

## Legendas

(-): Não Aplicável.

L.Q.: Limite de Quantificação.

U: Incerteza expandida ( U ) baseada em uma incerteza padronizada combinada multiplicada por um fator de abrangência k = 2, para um nível de confiança de aproximadamente 95%.

SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

## Informações

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam somente à(s) amostra(s) analisada(s).

Este relatório somente poderá ser reproduzido na íntegra, qualquer alteração ou reprodução parcial somente com autorização prévia por escrito do Laboratório.





**Código para verificação de autenticidade deste documento: 48E2FB6CF877135494606E1C9D16225728693056**

Instruções para a verificação de autenticidade de documentos

1º - Acesse a página <http://relatoriодensaios.controleanalitico.com.br>

2º - Clique na opção "Validar Laudo"

3º - Digite o número da Amostra juntamente com os últimos 6 dígitos de autenticidade

4º - Clique em Validar

Engenheiro(a) Químico(a) Ellsângela  
Fabiana Delfino Dias  
CRQ IV-04365276  
Analista de Controle de Qualidade

Emissão: 19/10/2017



Dados Referentes ao Contratante			
Nome/Razão Social	Francisco Carlos da Silva	CNPJ/CPF	066.513.508-46
Endereço	R. São Tibúrcio, 295 - Jardim Três Marias - São Paulo/SP		
Contato	Francisco Carlos da Silva	E-Mail	fracarlos@hotmail.com
		Tel:	

Dados Referentes à Amostra		
Número da Amostra	41842/2017	Data e Hora do Recebimento
		29/09/2017 10:00

Dados Referentes à Coleta			
Coletor	Coleta Realizada pelo cliente	Data e Hora da Coleta	14/07/2017 00:00
Identificação do Ponto	Controle 2 - 1,4-1,5		
Tipo de Amostra	Solo	Chuva	-
		Chuva nas Últimas 24h	NI
Método de amostragem	A descrição do material ensaiado, plano e procedimento de amostragem são de inteira responsabilidade do cliente.	Plano de amostragem	-

## Ensaio realizado nas instalações da Controle Analítico

Metals Totais						
Parâmetro	Resultado	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Arsênio total	<LQ	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:39
Bário total	121	mg/Kg	0,1	0,16	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:39
Cádmio total	1,24	mg/Kg	0,02	0,0017	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:41
Chumbo total	37,03	mg/Kg	0,1	0,037	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:41
Cobalto total	17,18	mg/Kg	0,1	0,050	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:41
Cobre total	8,97	mg/Kg	0,1	0,0077	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:41
Cromo total	11,1	mg/Kg	0,5	0,056	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:41
Fósforo total	168	mg/Kg	0,1	0,15	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:41
Manganês total	151	mg/Kg	0,5	0,14	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:41
Molibdênio total	<LQ	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:42
Níquel total	3,70	mg/Kg	0,1	0,018	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:42
Zinco total	95,8	mg/Kg	0,5	0,56	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:42

Preparo de Amostra		
Parâmetro	Método	Data de Realização
Preparo de Amostra - Metais Digeri	SMEWW 3030A,B,D,E,F e G Ed. 22	02/10/2017 11:46

## Legendas

(-): Não Aplicável.

L.Q.: Limite de Quantificação.

U: Incerteza expandida ( U ) baseada em uma incerteza padronizada combinada multiplicada por um fator de abrangência k = 2, para um nível de confiança de aproximadamente 95%.

SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

## Informações

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam somente à(s) amostra(s) analisada(s).

Este relatório somente poderá ser reproduzido na íntegra, qualquer alteração ou reprodução parcial somente com autorização prévia por escrito do Laboratório.



**Código para verificação de autenticidade deste documento: 74BD753BD9BCDDF9C62D5BD6C63C7A93553C2C21**

Instruções para a verificação de autenticidade de documentos

1º - Acesse a página <http://relatoriодensaios.controleanalitico.com.br>

2º - Clique na opção "Validar Laudo"

3º - Digite o número da Amostra juntamente com os últimos 6 dígitos de autenticidade

4º - Clique em Validar

Engenheiro(a) Químico(a) Ellsângela  
Fabiana Delfino Dias  
CRQ IV-04365276  
Analista de Controle de Qualidade



Emissão: 19/10/2017

Dados Referentes ao Contratante			
Nome/Razão Social	Francisco Carlos da Silva	CNPJ/CPF	066.513.508-46
Endereço	R. São Tibúrcio, 295 - Jardim Três Marias - São Paulo/SP		
Contato	Francisco Carlos da Silva	E-Mail	fracarlos@hotmail.com
		Tel:	

Dados Referentes à Amostra		
Número da Amostra	41843/2017	Data e Hora do Recebimento
		29/09/2017 10:00

Dados Referentes à Coleta			
Coletor	Coleta Realizada pelo cliente	Data e Hora da Coleta	14/07/2017 00:00
Identificação do Ponto	Controle 2 - 1,9-2,0		
Tipo de Amostra	Solo	Chuva	-
		Chuva nas Últimas 24h	NI
Método de amostragem	A descrição do material ensaiado, plano e procedimento de amostragem são de inteira responsabilidade do cliente.	Plano de amostragem	-

## Ensaio realizado nas instalações da Controle Analítico

Metals Totais						
Parâmetro	Resultado	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Arsênio total	<LQ	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:42
Bário total	137	mg/Kg	0,1	0,18	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:42
Cádmio total	1,50	mg/Kg	0,02	0,0021	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:43
Chumbo total	33,47	mg/Kg	0,1	0,033	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:43
Cobalto total	25,22	mg/Kg	0,1	0,073	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:43
Cobre total	8,94	mg/Kg	0,1	0,0077	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:43
Cromo total	21,0	mg/Kg	0,5	0,11	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:43
Fósforo total	167	mg/Kg	0,1	0,15	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:43
Manganês total	229	mg/Kg	0,5	0,22	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:43
Molibdênio total	<LQ	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:43
Níquel total	10,71	mg/Kg	0,1	0,054	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:44
Zinco total	234	mg/Kg	0,5	1,4	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:44

Preparo de Amostra		
Parâmetro	Método	Data de Realização
Preparo de Amostra - Metais Digeri	SMEWW 3030A,B,D,E,F e G Ed. 22	02/10/2017 11:46

## Legendas

(-): Não Aplicável.

L.Q.: Limite de Quantificação.

U: Incerteza expandida ( U ) baseada em uma incerteza padronizada combinada multiplicada por um fator de abrangência k = 2, para um nível de confiança de aproximadamente 95%.

SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

## Informações

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam somente à(s) amostra(s) analisada(s).

Este relatório somente poderá ser reproduzido na íntegra, qualquer alteração ou reprodução parcial somente com autorização prévia por escrito do Laboratório.



**Código para verificação de autenticidade deste documento: 3DB2DF85160DA6C31D5F62340D7ABC45190104F0**

Instruções para a verificação de autenticidade de documentos

1º - Acesse a página <http://relatoriодensaios.controleanalitico.com.br>

2º - Clique na opção "Validar Laudo"

3º - Digite o número da Amostra juntamente com os últimos 6 dígitos de autenticidade

4º - Clique em Validar

Engenheiro(a) Químico(a) Ellsângela  
Fabiana Delfino Dias  
CRQ IV-04365276  
Analista de Controle de Qualidade

Emissão: 19/10/2017



Dados Referentes ao Contratante			
Nome/Razão Social	Francisco Carlos da Silva	CNPJ/CPF	066.513.508-46
Endereço	R. São Tibúrcio, 295 - Jardim Três Marias - São Paulo/SP		
Contato	Francisco Carlos da Silva	E-Mail	fracarlos@hotmail.com
		Tel:	

Dados Referentes à Amostra			
Número da Amostra	41844/2017	Data e Hora do Recebimento	29/09/2017 10:00

Dados Referentes à Coleta			
Coletor	Coleta Realizada pelo cliente	Data e Hora da Coleta	14/07/2017 00:00
Identificação do Ponto	Controle 2 - 2,4-2,5		
Tipo de Amostra	Solo	Chuva	-
		Chuva nas Últimas 24h	NI
Método de amostragem	A descrição do material ensaiado, plano e procedimento de amostragem são de inteira responsabilidade do cliente.	Plano de amostragem	-

## Ensaio realizado nas instalações da Controle Analítico

Metals Totais						
Parâmetro	Resultado	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Arsênio total	<LQ	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:44
Bário total	220	mg/Kg	0,1	0,29	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:45
Cádmio total	2,06	mg/Kg	0,02	0,0029	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:45
Chumbo total	45,06	mg/Kg	0,1	0,045	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:45
Cobalto total	48,33	mg/Kg	0,1	0,14	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:45
Cobre total	15,93	mg/Kg	0,1	0,014	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:45
Cromo total	19,8	mg/Kg	0,5	0,099	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:45
Fósforo total	272	mg/Kg	0,1	0,24	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:45
Manganês total	534	mg/Kg	0,5	0,50	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:45
Molibdênio total	<LQ	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:45
Níquel total	11,10	mg/Kg	0,1	0,055	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:46
Zinco total	214	mg/Kg	0,5	1,3	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:46

Preparo de Amostra		
Parâmetro	Método	Data de Realização
Preparo de Amostra - Metais Digeri	SMEWW 3030A,B,D,E,F e G Ed. 22	02/10/2017 11:46

## Legendas

( - ): Não Aplicável.

L.Q.: Limite de Quantificação.

U: Incerteza expandida ( U ) baseada em uma incerteza padronizada combinada multiplicada por um fator de abrangência k = 2, para um nível de confiança de aproximadamente 95%.

SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

## Informações

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam somente à(s) amostra(s) analisada(s).

Este relatório somente poderá ser reproduzido na íntegra, qualquer alteração ou reprodução parcial somente com autorização prévia por escrito do Laboratório.





**Código para verificação de autenticidade deste documento: AEE27CC7BBF30868A87C26414901D0043505083B**

Instruções para a verificação de autenticidade de documentos

1º - Acesse a página <http://relatoriодensaioѕ.controleanalitico.com.br>

2º - Clique na opção "Validar Laudo"

3º - Digite o número da Amostra juntamente com os últimos 6 dígitos de autenticidade

4º - Clique em Validar

Engenheiro(a) Químico(a) Ellsângela  
Fabiana Delfino Dias  
CRQ IV-04365276  
Analista de Controle de Qualidade



Emissão: 19/10/2017

Dados Referentes ao Contratante			
Nome/Razão Social	Francisco Carlos da Silva	CNPJ/CPF	066.513.508-46
Endereço	R. São Tibúrcio, 295 - Jardim Três Marias - São Paulo/SP		
Contato	Francisco Carlos da Silva	E-Mail	fracarlos@hotmail.com
		Tel:	

Dados Referentes à Amostra		
Número da Amostra	41845/2017	Data e Hora do Recebimento
		29/09/2017 10:00

Dados Referentes à Coleta			
Coletor	Coleta Realizada pelo cliente	Data e Hora da Coleta	14/07/2017 00:00
Identificação do Ponto	Controle 2 - 2,9-3,0		
Tipo de Amostra	Solo	Chuva	-
		Chuva nas Últimas 24h	NI
Método de amostragem	A descrição do material ensaiado, plano e procedimento de amostragem são de inteira responsabilidade do cliente.	Plano de amostragem	-

## Ensaio realizado nas instalações da Controle Analítico

Metals Totais						
Parâmetro	Resultado	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Arsênio total	<LQ	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:46
Bário total	193	mg/Kg	0,1	0,25	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:46
Cádmio total	1,96	mg/Kg	0,02	0,0027	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:46
Chumbo total	44,44	mg/Kg	0,1	0,044	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:46
Cobalto total	29,76	mg/Kg	0,1	0,086	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:46
Cobre total	23,46	mg/Kg	0,1	0,020	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:46
Cromo total	27,6	mg/Kg	0,5	0,14	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:46
Fósforo total	173	mg/Kg	0,1	0,15	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:47
Manganês total	317	mg/Kg	0,5	0,30	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:47
Molibdênio total	<LQ	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:47
Níquel total	16,63	mg/Kg	0,1	0,083	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:47
Zinco total	201	mg/Kg	0,5	1,2	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:47

Preparo de Amostra		
Parâmetro	Método	Data de Realização
Preparo de Amostra - Metais Digeri	SMEWW 3030A,B,D,E,F e G Ed. 22	02/10/2017 11:46

## Legendas

(-): Não Aplicável.

L.Q.: Limite de Quantificação.

U: Incerteza expandida ( U ) baseada em uma incerteza padronizada combinada multiplicada por um fator de abrangência k = 2, para um nível de confiança de aproximadamente 95%.

SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

## Informações

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam somente à(s) amostra(s) analisada(s).

Este relatório somente poderá ser reproduzido na íntegra, qualquer alteração ou reprodução parcial somente com autorização prévia por escrito do Laboratório.





**Código para verificação de autenticidade deste documento: C36C7F21CAB015036889D07A1637D32F0FE04910**

Instruções para a verificação de autenticidade de documentos

1º - Acesse a página <http://relatoriодensaios.controleanalitico.com.br>

2º - Clique na opção "Validar Laudo"

3º - Digite o número da Amostra juntamente com os últimos 6 dígitos de autenticidade

4º - Clique em Validar

Engenheiro(a) Químico(a) Ellsângela  
Fabiana Delfino Dias  
CRQ IV-04365276  
Analista de Controle de Qualidade



Dados Referentes ao Contratante			
Nome/Razão Social	Francisco Carlos da Silva	CNPJ/CPF	066.513.508-46
Endereço	R. São Tibúrcio, 295 - Jardim Três Marias - São Paulo/SP		
Contato	Francisco Carlos da Silva	E-Mail	fracarlos@hotmail.com
		Tel:	

Dados Referentes à Amostra		
Número da Amostra	41846/2017	Data e Hora do Recebimento
		29/09/2017 10:00

Dados Referentes à Coleta			
Coletor	Coleta Realizada pelo cliente	Data e Hora da Coleta	14/07/2017 00:00
Identificação do Ponto	Anomalia A3 - 0,0-0,1		
Tipo de Amostra	Solo	Chuva	-
		Chuva nas Últimas 24h	NI
Método de amostragem	A descrição do material ensaiado, plano e procedimento de amostragem são de inteira responsabilidade do cliente.	Plano de amostragem	-

## Ensaio realizado nas instalações da Controle Analítico

Metals Totais						
Parâmetro	Resultado	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Arsênio total	<LQ	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:48
Bário total	107	mg/Kg	0,1	0,14	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:49
Cádmio total	<LQ	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:49
Chumbo total	43,79	mg/Kg	0,1	0,044	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:49
Cobalto total	7,42	mg/Kg	0,1	0,022	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:49
Cobre total	16,68	mg/Kg	0,1	0,014	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:49
Cromo total	20,3	mg/Kg	0,5	0,10	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:53
Fósforo total	308	mg/Kg	0,1	0,27	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:53
Manganês total	112	mg/Kg	0,5	0,10	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:54
Molibdênio total	0,53	mg/Kg	0,5	0,00053	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:54
Níquel total	4,26	mg/Kg	0,1	0,021	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:54
Zinco total	49,7	mg/Kg	0,5	0,29	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:54

Preparo de Amostra		
Parâmetro	Método	Data de Realização
Preparo de Amostra - Metais Digeri	SMEWW 3030A,B,D,E,F e G Ed. 22	02/10/2017 11:46

## Legendas

(-): Não Aplicável.

L.Q.: Limite de Quantificação.

U: Incerteza expandida ( U ) baseada em uma incerteza padronizada combinada multiplicada por um fator de abrangência k = 2, para um nível de confiança de aproximadamente 95%.

SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

## Informações

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam somente à(s) amostra(s) analisada(s).

Este relatório somente poderá ser reproduzido na íntegra, qualquer alteração ou reprodução parcial somente com autorização prévia por escrito do Laboratório.

Este relatório cancela e substitui as suas revisões emitidas anteriormente.



**Código para verificação de autenticidade deste documento: EE55EEB2280A9290293B68BC67AD117038B118CE**

Instruções para a verificação de autenticidade de documentos

1º - Acesse a página <http://relatorioidensaios.controleanalitico.com.br>

2º - Clique na opção "Validar Laudo"

3º - Digite o número da Amostra juntamente com os últimos 6 dígitos de autenticidade

4º - Clique em Validar

Química Josy Rodrigues de Sousa  
CRQ IV-04262500  
Analista de Controle de Qualidade



Dados Referentes ao Contratante			
Nome/Razão Social	Francisco Carlos da Silva	CNPJ/CPF	066.513.508-46
Endereço	R. São Tibúrcio, 295 - Jardim Três Marias - São Paulo/SP		
Contato	Francisco Carlos da Silva	E-Mail	fracarlos@hotmail.com
		Tel:	

Dados Referentes à Amostra			
Número da Amostra	41847/2017	Data e Hora do Recebimento	29/09/2017 10:00

Dados Referentes à Coleta			
Coletor	Coleta Realizada pelo cliente	Data e Hora da Coleta	14/07/2017 00:00
Identificação do Ponto	Anomalia A3 - 0,4-0,5		
Tipo de Amostra	Solo	Chuva	-
		Chuva nas Últimas 24h	NI
Método de amostragem	A descrição do material ensaiado, plano e procedimento de amostragem são de inteira responsabilidade do cliente.	Plano de amostragem	-

## Ensaio realizado nas instalações da Controle Analítico

Metals Totais						
Parâmetro	Resultado	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Arsênio total	<LQ	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:54
Bário total	123	mg/Kg	0,1	0,16	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:54
Cádmio total	<LQ	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:55
Chumbo total	34,60	mg/Kg	0,1	0,035	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:55
Cobalto total	11,12	mg/Kg	0,1	0,032	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:55
Cobre total	25,27	mg/Kg	0,1	0,022	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:55
Cromo total	25,6	mg/Kg	0,5	0,13	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:55
Fósforo total	238	mg/Kg	0,1	0,21	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:55
Manganês total	160	mg/Kg	0,5	0,15	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:55
Molibdênio total	<LQ	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:55
Níquel total	4,87	mg/Kg	0,1	0,024	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:57
Zinco total	86,4	mg/Kg	0,5	0,51	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:57

Preparo de Amostra		
Parâmetro	Método	Data de Realização
Preparo de Amostra - Metais Digeri	SMEWW 3030A,B,D,E,F e G Ed. 22	02/10/2017 11:46

## Legendas

(-): Não Aplicável.

L.Q.: Limite de Quantificação.

U: Incerteza expandida ( U ) baseada em uma incerteza padronizada combinada multiplicada por um fator de abrangência k = 2, para um nível de confiança de aproximadamente 95%.

SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

## Informações

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam somente à(s) amostra(s) analisada(s).

Este relatório somente poderá ser reproduzido na íntegra, qualquer alteração ou reprodução parcial somente com autorização prévia por escrito do Laboratório.

Este relatório cancela e substitui as suas revisões emitidas anteriormente.



Código para verificação de autenticidade deste documento: 60A3FB52AF76B3D93DD1A07039E0CAF0C25CA299

Instruções para a verificação de autenticidade de documentos

1º - Acesse a página <http://relatorioidensaios.controleanalitico.com.br>

2º - Clique na opção "Validar Laudo"

3º - Digite o número da Amostra juntamente com os últimos 6 dígitos de autenticidade

4º - Clique em Validar

Química Josy Rodrigues de Sousa  
CRQ IV-04262500  
Analista de Controle de Qualidade



Dados Referentes ao Contratante			
Nome/Razão Social	Francisco Carlos da Silva	CNPJ/CPF	066.513.508-46
Endereço	R. São Tibúrcio, 295 - Jardim Três Marias - São Paulo/SP		
Contato	Francisco Carlos da Silva	E-Mail	fracarlos@hotmail.com
		Tel:	

Dados Referentes à Amostra		
Número da Amostra	41848/2017	Data e Hora do Recebimento
		29/09/2017 10:00

Dados Referentes à Coleta			
Coletor	Coleta Realizada pelo cliente	Data e Hora da Coleta	14/07/2017 00:00
Identificação do Ponto	Anomalia A3 - 0,9-1,0		
Tipo de Amostra	Solo	Chuva	-
		Chuva nas Últimas 24h	NI
Método de amostragem	A descrição do material ensaiado, plano e procedimento de amostragem são de inteira responsabilidade do cliente.	Plano de amostragem	-

## Ensaio realizado nas instalações da Controle Analítico

Metals Totais						
Parâmetro	Resultado	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Arsênio total	<LQ	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:58
Bário total	136	mg/Kg	0,1	0,18	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:59
Cádmio total	<LQ	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 10:59
Chumbo total	33,21	mg/Kg	0,1	0,033	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:00
Cobalto total	14,34	mg/Kg	0,1	0,042	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:00
Cobre total	30,06	mg/Kg	0,1	0,026	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:00
Cromo total	24,8	mg/Kg	0,5	0,12	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:00
Fósforo total	303	mg/Kg	0,1	0,27	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:00
Manganês total	197	mg/Kg	0,5	0,19	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:00
Molibdênio total	<LQ	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:00
Níquel total	5,23	mg/Kg	0,1	0,026	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:00
Zinco total	113	mg/Kg	0,5	0,66	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:01

Preparo de Amostra		
Parâmetro	Método	Data de Realização
Preparo de Amostra - Metais Digeri	SMEWW 3030A,B,D,E,F e G Ed. 22	02/10/2017 15:46

## Legendas

(-): Não Aplicável.

L.Q.: Limite de Quantificação.

U: Incerteza expandida ( U ) baseada em uma incerteza padronizada combinada multiplicada por um fator de abrangência k = 2, para um nível de confiança de aproximadamente 95%.

SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

## Informações

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam somente à(s) amostra(s) analisada(s).

Este relatório somente poderá ser reproduzido na íntegra, qualquer alteração ou reprodução parcial somente com autorização prévia por escrito do Laboratório.

Este relatório cancela e substitui as suas revisões emitidas anteriormente.





**Código para verificação de autenticidade deste documento: 868F9748417A628139896206504105145C5A3DFD**

Instruções para a verificação de autenticidade de documentos

1º - Acesse a página <http://relatoriодensaioѕ.controleanalitico.com.br>

2º - Clique na opção "Validar Laudo"

3º - Digite o número da Amostra juntamente com os últimos 6 dígitos de autenticidade

4º - Clique em Validar

Química Josy Rodrigues de Sousa  
CRQ IV-04262500  
Analista de Controle de Qualidade



Dados Referentes ao Contratante			
Nome/Razão Social	Francisco Carlos da Silva	CNPJ/CPF	066.513.508-46
Endereço	R. São Tibúrcio, 295 - Jardim Três Marias - São Paulo/SP		
Contato	Francisco Carlos da Silva	E-Mail	fracarlos@hotmail.com
		Tel:	

Dados Referentes à Amostra		
Número da Amostra	41849/2017	Data e Hora do Recebimento
		29/09/2017 10:00

Dados Referentes à Coleta			
Coletor	Coleta Realizada pelo cliente	Data e Hora da Coleta	14/07/2017 00:00
Identificação do Ponto	Anomalia A3 - 1,4-1,5		
Tipo de Amostra	Solo	Chuva	-
		Chuva nas Últimas 24h	NI
Método de amostragem	A descrição do material ensaiado, plano e procedimento de amostragem são de inteira responsabilidade do cliente.	Plano de amostragem	-

## Ensaio realizado nas instalações da Controle Analítico

Metals Totais						
Parâmetro	Resultado	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Arsênio total	<LQ	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:01
Bário total	123	mg/Kg	0,1	0,16	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:01
Cádmio total	<LQ	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:01
Chumbo total	30,95	mg/Kg	0,1	0,031	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:01
Cobalto total	13,66	mg/Kg	0,1	0,040	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:01
Cobre total	29,79	mg/Kg	0,1	0,026	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:02
Cromo total	29,7	mg/Kg	0,5	0,15	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:02
Fósforo total	311	mg/Kg	0,1	0,28	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:02
Manganês total	169	mg/Kg	0,5	0,16	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:02
Molibdênio total	<LQ	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:02
Níquel total	5,47	mg/Kg	0,1	0,027	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:02
Zinco total	104	mg/Kg	0,5	0,61	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:02

Preparo de Amostra		
Parâmetro	Método	Data de Realização
Preparo de Amostra - Metais Digeri	SMEWW 3030A,B,D,E,F e G Ed. 22	02/10/2017 15:46

## Legendas

(-): Não Aplicável.

L.Q.: Limite de Quantificação.

U: Incerteza expandida ( U ) baseada em uma incerteza padronizada combinada multiplicada por um fator de abrangência  $k = 2$ , para um nível de confiança de aproximadamente 95%.

SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

## Informações

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam somente à(s) amostra(s) analisada(s).

Este relatório somente poderá ser reproduzido na íntegra, qualquer alteração ou reprodução parcial somente com autorização prévia por escrito do Laboratório.

Este relatório cancela e substitui as suas revisões emitidas anteriormente.





**Código para verificação de autenticidade deste documento: 4302CDD1540B543218A634A25D309B6002FE3F77**

Instruções para a verificação de autenticidade de documentos

1º - Acesse a página <http://relatoriодensaioѕ.controleanalitico.com.br>

2º - Clique na opção "Validar Laudo"

3º - Digite o número da Amostra juntamente com os últimos 6 dígitos de autenticidade

4º - Clique em Validar

Química Josy Rodrigues de Sousa  
CRQ IV-04262500  
Analista de Controle de Qualidade



Dados Referentes ao Contratante			
Nome/Razão Social	Francisco Carlos da Silva	CNPJ/CPF	066.513.508-46
Endereço	R. São Tibúrcio, 295 - Jardim Três Marias - São Paulo/SP		
Contato	Francisco Carlos da Silva	E-Mail	fracarlos@hotmail.com
		Tel:	

Dados Referentes à Amostra			
Número da Amostra	41850/2017	Data e Hora do Recebimento	29/09/2017 10:00

Dados Referentes à Coleta			
Coletor	Coleta Realizada pelo cliente	Data e Hora da Coleta	14/07/2017 00:00
Identificação do Ponto	Anomalia A3 - 1,9-2,0		
Tipo de Amostra	Solo	Chuva	-
		Chuva nas Últimas 24h	NI
Método de amostragem	A descrição do material ensaiado, plano e procedimento de amostragem são de inteira responsabilidade do cliente.	Plano de amostragem	-

## Ensaio realizado nas instalações da Controle Analítico

Metals Totais						
Parâmetro	Resultado	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Arsênio total	<LQ	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:03
Bário total	160	mg/Kg	0,1	0,21	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:03
Cádmio total	<LQ	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:03
Chumbo total	36,39	mg/Kg	0,1	0,036	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:03
Cobalto total	10,50	mg/Kg	0,1	0,030	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:03
Cobre total	15,67	mg/Kg	0,1	0,013	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:03
Cromo total	18,6	mg/Kg	0,5	0,093	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:04
Fósforo total	179	mg/Kg	0,1	0,16	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:04
Manganês total	108	mg/Kg	0,5	0,10	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:05
Molibdênio total	<LQ	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:05
Níquel total	4,55	mg/Kg	0,1	0,023	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:12
Zinco total	96,4	mg/Kg	0,5	0,56	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:12

Preparo de Amostra		
Parâmetro	Método	Data de Realização
Preparo de Amostra - Metais Digeri	SMEWW 3030A,B,D,E,F e G Ed. 22	02/10/2017 15:46

## Legendas

(-): Não Aplicável.

L.Q.: Limite de Quantificação.

U: Incerteza expandida ( U ) baseada em uma incerteza padronizada combinada multiplicada por um fator de abrangência k = 2, para um nível de confiança de aproximadamente 95%.

SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

## Informações

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam somente à(s) amostra(s) analisada(s).

Este relatório somente poderá ser reproduzido na íntegra, qualquer alteração ou reprodução parcial somente com autorização prévia por escrito do Laboratório.

Este relatório cancela e substitui as suas revisões emitidas anteriormente.



**Código para verificação de autenticidade deste documento: 169446CB0491F8F778CAA53C81F701A9C434E158**

Instruções para a verificação de autenticidade de documentos

1º - Acesse a página <http://relatoriодensaioѕ.controleanalitico.com.br>

2º - Clique na opção "Validar Laudo"

3º - Digite o número da Amostra juntamente com os últimos 6 dígitos de autenticidade

4º - Clique em Validar

Química Josy Rodrigues de Sousa  
CRQ IV-04262500  
Analista de Controle de Qualidade



Emissão: 22/01/2018

Dados Referentes ao Contratante			
Nome/Razão Social	Francisco Carlos da Silva	CNPJ/CPF	066.513.508-46
Endereço	R. São Tibúrcio, 295 - Jardim Três Marias - São Paulo/SP		
Contato	Francisco Carlos da Silva	E-Mail	fracarlos@hotmail.com
		Tel:	

Dados Referentes à Amostra			
Número da Amostra	41851/2017	Data e Hora do Recebimento	29/09/2017 10:00

Dados Referentes à Coleta			
Coletor	Coleta Realizada pelo cliente	Data e Hora da Coleta	14/07/2017 00:00
Identificação do Ponto	Anomalia A3 - 2,4-2,5		
Tipo de Amostra	Solo	Chuva	-
		Chuva nas Últimas 24h	NI
Método de amostragem	A descrição do material ensaiado, plano e procedimento de amostragem são de inteira responsabilidade do cliente.	Plano de amostragem	-

## Ensaio realizado nas instalações da Controle Analítico

Metals Totais						
Parâmetro	Resultado	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Arsênio total	<LQ	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:13
Bário total	217	mg/Kg	0,1	0,28	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:13
Cádmio total	<LQ	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:13
Chumbo total	43,79	mg/Kg	0,1	0,044	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:13
Cobalto total	11,13	mg/Kg	0,1	0,032	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:13
Cobre total	13,31	mg/Kg	0,1	0,011	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:13
Cromo total	14,9	mg/Kg	0,5	0,075	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:13
Fósforo total	240	mg/Kg	0,1	0,21	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:14
Manganês total	123	mg/Kg	0,5	0,12	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:14
Molibdênio total	<LQ	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:28
Níquel total	4,43	mg/Kg	0,1	0,022	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:28
Zinco total	110	mg/Kg	0,5	0,65	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:28

Preparo de Amostra		
Parâmetro	Método	Data de Realização
Preparo de Amostra - Metais Digeri	SMEWW 3030A,B,D,E,F e G Ed. 22	02/10/2017 15:46

## Legendas

(-): Não Aplicável.

L.Q.: Limite de Quantificação.

U: Incerteza expandida ( U ) baseada em uma incerteza padronizada combinada multiplicada por um fator de abrangência k = 2, para um nível de confiança de aproximadamente 95%.

SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

## Informações

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam somente à(s) amostra(s) analisada(s).

Este relatório somente poderá ser reproduzido na íntegra, qualquer alteração ou reprodução parcial somente com autorização prévia por escrito do Laboratório.

Este relatório cancela e substitui as suas revisões emitidas anteriormente.



**Código para verificação de autenticidade deste documento: 106901A4562989C7B31B824BA9FA931B492B6D53**

Instruções para a verificação de autenticidade de documentos

1º - Acesse a página <http://relatoriодensaioѕ.controleanalitico.com.br>

2º - Clique na opção "Validar Laudo"

3º - Digite o número da Amostra juntamente com os últimos 6 dígitos de autenticidade

4º - Clique em Validar

Química Josy Rodrigues de Sousa  
CRQ IV-04262500  
Analista de Controle de Qualidade



Dados Referentes ao Contratante			
Nome/Razão Social	Francisco Carlos da Silva	CNPJ/CPF	066.513.508-46
Endereço	R. São Tibúrcio, 295 - Jardim Três Marias - São Paulo/SP		
Contato	Francisco Carlos da Silva	E-Mail	fracarlos@hotmail.com
		Tel:	

Dados Referentes à Amostra		
Número da Amostra	41852/2017	Data e Hora do Recebimento
		29/09/2017 10:00

Dados Referentes à Coleta			
Coletor	Coleta Realizada pelo cliente	Data e Hora da Coleta	14/07/2017 00:00
Identificação do Ponto	Anomalia A3 - 2,9-3,0		
Tipo de Amostra	Solo	Chuva	-
		Chuva nas Últimas 24h	NI
Método de amostragem	A descrição do material ensaiado, plano e procedimento de amostragem são de inteira responsabilidade do cliente.	Plano de amostragem	-

## Ensaio realizado nas instalações da Controle Analítico

Metals Totais						
Parâmetro	Resultado	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Arsênio total	<LQ	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:40
Bário total	195	mg/Kg	0,1	0,25	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:40
Cádmio total	<LQ	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:40
Chumbo total	42,86	mg/Kg	0,1	0,043	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:40
Cobalto total	11,50	mg/Kg	0,1	0,033	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:40
Cobre total	8,79	mg/Kg	0,1	0,0076	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:40
Cromo total	14,2	mg/Kg	0,5	0,071	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:41
Fósforo total	164	mg/Kg	0,1	0,15	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:41
Manganês total	98,1	mg/Kg	0,5	0,092	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:41
Molibdênio total	<LQ	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:41
Níquel total	4,33	mg/Kg	0,1	0,022	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:41
Zinco total	102	mg/Kg	0,5	0,60	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:41

Preparo de Amostra		
Parâmetro	Método	Data de Realização
Preparo de Amostra - Metais Digeri	SMEWW 3030A,B,D,E,F e G Ed. 22	02/10/2017 15:46

## Legendas

(-): Não Aplicável.

L.Q.: Limite de Quantificação.

U: Incerteza expandida ( U ) baseada em uma incerteza padronizada combinada multiplicada por um fator de abrangência k = 2, para um nível de confiança de aproximadamente 95%.

SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

## Informações

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam somente à(s) amostra(s) analisada(s).

Este relatório somente poderá ser reproduzido na íntegra, qualquer alteração ou reprodução parcial somente com autorização prévia por escrito do Laboratório.

Este relatório cancela e substitui as suas revisões emitidas anteriormente.





**Código para verificação de autenticidade deste documento: 871C529A2A547150132AD52011AF79F7ED8ACA1C**

Instruções para a verificação de autenticidade de documentos

1º - Acesse a página <http://relatoriодensaioѕ.controleanalitico.com.br>

2º - Clique na opção "Validar Laudo"

3º - Digite o número da Amostra juntamente com os últimos 6 dígitos de autenticidade

4º - Clique em Validar

Química Josy Rodrigues de Sousa  
CRQ IV-04262500  
Analista de Controle de Qualidade





Dados Referentes ao Contratante			
Nome/Razão Social	Francisco Carlos da Silva	CNPJ/CPF	066.513.508-46
Endereço	R. São Tibúrcio, 295 - Jardim Três Marias - São Paulo/SP		
Contato	Francisco Carlos da Silva	E-Mail	fracarlos@hotmail.com
		Tel:	

Dados Referentes à Amostra		
Número da Amostra	41853/2017	Data e Hora do Recebimento
		29/09/2017 10:00

Dados Referentes à Coleta			
Coletor	Coleta Realizada pelo cliente	Data e Hora da Coleta	14/07/2017 00:00
Identificação do Ponto	Anomalia B - 0,0-0,1		
Tipo de Amostra	Solo	Chuva	-
		Chuva nas Últimas 24h	NI
Método de amostragem	A descrição do material ensaiado, plano e procedimento de amostragem são de inteira responsabilidade do cliente.	Plano de amostragem	-

## Ensaio realizado nas instalações da Controle Analítico

Metals Totais						
Parâmetro	Resultado	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Arsênio total	<LQ	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:41
Bário total	58,92	mg/Kg	0,1	0,077	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:42
Cádmio total	<LQ	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:42
Chumbo total	41,79	mg/Kg	0,1	0,042	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:42
Cobalto total	5,08	mg/Kg	0,1	0,015	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:42
Cobre total	16,68	mg/Kg	0,1	0,014	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:42
Cromo total	17,0	mg/Kg	0,5	0,085	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:42
Fósforo total	294	mg/Kg	0,1	0,26	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:42
Manganês total	138	mg/Kg	0,5	0,13	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:42
Molibdênio total	1,44	mg/Kg	0,5	0,0014	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:43
Níquel total	2,36	mg/Kg	0,1	0,012	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:43
Zinco total	37,6	mg/Kg	0,5	0,22	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:43

Preparo de Amostra		
Parâmetro	Método	Data de Realização
Preparo de Amostra - Metais Digeri	SMEWW 3030A,B,D,E,F e G Ed. 22	02/10/2017 15:46

## Legendas

( - ): Não Aplicável.

L.Q.: Limite de Quantificação.

U: Incerteza expandida ( U ) baseada em uma incerteza padronizada combinada multiplicada por um fator de abrangência k = 2, para um nível de confiança de aproximadamente 95%.

SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

## Informações

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam somente à(s) amostra(s) analisada(s).

Este relatório somente poderá ser reproduzido na íntegra, qualquer alteração ou reprodução parcial somente com autorização prévia por escrito do Laboratório.

Este relatório cancela e substitui as suas revisões emitidas anteriormente.



**Código para verificação de autenticidade deste documento: 7D16CA52F763CA6920B61959292DF53673E063C6**

Instruções para a verificação de autenticidade de documentos

1º - Acesse a página <http://relatoriодensaioѕ.controleanalitico.com.br>

2º - Clique na opção "Validar Laudo"

3º - Digite o número da Amostra juntamente com os últimos 6 dígitos de autenticidade

4º - Clique em Validar

Química Josy Rodrigues de Sousa  
CRQ IV-04262500  
Analista de Controle de Qualidade



Dados Referentes ao Contratante			
Nome/Razão Social	Francisco Carlos da Silva	CNPJ/CPF	066.513.508-46
Endereço	R. São Tibúrcio, 295 - Jardim Três Marias - São Paulo/SP		
Contato	Francisco Carlos da Silva	E-Mail	fracarlos@hotmail.com
		Tel:	

Dados Referentes à Amostra			
Número da Amostra	41854/2017	Data e Hora do Recebimento	29/09/2017 10:00

Dados Referentes à Coleta			
Coletor	Coleta Realizada pelo cliente	Data e Hora da Coleta	14/07/2017 00:00
Identificação do Ponto	Anomalia B - 0,4-0,5		
Tipo de Amostra	Solo	Chuva	-
		Chuva nas Últimas 24h	NI
Método de amostragem	A descrição do material ensaiado, plano e procedimento de amostragem são de inteira responsabilidade do cliente.	Plano de amostragem	-

## Ensaio realizado nas instalações da Controle Analítico

Metals Totais						
Parâmetro	Resultado	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Arsênio total	<LQ	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:43
Bário total	29,83	mg/Kg	0,1	0,039	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:43
Cádmio total	<LQ	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:43
Chumbo total	30,87	mg/Kg	0,1	0,031	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:43
Cobalto total	2,93	mg/Kg	0,1	0,0085	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:43
Cobre total	7,11	mg/Kg	0,1	0,0061	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:43
Cromo total	9,08	mg/Kg	0,5	0,045	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:43
Fósforo total	150	mg/Kg	0,1	0,13	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:44
Manganês total	142	mg/Kg	0,5	0,13	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:44
Molibdênio total	1,10	mg/Kg	0,5	0,0011	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:44
Níquel total	1,55	mg/Kg	0,1	0,0078	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:44
Zinco total	9,90	mg/Kg	0,5	0,058	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:44

Preparo de Amostra		
Parâmetro	Método	Data de Realização
Preparo de Amostra - Metais Digeri	SMEWW 3030A,B,D,E,F e G Ed. 22	02/10/2017 15:46

## Legendas

(-): Não Aplicável.

L.Q.: Limite de Quantificação.

U: Incerteza expandida ( U ) baseada em uma incerteza padronizada combinada multiplicada por um fator de abrangência k = 2, para um nível de confiança de aproximadamente 95%.

SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

## Informações

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam somente à(s) amostra(s) analisada(s).

Este relatório somente poderá ser reproduzido na íntegra, qualquer alteração ou reprodução parcial somente com autorização prévia por escrito do Laboratório.

Este relatório cancela e substitui as suas revisões emitidas anteriormente.



**Código para verificação de autenticidade deste documento: FB96B8D4C7188C91A9C82E014DCE17B891309E25**

Instruções para a verificação de autenticidade de documentos

1º - Acesse a página <http://relatoriодensaioѕ.controleanalitico.com.br>

2º - Clique na opção "Validar Laudo"

3º - Digite o número da Amostra juntamente com os últimos 6 dígitos de autenticidade

4º - Clique em Validar

Química Josy Rodrigues de Sousa  
CRQ IV-04262500  
Analista de Controle de Qualidade



Dados Referentes ao Contratante			
Nome/Razão Social	Francisco Carlos da Silva	CNPJ/CPF	066.513.508-46
Endereço	R. São Tibúrcio, 295 - Jardim Três Marias - São Paulo/SP		
Contato	Francisco Carlos da Silva	E-Mail	fracarlos@hotmail.com
		Tel:	

Dados Referentes à Amostra		
Número da Amostra	41855/2017	Data e Hora do Recebimento
		29/09/2017 10:00

Dados Referentes à Coleta			
Coletor	Coleta Realizada pelo cliente	Data e Hora da Coleta	14/07/2017 00:00
Identificação do Ponto	Anomalia B - 0,9-1,0		
Tipo de Amostra	Solo	Chuva	-
		Chuva nas Últimas 24h	NI
Método de amostragem	A descrição do material ensaiado, plano e procedimento de amostragem são de inteira responsabilidade do cliente.	Plano de amostragem	-

## Ensaio realizado nas instalações da Controle Analítico

Metals Totais						
Parâmetro	Resultado	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Arsênio total	<LQ	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:44
Bário total	22,86	mg/Kg	0,1	0,030	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:45
Cádmio total	<LQ	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:45
Chumbo total	26,66	mg/Kg	0,1	0,027	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:45
Cobalto total	3,21	mg/Kg	0,1	0,0093	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:45
Cobre total	10,09	mg/Kg	0,1	0,0087	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:45
Cromo total	16,9	mg/Kg	0,5	0,084	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:45
Fósforo total	194	mg/Kg	0,1	0,17	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:45
Manganês total	65,5	mg/Kg	0,5	0,062	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:45
Molibdênio total	3,14	mg/Kg	0,5	0,0031	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:45
Níquel total	1,54	mg/Kg	0,1	0,0077	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:45
Zinco total	13,2	mg/Kg	0,5	0,077	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:46

Preparo de Amostra		
Parâmetro	Método	Data de Realização
Preparo de Amostra - Metais Digeri	SMEWW 3030A,B,D,E,F e G Ed. 22	02/10/2017 15:46

## Legendas

(-): Não Aplicável.

L.Q.: Limite de Quantificação.

U: Incerteza expandida ( U ) baseada em uma incerteza padronizada combinada multiplicada por um fator de abrangência k = 2, para um nível de confiança de aproximadamente 95%.

SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

## Informações

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam somente à(s) amostra(s) analisada(s).

Este relatório somente poderá ser reproduzido na íntegra, qualquer alteração ou reprodução parcial somente com autorização prévia por escrito do Laboratório.

Este relatório cancela e substitui as suas revisões emitidas anteriormente.



**Código para verificação de autenticidade deste documento: 1BE799304B44F436310226D61FA4710F912708A2**

Instruções para a verificação de autenticidade de documentos

1º - Acesse a página <http://relatoriодensaios.controleanalitico.com.br>

2º - Clique na opção "Validar Laudo"

3º - Digite o número da Amostra juntamente com os últimos 6 dígitos de autenticidade

4º - Clique em Validar

Química Josy Rodrigues de Sousa  
CRQ IV-04262500  
Analista de Controle de Qualidade





Dados Referentes ao Contratante			
Nome/Razão Social	Francisco Carlos da Silva	CNPJ/CPF	066.513.508-46
Endereço	R. São Tibúrcio, 295 - Jardim Três Marias - São Paulo/SP		
Contato	Francisco Carlos da Silva	E-Mail	fracarlos@hotmail.com
		Tel:	

Dados Referentes à Amostra			
Número da Amostra	41856/2017	Data e Hora do Recebimento	29/09/2017 10:00

Dados Referentes à Coleta			
Coletor	Coleta Realizada pelo cliente	Data e Hora da Coleta	14/07/2017 00:00
Identificação do Ponto	Anomalia B - 1,4-1,5		
Tipo de Amostra	Solo	Chuva	-
		Chuva nas Últimas 24h	NI
Método de amostragem	A descrição do material ensaiado, plano e procedimento de amostragem são de inteira responsabilidade do cliente.	Plano de amostragem	-

## Ensaio realizado nas instalações da Controle Analítico

Metals Totais						
Parâmetro	Resultado	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Arsênio total	<LQ	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:46
Bário total	47,50	mg/Kg	0,1	0,062	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:46
Cádmio total	<LQ	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:46
Chumbo total	40,05	mg/Kg	0,1	0,040	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:46
Cobalto total	11,73	mg/Kg	0,1	0,034	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:46
Cobre total	11,42	mg/Kg	0,1	0,0098	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:46
Cromo total	27,6	mg/Kg	0,5	0,14	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:46
Fósforo total	404	mg/Kg	0,1	0,36	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:47
Manganês total	297	mg/Kg	0,5	0,28	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:47
Molibdênio total	2,95	mg/Kg	0,5	0,0029	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:47
Níquel total	2,36	mg/Kg	0,1	0,012	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:47
Zinco total	50,1	mg/Kg	0,5	0,29	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:47

Preparo de Amostra		
Parâmetro	Método	Data de Realização
Preparo de Amostra - Metais Digeri	SMEWW 3030A,B,D,E,F e G Ed. 22	02/10/2017 15:46

## Legendas

( - ): Não Aplicável.

L.Q.: Limite de Quantificação.

U: Incerteza expandida ( U ) baseada em uma incerteza padronizada combinada multiplicada por um fator de abrangência k = 2, para um nível de confiança de aproximadamente 95%.

SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

## Informações

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam somente à(s) amostra(s) analisada(s).

Este relatório somente poderá ser reproduzido na íntegra, qualquer alteração ou reprodução parcial somente com autorização prévia por escrito do Laboratório.

Este relatório cancela e substitui as suas revisões emitidas anteriormente.





**Código para verificação de autenticidade deste documento: 4A32078E936B695751F1BD12D706329A144F7B92**

Instruções para a verificação de autenticidade de documentos

1º - Acesse a página <http://relatoriодensaioѕ.controleanalitico.com.br>

2º - Clique na opção "Validar Laudo"

3º - Digite o número da Amostra juntamente com os últimos 6 dígitos de autenticidade

4º - Clique em Validar

Química Josy Rodrigues de Sousa  
CRQ IV-04262500  
Analista de Controle de Qualidade



Dados Referentes ao Contratante			
Nome/Razão Social	Francisco Carlos da Silva	CNPJ/CPF	066.513.508-46
Endereço	R. São Tibúrcio, 295 - Jardim Três Marias - São Paulo/SP		
Contato	Francisco Carlos da Silva	E-Mail	fracarlos@hotmail.com
		Tel:	

Dados Referentes à Amostra			
Número da Amostra	41857/2017	Data e Hora do Recebimento	29/09/2017 10:00

Dados Referentes à Coleta			
Coletor	Coleta Realizada pelo cliente	Data e Hora da Coleta	14/07/2017 00:00
Identificação do Ponto	Anomalia B - 1,9-2,0		
Tipo de Amostra	Solo	Chuva	-
		Chuva nas Últimas 24h	NI
Método de amostragem	A descrição do material ensaiado, plano e procedimento de amostragem são de inteira responsabilidade do cliente.	Plano de amostragem	-

## Ensaio realizado nas instalações da Controle Analítico

Metals Totais						
Parâmetro	Resultado	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Arsênio total	<LQ	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:49
Bário total	23,62	mg/Kg	0,1	0,031	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:49
Cádmio total	<LQ	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:50
Chumbo total	39,57	mg/Kg	0,1	0,040	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:50
Cobalto total	134	mg/Kg	0,1	0,39	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:50
Cobre total	16,13	mg/Kg	0,1	0,014	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:51
Cromo total	5,77	mg/Kg	0,5	0,029	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:51
Fósforo total	198	mg/Kg	0,1	0,18	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:51
Manganês total	711	mg/Kg	0,5	0,67	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:51
Molibdênio total	<LQ	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:52
Níquel total	3,89	mg/Kg	0,1	0,019	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:52
Zinco total	34,1	mg/Kg	0,5	0,20	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:52

Preparo de Amostra		
Parâmetro	Método	Data de Realização
Preparo de Amostra - Metais Digeri	SMEWW 3030A,B,D,E,F e G Ed. 22	02/10/2017 15:46

## Legendas

(-): Não Aplicável.

L.Q.: Limite de Quantificação.

U: Incerteza expandida ( U ) baseada em uma incerteza padronizada combinada multiplicada por um fator de abrangência k = 2, para um nível de confiança de aproximadamente 95%.

SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

## Informações

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam somente à(s) amostra(s) analisada(s).

Este relatório somente poderá ser reproduzido na íntegra, qualquer alteração ou reprodução parcial somente com autorização prévia por escrito do Laboratório.

Este relatório cancela e substitui as suas revisões emitidas anteriormente.



**Código para verificação de autenticidade deste documento: E01AE5041F653CF6E7F3C52FDA651E5FB3C5E343**

Instruções para a verificação de autenticidade de documentos

1º - Acesse a página <http://relatoriодensaioѕ.controleanalitico.com.br>

2º - Clique na opção "Validar Laudo"

3º - Digite o número da Amostra juntamente com os últimos 6 dígitos de autenticidade

4º - Clique em Validar

Química Josy Rodrigues de Sousa  
CRQ IV-04262500  
Analista de Controle de Qualidade



Dados Referentes ao Contratante			
Nome/Razão Social	Francisco Carlos da Silva	CNPJ/CPF	066.513.508-46
Endereço	R. São Tibúrcio, 295 - Jardim Três Marias - São Paulo/SP		
Contato	Francisco Carlos da Silva	E-Mail	fracarlos@hotmail.com
		Tel:	

Dados Referentes à Amostra			
Número da Amostra	41858/2017	Data e Hora do Recebimento	29/09/2017 10:00

Dados Referentes à Coleta			
Coletor	Coleta Realizada pelo cliente	Data e Hora da Coleta	14/07/2017 00:00
Identificação do Ponto	Anomalia B - 2,4-2,5		
Tipo de Amostra	Solo	Chuva	-
		Chuva nas Últimas 24h	NI
Método de amostragem	A descrição do material ensaiado, plano e procedimento de amostragem são de inteira responsabilidade do cliente.	Plano de amostragem	-

## Ensaio realizado nas instalações da Controle Analítico

Metals Totais						
Parâmetro	Resultado	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Arsênio total	<LQ	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:52
Bário total	48,99	mg/Kg	0,1	0,064	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:52
Cádmio total	<LQ	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:52
Chumbo total	35,56	mg/Kg	0,1	0,036	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:52
Cobalto total	11,75	mg/Kg	0,1	0,034	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:52
Cobre total	11,70	mg/Kg	0,1	0,010	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:54
Cromo total	31,7	mg/Kg	0,5	0,16	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:54
Fósforo total	334	mg/Kg	0,1	0,30	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:54
Manganês total	229	mg/Kg	0,5	0,21	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:54
Molibdênio total	1,60	mg/Kg	0,5	0,0016	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:54
Níquel total	2,51	mg/Kg	0,1	0,013	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:54
Zinco total	21,0	mg/Kg	0,5	0,12	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:54

Preparo de Amostra		
Parâmetro	Método	Data de Realização
Preparo de Amostra - Metais Digeri	SMEWW 3030A,B,D,E,F e G Ed. 22	02/10/2017 15:46

## Legendas

(-): Não Aplicável.

L.Q.: Limite de Quantificação.

U: Incerteza expandida ( U ) baseada em uma incerteza padronizada combinada multiplicada por um fator de abrangência k = 2, para um nível de confiança de aproximadamente 95%.

SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

## Informações

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam somente à(s) amostra(s) analisada(s).

Este relatório somente poderá ser reproduzido na íntegra, qualquer alteração ou reprodução parcial somente com autorização prévia por escrito do Laboratório.

Este relatório cancela e substitui as suas revisões emitidas anteriormente.



**Código para verificação de autenticidade deste documento: 5E820FF64030EA8FB02A6E0C0D466014B89BC6BE**

Instruções para a verificação de autenticidade de documentos

1º - Acesse a página <http://relatoriодensaioѕ.controleanalitico.com.br>

2º - Clique na opção "Validar Laudo"

3º - Digite o número da Amostra juntamente com os últimos 6 dígitos de autenticidade

4º - Clique em Validar

Química Josy Rodrigues de Sousa  
CRQ IV-04262500  
Analista de Controle de Qualidade



Dados Referentes ao Contratante			
Nome/Razão Social	Francisco Carlos da Silva	CNPJ/CPF	066.513.508-46
Endereço	R. São Tibúrcio, 295 - Jardim Três Marias - São Paulo/SP		
Contato	Francisco Carlos da Silva	E-Mail	fracarlos@hotmail.com
		Tel:	

Dados Referentes à Amostra			
Número da Amostra	41859/2017	Data e Hora do Recebimento	29/09/2017 10:00

Dados Referentes à Coleta			
Coletor	Coleta Realizada pelo cliente	Data e Hora da Coleta	14/07/2017 00:00
Identificação do Ponto	Anomalia B - 2,9-3,0		
Tipo de Amostra	Solo	Chuva	-
		Chuva nas Últimas 24h	NI
Método de amostragem	A descrição do material ensaiado, plano e procedimento de amostragem são de inteira responsabilidade do cliente.	Plano de amostragem	-

## Ensaio realizado nas instalações da Controle Analítico

Metals Totais						
Parâmetro	Resultado	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Arsênio total	<LQ	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:55
Bário total	95,12	mg/Kg	0,1	0,12	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:55
Cádmio total	<LQ	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:55
Chumbo total	49,10	mg/Kg	0,1	0,049	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:55
Cobalto total	11,76	mg/Kg	0,1	0,034	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:55
Cobre total	56,99	mg/Kg	0,1	0,049	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:55
Cromo total	41,1	mg/Kg	0,5	0,21	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:55
Fósforo total	302	mg/Kg	0,1	0,27	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:55
Manganês total	329	mg/Kg	0,5	0,31	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:56
Molibdênio total	1,50	mg/Kg	0,5	0,0015	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:56
Níquel total	6,75	mg/Kg	0,1	0,034	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:56
Zinco total	120	mg/Kg	0,5	0,70	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:56

Preparo de Amostra		
Parâmetro	Método	Data de Realização
Preparo de Amostra - Metais Digeri	SMEWW 3030A,B,D,E,F e G Ed. 22	02/10/2017 16:46

## Legendas

( - ): Não Aplicável.

L.Q.: Limite de Quantificação.

U: Incerteza expandida ( U ) baseada em uma incerteza padronizada combinada multiplicada por um fator de abrangência k = 2, para um nível de confiança de aproximadamente 95%.

SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

## Informações

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam somente à(s) amostra(s) analisada(s).

Este relatório somente poderá ser reproduzido na íntegra, qualquer alteração ou reprodução parcial somente com autorização prévia por escrito do Laboratório.

Este relatório cancela e substitui as suas revisões emitidas anteriormente.





**Código para verificação de autenticidade deste documento: 990397F4F7E8FFA8B2B5D7D12635E9153F6A7F51**

Instruções para a verificação de autenticidade de documentos

1º - Acesse a página <http://relatoriодensaios.controleanalitico.com.br>

2º - Clique na opção "Validar Laudo"

3º - Digite o número da Amostra juntamente com os últimos 6 dígitos de autenticidade

4º - Clique em Validar

Química Josy Rodrigues de Sousa  
CRQ IV-04262500  
Analista de Controle de Qualidade





Dados Referentes ao Contratante			
Nome/Razão Social	Francisco Carlos da Silva	CNPJ/CPF	066.513.508-46
Endereço	R. São Tibúrcio, 295 - Jardim Três Marias - São Paulo/SP		
Contato	Francisco Carlos da Silva	E-Mail	fracarlos@hotmail.com
		Tel:	

Dados Referentes à Amostra		
Número da Amostra	41860/2017	Data e Hora do Recebimento
		29/09/2017 10:00

Dados Referentes à Coleta			
Coletor	Coleta Realizada pelo cliente	Data e Hora da Coleta	14/07/2017 00:00
Identificação do Ponto	Anomalia A2 - 0,0-0,1		
Tipo de Amostra	Solo	Chuva	-
		Chuva nas Últimas 24h	NI
Método de amostragem	A descrição do material ensaiado, plano e procedimento de amostragem são de inteira responsabilidade do cliente.	Plano de amostragem	-

## Ensaio realizado nas instalações da Controle Analítico

Metals Totais						
Parâmetro	Resultado	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Arsênio total	<LQ	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:56
Bário total	79,80	mg/Kg	0,1	0,10	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:56
Cádmio total	<LQ	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:56
Chumbo total	33,54	mg/Kg	0,1	0,034	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:57
Cobalto total	7,51	mg/Kg	0,1	0,022	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:57
Cobre total	19,52	mg/Kg	0,1	0,017	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:57
Cromo total	17,4	mg/Kg	0,5	0,087	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:57
Fósforo total	207	mg/Kg	0,1	0,18	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:57
Manganês total	103	mg/Kg	0,5	0,097	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:57
Molibdênio total	0,80	mg/Kg	0,5	0,00080	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:57
Níquel total	4,36	mg/Kg	0,1	0,022	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:57
Zinco total	60,7	mg/Kg	0,5	0,35	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:58

Preparo de Amostra		
Parâmetro	Método	Data de Realização
Preparo de Amostra - Metais Digeri	SMEWW 3030A,B,D,E,F e G Ed. 22	02/10/2017 16:46

## Legendas

(-): Não Aplicável.

L.Q.: Limite de Quantificação.

U: Incerteza expandida ( U ) baseada em uma incerteza padronizada combinada multiplicada por um fator de abrangência k = 2, para um nível de confiança de aproximadamente 95%.

SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

## Informações

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam somente à(s) amostra(s) analisada(s).

Este relatório somente poderá ser reproduzido na íntegra, qualquer alteração ou reprodução parcial somente com autorização prévia por escrito do Laboratório.

Este relatório cancela e substitui as suas revisões emitidas anteriormente.



**Código para verificação de autenticidade deste documento: 581B3FAE7150C296357B828744FCFBFB31DCF122**

Instruções para a verificação de autenticidade de documentos

1º - Acesse a página <http://relatoriодensaioѕ.controleanalitico.com.br>

2º - Clique na opção "Validar Laudo"

3º - Digite o número da Amostra juntamente com os últimos 6 dígitos de autenticidade

4º - Clique em Validar

Química Josy Rodrigues de Sousa  
CRQ IV-04262500  
Analista de Controle de Qualidade



Dados Referentes ao Contratante			
Nome/Razão Social	Francisco Carlos da Silva	CNPJ/CPF	066.513.508-46
Endereço	R. São Tibúrcio, 295 - Jardim Três Marias - São Paulo/SP		
Contato	Francisco Carlos da Silva	E-Mail	fracarlos@hotmail.com
		Tel:	

Dados Referentes à Amostra		
Número da Amostra	41861/2017	Data e Hora do Recebimento
		29/09/2017 10:00

Dados Referentes à Coleta			
Coletor	Coleta Realizada pelo cliente	Data e Hora da Coleta	14/07/2017 00:00
Identificação do Ponto	Anomalia A2 - 0,4-0,5		
Tipo de Amostra	Solo	Chuva	-
		Chuva nas Últimas 24h	NI
Método de amostragem	A descrição do material ensaiado, plano e procedimento de amostragem são de inteira responsabilidade do cliente.	Plano de amostragem	-

## Ensaio realizado nas instalações da Controle Analítico

Metals Totais						
Parâmetro	Resultado	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Arsênio total	<LQ	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:58
Bário total	42,95	mg/Kg	0,1	0,056	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:58
Cádmio total	<LQ	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:58
Chumbo total	32,08	mg/Kg	0,1	0,032	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:58
Cobalto total	4,98	mg/Kg	0,1	0,014	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:58
Cobre total	14,49	mg/Kg	0,1	0,012	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:58
Cromo total	30,1	mg/Kg	0,5	0,15	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:58
Fósforo total	185	mg/Kg	0,1	0,16	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 11:59
Manganês total	61,6	mg/Kg	0,5	0,058	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 12:00
Molibdênio total	0,82	mg/Kg	0,5	0,00082	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 12:14
Níquel total	2,67	mg/Kg	0,1	0,013	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 12:14
Zinco total	34,1	mg/Kg	0,5	0,20	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 12:14

Preparo de Amostra		
Parâmetro	Método	Data de Realização
Preparo de Amostra - Metais Digeri	SMEWW 3030A,B,D,E,F e G Ed. 22	02/10/2017 16:46

## Legendas

(-): Não Aplicável.

L.Q.: Limite de Quantificação.

U: Incerteza expandida ( U ) baseada em uma incerteza padronizada combinada multiplicada por um fator de abrangência k = 2, para um nível de confiança de aproximadamente 95%.

SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

## Informações

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam somente à(s) amostra(s) analisada(s).

Este relatório somente poderá ser reproduzido na íntegra, qualquer alteração ou reprodução parcial somente com autorização prévia por escrito do Laboratório.

Este relatório cancela e substitui as suas revisões emitidas anteriormente.



**Código para verificação de autenticidade deste documento: 52B314FD2F4DA51F546602E40AEC66556EFAFB6A**

Instruções para a verificação de autenticidade de documentos

1º - Acesse a página <http://relatoriодensaios.controleanalitico.com.br>

2º - Clique na opção "Validar Laudo"

3º - Digite o número da Amostra juntamente com os últimos 6 dígitos de autenticidade

4º - Clique em Validar

Química Josy Rodrigues de Sousa  
CRQ IV-04262500  
Analista de Controle de Qualidade



Dados Referentes ao Contratante				
Nome/Razão Social	Francisco Carlos da Silva		CNPJ/CPF	066.513.508-46
Endereço	R. São Tibúrcio, 295 - Jardim Três Marias - São Paulo/SP			
Contato	Francisco Carlos da Silva	E-Mail	fracarlos@hotmail.com	Tel:

Dados Referentes à Amostra			
Número da Amostra	41862/2017	Data e Hora do Recebimento	29/09/2017 10:00

Dados Referentes à Coleta					
Coletor	Coleta Realizada pelo cliente		Data e Hora da Coleta	14/07/2017 00:00	
Identificação do Ponto	Anomalia A2 - 0,9-1,0				
Tipo de Amostra	Solo	Chuva	-	Chuva nas Últimas 24h	NI
Método de amostragem	A descrição do material ensaiado, plano e procedimento de amostragem são de inteira responsabilidade do cliente.		Plano de amostragem	-	

## Ensaio realizado nas instalações da Controle Analítico

Metals Totais						
Parâmetro	Resultado	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Arsênio total	<LQ	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 12:14
Bário total	25,77	mg/Kg	0,1	0,034	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 12:14
Cádmio total	<LQ	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 12:14
Chumbo total	35,05	mg/Kg	0,1	0,035	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 12:15
Cobalto total	4,18	mg/Kg	0,1	0,012	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 12:15
Cobre total	17,75	mg/Kg	0,1	0,015	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 12:15
Cromo total	19,5	mg/Kg	0,5	0,097	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 12:15
Fósforo total	182	mg/Kg	0,1	0,16	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 12:15
Manganês total	66,3	mg/Kg	0,5	0,062	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 12:15
Molibdênio total	1,09	mg/Kg	0,5	0,0011	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 12:15
Níquel total	2,54	mg/Kg	0,1	0,013	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 12:15
Zinco total	23,8	mg/Kg	0,5	0,14	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 12:16

Preparo de Amostra		
Parâmetro	Método	Data de Realização
Preparo de Amostra - Metais Digeri	SMEWW 3030A,B,D,E,F e G Ed. 22	02/10/2017 16:46

## Legendas

(-): Não Aplicável.

L.Q.: Limite de Quantificação.

U: Incerteza expandida ( U ) baseada em uma incerteza padronizada combinada multiplicada por um fator de abrangência k = 2, para um nível de confiança de aproximadamente 95%.

SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

## Informações

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam somente à(s) amostra(s) analisada(s).

Este relatório somente poderá ser reproduzido na íntegra, qualquer alteração ou reprodução parcial somente com autorização prévia por escrito do Laboratório.

Este relatório cancela e substitui as suas revisões emitidas anteriormente.



**Código para verificação de autenticidade deste documento: 23BEC14966B08455D846D5FE7AF62939B981ACBD**

Instruções para a verificação de autenticidade de documentos

1º - Acesse a página <http://relatoriодensaios.controleanalitico.com.br>

2º - Clique na opção "Validar Laudo"

3º - Digite o número da Amostra juntamente com os últimos 6 dígitos de autenticidade

4º - Clique em Validar

Química Josy Rodrigues de Sousa  
CRQ IV-04262500  
Analista de Controle de Qualidade





Dados Referentes ao Contratante			
Nome/Razão Social	Francisco Carlos da Silva	CNPJ/CPF	066.513.508-46
Endereço	R. São Tibúrcio, 295 - Jardim Três Marias - São Paulo/SP		
Contato	Francisco Carlos da Silva	E-Mail	fracarlos@hotmail.com
		Tel:	

Dados Referentes à Amostra			
Número da Amostra	41863/2017	Data e Hora do Recebimento	29/09/2017 10:00

Dados Referentes à Coleta			
Coletor	Coleta Realizada pelo cliente	Data e Hora da Coleta	14/07/2017 00:00
Identificação do Ponto	Anomalia A2 - 1,4-1,5		
Tipo de Amostra	Solo	Chuva	-
		Chuva nas Últimas 24h	NI
Método de amostragem	A descrição do material ensaiado, plano e procedimento de amostragem são de inteira responsabilidade do cliente.	Plano de amostragem	-

## Ensaio realizado nas instalações da Controle Analítico

Metals Totais						
Parâmetro	Resultado	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Arsênio total	<LQ	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 12:16
Bário total	15,34	mg/Kg	0,1	0,020	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 12:16
Cádmio total	<LQ	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 12:16
Chumbo total	32,59	mg/Kg	0,1	0,033	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 12:16
Cobalto total	2,21	mg/Kg	0,1	0,0064	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 12:16
Cobre total	18,11	mg/Kg	0,1	0,016	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 12:16
Cromo total	26,6	mg/Kg	0,5	0,13	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 12:17
Fósforo total	164	mg/Kg	0,1	0,15	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 14:43
Mangânês total	45,2	mg/Kg	0,5	0,043	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 12:17
Molibdênio total	0,89	mg/Kg	0,5	0,00089	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 12:17
Níquel total	1,17	mg/Kg	0,1	0,0059	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 12:17
Zinco total	13,0	mg/Kg	0,5	0,076	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 12:17

Preparo de Amostra		
Parâmetro	Método	Data de Realização
Preparo de Amostra - Metais Digeri	SMEWW 3030A,B,D,E,F e G Ed. 22	02/10/2017 16:46

## Legendas

(-): Não Aplicável.

L.Q.: Limite de Quantificação.

U: Incerteza expandida ( U ) baseada em uma incerteza padronizada combinada multiplicada por um fator de abrangência k = 2, para um nível de confiança de aproximadamente 95%.

SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

## Informações

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam somente à(s) amostra(s) analisada(s).

Este relatório somente poderá ser reproduzido na íntegra, qualquer alteração ou reprodução parcial somente com autorização prévia por escrito do Laboratório.

Este relatório cancela e substitui as suas revisões emitidas anteriormente.





**Código para verificação de autenticidade deste documento: 916C9D94FDE1C413E82E10A7BFE0DB4BAD7EC422**

Instruções para a verificação de autenticidade de documentos

1º - Acesse a página <http://relatoriодensaios.controleanalitico.com.br>

2º - Clique na opção "Validar Laudo"

3º - Digite o número da Amostra juntamente com os últimos 6 dígitos de autenticidade

4º - Clique em Validar

Química Josy Rodrigues de Sousa  
CRQ IV-04262500  
Analista de Controle de Qualidade



Dados Referentes ao Contratante			
Nome/Razão Social	Francisco Carlos da Silva	CNPJ/CPF	066.513.508-46
Endereço	R. São Tibúrcio, 295 - Jardim Três Marias - São Paulo/SP		
Contato	Francisco Carlos da Silva	E-Mail	fracarlos@hotmail.com
		Tel:	

Dados Referentes à Amostra		
Número da Amostra	41864/2017	Data e Hora do Recebimento
		29/09/2017 10:00

Dados Referentes à Coleta			
Coletor	Coleta Realizada pelo cliente	Data e Hora da Coleta	14/07/2017 00:00
Identificação do Ponto	Anomalia A2 - 1,9-2,0		
Tipo de Amostra	Solo	Chuva	-
		Chuva nas Últimas 24h	NI
Método de amostragem	A descrição do material ensaiado, plano e procedimento de amostragem são de inteira responsabilidade do cliente.	Plano de amostragem	-

## Ensaio realizado nas instalações da Controle Analítico

Metals Totais						
Parâmetro	Resultado	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Arsênio total	<LQ	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 12:36
Bário total	57,92	mg/Kg	0,1	0,075	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 12:36
Cádmio total	<LQ	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 12:36
Chumbo total	31,65	mg/Kg	0,1	0,032	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 12:36
Cobalto total	9,77	mg/Kg	0,1	0,028	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 12:36
Cobre total	13,00	mg/Kg	0,1	0,011	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 12:36
Cromo total	22,2	mg/Kg	0,5	0,11	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 12:36
Fósforo total	157	mg/Kg	0,1	0,14	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 12:37
Manganês total	68,3	mg/Kg	0,5	0,064	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 12:37
Molibdênio total	<LQ	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 12:37
Níquel total	5,76	mg/Kg	0,1	0,029	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 12:37
Zinco total	74,2	mg/Kg	0,5	0,43	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 12:37

Preparo de Amostra		
Parâmetro	Método	Data de Realização
Preparo de Amostra - Metais Digeri	SMEWW 3030A,B,D,E,F e G Ed. 22	02/10/2017 16:46

## Legendas

( - ): Não Aplicável.

L.Q.: Limite de Quantificação.

U: Incerteza expandida ( U ) baseada em uma incerteza padronizada combinada multiplicada por um fator de abrangência k = 2, para um nível de confiança de aproximadamente 95%.

SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

## Informações

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam somente à(s) amostra(s) analisada(s).

Este relatório somente poderá ser reproduzido na íntegra, qualquer alteração ou reprodução parcial somente com autorização prévia por escrito do Laboratório.

Este relatório cancela e substitui as suas revisões emitidas anteriormente.



**Código para verificação de autenticidade deste documento: 76F76A67B88569F412765160D7CA7693A6040444**

Instruções para a verificação de autenticidade de documentos

1º - Acesse a página <http://relatoriодensaios.controleanalitico.com.br>

2º - Clique na opção "Validar Laudo"

3º - Digite o número da Amostra juntamente com os últimos 6 dígitos de autenticidade

4º - Clique em Validar

Química Josy Rodrigues de Sousa  
CRQ IV-04262500  
Analista de Controle de Qualidade



Dados Referentes ao Contratante			
Nome/Razão Social	Francisco Carlos da Silva	CNPJ/CPF	066.513.508-46
Endereço	R. São Tibúrcio, 295 - Jardim Três Marias - São Paulo/SP		
Contato	Francisco Carlos da Silva	E-Mail	fracarlos@hotmail.com
		Tel:	

Dados Referentes à Amostra		
Número da Amostra	41865/2017	Data e Hora do Recebimento
		29/09/2017 10:00

Dados Referentes à Coleta			
Coletor	Coleta Realizada pelo cliente	Data e Hora da Coleta	14/07/2017 00:00
Identificação do Ponto	Anomalia A2 - 2,4-2,5		
Tipo de Amostra	Solo	Chuva	-
		Chuva nas Últimas 24h	NI
Método de amostragem	A descrição do material ensaiado, plano e procedimento de amostragem são de inteira responsabilidade do cliente.	Plano de amostragem	-

## Ensaio realizado nas instalações da Controle Analítico

Metals Totais						
Parâmetro	Resultado	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Arsênio total	<LQ	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 12:38
Bário total	78,53	mg/Kg	0,1	0,10	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 12:38
Cádmio total	<LQ	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 12:38
Chumbo total	37,84	mg/Kg	0,1	0,038	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 12:38
Cobalto total	12,69	mg/Kg	0,1	0,037	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 12:38
Cobre total	19,02	mg/Kg	0,1	0,016	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 12:38
Cromo total	27,6	mg/Kg	0,5	0,14	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 12:38
Fósforo total	151	mg/Kg	0,1	0,13	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 14:44
Manganês total	67,5	mg/Kg	0,5	0,063	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 12:38
Molibdênio total	<LQ	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 12:39
Níquel total	7,91	mg/Kg	0,1	0,040	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 12:39
Zinco total	121	mg/Kg	0,5	0,71	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 12:39

Preparo de Amostra		
Parâmetro	Método	Data de Realização
Preparo de Amostra - Metais Digeri	SMEWW 3030A,B,D,E,F e G Ed. 22	02/10/2017 16:46

## Legendas

(-): Não Aplicável.

L.Q.: Limite de Quantificação.

U: Incerteza expandida ( U ) baseada em uma incerteza padronizada combinada multiplicada por um fator de abrangência k = 2, para um nível de confiança de aproximadamente 95%.

SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

## Informações

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam somente à(s) amostra(s) analisada(s).

Este relatório somente poderá ser reproduzido na íntegra, qualquer alteração ou reprodução parcial somente com autorização prévia por escrito do Laboratório.

Este relatório cancela e substitui as suas revisões emitidas anteriormente.



**Código para verificação de autenticidade deste documento: 6AE73481F58D6109CD6EFFBA5D1B8658C7969C90**

Instruções para a verificação de autenticidade de documentos

1º - Acesse a página <http://relatoriодensaios.controleanalitico.com.br>

2º - Clique na opção "Validar Laudo"

3º - Digite o número da Amostra juntamente com os últimos 6 dígitos de autenticidade

4º - Clique em Validar

Química Josy Rodrigues de Sousa  
CRQ IV-04262500  
Analista de Controle de Qualidade



Dados Referentes ao Contratante			
Nome/Razão Social	Francisco Carlos da Silva	CNPJ/CPF	066.513.508-46
Endereço	R. São Tibúrcio, 295 - Jardim Três Marias - São Paulo/SP		
Contato	Francisco Carlos da Silva	E-Mail	fracarlos@hotmail.com
		Tel:	

Dados Referentes à Amostra		
Número da Amostra	41866/2017	Data e Hora do Recebimento
		29/09/2017 10:00

Dados Referentes à Coleta			
Coletor	Coleta Realizada pelo cliente	Data e Hora da Coleta	14/07/2017 00:00
Identificação do Ponto	Anomalia A2 - 2,9-3,0		
Tipo de Amostra	Solo	Chuva	-
		Chuva nas Últimas 24h	NI
Método de amostragem	A descrição do material ensaiado, plano e procedimento de amostragem são de inteira responsabilidade do cliente.	Plano de amostragem	-

## Ensaio realizado nas instalações da Controle Analítico

Metals Totais						
Parâmetro	Resultado	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Arsênio total	<LQ	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 12:39
Bário total	98,20	mg/Kg	0,1	0,13	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 12:39
Cádmio total	<LQ	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 12:39
Chumbo total	36,51	mg/Kg	0,1	0,037	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 12:39
Cobalto total	13,59	mg/Kg	0,1	0,039	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 12:39
Cobre total	15,36	mg/Kg	0,1	0,013	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 12:39
Cromo total	24,8	mg/Kg	0,5	0,12	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 12:39
Fósforo total	144	mg/Kg	0,1	0,13	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 12:39
Manganês total	104	mg/Kg	0,5	0,098	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 12:40
Molibdênio total	<LQ	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 12:40
Níquel total	10,31	mg/Kg	0,1	0,052	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 12:40
Zinco total	120	mg/Kg	0,5	0,70	SMEWW 3120B Ed. 22	11/10/17 - 12:40

Preparo de Amostra		
Parâmetro	Método	Data de Realização
Preparo de Amostra - Metais Digeri	SMEWW 3030A,B,D,E,F e G Ed. 22	02/10/2017 16:46

## Legendas

(-): Não Aplicável.

L.Q.: Limite de Quantificação.

U: Incerteza expandida ( U ) baseada em uma incerteza padronizada combinada multiplicada por um fator de abrangência k = 2, para um nível de confiança de aproximadamente 95%.

SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

## Informações

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam somente à(s) amostra(s) analisada(s).

Este relatório somente poderá ser reproduzido na íntegra, qualquer alteração ou reprodução parcial somente com autorização prévia por escrito do Laboratório.

Este relatório cancela e substitui as suas revisões emitidas anteriormente.





**Código para verificação de autenticidade deste documento: 1C2B6DD6B143B54BEF3B9AB5CF05A77FE695A6E3**

Instruções para a verificação de autenticidade de documentos

1º - Acesse a página <http://relatoriодensaioѕ.controleanalitico.com.br>

2º - Clique na opção "Validar Laudo"

3º - Digite o número da Amostra juntamente com os últimos 6 dígitos de autenticidade

4º - Clique em Validar

Química Josy Rodrigues de Sousa  
CRQ IV-04262500  
Analista de Controle de Qualidade





Dados Referentes ao Contratante			
Nome/Razão Social	Francisco Carlos da Silva	CNPJ/CPF	066.513.508-46
Endereço	R. São Tibúrcio, 295 - Jardim Três Marias - São Paulo/SP		
Contato	Francisco Carlos da Silva	E-Mail	fracarlos@hotmail.com
		Tel:	

Dados Referentes à Amostra			
Número da Amostra	52556/2017	Data e Hora do Recebimento	27/11/2017 14:38

Dados Referentes à Coleta			
Coletor	Coleta Realizada pelo cliente	Data e Hora da Coleta	14/07/2017 00:00
Identificação do Ponto	38 - Anomalia C - 0,0-0,1		
Tipo de Amostra	Solo	Chuva	-
		Chuva nas Últimas 24h	NI
Método de amostragem	A descrição do material ensaiado, plano e procedimento de amostragem são de inteira responsabilidade do cliente.	Plano de amostragem	-

## Ensaio realizado nas instalações da Controle Analítico

Metals Totais						
Parâmetro	Resultado	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Arsênio total	<LQ	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	04/12/17 - 18:26
Bário total	118	mg/Kg	0,1	0,15	SMEWW 3120B Ed. 22	04/12/17 - 18:26
Cádmio total	<LQ	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	04/12/17 - 18:26
Chumbo total	30,19	mg/Kg	0,1	0,030	SMEWW 3120B Ed. 22	04/12/17 - 18:26
Cobalto total	8,88	mg/Kg	0,1	0,026	SMEWW 3120B Ed. 22	04/12/17 - 18:26
Cobre total	31,71	mg/Kg	0,1	0,027	SMEWW 3120B Ed. 22	04/12/17 - 18:26
Cromo total	21,0	mg/Kg	0,5	0,10	SMEWW 3120B Ed. 22	04/12/17 - 18:26
Fósforo total	405	mg/Kg	0,1	0,36	SMEWW 3120B Ed. 22	04/12/17 - 18:26
Manganês total	135	mg/Kg	0,5	0,13	SMEWW 3120B Ed. 22	04/12/17 - 18:26
Molibdênio total	<LQ	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	04/12/17 - 18:26
Níquel total	8,91	mg/Kg	0,1	0,045	SMEWW 3120B Ed. 22	04/12/17 - 18:26
Zinco total	98,0	mg/Kg	0,5	0,57	SMEWW 3120B Ed. 22	04/12/17 - 18:26

Preparo de Amostra		
Parâmetro	Método	Data de Realização
Preparo de Amostra - Metais Digeri	SMEWW 3030A,B,D,E,F e G Ed. 22	30/11/2017 09:25

## Legendas

( - ): Não Aplicável.

L.Q.: Limite de Quantificação.

U: Incerteza expandida ( U ) baseada em uma incerteza padronizada combinada multiplicada por um fator de abrangência  $k = 2$ , para um nível de confiança de aproximadamente 95%.

SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

## Informações

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam somente à(s) amostra(s) analisada(s).

Este relatório somente poderá ser reproduzido na íntegra, qualquer alteração ou reprodução parcial somente com autorização prévia por escrito do Laboratório.

Este relatório cancela e substitui as suas revisões emitidas anteriormente.



**Código para verificação de autenticidade deste documento: 1D52C0F9C706C3BF7CB5341039E54AC08A7190CE**

Instruções para a verificação de autenticidade de documentos

1º - Acesse a página <http://relatoriодensaioѕ.controleanalitico.com.br>

2º - Clique na opção "Validar Laudo"

3º - Digite o número da Amostra juntamente com os últimos 6 dígitos de autenticidade

4º - Clique em Validar

Química Josy Rodrigues de Sousa  
CRQ IV-04262500  
Analista de Controle de Qualidade



Dados Referentes ao Contratante			
Nome/Razão Social	Francisco Carlos da Silva	CNPJ/CPF	066.513.508-46
Endereço	R. São Tibúrcio, 295 - Jardim Três Marias - São Paulo/SP		
Contato	Francisco Carlos da Silva	E-Mail	fracarlos@hotmail.com
		Tel:	

Dados Referentes à Amostra			
Número da Amostra	52557/2017	Data e Hora do Recebimento	27/11/2017 14:38

Dados Referentes à Coleta			
Coletor	Coleta Realizada pelo cliente	Data e Hora da Coleta	14/07/2017 00:00
Identificação do Ponto	39 - Anomalia C - 0,4-0,5		
Tipo de Amostra	Solo	Chuva	-
		Chuva nas Últimas 24h	NI
Método de amostragem	A descrição do material ensaiado, plano e procedimento de amostragem são de inteira responsabilidade do cliente.	Plano de amostragem	-

## Ensaio realizado nas instalações da Controle Analítico

Metals Totais						
Parâmetro	Resultado	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Arsênio total	<LQ	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	04/12/17 - 18:31
Bário total	102	mg/Kg	0,1	0,13	SMEWW 3120B Ed. 22	04/12/17 - 18:31
Cádmio total	<LQ	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	04/12/17 - 18:31
Chumbo total	36,78	mg/Kg	0,1	0,037	SMEWW 3120B Ed. 22	04/12/17 - 18:31
Cobalto total	9,06	mg/Kg	0,1	0,026	SMEWW 3120B Ed. 22	04/12/17 - 18:31
Cobre total	31,23	mg/Kg	0,1	0,027	SMEWW 3120B Ed. 22	04/12/17 - 18:31
Cromo total	27,4	mg/Kg	0,5	0,14	SMEWW 3120B Ed. 22	04/12/17 - 18:31
Fósforo total	335	mg/Kg	0,1	0,30	SMEWW 3120B Ed. 22	04/12/17 - 18:31
Manganês total	116	mg/Kg	0,5	0,11	SMEWW 3120B Ed. 22	04/12/17 - 18:31
Molibdênio total	0,55	mg/Kg	0,5	0,00055	SMEWW 3120B Ed. 22	04/12/17 - 18:31
Níquel total	11,39	mg/Kg	0,1	0,057	SMEWW 3120B Ed. 22	04/12/17 - 18:31
Zinco total	60,0	mg/Kg	0,5	0,35	SMEWW 3120B Ed. 22	04/12/17 - 18:31

Preparo de Amostra		
Parâmetro	Método	Data de Realização
Preparo de Amostra - Metais Digeri	SMEWW 3030A,B,D,E,F e G Ed. 22	30/11/2017 09:27

## Legendas

( - ): Não Aplicável.

L.Q.: Limite de Quantificação.

U: Incerteza expandida ( U ) baseada em uma incerteza padronizada combinada multiplicada por um fator de abrangência  $k = 2$ , para um nível de confiança de aproximadamente 95%.

SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

## Informações

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam somente à(s) amostra(s) analisada(s).

Este relatório somente poderá ser reproduzido na íntegra, qualquer alteração ou reprodução parcial somente com autorização prévia por escrito do Laboratório.

Este relatório cancela e substitui as suas revisões emitidas anteriormente.



Emissão: 22/01/2018

**Código para verificação de autenticidade deste documento: C21FBA01BCDC2E1CB6D1650868A42FCEDDA25C4**

Instruções para a verificação de autenticidade de documentos

1º - Acesse a página <http://relatoriодensaios.controleanalitico.com.br>

2º - Clique na opção "Validar Laudo"

3º - Digite o número da Amostra juntamente com os últimos 6 dígitos de autenticidade

4º - Clique em Validar

Química Josy Rodrigues de Sousa  
CRQ IV-04262500  
Analista de Controle de Qualidade



Dados Referentes ao Contratante			
Nome/Razão Social	Francisco Carlos da Silva	CNPJ/CPF	066.513.508-46
Endereço	R. São Tibúrcio, 295 - Jardim Três Marias - São Paulo/SP		
Contato	Francisco Carlos da Silva	E-Mail	fracarlos@hotmail.com
		Tel:	

Dados Referentes à Amostra		
Número da Amostra	52558/2017	Data e Hora do Recebimento
		27/11/2017 14:38

Dados Referentes à Coleta			
Coletor	Coleta Realizada pelo cliente	Data e Hora da Coleta	14/07/2017 00:00
Identificação do Ponto	40 - Anomalia C - 0,9-1,0		
Tipo de Amostra	Solo	Chuva	-
		Chuva nas Últimas 24h	NI
Método de amostragem	A descrição do material ensaiado, plano e procedimento de amostragem são de inteira responsabilidade do cliente.	Plano de amostragem	-

## Ensaio realizado nas instalações da Controle Analítico

Metals Totais						
Parâmetro	Resultado	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Arsênio total	<LQ	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	04/12/17 - 18:36
Bário total	177	mg/Kg	0,1	0,23	SMEWW 3120B Ed. 22	04/12/17 - 18:36
Cádmio total	<LQ	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	04/12/17 - 18:36
Chumbo total	43,63	mg/Kg	0,1	0,044	SMEWW 3120B Ed. 22	04/12/17 - 18:36
Cobalto total	16,54	mg/Kg	0,1	0,048	SMEWW 3120B Ed. 22	04/12/17 - 18:36
Cobre total	31,78	mg/Kg	0,1	0,027	SMEWW 3120B Ed. 22	04/12/17 - 18:36
Cromo total	39,9	mg/Kg	0,5	0,20	SMEWW 3120B Ed. 22	04/12/17 - 18:36
Fósforo total	303	mg/Kg	0,1	0,27	SMEWW 3120B Ed. 22	04/12/17 - 18:36
Manganês total	161	mg/Kg	0,5	0,15	SMEWW 3120B Ed. 22	04/12/17 - 18:36
Molibdênio total	<LQ	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	04/12/17 - 18:36
Níquel total	19,59	mg/Kg	0,1	0,098	SMEWW 3120B Ed. 22	04/12/17 - 18:36
Zinco total	105	mg/Kg	0,5	0,62	SMEWW 3120B Ed. 22	04/12/17 - 18:36

Preparo de Amostra		
Parâmetro	Método	Data de Realização
Preparo de Amostra - Metais Digeri	SMEWW 3030A,B,D,E,F e G Ed. 22	30/11/2017 09:28

## Legendas

(-): Não Aplicável.

L.Q.: Limite de Quantificação.

U: Incerteza expandida ( U ) baseada em uma incerteza padronizada combinada multiplicada por um fator de abrangência k = 2, para um nível de confiança de aproximadamente 95%.

SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

## Informações

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam somente à(s) amostra(s) analisada(s).

Este relatório somente poderá ser reproduzido na íntegra, qualquer alteração ou reprodução parcial somente com autorização prévia por escrito do Laboratório.

Este relatório cancela e substitui as suas revisões emitidas anteriormente.



**Código para verificação de autenticidade deste documento: E2D1EFCDFAF9FC974CF3ED1FA81142DF7FD3364C**

Instruções para a verificação de autenticidade de documentos

1º - Acesse a página <http://relatoriодensaios.controleanalitico.com.br>

2º - Clique na opção "Validar Laudo"

3º - Digite o número da Amostra juntamente com os últimos 6 dígitos de autenticidade

4º - Clique em Validar

Química Josy Rodrigues de Sousa  
CRQ IV-04262500  
Analista de Controle de Qualidade





Dados Referentes ao Contratante			
Nome/Razão Social	Francisco Carlos da Silva	CNPJ/CPF	066.513.508-46
Endereço	R. São Tibúrcio, 295 - Jardim Três Marias - São Paulo/SP		
Contato	Francisco Carlos da Silva	E-Mail	fracarlos@hotmail.com
		Tel:	

Dados Referentes à Amostra		
Número da Amostra	52559/2017	Data e Hora do Recebimento
		27/11/2017 14:38

Dados Referentes à Coleta			
Coletor	Coleta Realizada pelo cliente	Data e Hora da Coleta	14/07/2017 00:00
Identificação do Ponto	41 - Anomalia C - 1,4-1,5		
Tipo de Amostra	Solo	Chuva	-
		Chuva nas Últimas 24h	NI
Método de amostragem	A descrição do material ensaiado, plano e procedimento de amostragem são de inteira responsabilidade do cliente.	Plano de amostragem	-

## Ensaio realizado nas instalações da Controle Analítico

Metals Totais						
Parâmetro	Resultado	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Arsênio total	<LQ	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	04/12/17 - 18:41
Bário total	72,44	mg/Kg	0,1	0,094	SMEWW 3120B Ed. 22	04/12/17 - 18:41
Cádmio total	<LQ	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	04/12/17 - 18:41
Chumbo total	35,70	mg/Kg	0,1	0,036	SMEWW 3120B Ed. 22	04/12/17 - 18:41
Cobalto total	6,45	mg/Kg	0,1	0,019	SMEWW 3120B Ed. 22	04/12/17 - 18:41
Cobre total	16,91	mg/Kg	0,1	0,015	SMEWW 3120B Ed. 22	04/12/17 - 18:41
Cromo total	13,0	mg/Kg	0,5	0,065	SMEWW 3120B Ed. 22	04/12/17 - 18:41
Fósforo total	135	mg/Kg	0,1	0,12	SMEWW 3120B Ed. 22	04/12/17 - 18:41
Manganês total	84,7	mg/Kg	0,5	0,080	SMEWW 3120B Ed. 22	04/12/17 - 18:41
Molibdênio total	<LQ	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	04/12/17 - 18:41
Níquel total	7,54	mg/Kg	0,1	0,038	SMEWW 3120B Ed. 22	04/12/17 - 18:41
Zinco total	50,7	mg/Kg	0,5	0,30	SMEWW 3120B Ed. 22	04/12/17 - 18:41

Preparo de Amostra		
Parâmetro	Método	Data de Realização
Preparo de Amostra - Metais Digeri	SMEWW 3030A,B,D,E,F e G Ed. 22	30/11/2017 09:35

## Legendas

(-): Não Aplicável.

L.Q.: Limite de Quantificação.

U: Incerteza expandida ( U ) baseada em uma incerteza padronizada combinada multiplicada por um fator de abrangência k = 2, para um nível de confiança de aproximadamente 95%.

SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

## Informações

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam somente à(s) amostra(s) analisada(s).

Este relatório somente poderá ser reproduzido na íntegra, qualquer alteração ou reprodução parcial somente com autorização prévia por escrito do Laboratório.

Este relatório cancela e substitui as suas revisões emitidas anteriormente.





**Código para verificação de autenticidade deste documento: ED4C0579C556B3D98479AB28E3A4FDAD8D5158C0**

Instruções para a verificação de autenticidade de documentos

1º - Acesse a página <http://relatoriодensaioѕ.controleanalitico.com.br>

2º - Clique na opção "Validar Laudo"

3º - Digite o número da Amostra juntamente com os últimos 6 dígitos de autenticidade

4º - Clique em Validar

Química Josy Rodrigues de Sousa  
CRQ IV-04262500  
Analista de Controle de Qualidade



Dados Referentes ao Contratante			
Nome/Razão Social	Francisco Carlos da Silva	CNPJ/CPF	066.513.508-46
Endereço	R. São Tibúrcio, 295 - Jardim Três Marias - São Paulo/SP		
Contato	Francisco Carlos da Silva	E-Mail	fracarlos@hotmail.com
		Tel:	

Dados Referentes à Amostra			
Número da Amostra	52560/2017	Data e Hora do Recebimento	27/11/2017 14:38

Dados Referentes à Coleta			
Coletor	Coleta Realizada pelo cliente	Data e Hora da Coleta	14/07/2017 00:00
Identificação do Ponto	42 - Anomalia C - 1,9-2,0		
Tipo de Amostra	Solo	Chuva	-
		Chuva nas Últimas 24h	NI
Método de amostragem	A descrição do material ensaiado, plano e procedimento de amostragem são de inteira responsabilidade do cliente.	Plano de amostragem	-

## Ensaio realizado nas instalações da Controle Analítico

Metals Totais						
Parâmetro	Resultado	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Arsênio total	<LQ	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	04/12/17 - 18:46
Bário total	141	mg/Kg	0,1	0,18	SMEWW 3120B Ed. 22	04/12/17 - 18:46
Cádmio total	<LQ	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	04/12/17 - 18:46
Chumbo total	39,63	mg/Kg	0,1	0,040	SMEWW 3120B Ed. 22	04/12/17 - 18:46
Cobalto total	15,74	mg/Kg	0,1	0,046	SMEWW 3120B Ed. 22	04/12/17 - 18:46
Cobre total	36,76	mg/Kg	0,1	0,032	SMEWW 3120B Ed. 22	04/12/17 - 18:46
Cromo total	21,4	mg/Kg	0,5	0,11	SMEWW 3120B Ed. 22	04/12/17 - 18:46
Fósforo total	225	mg/Kg	0,1	0,20	SMEWW 3120B Ed. 22	04/12/17 - 18:46
Manganês total	112	mg/Kg	0,5	0,11	SMEWW 3120B Ed. 22	04/12/17 - 18:46
Molibdênio total	1,11	mg/Kg	0,5	0,0011	SMEWW 3120B Ed. 22	04/12/17 - 18:46
Níquel total	15,27	mg/Kg	0,1	0,076	SMEWW 3120B Ed. 22	04/12/17 - 18:46
Zinco total	132	mg/Kg	0,5	0,77	SMEWW 3120B Ed. 22	04/12/17 - 18:46

Preparo de Amostra		
Parâmetro	Método	Data de Realização
Preparo de Amostra - Metais Digeri	SMEWW 3030A,B,D,E,F e G Ed. 22	30/11/2017 09:37

## Legendas

(-): Não Aplicável.

L.Q.: Limite de Quantificação.

U: Incerteza expandida ( U ) baseada em uma incerteza padronizada combinada multiplicada por um fator de abrangência k = 2, para um nível de confiança de aproximadamente 95%.

SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

## Informações

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam somente à(s) amostra(s) analisada(s).

Este relatório somente poderá ser reproduzido na íntegra, qualquer alteração ou reprodução parcial somente com autorização prévia por escrito do Laboratório.

Este relatório cancela e substitui as suas revisões emitidas anteriormente.



**Código para verificação de autenticidade deste documento: AFAB5D6FFDA6AA75A33C95E27369C0B2BEC4D828**

Instruções para a verificação de autenticidade de documentos

1º - Acesse a página <http://relatoriодensaioѕ.controleanalitico.com.br>

2º - Clique na opção "Validar Laudo"

3º - Digite o número da Amostra juntamente com os últimos 6 dígitos de autenticidade

4º - Clique em Validar

Química Josy Rodrigues de Sousa  
CRQ IV-04262500  
Analista de Controle de Qualidade



Dados Referentes ao Contratante			
Nome/Razão Social	Francisco Carlos da Silva	CNPJ/CPF	066.513.508-46
Endereço	R. São Tibúrcio, 295 - Jardim Três Marias - São Paulo/SP		
Contato	Francisco Carlos da Silva	E-Mail	fracarlos@hotmail.com
		Tel:	

Dados Referentes à Amostra			
Número da Amostra	52561/2017	Data e Hora do Recebimento	27/11/2017 14:38

Dados Referentes à Coleta			
Coletor	Coleta Realizada pelo cliente	Data e Hora da Coleta	14/07/2017 00:00
Identificação do Ponto	43 - Anomalia C - 2,4-2,5		
Tipo de Amostra	Solo	Chuva	-
		Chuva nas Últimas 24h	NI
Método de amostragem	A descrição do material ensaiado, plano e procedimento de amostragem são de inteira responsabilidade do cliente.	Plano de amostragem	-

## Ensaio realizado nas instalações da Controle Analítico

Metals Totais						
Parâmetro	Resultado	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Arsênio total	<LQ	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	04/12/17 - 18:54
Bário total	140	mg/Kg	0,1	0,18	SMEWW 3120B Ed. 22	04/12/17 - 18:54
Cádmio total	<LQ	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	04/12/17 - 18:54
Chumbo total	32,66	mg/Kg	0,1	0,033	SMEWW 3120B Ed. 22	04/12/17 - 18:54
Cobalto total	16,13	mg/Kg	0,1	0,047	SMEWW 3120B Ed. 22	04/12/17 - 18:54
Cobre total	38,32	mg/Kg	0,1	0,033	SMEWW 3120B Ed. 22	04/12/17 - 18:54
Cromo total	31,9	mg/Kg	0,5	0,16	SMEWW 3120B Ed. 22	04/12/17 - 18:54
Fósforo total	169	mg/Kg	0,1	0,15	SMEWW 3120B Ed. 22	04/12/17 - 18:54
Manganês total	142	mg/Kg	0,5	0,13	SMEWW 3120B Ed. 22	04/12/17 - 18:54
Molibdênio total	2,76	mg/Kg	0,5	0,0028	SMEWW 3120B Ed. 22	04/12/17 - 18:54
Níquel total	13,75	mg/Kg	0,1	0,069	SMEWW 3120B Ed. 22	04/12/17 - 18:54
Zinco total	133	mg/Kg	0,5	0,78	SMEWW 3120B Ed. 22	04/12/17 - 18:54

Preparo de Amostra		
Parâmetro	Método	Data de Realização
Preparo de Amostra - Metais Digeri	SMEWW 3030A,B,D,E,F e G Ed. 22	30/11/2017 09:39

## Legendas

( - ): Não Aplicável.

L.Q.: Limite de Quantificação.

U: Incerteza expandida ( U ) baseada em uma incerteza padronizada combinada multiplicada por um fator de abrangência k = 2, para um nível de confiança de aproximadamente 95%.

SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

## Informações

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam somente à(s) amostra(s) analisada(s).

Este relatório somente poderá ser reproduzido na íntegra, qualquer alteração ou reprodução parcial somente com autorização prévia por escrito do Laboratório.

Este relatório cancela e substitui as suas revisões emitidas anteriormente.



Emissão: 22/01/2018

**Código para verificação de autenticidade deste documento: E80D42771BFB32A0533796CD620D83F33577982C**

Instruções para a verificação de autenticidade de documentos

1º - Acesse a página <http://relatoriодensaioѕ.controleanalitico.com.br>

2º - Clique na opção "Validar Laudo"

3º - Digite o número da Amostra juntamente com os últimos 6 dígitos de autenticidade

4º - Clique em Validar

Química Josy Rodrigues de Sousa  
CRQ IV-04262500  
Analista de Controle de Qualidade



Dados Referentes ao Contratante			
Nome/Razão Social	Francisco Carlos da Silva	CNPJ/CPF	066.513.508-46
Endereço	R. São Tibúrcio, 295 - Jardim Três Marias - São Paulo/SP		
Contato	Francisco Carlos da Silva	E-Mail	fracarlos@hotmail.com
		Tel:	

Dados Referentes à Amostra		
Número da Amostra	52562/2017	Data e Hora do Recebimento
		27/11/2017 14:38

Dados Referentes à Coleta			
Coletor	Coleta Realizada pelo cliente	Data e Hora da Coleta	14/07/2017 00:00
Identificação do Ponto	44 - Anomalia C - 2,9-3,0		
Tipo de Amostra	Solo	Chuva	-
		Chuva nas Últimas 24h	NI
Método de amostragem	A descrição do material ensaiado, plano e procedimento de amostragem são de inteira responsabilidade do cliente.	Plano de amostragem	-

## Ensaio realizado nas instalações da Controle Analítico

Metals Totais						
Parâmetro	Resultado	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Arsênio total	<LQ	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	04/12/17 - 18:59
Bário total	173	mg/Kg	0,1	0,23	SMEWW 3120B Ed. 22	04/12/17 - 18:59
Cádmio total	<LQ	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	04/12/17 - 18:59
Chumbo total	38,63	mg/Kg	0,1	0,039	SMEWW 3120B Ed. 22	04/12/17 - 18:59
Cobalto total	37,19	mg/Kg	0,1	0,11	SMEWW 3120B Ed. 22	04/12/17 - 18:59
Cobre total	16,68	mg/Kg	0,1	0,014	SMEWW 3120B Ed. 22	04/12/17 - 18:59
Cromo total	47,0	mg/Kg	0,5	0,24	SMEWW 3120B Ed. 22	04/12/17 - 18:59
Fósforo total	91,72	mg/Kg	0,1	0,082	SMEWW 3120B Ed. 22	04/12/17 - 18:59
Manganês total	491	mg/Kg	0,5	0,46	SMEWW 3120B Ed. 22	04/12/17 - 18:59
Molibdênio total	<LQ	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	04/12/17 - 18:59
Níquel total	22,71	mg/Kg	0,1	0,11	SMEWW 3120B Ed. 22	04/12/17 - 18:59
Zinco total	139	mg/Kg	0,5	0,82	SMEWW 3120B Ed. 22	04/12/17 - 18:59

Preparo de Amostra		
Parâmetro	Método	Data de Realização
Preparo de Amostra - Metais Digeri	SMEWW 3030A,B,D,E,F e G Ed. 22	30/11/2017 09:41

## Legendas

(-): Não Aplicável.

L.Q.: Limite de Quantificação.

U: Incerteza expandida ( U ) baseada em uma incerteza padronizada combinada multiplicada por um fator de abrangência k = 2, para um nível de confiança de aproximadamente 95%.

SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

## Informações

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam somente à(s) amostra(s) analisada(s).

Este relatório somente poderá ser reproduzido na íntegra, qualquer alteração ou reprodução parcial somente com autorização prévia por escrito do Laboratório.

Este relatório cancela e substitui as suas revisões emitidas anteriormente.





**Código para verificação de autenticidade deste documento: 4578C609A0B7306ED6F5A4A4F65FE8D35E69B5F1**

Instruções para a verificação de autenticidade de documentos

1º - Acesse a página <http://relatoriодensaios.controleanalitico.com.br>

2º - Clique na opção "Validar Laudo"

3º - Digite o número da Amostra juntamente com os últimos 6 dígitos de autenticidade

4º - Clique em Validar

Química Josy Rodrigues de Sousa  
CRQ IV-04262500  
Analista de Controle de Qualidade



**ANEXO III - Relatório de análise granulométrica e textural do solo onde foram localizadas as anomalias geofísicas.**

Francisco Carlos da Silva  
 Rua São Tiburcio, 295  
 J.d. Três Marias  
 03676-010 - São Paulo - SP

Nº mero: 0011475.1-N - O.S.: 6707  
 Data de Finalização: 22/03/2018



Proprietário: Francisco Carlos da Silva

Propriedade: Francisco Piedade SP

Material: Solos

Nº L AB	IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA
3263	Am - 01 Controle / Prof. 0-0,1 m
3264	Am - 02 Controle / Prof. 0,4-0,5 m
3265	Am - 03 Controle / Prof. 0,9-1,0 m
3266	Am - 04 Controle / Prof. 1,4-1,5 m
3267	Am - 05 Controle / Prof. 1,9-2,0 m
3268	Am - 06 Controle / Prof. 2,4-2,5 m
3269	Am - 07 Controle / Prof. 2,9-3,0 m
3270	Am - 08 A3 / Prof. 0-0,1

DETERMINAÇÕES	UNIDADES	AMOSTRAS							
		3263	3264	3265	3266	3267	3268	3269	3270
AMF	g kg <sup>-1</sup>	123	123	116	131	191	217	214	75
AF	g kg <sup>-1</sup>	173	147	73	58	81	131	155	85
AM	g kg <sup>-1</sup>	63	50	16	11	7	11	22	66
AG	g kg <sup>-1</sup>	41	42	22	8	2	3	13	93
AMG	g kg <sup>-1</sup>	15	20	7	2	1	1	6	41
AT	g kg <sup>-1</sup>	415	382	234	210	282	363	410	360
Argila (água)	g kg <sup>-1</sup>	75	50	75	50	50	50	50	49
Argila (c/ disp)	g kg <sup>-1</sup>	251	300	300	100	75	76	75	292
Silte	g kg <sup>-1</sup>	333	318	466	690	643	562	515	347
Floculação	%	70	83	75	50	33	34	33	83
Classe de Textura	-	md-arg	md-arg	md-arg	ar	ar	ar	ar	md-arg

Métodos: Buyoucos (densímetro) (SSSA Book Series 5. Methods of Soil Analysis, Part 4). Classe de diâmetros (mm) conforme USDA:  
 (A) Cinco frações de areia:  
 muito grossa (MG) = 2 a 1; grossa (G) = 1 a 0,5; média (M) = 0,5 a 0,25; fina (F) = 0,25 a 0,10; muito fina (MF) = 0,10 a 0,05;  
 Areia total (AT) = 2 a 0,05; silte = 0,05 a 0,002; argila total < 0,002; argila água < 0,002.  
 (B) Duas frações de areia:  
 grossa (G) = 2 a 0,25; fina (F) = 0,25 a 0,05; areia total (AT) = 2 a 0,05; silte = 0,05 a 0,002; argila total < 0,002.  
 Classe de textura = Argila (c/ dispersante) até 149 g/kg = arenosa (ar); 150 a 249 g/kg = média arenosa (md-ar); 250 a 349 g/kg = média argilosa (md-arg); 350 a 599 g/kg = argilosa (arg); 600 g/kg ou superior = muito argilosa (mt-arg).



COORDENADOR  
 Sr. Reginaldo Catalino Nogueira

Francisco Carlos da Silva  
Rua São Tiburcio, 295  
J.d. Três Marias  
03676-010 - São Paulo - SP

NB mero: 0011475.1-N - O.S.: 6707  
Data de Finaliza<sup>2</sup>o: 22/03/2018



Proprietor: Francisco Carlos da Silva

Propriedade: Francisco Piedade SP

Material: Solos

Nº L AB	IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA
3271	Am - 09 A3 / Prof. 0,4-0,5
3272	Am - 10 A3 / Prof. 0,9-1,0
3273	Am - 11 A3 / Prof. 1,4-1,5
3274	Am - 12 A3 / Prof. 1,9-2,0
3275	Am - 13 A3 / Prof. 2,4-2,5
3276	Am - 14 A3 / Prof. 2,9-3,0
3277	Am - 15 A2 / Prof. 0-0,1
3278	Am - 16 A2 / Prof. 0,4-0,5

DETERMINAÇÕES	UNIDADES	AMOSTRAS							
		3271	3272	3273	3274	3275	3276	3277	3278
AMF	g kg <sup>-1</sup>	58	66	125	98	127	140	93	83
AF	g kg <sup>-1</sup>	70	62	101	89	126	122	121	104
AM	g kg <sup>-1</sup>	56	54	68	67	87	68	86	68
AG	g kg <sup>-1</sup>	80	92	113	100	121	85	100	84
AMG	g kg <sup>-1</sup>	45	48	78	54	62	38	42	46
AT	g kg <sup>-1</sup>	309	322	485	408	523	453	442	385
Argila (água)	g kg <sup>-1</sup>	45	50	50	50	75	50	50	50
Argila (c/disp)	g kg <sup>-1</sup>	359	301	126	126	101	100	303	352
Silte	g kg <sup>-1</sup>	331	377	389	466	377	446	255	262
Floculação	%	87	83	60	60	26	50	83	86
Classe de Textura	-	arg	md-arg	ar	ar	ar	ar	md-arg	arg

Métodos: Buyoucos (densímetro) (SSSA Book Series 5. Methods of Soil Analysis, Part 4). Classe de diâmetros (mm) conforme USDA:

(A) Cinco frações de areia:

multo grossa (MG) = 2 a 1; grossa (G) = 1 a 0,5; média (M) = 0,5 a 0,25; fina (F) = 0,25 a 0,10; muito fina (MF) = 0,10 a 0,05;

Areia total (AT) = 2 a 0,05; silte = 0,05 a 0,002; argila total < 0,002; argila água < 0,002.

(B) Duas frações de areia:

grossa (G) = 2 a 0,25; fina (F) = 0,25 a 0,05; areia total (AT) = 2 a 0,05; silte = 0,05 a 0,002; argila total < 0,002.

Classe de textura = Argila (c/ dispersante) até 149 g/kg = arenosa (ar); 150 a 249 g/kg = média arenosa (md-ar); 250 a 349 g/kg = média argilosa (md-arg); 350 a 599 g/kg = argilosa (arg); 600 g/kg ou superior = muito argilosa (mt-arg).

Página 2 de 4

**ESALQ**

SIGNATÓRIO

  
Sr. Reginaldo Catalino Nogueira

Francisco Carlos da Silva  
Rua São Tiburcio, 295  
Jd. Três Marias  
03676-010 - São Paulo - SP

Nº mero: 0011475.1-N - O.S.: 6707  
Data de Finalização: 22/03/2018



Proprietário: Francisco Carlos da Silva Propriedade: Francisco Piedade SP Material: Solos

Nº	L A B	I D E N T I F I C A Ç Ã O D A A M O S T R A
3279		Am - 17 A2 / Prof. 0,9-1,0
3280		Am - 18 A2 / Prof. 1,4-1,5
3281		Am - 19 A2 / Prof. 1,9-2,0
3282		Am - 20 A2 / Prof. 2,4-2,5
3283		Am - 21 A2 / Prof. 2,9-3,0
3284		Am - 22 B / Prof. 0-0,1
3285		Am - 23 B / Prof. 0,4-0,5
3286		Am - 24 B / Prof. 0,9-1,0

DETERMINAÇÕES	UNIDADES	AMOSTRAS							
		3279	3280	3281	3282	3283	3284	3285	3286
AMF	g kg <sup>-1</sup>	74	64	83	165	138	182	61	201
AF	g kg <sup>-1</sup>	90	105	117	118	70	64	87	70
AM	g kg <sup>-1</sup>	65	72	95	98	115	86	70	83
AG	g kg <sup>-1</sup>	103	87	134	120	95	78	72	75
AMG	g kg <sup>-1</sup>	74	77	89	86	65	61	37	61
AT	g kg <sup>-1</sup>	406	405	518	587	483	471	327	490
Argila (água)	g kg <sup>-1</sup>	50	50	50	50	50	75	50	50
Argila (c/ disp)	g kg <sup>-1</sup>	326	401	251	150	151	150	353	276
Silte	g kg <sup>-1</sup>	267	194	231	263	366	379	321	234
Floculação	%	85	88	80	67	67	50	86	82
Classe de Textura	-	md-arg	arg	md-arg	md-ar	md-ar	md-ar	arg	md-arg

Métodos: Buyoucos (densímetro) (SSSA Book Series 5. Methods of Soil Analysis, Part 4). Classe de diâmetros (mm) conforme USDA:

(A) Cinco frações de areia:

muito grossa (MG) = 2 a 1; grossa (G) = 1 a 0,5; média (M) = 0,5 a 0,25; fina (F) = 0,25 a 0,10; muito fina (MF) = 0,10 a 0,05; Areia total (AT) = 2 a 0,05; silte = 0,05 a 0,002; argila total < 0,002; argila água < 0,002.

(B) Duas frações de areia:

grossa (G) = 2 a 0,25; fina (F) = 0,25 a 0,05; areia total (AT) = 2 a 0,05; silte = 0,05 a 0,002; argila total < 0,002.

Classe de textura = Argila (c/ dispersante) até 149 g/kg = arenosa (ar); 150 a 249 g/kg = média arenosa (md-ar); 250 a 349 g/kg = média argilosa (md-arg); 350 a 599 g/kg = argilosa (arg); 600 g/kg ou superior = muito argilosa (mt-arg).

Página 3 de 4

ESALQ

SI G N A T E R I O A U T O R I Z A D O

*[Handwritten Signature]*  
Sr. Reginaldo Catalino Nogueira

Francisco Carlos da Silva  
Rua São Tiburcio, 295  
J.d. Três Marias  
03676-010 - São Paulo - SP

Nº mero: 0011475.1-N - O.S.: 6707  
Data de Finalização: 22/03/2018



Proprietário:  
Francisco Carlos da Silva

Propriedade:  
Francisco Piedade SP

Material:  
Solos

Nº L AB	IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA
3287	Am - 25 B / Prof. 1,4-1,5
3288	Am - 26 B / Prof. 1,9-2,0
3289	Am - 27 B / Prof. 2,4-2,5
3290	Am - 28 B / Prof. 2,9-3,0

DETERMINAÇÕES	UNIDADES	AMOSTRAS							
		3287	3288	3289	3290				
AMF	g kg <sup>-1</sup>	224	266	254	268				
AF	g kg <sup>-1</sup>	86	74	100	72				
AM	g kg <sup>-1</sup>	63	91	99	85				
AG	g kg <sup>-1</sup>	100	95	71	80				
AMG	g kg <sup>-1</sup>	92	65	86	66				
AT	g kg <sup>-1</sup>	565	591	610	571				
Argila (água)	g kg <sup>-1</sup>	75	50	75	75				
Argila (c/ disp)	g kg <sup>-1</sup>	126	125	99	125				
Silte	g kg <sup>-1</sup>	310	284	290	304				
Floculação	%	40	60	24	40				
Classe de Textura	-	ar	ar	ar	ar				

Métodos: Buyoucos (densímetro) (SSSA Book Series 5. Methods of Soil Analysis, Part 4). Classe de diâmetros (mm) conforme USDA:

(A) Cinco frações de areia:

muito grossa (MG) = 2 a 1; grossa (G) = 1 a 0,5; média (M) = 0,5 a 0,25; fina (F) = 0,25 a 0,10; muito fina (MF) = 0,10 a 0,05;

Areia total (AT) = 2 a 0,05; silte = 0,05 a 0,002; argila total < 0,002; argila água < 0,002.

(B) Duas frações de areia:

grossa (G) = 2 a 0,25; fina (F) = 0,25 a 0,05; areia total (AT) = 2 a 0,05; silte = 0,05 a 0,002; argila total < 0,002.

Classe de textura = Argila (c/ dispersante) até 149 g/kg = arenosa (ar); 150 a 249 g/kg = média arenosa (md-ar); 250 a 349 g/kg = média argilosa (md-arg); 350 a 599 g/kg = argilosa (arg); 600 g/kg ou superior = muito argilosa (mt-arg).

ESALQ

SIGNATÓRIAS

Sr. Reginaldo Catalino Nogueira