

---

**Avaliação Preliminar e Investigação Confirmatória**

REPRESENTANTE LEGAL

**Sergio Dorigan**

**Secretário de Serviços e Meio Ambiente**

REPRESENTANTE LEGAL

**Prefeitura Municipal de Franca**

**Aterro da Fazenda Municipal de Franca**

EMPREENDIMENTO

**Samir Filippin Mohallem**

**CREA SP: 5062391636**

RESPONSÁVEL TÉCNICO

**07/12/2020**

DATA DE ELABORAÇÃO

## Índice

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1) INTRODUÇÃO E OBJETIVO</b>   | <b>13</b> |
| <b>2) LOCALIZAÇÃO</b>   | <b>14</b> |
| <b>3) ESCOPO DO PROJETO</b>   | <b>17</b> |
| <b>4) ETAPA I – AVALIAÇÃO PRELIMINAR</b>                                      | <b>19</b> |
| 4.1) Objetivo   | 19        |
| 4.2) Descrição da Metodologia   | 19        |
| <b>5) ETAPA I – APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS</b>                               | <b>20</b> |
| 5.1) Histórico da Área  | 20        |
| 5.2) Inspeção de Reconhecimento da Área em Estudo                             | 21        |
| 5.1) Características dos Resíduos Depositos                                   | 23        |
| 5.1) Histograma Foto-Temporal   | 25        |
| 5.2) Uso e Ocupação do Solo   | 31        |
| 5.3) Bens a proteger  | 32        |
| 5.4) Caracterização Geológica, Pedológica e Hidrogeológica da Área e Entorno. | 34        |
| 5.4.1) Caracterização Geológica Regional, Formação Itaqueri.                  | 34        |
| 5.4.2) Caracterização Pedológica Regional                                     | 36        |
| 5.4.3) Caracterização Hidrogeológica/Hidrográfica Regional                    | 36        |
| <b>6) ETAPA I - MODELO CONCEITUAL PRELIMINAR (MCA-01)</b>                     | <b>41</b> |
| 6.1) Vulnerabilidade  | 42        |
| 6.2) Revisão das Substâncias Químicas Possíveis na Área                       | 42        |
| 6.3) Parâmetros de Interesse  | 43        |
| 6.3.1) Regulamentações Aplicáveis   | 53        |
| 6.4) Produção e Composição dos Gases possíveis na área.                       | 53        |
| 6.4.1) Explosividade dos Gases  | 55        |
| 6.4.2) Limites de Explosividade Inferior e Superior (LEL E LSE).              | 57        |
| 6.4.1) Faixas de Gases que Podem Causar Perigo de Explosão                    | 57        |
| 6.5) Modelo Conceitual Preliminar (MCA-01)                                    | 58        |
| <b>7) MEDIÇÕES EM SUPERFÍCIE DE GASES VOLÁTEIS ORGÂNICOS</b>                  | <b>61</b> |
| 7.1) Discussão dos Resultados   | 65        |
| <b>8) LEVANTAMENTO GEOFÍSICO PELO MÉTODO DE RESISTIVIDADE</b>                 | <b>65</b> |
| 8.1) Introdução   | 65        |
| 8.2) Procedimento   | 65        |
| 8.3) Geologia   | 67        |

|  |            |
|--|------------|
| 8.4) Sondagem elétrica vertical                                | 68         |
| 8.4.1) SEV 01  | 68         |
| 8.4.2) SEV 02  | 71         |
| 8.4.3) SEV 03  | 72         |
| 8.4.4) SEV 04  | 73         |
| 8.4.5) SEV 05  | 75         |
| 8.4.6) SEV 06  | 76         |
| 8.4.7) SEV 07  | 78         |
| 8.4.8) SEV 08  | 79         |
| 8.4.9) SEV 09  | 81         |
| 8.5) Caminhamento Elétrico                                     | 82         |
| 8.5.1) CE 01   | 82         |
| 8.5.2) CE 02   | 85         |
| 8.5.3) CE 03   | 86         |
| 8.5.4) CE 04   | 87         |
| 8.5.5) CE 05   | 88         |
| 8.5.6) CE 06   | 89         |
| 8.5.7) CE 07   | 90         |
| 8.5.8) CE 08   | 91         |
| 8.6) Discussão dos Resultados                                  | 92         |
| <b>9) ETAPA II – INVESTIGAÇÃO AMBIENTAL CONFIRMATÓRIA</b>      | <b>94</b>  |
| 9.1) Objetivo  | 94         |
| 9.2) Plano de Trabalho   | 94         |
| 9.3) Execução das Sondagens.                                   | 96         |
| A Figura 38.0 apresenta todas as sondagens executadas.         | 97         |
| 9.4) Instalação de poços de monitoramento de água              | 99         |
| 9.5) Instalação de poços de monitoramento da migração de gases | 100        |
| 9.6) Amostragem de Água Subterrânea.                           | 102        |
| 9.7) Medição da Migração de Gases.                             | 104        |
| <b>10) ETAPA II – APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS</b>              | <b>105</b> |
| 10.1) Aspectos Geológicos Locais                               | 105        |
| 10.1.1) Aspectos Hidrogeológicos Locais                        | 107        |
| 10.2) Resultados Análises Laboratoriais – Água                 | 109        |
| 10.2.1) Discussão dos Resultados Íons Metálicos                | 129        |
| 10.3) Medições de Gases nos poços de Monitoramento Instalados. | 130        |

|  |            |
|--|------------|
| 10.3.1) Medidas Emergenciais   | 131        |
| <b>11) CONSIDERAÇÕES FINAIS E MODELO CONCEITUAL ATUALIZADO (MCA-02).</b> | <b>134</b> |
| <b>12) RESPONSABILIDADE TÉCNICA</b>                                      | <b>139</b> |
| <b>13) BIBLIOGRAFIA</b>  | <b>140</b> |
| <b>14) ANEXOS</b>  | <b>142</b> |

## Índice de Figuras

|   |    |
|---|----|
| A <b>Figura 1.0</b> apresenta localização do empreendimento.....  | 15 |
| A <b>Figura 2.0</b> demonstra a disposição das valas por área e período.....  | 24 |
| A <b>Figura 3.0</b> apresenta uso e ocupação no raio de 1000 m. ....  | 33 |
| A <b>Figura 4.0</b> apresenta a caracterização geológica regional da Formação Itaqueri. ....  | 35 |
| A <b>Figura 5.0</b> apresenta a caracterização pedológica regional. ....  | 37 |
| A <b>Figura 6.0</b> apresenta a caracterização do aquífero serra geral. ....  | 38 |
| A <b>Figura 7.0</b> apresenta a caracterização da UGRHI 8 - Sapucaí/Grande.....   | 40 |
| A <b>Figura 8.0</b> Fases de formação do gás no aterro sanitário.....   | 54 |
| O início de uma explosão começa com três principais elementos que constituem o triângulo do fogo: A <b>Figura 9.0</b> Triângulo de Fogo.....  | 55 |
| A <b>Figura 10.0</b> Faixa de Explosividade do metano. ....   | 57 |
| A <b>Figura 11.0</b> apresenta-se em planta a identificação da Área Potencialmente Contaminadoras estabelecida para o avaliado, as quais servirão como base para o planejamento das etapas posteriores do gerenciamento ambiental, devendo o Modelo Conceitual de o Avaliado ser consolidado mediante a execução das etapas em questão sendo adequado quando necessário. ....   | 60 |
| A <b>Figura 12.0</b> apresenta a malha de medições de CH <sub>4</sub> % vol. “screening”.....   | 64 |
| A <b>Figura 13.0</b> modelo de arranjo Schlumberger para SEV.....   | 66 |
| Quanto ao Arranjo Dipolo-Dipolo, este também possui uma configuração tetraeletródica alinhada semelhante ao arranjo Schlumberger. Os eletrodos de corrente são espaçados com uma distância fixa <i>a</i> bem como os eletrodos de potencial, figura 2 abaixo. O espaçamento <i>a</i> entre os dois eletrodos de corrente e potencial permanece fixo durante todo o levantamento. A <b>Figura 14.0</b> disposição dos eletrodos de corrente (A e B) e dos eletrodos de potencial (M e N). .... | 66 |
| A <b>Figura 15.0</b> caminhamento Elétrico e seus níveis de investigação.....   | 67 |
| A <b>Figura 16.0</b> Imagem do Google Earth do local do aterro, sobreposta com desenho da Carta Geológica SF.23 – Rio de Janeiro, com unidades descritas no texto abaixo, tem indicado na parte   |    |

|   |     |
|---|-----|
| central o aterro de Franca e a linha vermelha, indica a seção do perfil topográfico apresentado na parte inferior. ....     | 67  |
| A <b>Figura 17.0</b> seção geológica esquemática na região do aterro. ....  | 68  |
| A <b>Figura 18.0</b> demonstra os pontos de SEV em azul e suas respectivas linhas de eletrodos em vermelho. ....            | 69  |
| A <b>Figura 19.0</b> Interpretação geológica da SEV-01. ....  | 70  |
| A <b>Figura 20.0</b> Interpretação geológica da SEV-02. ....  | 72  |
| A <b>Figura 21.0</b> Interpretação geológica da SEV-03. ....  | 73  |
| A <b>Figura 22.0</b> Interpretação geológica da SEV-04. ....  | 74  |
| A <b>Figura 23.0</b> Interpretação geológica da SEV-05. ....  | 76  |
| A <b>Figura 24.0</b> Interpretação geológica da SEV-06. ....  | 77  |
| A <b>Figura 25.0</b> Interpretação geológica da SEV-07. ....  | 79  |
| A <b>Figura 26.0</b> Interpretação geológica da SEV-08. ....  | 80  |
| A <b>Figura 27.0</b> Interpretação geológica da SEV-06. ....  | 82  |
| A <b>Figura 28.0</b> pontos indicando o início de cada CE e a linhas de distribuição dos eletrodos. ....                    | 83  |
| A <b>Figura 29.0</b> caminhamento Elétrico 01 processado no software res2dinvx. ....  | 84  |
| A <b>Figura 30.0</b> caminhamento Elétrico 02 processado no software res2dinvx. ....  | 85  |
| A <b>Figura 31.0</b> caminhamento Elétrico 03 processado no software res2dinvx. ....  | 86  |
| A <b>Figura 32.0</b> caminhamento Elétrico 04 processado no software res2dinvx. ....  | 87  |
| A <b>Figura 33.0</b> caminhamento Elétrico 05 processado no software res2dinvx. ....  | 88  |
| A <b>Figura 34.0</b> caminhamento Elétrico 06 processado no software res2dinvx. ....  | 89  |
| A <b>Figura 35.0</b> caminhamento Elétrico 07 processado no software res2dinvx. ....  | 90  |
| A <b>Figura 36.0</b> caminhamento Elétrico 08 processado no software res2dinvx. ....  | 91  |
| A <b>Figura 37.0</b> pluma de baixa resistividade em subsuperfície detectada nas SEVs e nos CEs. ....                       | 93  |
| A <b>Figura 38.0</b> apresenta todas as sondagens executadas. ....  | 98  |
| A <b>Figura 39.0</b> localização dos poços de monitoramento de água subterrânea e gases instalados no presente estudo. .... | 101 |
| A <b>Figura 40.0</b> apresenta a seção geológica a partir das sondagens executadas. ....                                    | 106 |
| A <b>Figura 41.0</b> apresenta mapa potenciométrico. ....   | 108 |
| A <b>Figura 42.0</b> apresenta os resultados analíticos para água subterrânea. ....   | 114 |
| A <b>Figura 43.0</b> demonstram a plumas de fase dissolvida para as SQI Anilina. ....                                       | 115 |
| A <b>Figura 44.0</b> demonstram a plumas de fase dissolvida para as SQI TPH Total. ....                                     | 116 |
| A <b>Figura 45.0</b> demonstram a plumas de fase dissolvida para as SQI Arsênio. ....                                       | 117 |

|  |     |
|--|-----|
| A <b>Figura 46.0</b> demonstram a plumas de fase dissolvida para as SQI Bário.....                 | 118 |
| A <b>Figura 47.0</b> demonstram a plumas de fase dissolvida para as SQI Chumbo.....                | 119 |
| A <b>Figura 48.0</b> demonstram a plumas de fase dissolvida para as SQI Cromo.....                 | 120 |
| A <b>Figura 49.0</b> demonstram a plumas de fase dissolvida para as SQI Molibdênio .....           | 121 |
| A <b>Figura 50.0</b> demonstram a plumas de fase dissolvida para as SQI Níquel.....                | 122 |
| A <b>Figura 51.0</b> demonstram a plumas de fase dissolvida para as SQI Selênio.....               | 123 |
| A <b>Figura 52.0</b> demonstram a plumas de fase dissolvida para as SQI Arsênio Dissolvido.....    | 124 |
| A <b>Figura 53.0</b> demonstram a plumas de fase dissolvida para as SQI Bário Dissolvido .....     | 125 |
| A <b>Figura 54.0</b> demonstram a plumas de fase dissolvida para as SQI Cromo Dissolvido .....     | 126 |
| A <b>Figura 55.0</b> demonstram a plumas de fase dissolvida para as SQI Molibdênio Dissolvido..... | 127 |
| A <b>Figura 56.0</b> demonstram a plumas de fase dissolvida para as SQI Níquel Dissolvido .....    | 128 |
| A <b>Figura 57.0</b> Ilustra os drenos de gases sugeridos para instalações. ....                   | 132 |
| A <b>Figura 58.0</b> demonstram a extensão espacial da pluma de CH <sub>4</sub> .....              | 133 |
| A <b>Figura 59.0</b> modelo conceitual atualizado (MCA-02).....                                    | 138 |

## Índice de Tabelas

|   |    |
|---|----|
| <b>Tabela 1.0</b> – Dados gerais do empreendimento .....  | 14 |
| <b>Tabela 2.0</b> – Dados Regionais.....  | 14 |
| <b>Tabela 3.0</b> - Levantamento Climatológico.....   | 14 |
| <b>Tabela 4.0</b> – Resumo das Licenças e Auto de Infrações.....  | 21 |
| <b>Tabela 5.0</b> – Apresenta as condições atuais do aterro.....  | 23 |
| <b>Tabela 6.0</b> – Distribuição dos resíduos depositos na área.....  | 25 |
| <b>Tabela 7.0</b> - Localização dos Poços.....  | 31 |
| <b>Tabela 8.0</b> - Áreas Potenciais e Suspeitas de Contaminações Identificadas no Entorno .....  | 32 |
| <b>Tabela 9.0</b> - Substâncias de interesse a serem considerados no monitoramento e investigação confirmatória de áreas de disposição de resíduos de origem urbana. .... | 43 |
| <b>Tabela 10.0</b> Composição Típica do Biogás.....   | 54 |
| <b>Tabela 11.0</b> Temperatura mínima de Autoignição.....   | 56 |
| <b>Tabela 12.0</b> - mostra o potencial de perigos de explosão causados pelos constituintes importantes do gás de aterro. ....  | 58 |
| <b>Tabela 13.0</b> – Modelo Conceitual Preliminar .....   | 59 |
| <b>Tabela 14.0</b> – Resultado das Medições de CH <sub>4</sub> .....  | 61 |
| <b>Tabela 15.0</b> – Dados de Campo - SEV 01 .....  | 68 |
| <b>Tabela 16.0</b> – Dados de Campo - SEV 02 .....  | 71 |

|   |     |
|---|-----|
| <b>Tabela 17.0</b> – Dados de Campo - SEV 03 .....  | 72  |
| <b>Tabela 18.0</b> – Dados de Campo - SEV 04 .....  | 73  |
| <b>Tabela 19.0</b> – Dados de Campo - SEV 05 .....  | 75  |
| <b>Tabela 20.0</b> – Dados de Campo - SEV 06 .....  | 76  |
| <b>Tabela 21.0</b> – Dados de Campo - SEV 06 .....  | 78  |
| <b>Tabela 22.0</b> – Dados de Campo - SEV 06 .....  | 79  |
| <b>Tabela 23.0</b> – Dados de Campo - SEV 06 .....  | 81  |
| <b>Tabela 24.0</b> – Dados de Campo CE 01 .....   | 84  |
| <b>Tabela 25.0</b> – Dados de Campo CE 02 .....   | 85  |
| <b>Tabela 26.0</b> – Dados de Campo CE 03 .....   | 86  |
| <b>Tabela 27.0</b> – Dados de Campo CE 04 .....   | 87  |
| <b>Tabela 28.0</b> – Dados de Campo CE 05 .....   | 88  |
| <b>Tabela 29.0</b> – Dados de Campo CE 06 .....   | 89  |
| <b>Tabela 30.0</b> – Dados de Campo CE 07 .....   | 90  |
| <b>Tabela 31.0</b> – Dados de Campo CE 08 .....   | 91  |
| <b>Tabela 32.0</b> – justificativa da locação das sondagens para instalação dos poços de monitoramento .....  | 94  |
| <b>Tabela 33.0</b> - Justificativa da Locação das Sondagens para instalação dos poços de monitoramento de gases de 5,0 metros.....  | 95  |
| <b>Tabela 34.0</b> - Medições de VOC (ppm) nas sondagens executadas.....  | 97  |
| <b>Tabela 35.0</b> - Apresenta as características gerais das sondagens executadas para instalações dos poços de monitoramento.....  | 97  |
| <b>Tabela 36.0</b> - Apresenta as características gerais das sondagens executadas para instalações dos poços de monitoramento da migração de gases (5,0 m). .....                           | 97  |
| <b>Tabela 37.0</b> Poços de Monitoramento instalados.....   | 99  |
| <b>Tabela 38.0</b> – Relação das amostras de águas subterrâneas coletadas.....  | 103 |
| <b>Tabela 39.0</b> demonstra os dados utilizados para elaboração da potenciometria.....   | 107 |
| <b>Tabela 40.0</b> – Parâmetros medidos <i>in situ</i> .....  | 109 |
| <b>Tabela 41.0</b> apresentam os resultados analíticos das amostras de água subterrânea para as Substâncias Químicas de Interesse analisadas (SQIs) determinadas na <b>Tabela 9.0</b> ..... | 111 |
| <b>Tabela 42.0</b> apresentam os resultados analíticos das amostras de água subterrânea para as Substâncias Químicas de Interesse analisadas (SQIs) determinadas na <b>Tabela 9.0</b> ..... | 112 |
| <b>Tabela 43.0</b> apresentam os resultados analíticos das amostras de água subterrânea para as Substâncias Químicas de Interesse analisadas (SQIs) determinadas na <b>Tabela 9.0</b> ..... | 113 |
| <b>Tabela 44.0</b> apresenta os resultados das medições de gases realizadas .....   | 131 |
| <b>Tabela 45.0</b> – Modelo Conceitual (CMA-02) .....   | 137 |

## Índice de Anexos

|   |     |
|---|-----|
| <b>Anexo I</b> - Anotação de Responsabilidade Técnica (A.R.T.).   | 143 |
| <b>Anexo II</b> - Declaração de Responsabilidade.   | 144 |
| <b>Anexo III</b> - Certificado de GEM 2000.   | 145 |
| <b>Anexo IV</b> - GasAlert Micro 5 PID.   | 146 |
| <b>Anexo V</b> - Perfis de Sondagens e Construtivos dos Poços de Monitoramento de Água Subterrânea.                           | 147 |
| <b>Anexo VI</b> - Perfis de Sondagens e Construtivos dos Poços de Monitoramento de Gás.                                       | 148 |
| <b>Anexo VII</b> - Certificado de Calibração Multiparâmetro.  | 149 |
| <b>Anexo VIII</b> - Cadeia de Custodia, Check List e Resultados Analíticos dos Poços de Monitoramento das Águas Subterrâneas. | 150 |

## Índice de Fotos

|   |     |
|---|-----|
| <b>Foto 1</b> – Foto aérea datada de 1962.  | 25  |
| <b>Foto 2</b> – Foto aérea datada de 1971.  | 26  |
| <b>Foto 3</b> – Foto aérea datada de 1983.  | 26  |
| <b>Foto 4</b> – Foto aérea datada de 1990.  | 27  |
| <b>Foto 5</b> – Foto aérea datada de 2003.  | 27  |
| <b>Foto 6</b> – Imagem de satélite datada de 2007.                                | 28  |
| <b>Foto 7</b> – Imagem de satélite datada de 2011.                                | 28  |
| <b>Foto 8</b> – Imagem de satélite datada de 2016.                                | 29  |
| <b>Foto 9</b> – Imagem de satélite datada de 2020.                                | 29  |
| <b>Foto 10</b> – Medições em superfície realizadas.                               | 63  |
| <b>Foto 11</b> – Medições em superfície realizadas.                               | 63  |
| <b>Foto 12</b> – Execução dos Caminhamentos Elétricos.                            | 92  |
| <b>Foto 13</b> – Execução dos Caminhamentos Elétricos.                            | 92  |
| <b>Foto 14</b> – Execução de sondagens para instalação de poços de monitoramento. | 96  |
| <b>Foto 15</b> – Execução de sondagens para instalação de poços de monitoramento. | 96  |
| <b>Foto 16</b> – Poços de monitoramento de gases e água subterrâneo instalados.   | 102 |
| <b>Foto 17</b> – Coleta pelo método de baixa vazão.                               | 103 |
| <b>Foto 18</b> – Coleta pelo método de baixa vazão.                               | 103 |
| <b>Foto 19</b> – Medições de Gases.   | 104 |
| <b>Foto 20</b> – Medição de Gases.  | 104 |
| <b>Foto 21</b> – Rolos com o material identificado.                               | 105 |

---

## Índice de Imagens

|   |    |
|---|----|
| <b>Imagem 1.0</b> apresenta a situação atual da área. ....                      | 16 |
| <b>Imagem 2.0</b> apresenta o levantamento das condições atuais do aterro. .... | 22 |
| <b>Imagem 3.0</b> apresenta o levantamento das condições atuais do aterro. .... | 22 |
| <b>Imagem 4.0</b> apresenta o levantamento das condições atuais do aterro. .... | 23 |

## Lista de Siglas

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas  
ACI – Área Contaminada Sob Investigação  
ACRi – Área Contaminada com Risco Confirmado  
ACRe – Área Contaminada em Processo de Remediação  
ACRu – Área Contaminada em Processo de Reutilização  
AME - Área em Processo de Monitoramento para Encerramento  
AP – Área com Potencial de Contaminação  
AR - Área Reabilitada para o Uso Declarado  
AS – Área com Suspeita de Contaminação  
BTEX – Benzeno, Tolueno, Etilbenzeno e Xileno  
CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo  
CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente  
CMA - Concentração Máxima Aceitável  
CPRM – Serviço Geológico do Brasil  
DAEE – Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo  
LQ – Limite de quantificação do método analítico adotado pelo laboratório  
NBR – Norma Brasileira  
PAH – Hidrocarbonetos Aromáticos Polinucleados  
PLA – Padrão Legal Aplicável  
PT – Parecer Técnico  
RSL – *Regional Screening Level*  
SAAC - Sistema de Armazenamento Aéreo de Combustíveis  
SABESP - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo  
SASC - Sistema de Armazenamento Subterrâneo de Combustíveis  
SD – Solicitação de  
SQI – Substância Química de Interesse  
SVOC – Compostos Orgânicos Semivoláteis  
TPH – Hidrocarbonetos Totais do Petróleo  
USEPA – *United States Environment Protection Agency*  
VI – Valor de Intervenção  
VOC – Compostos Orgânicos Voláteis

## Equipe Técnica

| <b>Equipe de Escritório</b>  | <b>Equipe de Campo:</b>   |
|--|---|
| <b>Eng<sup>a</sup> Ambiental Gabriela E. de Oliveira Pozeti</b><br>CREA/SP: 5069299783-SP<br>Departamento de Licitação                   | <b>Matheus Dantas Bernardino Lopes</b><br>Líder de Equipe de Sondagem |
| <b>Eng<sup>o</sup> Ambiental Samir Filippin Mohalem</b><br>CREA/SP: 5062391636-SP<br>Gerente Comercial/Técnico Responsável Pelo Contrato | <b>Jader Trindade Zerbini</b><br>Auxiliar de Sondagem                 |
| <b>Geólogo Antônio Carlos Ribeiro</b> CREA/SP:<br>1200017588-SP<br>Gestor de Projeto/Técnico Responsável                                 | <b>João Vitor Chacon</b><br>Auxiliar de Sondagem                      |
| <b>Geólogo Marcelo Dourado</b> CREA/SP:<br>5070314581-SP<br>Gestor de Projeto/Técnico Responsável pela Geofísica                         |   |

## Sumário Executivo

| <b>Identificação da Contratante</b>                 |  |                |             |
|---|--|----------------|-------------|
| <b>Nome:</b>  | Prefeitura Municipal de Franca   |                |             |
| <b>CNPJ n°:</b>                                     | 47.970.769/0001-04   |                |             |
| <b>Endereço:</b>                                    | Rua Frederico Moura  | <b>Bairro:</b> | Cidade Nova |
| <b>Cidade:</b>                                      | Franca   | <b>Estado:</b> | São Paulo   |
| <b>Representante:</b>                               | Sergio Dorigan   |                |             |
| <b>Identificação da Obra e Serviço</b>              |  |                |             |
| <b>Nome:</b>  | Aterro da Fazenda Municipal  |                |             |
| <b>CNPJ n°:</b>                                     | 47.970.769/0001-04   |                |             |
| <b>Endereço:</b>                                    | Rua Fazenda Municipal, S/N   | <b>Bairro:</b> | Zona Rural  |
| <b>Cidade:</b>                                      | Franca / Cristais Paulistas  | <b>Estado:</b> | São Paulo   |
| <b>Coordenas UTM</b>                                | 248338.00 m E / 7735938.00 m S   |                |             |
| <b>PA n°:</b>                                       | 62000864 e 62000893  |                |             |
| <b>Representante:</b>                               | Sergio Dorigan   |                |             |
| <b>Identificação da Empresa Executora do Estudo</b> |  |                |             |
| <b>Nome:</b>  | Geo-Analítica Estudos e Gerenciamentos de Áreas Contaminadas Ltda-ME   |                |             |
| <b>CNPJ n°:</b>                                     | 14.768.929/0001-70   |                |             |
| <b>Endereço:</b>                                    | Rua Alameda das Margaridas, 352  | <b>Bairro:</b> | Vila Jardim |
| <b>Cidade:</b>                                      | Adamantina   | <b>Estado:</b> | São Paulo   |
| <b>Telefone:</b>                                    | (18) 3522-8938   |                |             |
| <b>Endereço Eletrônico:</b>                         | geoanalitica5@gmail.com  |                |             |
| <b>Representante:</b>                               | Samir Filippin Mohallem  |                |             |
| <b>Informações Complementares</b>                   |  |                |             |
| <b>Procedimentos Seguidos:</b>                      | DD 038/2017/C, de 07 de Fevereiro de 2017 e Roteiro para Elaboração de Estudo de Investigação de Contaminação em Áreas de Deposição de Resíduos Sólidos Urbanos (Maio/2019). |                |             |
| <b>Uso e Ocupação:</b>                              | Ocupação Rural   |                |             |

## 1) INTRODUÇÃO E OBJETIVO

A Empresa Geo-Analítica vencedora do certame licitatório realizado pelo Município de Franca, que tem como objeto a Contratação de empresa especializada para Execução de Investigação de Passivo Ambiental no Aterro da Fazenda Municipal de Franca.

Para realização dos trabalhos foram seguidas as diretrizes estabelecidas pela Decisão de Diretoria nº 038/2017/C de 07 de Fevereiro de 2017 no que diz respeito ao Gerenciamento de Áreas Contaminadas, também Guia para Avaliação do Potencial de Contaminação em Imóveis, além das normas técnicas vigentes e Roteiro para Elaboração de Estudo de Investigação de Contaminação em Áreas de Deposição de Resíduos Sólidos Urbanos.

O estudo seguirá o Procedimento para investigação de passivo ambiental em área de destinação de resíduos sólidos urbanos.

Entende-se por RSU o lixo domiciliar e aqueles similares provenientes da coleta pública de lixo, inclusos os de estabelecimentos comerciais e de prestação de serviços e os de pequenas instalações fabris não poluentes, além dos resíduos decorrentes da atividade de poda pública, que são normalmente destinados em conjuntos no mesmo local. Não se inclui neste rol os resíduos da construção civil (entulhos), considerados como resíduos da CETESB.

A primeira etapa realizada, denominada Fase I – Avaliação Preliminar consistiu da compilação dos dados pretéritos reportados para a área de interesse, incluindo a análise de dados públicos, a fim de averiguar a integridade do imóvel em função de potenciais atividades exercidas sobre a superfície do terreno, assim como as áreas potenciais do entorno, passíveis de influenciar a qualidade ambiental do empreendimento avaliado.

Em função das observações obtidas nessa Fase I, em especial, a atribuição de áreas potenciais (AS, segundo NBR 15.515-1), houve a elaboração e execução do plano de investigação confirmatória de acordo com a NBR 15.515-2: Passivo ambiental em solo e água subterrânea. Parte II: Investigação Confirmatória. Esta etapa será tratada como Fase II do diagnóstico ambiental e foi dimensionada de forma a possibilitar a verificação do potencial impacto nos solos e águas subterrâneas locais em função do seu histórico de uso e ocupação.

A ART (Anotação de Responsabilidade Técnica) encontra-se no **Anexo I**, a Declaração de Responsabilidade pode ser visualizada no **Anexo II** e o **Anexo IX** os resultados analíticos referentes ao presente trabalho.

## 2) LOCALIZAÇÃO

**Franca** é um município brasileiro no interior do estado de São Paulo, sede da Região Administrativa de Franca (14.<sup>a</sup> Região Administrativa do estado de São Paulo) e da Aglomeração Urbana de Franca. É a 74.<sup>a</sup> cidade brasileira mais populosa e a 9.<sup>a</sup> mais populosa do interior do estado de São Paulo. Localiza-se a 249669.92 m E de latitude sul e 7727073.36 m S de longitude oeste, distante 401 km da capital estadual e a 676 km de Brasília. Possui uma área de 605,679 km<sup>2</sup>, dos quais 86,92 km<sup>2</sup> estão em zona urbana, e sua população estimada em agosto de 2019 era de 355 901 habitantes. A **Figura 1.0** apresenta localização do empreendimento.

O Aterro da Fazenda localiza-se numa estrada vicinal próxima à Rodovia Candido Portinari (SP 334), que liga Franca ao Município de Cristais Paulista a norte, local antigamente denominado Fazenda Municipal, de propriedade da Prefeitura de Franca, distante cerca de 6 km da região central da cidade.

| <b>Tabela 1.0 – Dados gerais do empreendimento</b> |  |
|--|--|
| <b>Períodos dos Serviços</b>                       | Maio de 2020 a Novembro/2020   |
| <b>Data de Emissão</b>                             | Novembro/2020  |
| <b>Coordenadas UTM:</b>                            | 248338.00 m E / 7735938.00 m S   |
| <b>Área Aproximada</b>                             | 190 mil m <sup>2</sup>   |
| <b>Atividades:</b>                                 | Sistema de Disposição Final de Resíduos  |
| <b>Abastecimento de Água:</b>                      | Não se faz presente  |
| <b>Efluentes Líquidos</b>                          | Lagoa de Chorume   |
| <b>Tabela 2.0 – Dados Regionais</b>                |  |
| <b>Cidade / Estado:</b>                            | Franca/SP  |
| <b>Área IBGE (2016)</b>                            | 605,679  |
| <b>População (IBGE, 2020)</b>                      | 355 901 pessoas  |
| <b>Densidade demográfica</b>                       | 526,09 hab/km <sup>2</sup>   |
| <b>UGRHI</b>                                       | 08 – Sapucaí/Grande  |
| <b>Morfológica</b>                                 | Planalto Residual de Franca/Batatais - Esta província é classificada por Ross e Moroz (1997) como uma unidade morfoescultural dos Planaltos Residuais de Franca e de Batatais. Nesta unidade predominam formas de relevo denudacionais, cujo modelado é constituído por colinas de topos aplanados ou tabulares, com vales pouco entalhados. As altimetrias variam entre 800 e 1.100 m. Por se tratar de terras altas, circundadas por terras baixas, é um centro dispersor de drenagem. |
| <b>Acesso ao Município</b>                         | <b>Leste</b> - Rodovia João Traficante<br><b>Sudeste</b> – Rodovia Eng. Ronãn Rocha<br><b>Sul</b> – Rodovia Rio Negro e Solimões e Rodovia Cândido Portinari<br><b>Oeste</b> – Rodovia Pref. Fábio Talarico<br><b>Norte</b> - Rodovia Cândido Portinari  |
| <b>Tabela 3.0 - Levantamento Climatológico</b>     |  |
| <b>Classificação Koeppën</b>                       | Aw – Tropical com estação seca   |
| <b>Temperatura (climate.org)</b>                   | Máxima: 25,7°C (Setembro)  |
|  | Mínima: 12,1°C (Junho)   |
| <b>Pluviometria (climate.org)</b>                  | Máxima: 281. mm (Dezembro)   |
|  | Mínima: 16 mm (Agosto)   |
|  | Total anual: 1564 mm   |



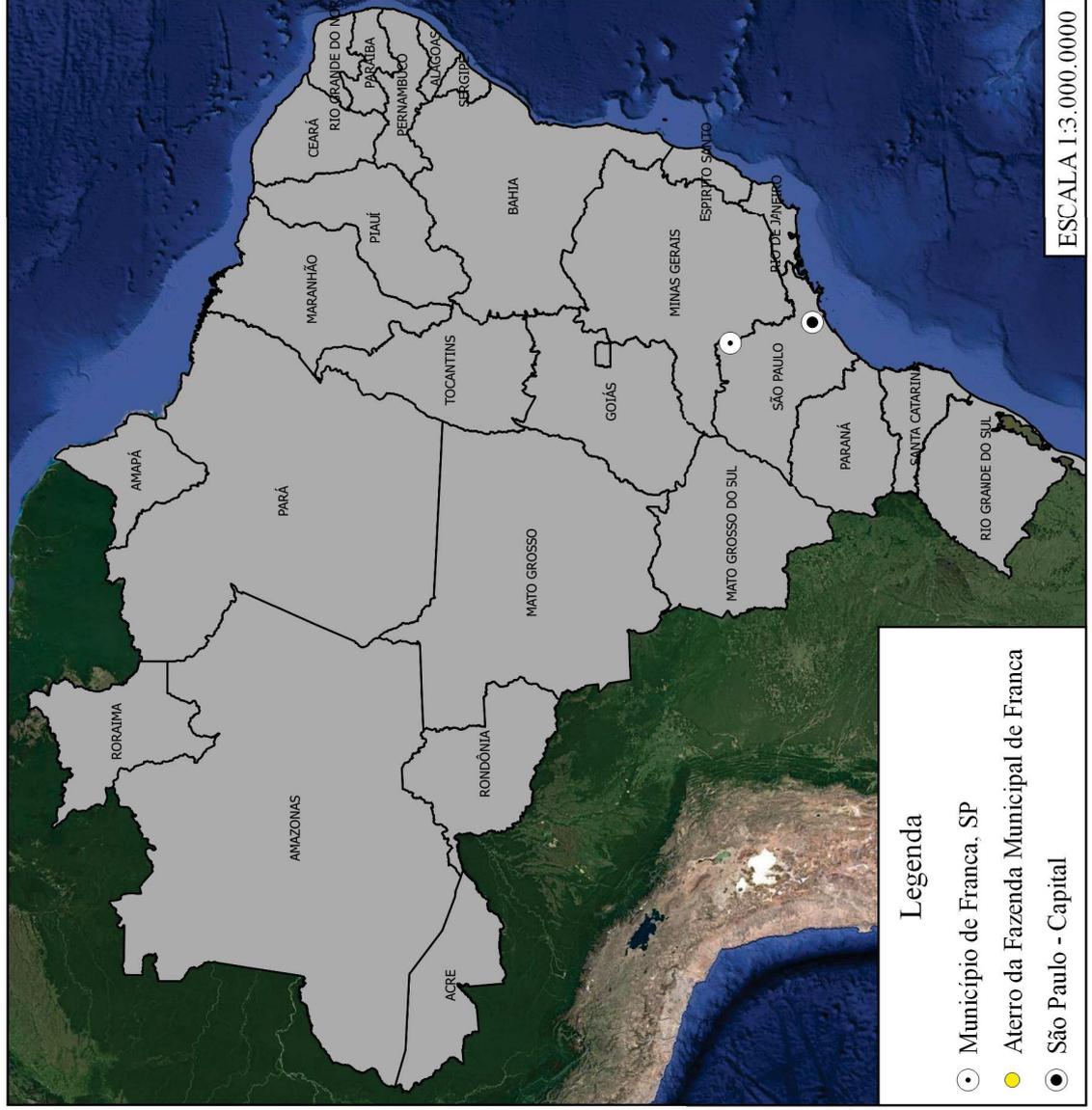
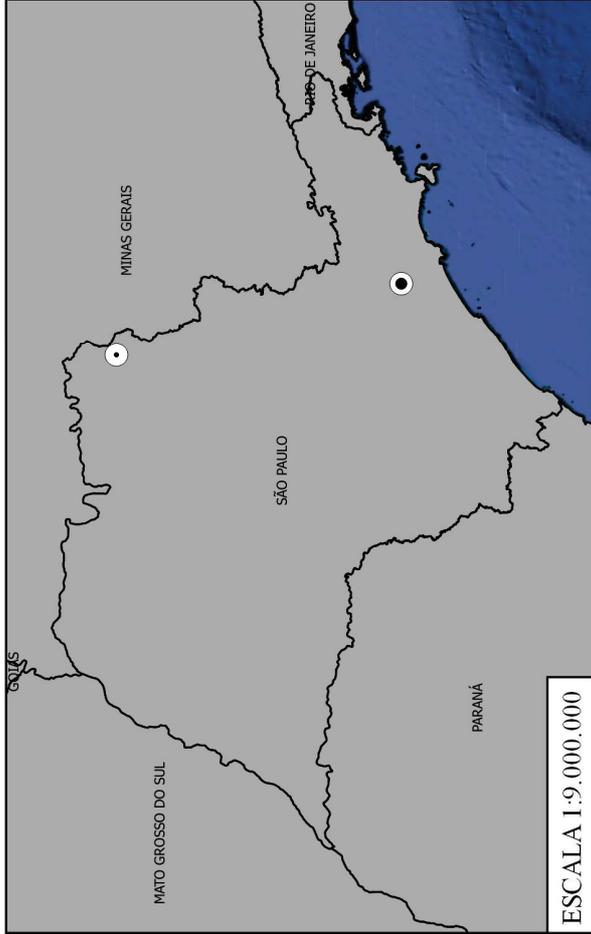
# GEO-ANALÍTICA

Projeto: Avaliação Preliminar e Investigação Confirmatória

Figura 1.0 Localização do Empreendimento no Município de Franca

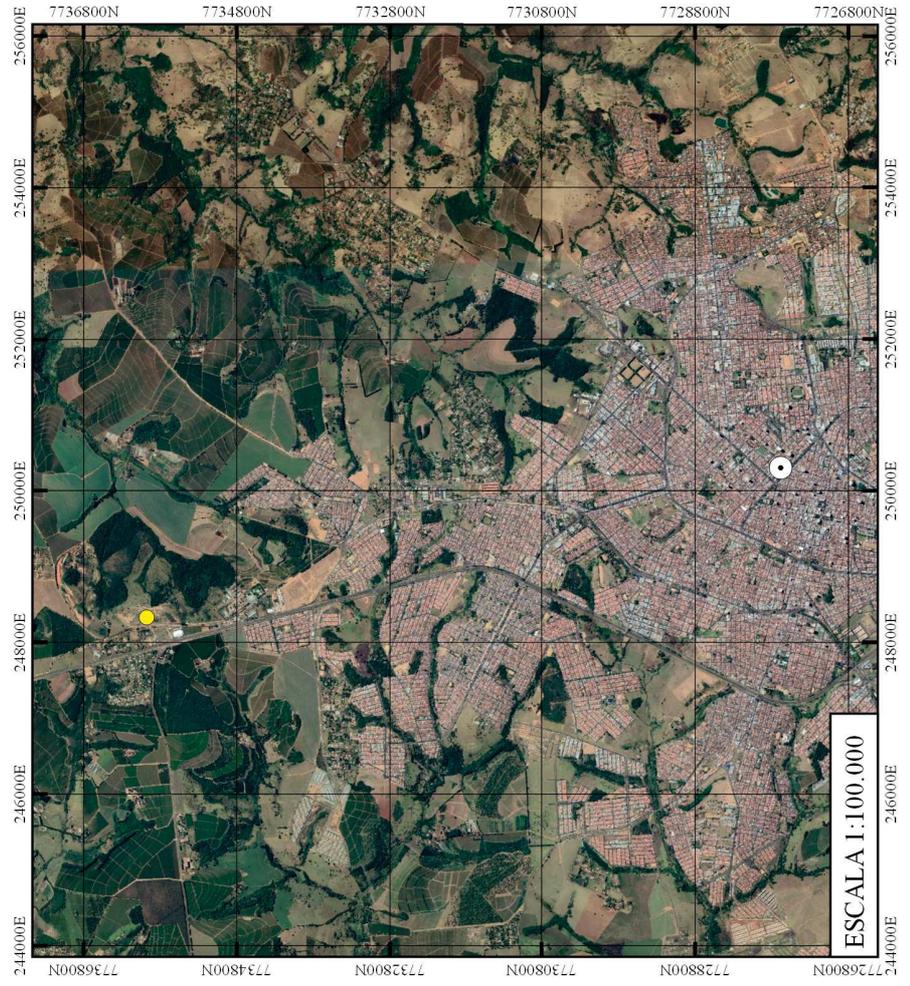
Local: Aterro da Fazenda Municipal de Franca

Coordenadas Geográficas UTM: 248328,00 m E / 7735978,00 m S



**Legenda**

- ● Município de Franca, SP
- Aterro da Fazenda Municipal de Franca
- São Paulo - Capital



**Imagem 1.0** apresenta a situação atual da área.



**Fonte:** Geo-Analítica, imagem capturada no dia 28 de Fevereiro de 2020.

### 3) ESCOPO DO PROJETO

#### **Etapa I - Avaliação Preliminar**

- Visita à propriedade avaliada, incluindo inspeção visual, para verificação da integridade do imóvel, e principais aspectos ambientais do sítio e seu entorno imediato;
- Levantamento de informações históricas, mediante entrevistas a responsáveis, e vizinhos do entorno, para verificação de atividades potenciais de contaminação;
- Histograma foto-temporal, para levantamento de atividades potencialmente poluidoras na propriedade, subavaliação e entorno de interesse;
- Coleta de informações geológicas e hidrogeológicas disponíveis, em nível local e regional;
- Levantamento de uso e ocupação do solo, considerando o entorno de 500 a partir do perímetro da área do aterro, (identificação das nascentes, olhos d'água e drenagens, e de todos os pontos de captação de água e/ou rebaixamento do aquífero);
- Identificação e classificação das áreas vistoriadas, quanto ao potencial de contaminação (APs, ASs, Ais, ACs, AMRs e ARs);
- Identificação de estabilidades dos taludes e terraços, controle de drenagem e chorume, pontos frágeis à erosão e empoçamento, o surgimento de exsudações e chorume na base dos taludes, o isolamento da área para entrada de pessoas (principalmente crianças) e animais, etc.
- Registro fotográfico do imóvel;
- Medições em superfície de gases voláteis orgânicos em 100 pontos de aferições;
- Execução de Geofísica pelo método de resistividade;
- Elaboração do Modelo Conceitual Preliminar (MCA-1A) para a área de interesse e Plano de Investigação Ambiental Confirmatória para estabelecimento;

#### **Etapa II – Investigação Confirmatória**

- Visita à propriedade;
- Avaliada para locação dos pontos de interesse;
- Descrição dos métodos de investigação e amostragem utilizados;

- Execução de sondagens ambientais para instalação de poços de monitoramento da qualidade ambiental das águas subterrâneas;
- Coleta de amostras de solo para análises físico-química;
- Coleta de amostras de água subterrânea dos poços de monitoramento instalados no local (atuais e pré-existentes) mais 02 amostras de controle de qualidade (Branco de Campo e Branco de Transporte), e análise de acordo com os parâmetros determinados no modelo conceitual MCA-01;
- Execução de sondagens ambientais para instalação de poços de monitoramento de gases;
- Medições de Gases em poços de monitoramento de gases para Metano (CH<sub>4</sub>) e LII;
- Levantamento Topográfico dos pontos investigados;
- Descrição da Geologia e Hidrogeologia Local;
- Perfil construtivo dos poços de monitoramento instalado;
- Elaboração do Mapa Potenciométrico;
- Interpretação dos resultados;
- Recomendação de ações a serem realizadas;
- Elaboração do Modelo Conceitual Atualizado (MCA 2) da área considerando os meios de transporte, as vias de ingresso e as características das populações receptoras potenciais;
- Elaboração do relatório com A.R.T. (Anotação de Responsabilidade Técnica) e Declaração de Responsabilidade do responsável técnico pelo projeto.

## 4) ETAPA I – AVALIAÇÃO PRELIMINAR

### 4.1) Objetivo

O presente estudo visa à prévia caracterização ambiental da área a partir de informações históricas e atuais obtidas mediante levantamento *in situ*, entrevistas a moradores/comerciantes da vizinhança e levantamentos de dados públicos, de forma a apresentar um cenário característico da área avaliada, no que se refere à preservação ambiental do imóvel de interesse.

A avaliação preliminar objetiva efetuar o levantamento das informações sobre o uso e ocupação do terreno, histórico de descartes de resíduos na área e as suas características; verificar a presença de evidências, indícios ou fatos que possam indicar contaminação no local e obter as demais informações e dados necessários ao desenvolvimento dos trabalhos de investigação. Por se tratar de área de descartes de resíduos (RSU) sem as devidas licenças ambientais, este fato por si só já é passível de considerá-la como Área Suspeita de Contaminação (AS) e de realização da etapa seguinte de investigação confirmatória.

### 4.2) Descrição da Metodologia

O presente projeto foi executado conforme especificado na Proposta Técnica e Comercial, seguindo os procedimentos determinados;

a) Observações *in loco*: etapa que visa à prévia caracterização ambiental da área a partir de informações históricas e atuais obtidas mediante levantamento *in situ* e registro fotográfico, além de entrevistas a moradores, e comerciantes da vizinhança, de forma a apresentar um cenário característico da área avaliada, no que se refere à ocorrência de atividades potencialmente poluidoras passíveis de interferir na área de estudo. Cita-se que mediante a inspeção de campo, são contempladas informações quanto às condições do avaliado, frente as mais diversas questões ambientais, considerando-se ainda, as áreas diretamente influenciadas pelo empreendimento como as áreas vizinhas potencialmente poluidoras;

b) Histograma Foto-Temporal: o conhecimento do uso e ocupação da área e entorno imediato do site de interesse, constitui elemento essencial para o entendimento dos condicionantes que potencialmente interferem na qualidade ambiental de um local, além de fornecer informações a respeito dos potenciais receptores e bens a proteger existentes. Nesse sentido, objetivando a caracterização atual e pretérita do uso do solo na área avaliada e entorno imediato, foram utilizadas imagens aéreas datadas 1962, 1971, 1983, 1990, 2003, 2007, 2011, 2016 e 2020, adquiridas na Empresa BASE Aerofotogrametria e Projetos S. A. e no Google Earth;

c) Caracterização do Uso e Ocupação do Solo: foi realizado levantamento de campo para vistoria das principais atividades potencialmente poluidoras do meio, tendo ainda como objetivo, detalhar o entorno de interesse quanto aos tipos de uso de solo em que as vias de exposição possam se completar. Para tanto foram realizadas entrevistas com a vizinhança e responsáveis pelo empreendimento, de forma a se contemplar os aspectos de uso e ocupação do solo, discriminando-se itens de utilização da área quanto à frequência, ao uso (residência, lazer ou comércio), presença de idosos, crianças e animais, existência de hortas, utilização de água subterrânea (Consumo Humano, Lavagem, Irrigação etc.).

## 5) ETAPA I – APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

### 5.1) Histórico da Área

Segundo informações apresentadas no termo de referência disponibilizado pela prefeitura:

Em levantamento documental e entrevistas com funcionários da prefeitura, a área onde se instalou o aterro fazia parte da antiga Fazenda Municipal de Franca, na qual se desenvolveram, durante décadas e até hoje, atividades essencialmente agrícolas e pecuárias, e de apoio operacional à prefeitura.

Ao longo das últimas quatro décadas a fazenda sofreu alguns parcelamentos e desmembramentos em favor de entidades sociais e sem fins lucrativos, como entidades sindicalistas, ambientalistas, etc., para construção de suas sedes, sem, entretanto, mudanças significativas em seu uso principal.

No final dos anos 80, com crescente agravamento da situação operacional do Aterro das Maritacas (na região central do município), que resultaram em conflitos com a população do entorno, as disposições de resíduos nesse aterro foram interrompidas temporariamente, passando os resíduos a serem dispostos numa área restrita da Fazenda Municipal, numa entrada da propriedade situada junto à antiga estrada de ligação entre os municípios de Franca e Cristais Paulista, a cerca de 5 km a norte de Franca.

Neste local, a partir dessa época e durante vários anos, até o início de 1997, foram depositados de forma irregular, resíduos de origem **doméstica e industrial**, sem que fossem observados critérios e procedimentos tecnicamente adequados, formando-se um grande depósito a céu aberto (lixão) com inúmeros inconvenientes ambientais.

Em 1997 foram concluídas as obras de recuperação exigidas pelo Ministério Público e pela CETESB, nas quais se previa a paralisação e encerramento das atividades na área. Entretanto, em função da não habilitação e licenciamento do novo aterro, as atividades só foram paralisadas em 2006, após inúmeros conflitos com os órgãos públicos.

Apenas em junho de 2006 entrou em operação de forma regular e adequada, o novo Aterro Sanitário Municipal Ivan Vieira.

A partir de então, as atividades do antigo Aterro da Fazenda Municipal cessaram, passando para a fase que se estende até o presente momento, de encerramento do aterro, de acordo com as normas e os procedimentos estabelecidos pela CETESB.

| <b>Período</b> | <b>Intervenções/Auto de Infrações.</b> | <b>Resumo</b>  |
|----------------|--|--|
| 11/1999        | Advertência                            | Dispor no solo, em área ampliada do aterro da Fazenda Municipal sem o <b>prévio licenciamento ambiental, resíduos domiciliares</b> , tornando ou podendo tornar o solo, o ar e as águas impróprios, nocivos ou ofensivos à saúde; inconvenientes ao bem estar público; donosos aos materiais, à fauna e à flora; prejudiciais à segurança, ao uso e gozo da propriedade, bem como às atividades normais da comunidade. |
| 07/2002        | Advertência                            | Dispor inadequadamente no solo, na Fazenda Municipal, resíduos de <b>serviços de saúde</b> , tornando ou podendo tornar o solo, o ar e as águas impróprios, nocivos ou ofensivos à saúde; inconvenientes ao bem estar público; danosos aos materiais, à fauna e à flora; prejudiciais à segurança, ao uso e gozo da propriedade, bem como às atividades normais da comunidade.   |

## 5.2) Inspeção de Reconhecimento da Área em Estudo

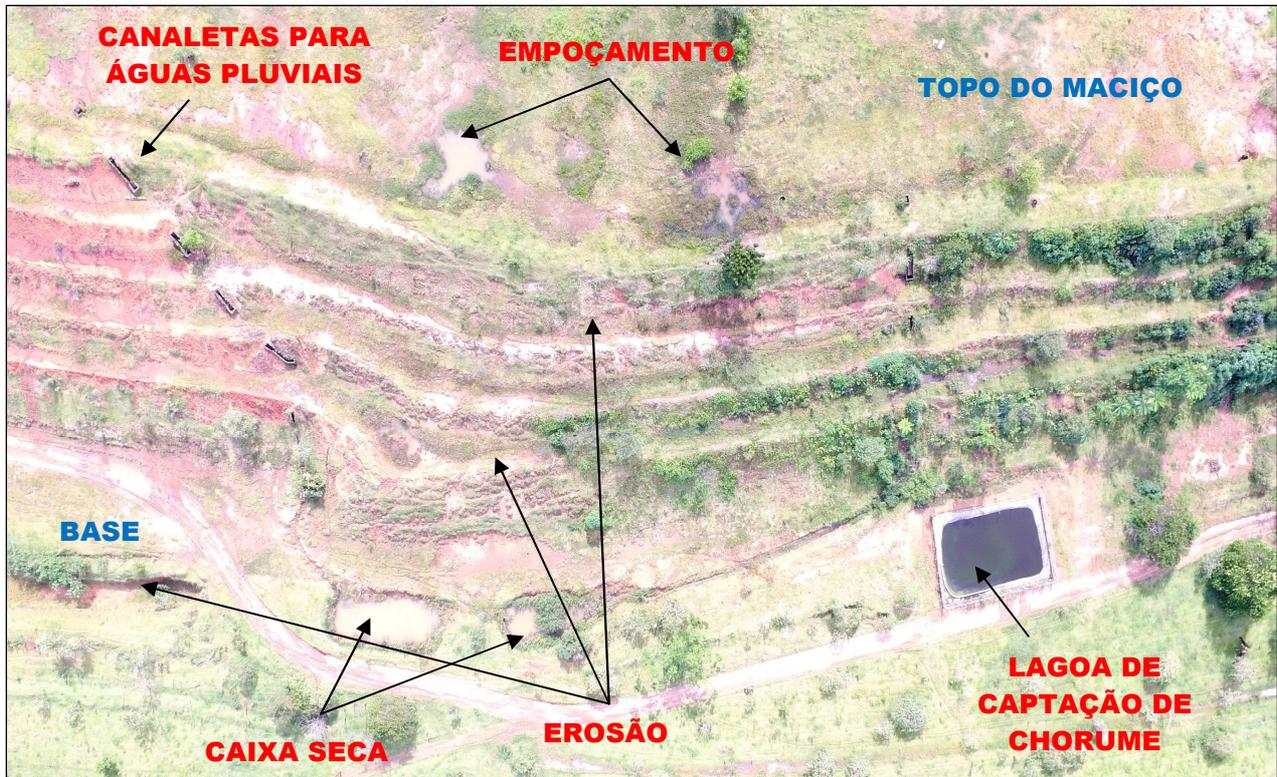
A área objeto de estudo engloba a avaliação do imóvel localizado a cerca de 5 km a norte da cidade de Franca/SP, com acesso pela Rod. Candido Portinari. O imóvel pertence à *Prefeitura Municipal de Franca*. (**Foto 1 e 2**).

Na inspeção de campo efetuada em Fevereiro/2020, verificou-se que a área exerceu atividades de deposição de resíduos sólidos diversos (RCC e Lenhosos urbanos), suas atividades deram início em 1982, sendo que o mesmo encontrasse desativado. Não sendo a única atividade de maior potencial de impacto no raio de 1000 metros.

Com as informações levantadas da área, verificamos que foram depositados todos os tipos de resíduos de RCC, lenhosos urbanos, industriais e de saúde, informação disponibilizada pelo Funcionário **Mozart Rosa do Nascimento** funcionário desde 1989 e **Adalto Fernandes** operador de máquina trabalhando na área como terceiro desde o início das atividades. A quantidade (ton.) de resíduos que foram depositados no aterro não é exata, visto que não havia um sistema de registro das atividades.

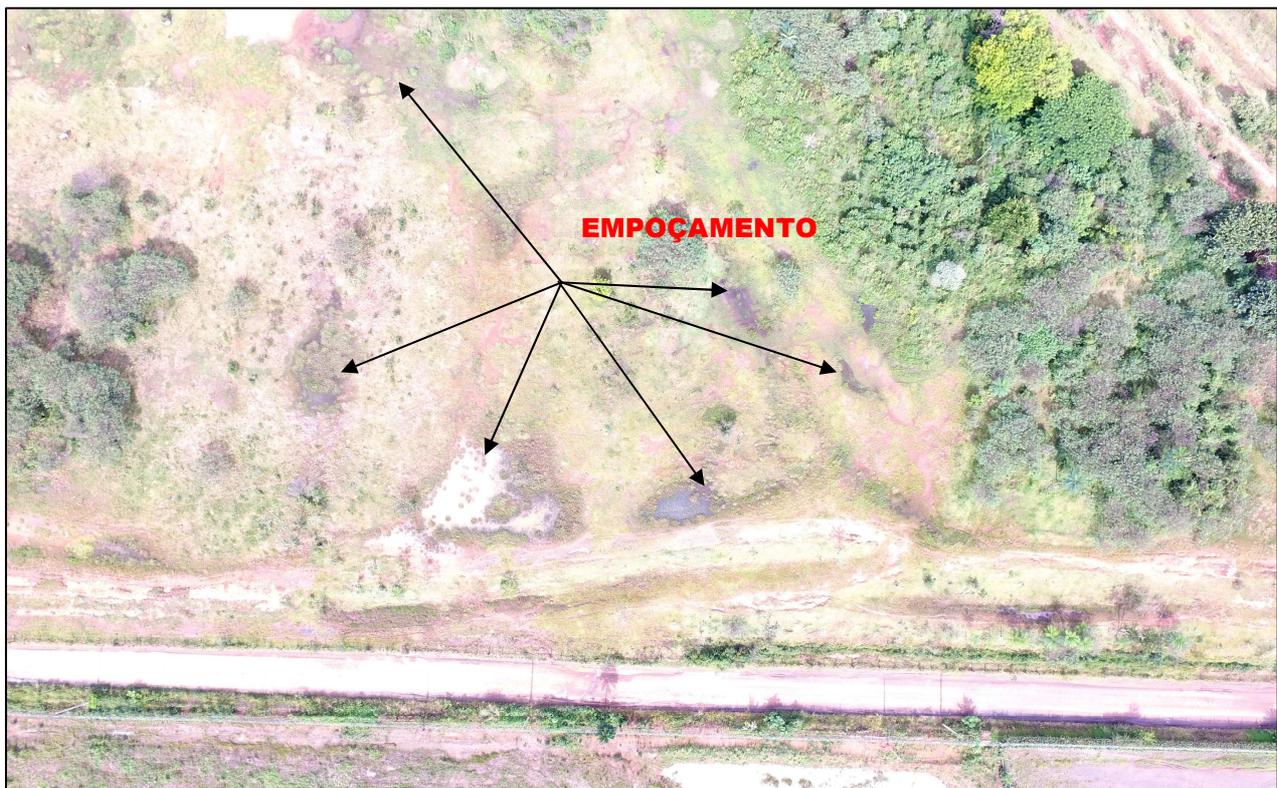
Partindo dos levantamentos in loco observamos as seguintes situações conforme apresentadas nas imagens a baixo.

Imagem 2.0 apresenta o levantamento das condições atuais do aterro.



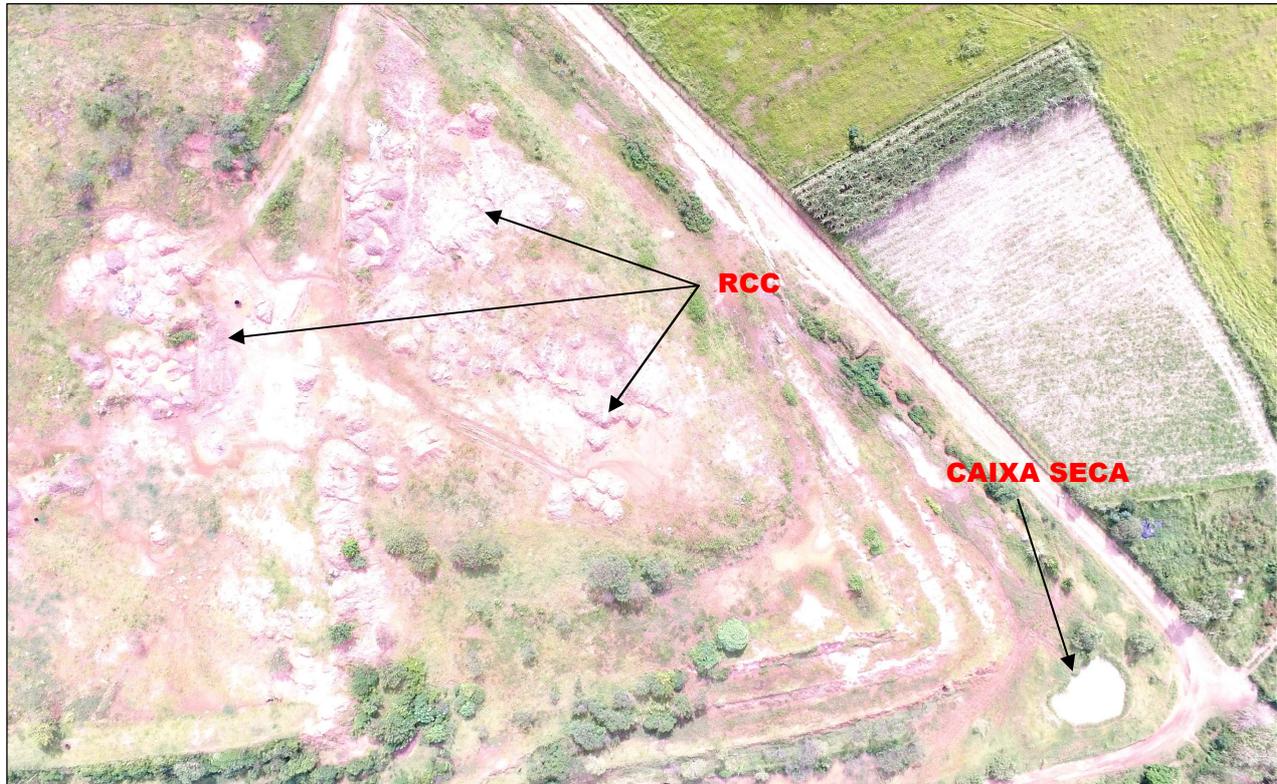
Fonte: Geo-Analítica, imagem capturada no dia 28 de Fevereiro de 2020.

Imagem 3.0 apresenta o levantamento das condições atuais do aterro.



Fonte: Geo-Analítica, imagem capturada no dia 28 de Fevereiro de 2020.

**Imagem 4.0** apresenta o levantamento das condições atuais do aterro.



**Fonte:** Geo-Analítica, imagem capturada no dia 28 de Fevereiro de 2020.

| <b>Tabela 5.0 – Apresenta as condições atuais do aterro</b> |  |
|---|--|
| <b>Condição</b>   | <b>Descrição da Situação</b>   |
| Estabilidade dos Taludes e Terraços                         | Os taludes apresentaram erosões conforme podemos observar na imagem 2.0, e não podendo confirmar a estabilidade do aterro uma vez que a área não apresenta instalado marcos de medições.   |
| Controle de Drenagem Superficial “Pluvial”                  | Verificamos um grande número de empoçamentos e processos erosivos causados pela má drenagem da água superficial “pluvial”, mesmo a área apresentando dispositivos de drenagens superficiais (canaletas e caixa seca na base do maciço).  |
| Surgimento de Exsudações e Chorume                          | Não identificamos na base dos taludes o afloramento de chorume, somente empoçamentos com colorações escuras no topo do maciço.   |
| Segurança   | Área totalmente isolada  |
| Superfície do Maciço  | No topo do maciço identificamos pequenos montes de RCC, e em desenvolvimento de forma heterogênea vegetações rasteiras, além de alguns poucos arbustos de pequeno porte. Como praticamente não há uma manutenção constante no local, há o crescimento descontrolado dessa cobertura vegetal, |
| Cinturão Verde  | Área desprovida de cinturão verde  |

### 5.1) Características dos Resíduos Depostos

A área é proveniente de resíduos domiciliares, industrial (principalmente da indústria de calçado) e de saúde, deposto em sua totalidade e distribuído conforme demonstrado na **Figura 2.0**, que demonstra a disposição das valas de acordo com informações de funcionários da prefeitura e descrições na **Tabela 6.0**.



# GEO-ANALÍTICA

## Legenda

### Disposição do Lixo

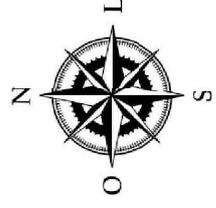
-  Área 01 (1982 - 1990)
-  Área 02 (1990 - 1994)
-  Área 03 (1994 - 2002)
-  Área 02 (2002 / 2005)
-  Perímetro do Aterro
-  Rede de Drenagem

Projeto: Avaliação Preliminar e  
Investigação Confirmatória

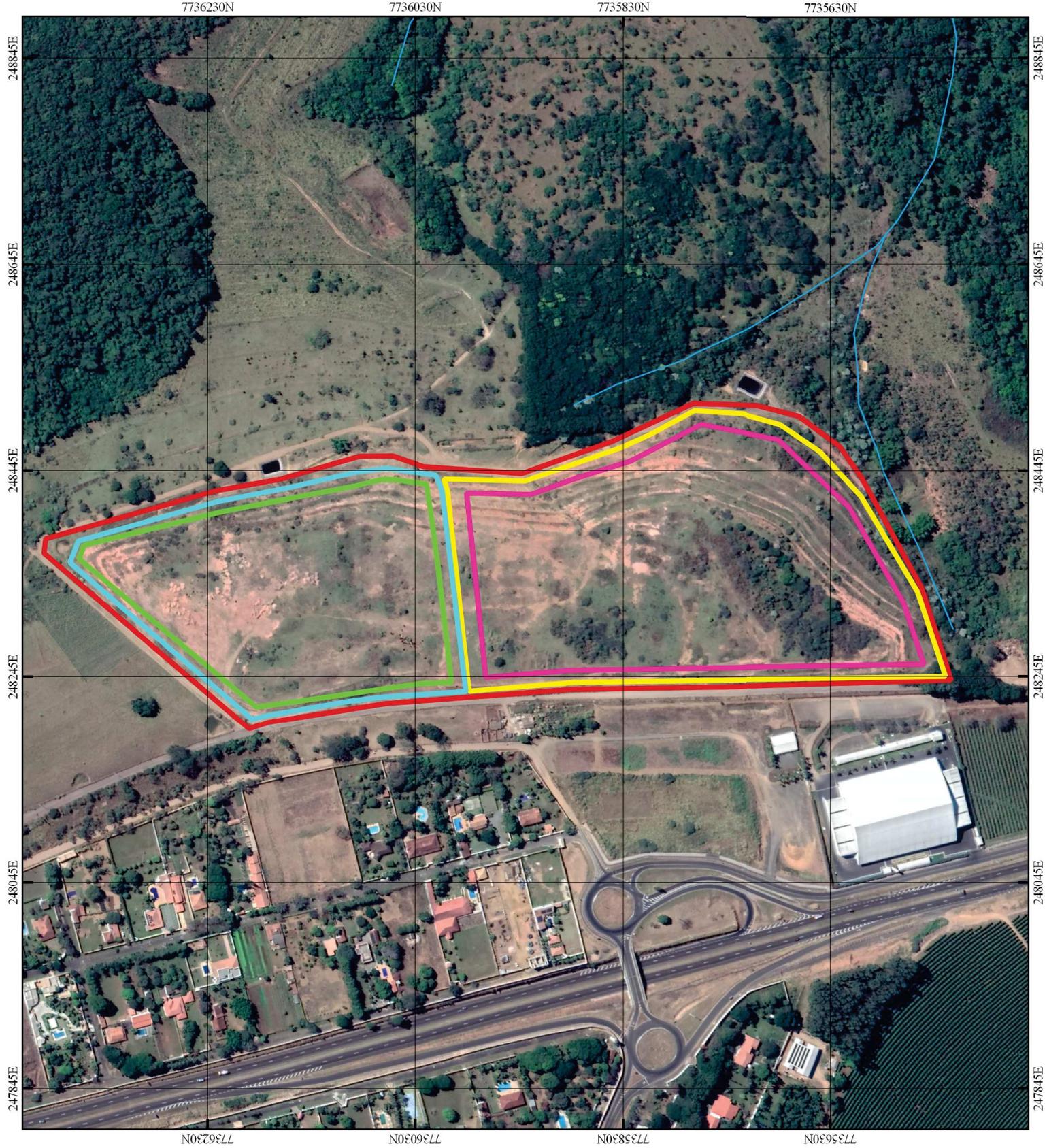
Figura 2.0 Disposição das Valas por  
Área e Período

Local: Aterro da Fazenda Municipal de  
Franca

Coordenadas Geográficas  
UTM: 248328,00 m E / 7735978,00 m S



ESCALA 1:5000

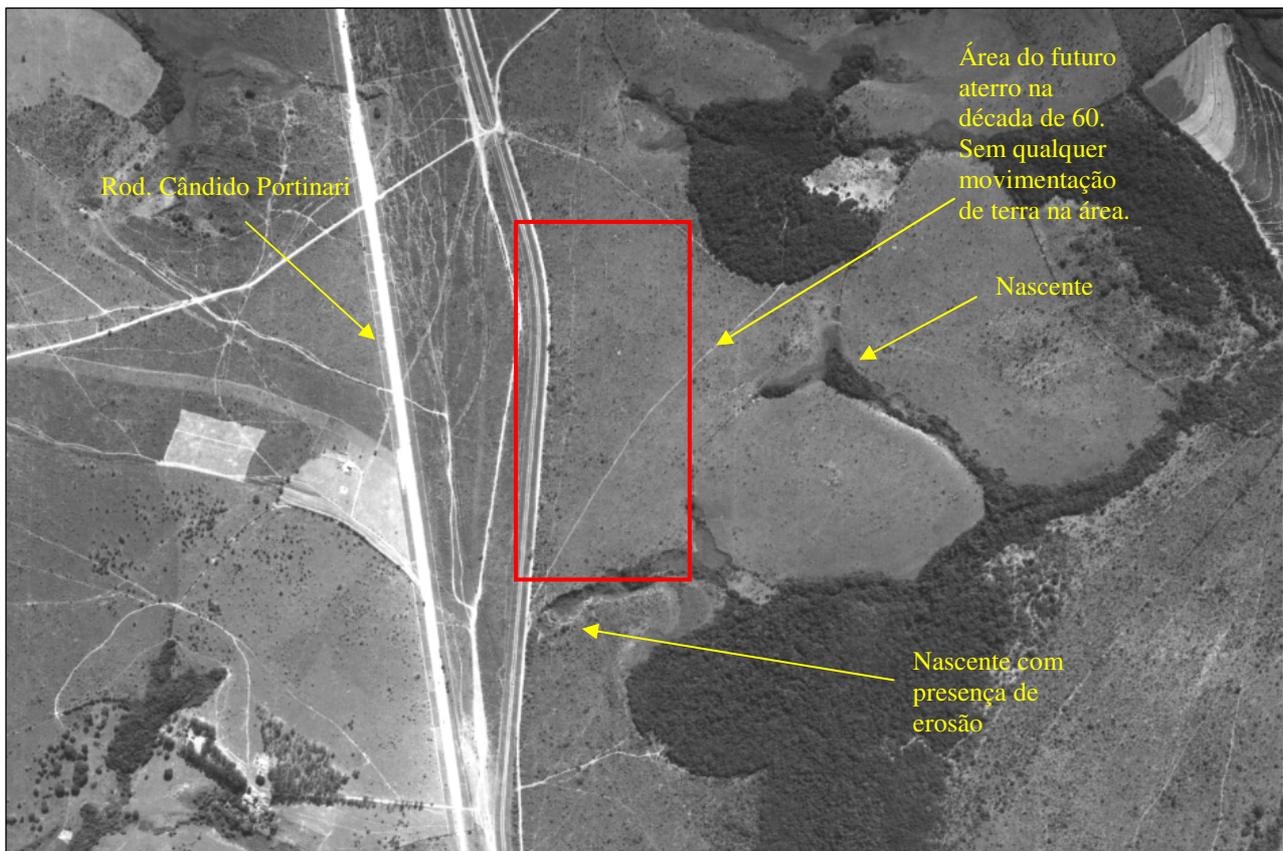


| Tabela 6.0 – Distribuição dos resíduos depositos na área |  |  |
|--|--|--|
| Área   | Ano de Início/<br>Término da<br>operação | Tipologia dos Resíduos Depositos e Situação da Área  |
| 01   | 1982 / 1990                              | Lixos domiciliares, industriais e de saúde, sem qualquer triagem e depositos em uma única vala.  |
| 02   | 1990 / 1994                              | Alteamento de aproximadamente 7,0 metros, e depositos lixos domiciliares, industriais e de saúde.  |
| 03   | 1994 / 2002                              | Lixos domiciliares e industriais depositos em uma única vala e alteamento realizado de aproximadamente 7,0 metros.   |
| 04   | 2002 / 2005                              | Lixos domiciliares e industriais (indústria de calçado) depositos em área parcialmente impermeabilizada. O lixão foi reconformado com solo virgem em seu topo. |

### 5.1) Histograma Foto-Temporal

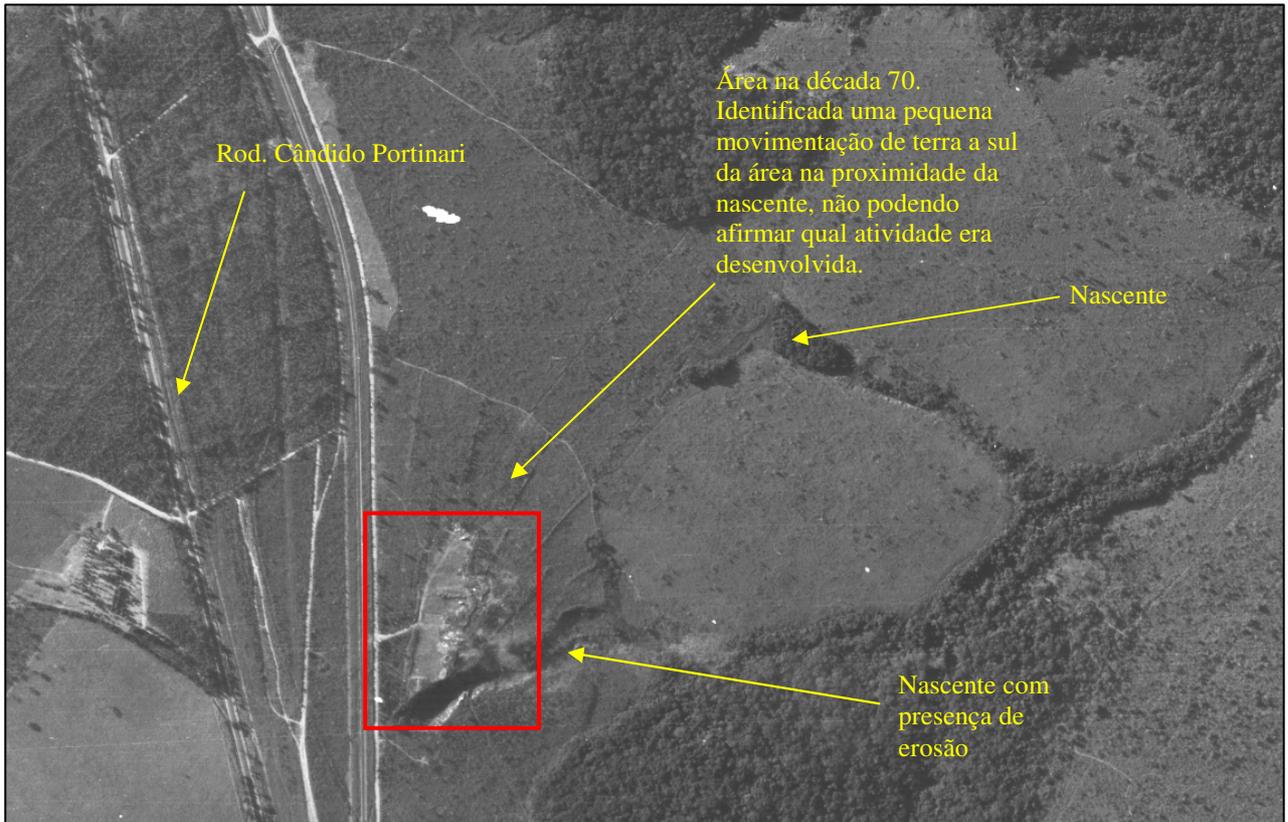
Visando o conhecimento do uso do solo pretérito na região de interesse, foi efetuada uma análise multitemporal de fotos aéreas datadas de 1962, 1971, 1983, 1990, 2003, 2007, 2011, 2016 e 2020 conforme se observa.

**Foto 1** – Foto aérea datada de 1962.



Fonte: BASE, USP

**Foto 2** – Foto aérea datada de 1971.



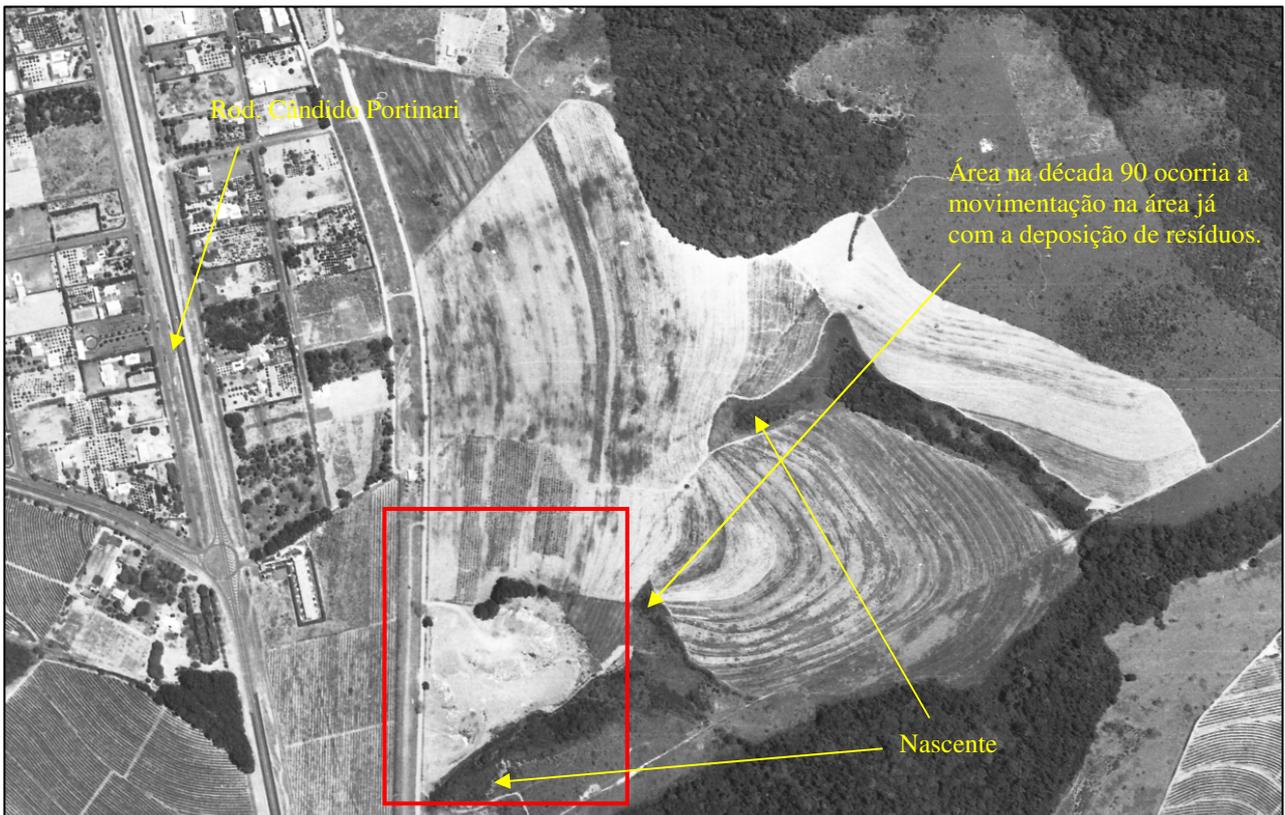
Fonte: BASE, USP

**Foto 3** – Foto aérea datada de 1983.



Fonte: BASE, USP

**Foto 4** – Foto aérea datada de 1990.



Fonte: BASE, USP

**Foto 5** – Foto aérea datada de 2003.



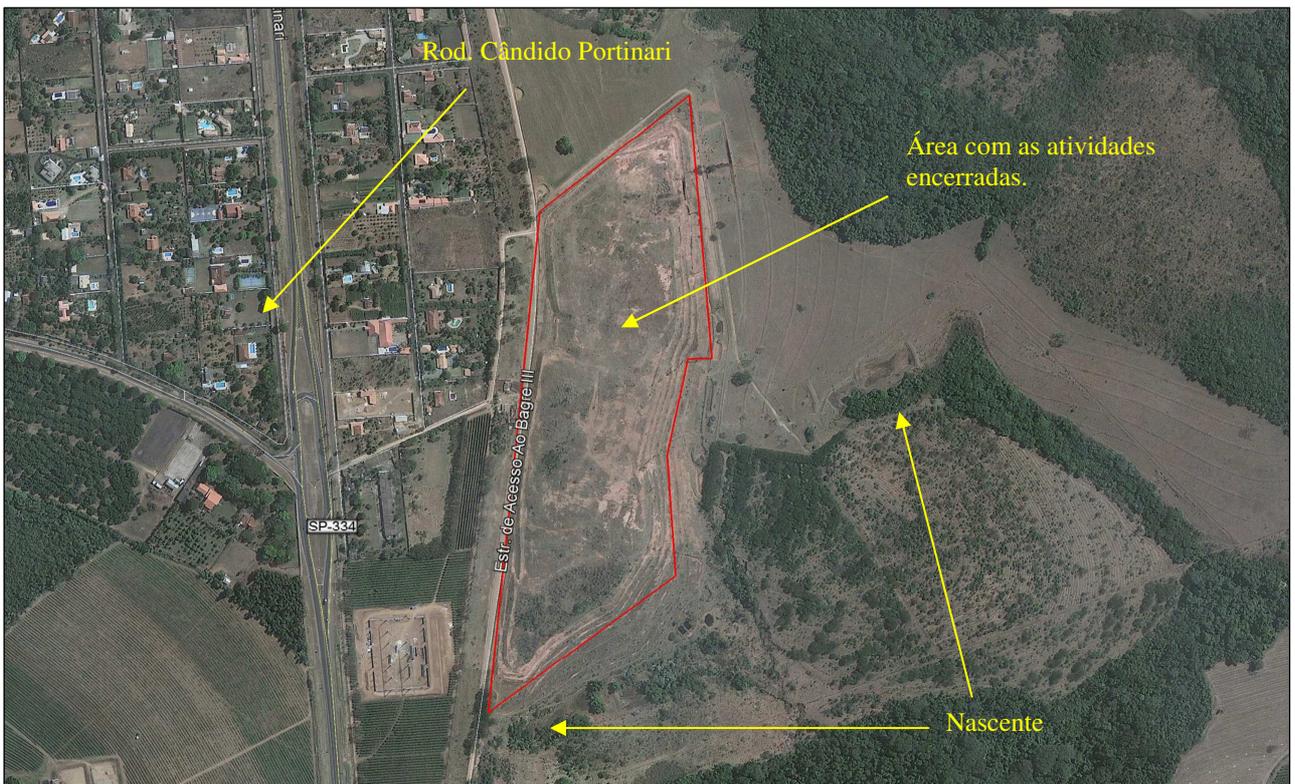
Fonte: BASE, USP

**Foto 6** – Imagem de satélite datada de 2007.



Fonte: Google Earth Pro

**Foto 7** – Imagem de satélite datada de 2011.



Fonte: Google Earth Pro

**Foto 8** – Imagem de satélite datada de 2016.



Fonte: Google Earth Pro

**Foto 9** – Imagem de satélite datada de 2020.



Fonte: Google Earth Pro

- Na imagem área de 1962 observamos que a atividade de pecuária e/ou agricultara eram desenvolvidas na área onde se instalaria o aterro nos próximos anos, seu entorno predominante para uso agricultura.
- Na imagem de 1971 o uso do seu entorno se mantinha o mesmo, porém a sul da área identificamos uma pequena movimentação de terra próxima a nascente, não podendo afirmar qual a atividade que vinha sendo desenvolvida.
- Na imagem de 1983 já ocorria um adensamento de chácaras a oeste da área, porém a movimentação identificada na área no ano de 1971 não foi observada no ano de 1983.
- Na imagem de 1990 já ocorria à deposição de resíduos a sul da área, e seu entorno mantinha as atividades de agricultura.
- Na imagem de 2003 a área continuava a receber resíduos apresentando alteamentos e uma ocupação de aproximadamente 100% do seu terreno “atual perímetro”, porém com atividade mais a norte.
- Na imagem de 2007 as atividades de deposição de resíduos possivelmente já cessadas, mas o solo da área ainda exposto.
- Nas imagens de 2011 até 2020 identificamos pequenas movimentações de terra no topo do maciço a norte da área podendo ser deposições de RCC. O entorno da área mantém-se com a agricultura e pecuária e um grande adensamentos de chácaras/áreas de lazer a leste.

## 5.2) Uso e Ocupação do Solo

O empreendimento em questão neste estudo se encontra no perímetro do município de Franca (SP), localizado na microbacia do Córrego do Pouso Alto, esta que recebe influência do aterro (lixão), a oeste que tem como divisor a Rodovia Cândido Portinari encontram-se as microbacias do Ribeirão do Salgado e Córrego da Terra Vermelha. No levantamento do uso e ocupação do solo foram identificados uso agrícola, industrial, e locais de lazer “chácaras”, com uma grande quantidade de poços profundos instalados e não outorgados, conforme identificamos in situ no entorno imediato.

Para agravamento da situação, verificou-se tratar de uma área de encostas onde ocorrem nascentes em sua porção intermediária, formando cabeceiras de drenagens e córregos, os quais são utilizados pelas propriedades a jusante para criação e abastecimento domésticos, e que contribuem para a microbacia do Córrego do Pouso Alto, afluente da Bacia Hidrográfica do Rio das Canoas, a cerca de 13,0 km a leste do aterro, tributário do Rio Grande.

Na base do maciço, mais especificamente a sul encontra-se uma das nascentes do Córrego do Pouso Alto, e a leste identificamos outra nascente, distante aproximadamente 300 metros da área, a norte é identificado um olho d’água distante aproximadamente 180 metros, com vegetações preservadas nas APP. De acordo com o Decreto nº 10.755/77 os afluentes do Córrego do Pouso Alto são classificados em classe 2. Pertencem à Classe 2 todos os corpos d’água, exceto os alhures classificados.

Mediante levantamento no site da CETESB, 2019, “Relação de Áreas Contaminadas” não foram identificadas áreas classificadas em ACI, ACRI, ACRe, ACRu e AME, identificamos no entorno imediato áreas classificadas em APs e ASs.

Segundo levantamento realizado on-site, identificamos aproximadamente 40 poços profundos, considerando o entorno de 1000 metros. Em consulta no banco de dados do DAEE não identificamos as outorgas dos poços profundos levantados em campo.

| <b>Identificação dos Poços</b> | <b>Coordenadas UTM (SIRGAS 2000)</b> | <b>Identificação dos Poços</b> | <b>Coordenadas UTM (SIRGAS 2000)</b> |
|--------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|
| <b>01</b>                      | 248191.00 m E / 7736496.00 m S       | <b>21</b>                      | 247732.00 m E / 7736253.00 m S       |
| <b>02</b>                      | 247988.00 m E / 7736635.00 m S       | <b>22</b>                      | 247711.00 m E / 7736149.00 m S       |
| <b>03</b>                      | 247917.00 m E / 7736813.00 m S       | <b>23</b>                      | 247736.00 m E / 7736085.00 m S       |
| <b>04</b>                      | 247839.00 m E / 7736680.00 m S       | <b>24</b>                      | 247713.00 m E / 7736063.00 m S       |
| <b>05</b>                      | 247978.00 m E / 7736486.00 m S       | <b>25</b>                      | 247800.00 m E / 7735965.00 m S       |
| <b>06</b>                      | 248002.00 m E / 7736452.00 m S       | <b>26</b>                      | 247772.00 m E / 7735877.00 m S       |
| <b>07</b>                      | 247977.00 m E / 7736365.00 m S       | <b>27</b>                      | 247893.00 m E / 7735841.00 m S       |
| <b>08</b>                      | 247989.00 m E / 7736298.00 m S       | <b>28</b>                      | 247914.00 m E / 7735685.00 m S       |
| <b>09</b>                      | 248017.00 m E / 7736208.00 m S       | <b>29</b>                      | 248057.00 m E / 7735574.00 m S       |

|           |                                |           |                                |
|-----------|--------------------------------|-----------|--------------------------------|
| <b>10</b> | 248122.00 m E / 7736054.00 m S | <b>30</b> | 248225.00 m E / 7735089.00 m S |
| <b>11</b> | 248142.00 m E / 7736010.00 m S | <b>31</b> | 248415.00 m E / 7734946.00 m S |
| <b>12</b> | 248082.00 m E / 7735939.00 m S | <b>32</b> | 247627.00 m E / 7736039.00 m S |
| <b>13</b> | 248096.00 m E / 7735896.00 m S | <b>33</b> | 247573.00 m E / 7736229.00 m S |
| <b>14</b> | 247974.00 m E / 7735886.00 m S | <b>34</b> | 247504.00 m E / 7736325.00 m S |
| <b>15</b> | 247946.00 m E / 7736046.00 m S | <b>35</b> | 247502.00 m E / 7736146.00 m S |
| <b>16</b> | 247933.00 m E / 7736268.00 m S | <b>36</b> | 247519.00 m E / 7736071.00 m S |
| <b>17</b> | 247651.00 m E / 7736625.00 m S | <b>37</b> | 247479.00 m E / 7736048.00 m S |
| <b>18</b> | 247708.00 m E / 7736521.00 m S | <b>38</b> | 247524.00 m E / 7736013.00 m S |
| <b>19</b> | 247745.00 m E / 7736430.00 m S | <b>39</b> | 247361.00 m E / 7735925.00 m S |
| <b>20</b> | 247739.00 m E / 7736324.00 m S | <b>40</b> | 247655.00 m E / 7736398.00 m S |

| <b>Tabela 8.0 - Áreas Potenciais e Suspeitas de Contaminações Identificadas no Entorno</b> |                                      |                                 |
|--|--------------------------------------|---------------------------------|
| <b>Identificação das Áreas</b>   | <b>Coordenadas UTM (SIRGAS 2000)</b> | <b>Atividade</b>                |
| <b>01</b>  | 248206.00 m E / 7735022.00 m S       | Bota Fora                       |
| <b>02</b>  | 248298.00 m E / 7736815.00 m S       | Posto Revendedor de Combustível |

A **Figura 3.0** apresenta uso e ocupação no raio de 1000 m.

Assim, a partir da identificação das principais atividades potencialmente poluidoras exercidas atualmente sobre a superfície do avaliado, colocando-se a partir do exposto, quanto a potencial existência de vias de exposição de contaminantes aos receptores atuais e futuros do empreendimento e entorno imediato. Relativo ao entorno da área avaliada, destaca-se a ocupação do solo para agrícola, comércio/indústria e área de lazer.

### **5.3) Bens a proteger**

Bens que, segundo a Política Nacional do Meio Ambiente e legislações decorrentes, devem ser protegidos. São considerados como bens a proteger: saúde e bem-estar da população; fauna e flora; qualidade do solo, das águas e do ar; interesses de proteção à natureza/paisagem; ordenação territorial e planejamento regional e urbano; segurança e ordem pública.

Durante vistoria na área em estudo verificou-se a presença de nascentes e olho d'água juntos e próximos da área, caracterizando uma região com grande presença de Área de Preservação Permanente – APP, presença de trabalhadores e residentes (área de lazer) no entorno próximo à área em estudo, captação de água subterrânea e produção agropecuária, tornando os em conjunto com o solo e água subterrânea suscetível a potenciais fontes de contaminação, e, portanto, classificados como bens a proteger.



# GEO-ANALÍTICA

## Legenda

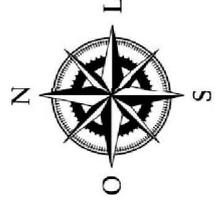
- Aterro da Fazenda Municipal
- Córregos, Nascentes e Olhos d'água
- Poços Profundos
- Raio de 1000 metros
- Terrenos sem uso
- Rodovia Cad. Portinari
- Posto de Gasolina
- Comércio/Indústria
- Bota Fora Interditado
- Área Rural / Pecuária
- Área de Lazer/Chácaras
- Área de APP e em revegetação
- Agricultura

Projeto: Avaliação Preliminar e Investigação Confirmatória

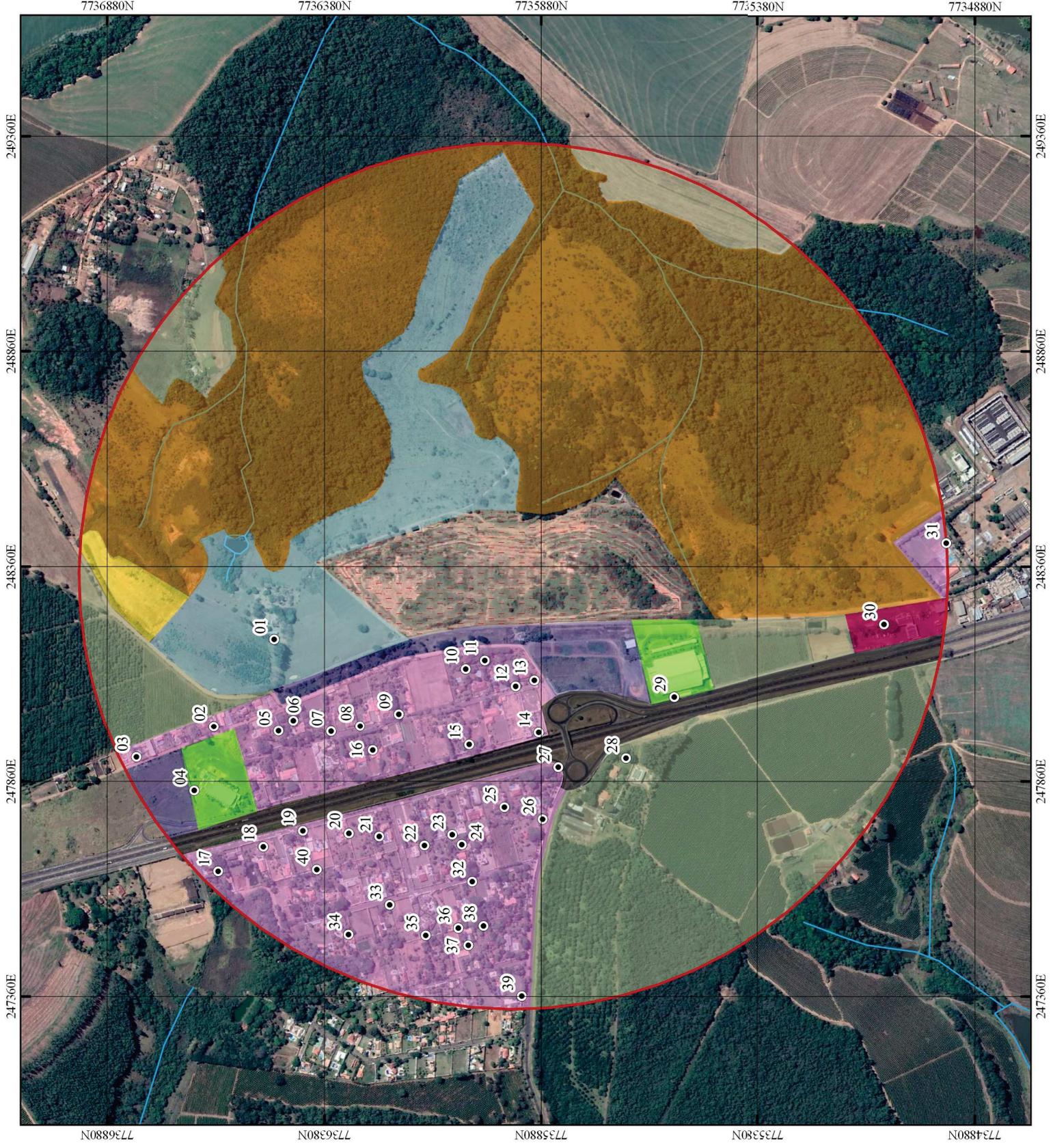
Figura 3.0 Uso e Ocupação do Solo no raio de 1000 metros

Local: Aterro da Fazenda Municipal de Franca

Coordenadas Geográficas  
UTM: 248328,00 m E / 7735978,00 m S



ESCALA 1:6000



## 5.4) Caracterização Geológica, Pedológica e Hidrogeológica da Área e Entorno.

### 5.4.1) Caracterização Geológica Regional, Formação Itaqueri.

Compreende a cobertura sedimentar observada junto ao reverso da *cuesta* na região das Serras de Itaqueri e São Pedro e também coberturas em posição topográficas análogas situadas no norte do Estado, entre Franca-Pedregulho e Batatais-Nuporanga. Constituem todos os depósitos de forma irregular e isolados das outras coberturas pós-trapianas.

A formação Itaqueri foi originalmente definida por ALMEIDA & BARBOSA (1953) nas serras de Itaqueri e São Pedro, tendo seus depósitos aparecido já no mapa de FLORENCE & PACHECO (1929), mas como pertencentes com aqueles do norte do Estado, na Formação Marília, com base nas similaridades litológicas. Nos trabalhos do IPT (1981) e PONÇANO (1981) a Formação Itaqueri e os depósitos correlatos do norte do Estado são consideradas à parte do Grupo Bauru, em vista do fato de não terem sido encontradas evidências seguras de sua relação estratigráfica com aquela unidade cretácea.

A Formação Itaqueri é aqui também considerada à parte, até que venham a serem esclarecidas suas relações reais com o Grupo Bauru. Apesar de não poder ainda ser definitivamente incluída neste grupo considerou-se importante sua descrição, ainda que sucinta, visto que abrange depósitos com espessura consideráveis, que tornam a unidade significativa do ponto de vista hidrogeológica.

De acordo com a definição de ALMEIDA & BARBOSA (1953), a Formação Itaqueri apresenta espessura máxima de 125 m na Serra homônima, sendo constituída por “membro alternados de arenitos cimento argiloso, folhelhos e conglomerados. Predominam inteiramente os arenitos, sendo os demais termos de extensão limitada, geralmente corpos lenticulares alongados. Camada de conglomerado basal existe na maior parte da formação (ALMEIDA & BARBOSA apud ASPESCTOS LITOESTRATIGRÁFICOS DO GRUPO BAURU, 1982).

Na região de Batatais e Franca, no norte do Estado, a espessura dos depósitos ultrapassa 25 m. de acordo com YAMAMOTO *et al* (1977) e COTTAS & FULFARO (1978) predomina ali arenitos argilosos e siltitos na maioria das vezes maciços, e às vezes com estratificação planoparalela. Ocorrem também intercalações de arenitos conglomeráticos. Os sedimentos são imaturos às vezes muito feldspáticos, mal selecionados, e sem cimento carbonático. (apud ASPESCTOS LITOESTRATIGRÁFICOS DO GRUPO BAURU, 1982).

A **Figura 4.0** apresenta a caracterização geológica regional da Formação Itaqueri.



# GEO-ANALÍTICA

Projeto: Avaliação Preliminar e Investigação Confirmatória

Figura 4.0 Caracterização Geológica Regional da Formação Itaqueri

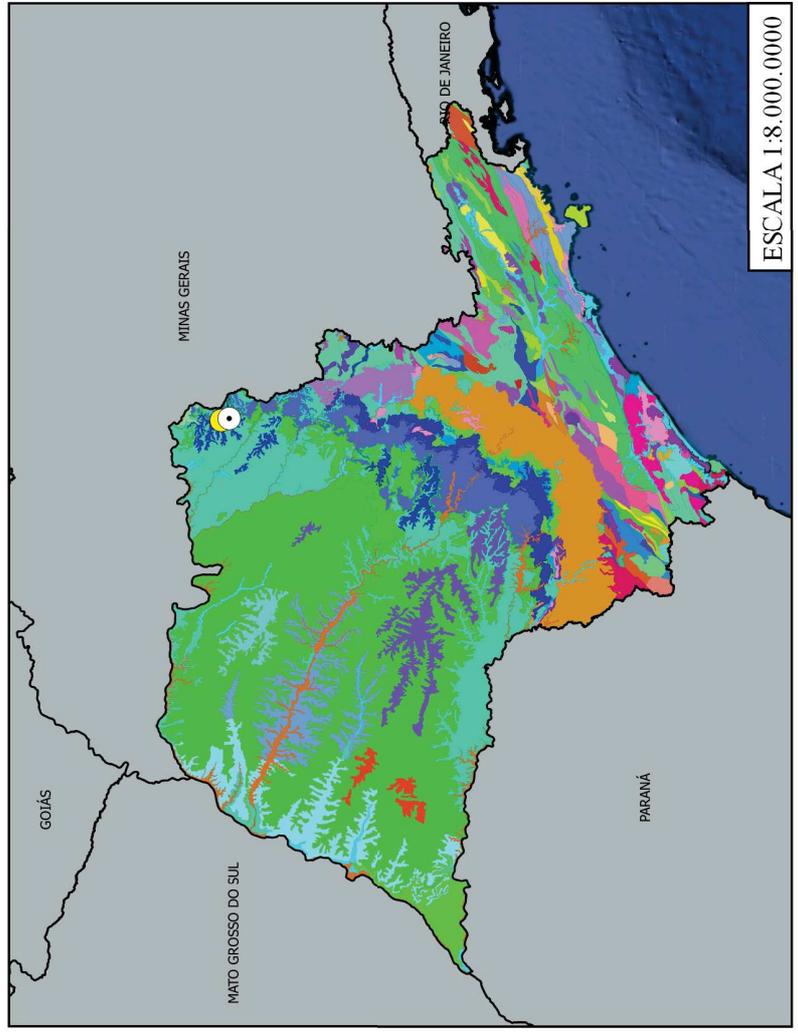
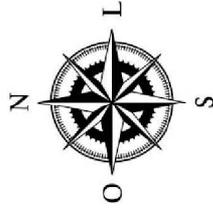
Local: Aterro da Fazenda Municipal de Franca

Coordenadas Geográficas UTM: 248328,00 m E / 7735978,00 m S

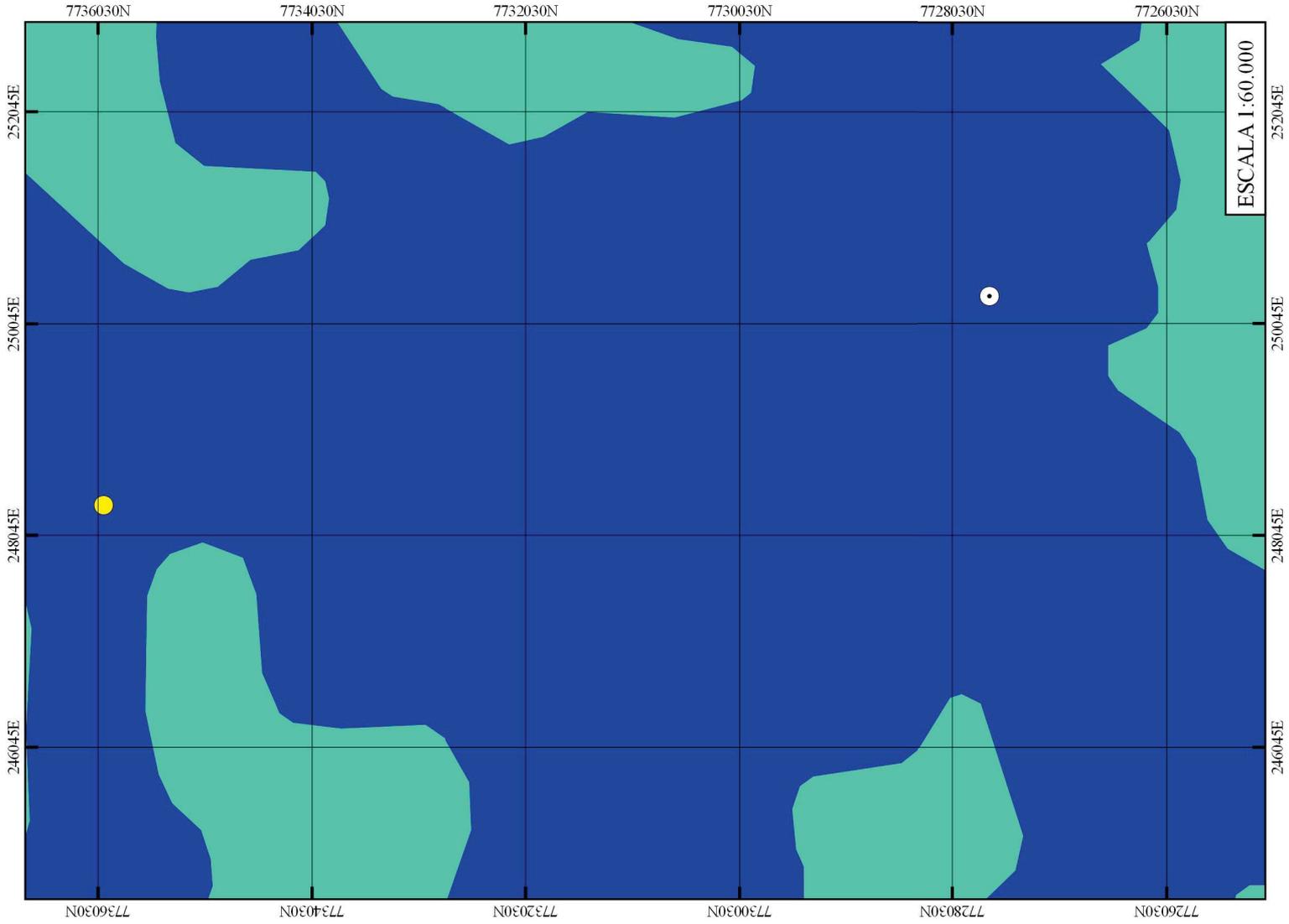
### Legenda

- Franca, SP
- Aterro da Fazenda Municipal de Franca
- K1\_beta\_sg - Formação Serra Geral
- K2Eit - Formação Itaqueri

FONTE: CPRM



ESCALA 1:8.000.000



ESCALA 1:60.000

#### **5.4.2) Caracterização Pedológica Regional**

O Latossolo Vermelho Distrófico caracteriza-se por ser um solo muito desgastado, principalmente por sofrer intemperismo químico, o que causa considerável decomposição de componentes minerais, principalmente de origem caulinitica (MACHADO SÁ, 2014).

O termo Distrófico refere-se ao fato do solo possuir baixa saturação por bases, inferior a 50%. Isso significa que este termo é utilizado para definir solos com características ácidas. Quando um solo possui saturação por bases superior a 50% ele é dito Eutrófico (EMBRABA, 2018).

Segundo a Embrapa (2013), os Latossolos são solos profundos, com boa estrutura e homogeneização, o que significa possuírem resistência a erosões e pouca diferenciação entre seus horizontes. Estes solos possuem elevada permeabilidade e por estarem localizados em áreas pouco acidentadas e com relevo suave, são muito utilizados para a agricultura. No entanto, faz-se necessário um manejo correto e o uso de corretivos agrícolas, devido à outra característica que é uma capacidade de troca catiônica (CTC) baixa, o que dificulta o desenvolvimento dos diferentes meios cultivados (M.A. ARAUJO; C.A. TORMENA; A.P. SILVA, 2004). Especificamente sobre a mineralogia do latossolo da região dos Campos Gerais, que se aplica aos demais latossolos, segundo trabalho de D. Gonçalves (2008), na fração argila, são encontrados minerais como a caulinita, gibbsita, goethita, hematita, estes em maiores quantidades, além de vermiculita, anatásio, rutilo, magnetita e haloisita, porém em menores proporções.

A **Figura 5.0** apresenta a caracterização pedológica regional.

#### **5.4.3) Caracterização Hidrogeológica/Hidrográfica Regional**

A complexidade do fluxo das águas subterrâneas em aquíferos fissurais representa um dos principais problemas relacionados à gestão de recursos hídricos subterrâneos nessas unidades, especialmente em aquíferos basálticos, uma vez que a existência de camadas com características hidráulicas distintas, ou discontinuidades dos derrames exercem forte controle sobre o fluxo. Nesse sentido, a definição dos processos hidrogeoquímicos, associados à interação água-rocha, torna-se chave importante para o reconhecimento das condições de fluxo das águas nessas unidades.

O Aquífero Serra Geral é formado por rochas originadas a partir de derrames basálticos e rochas intrusivas da formação de mesmo nome. Estas rochas em sua maioria são geralmente impermeáveis, assim, a produção de água subterrânea está associada a discontinuidades presentes na rocha, como falhas e fraturas e na intercalação com rochas mais permeáveis.

A **Figura 6.0** apresenta a caracterização do aquífero serra geral



# GEO-ANALÍTICA

Projeto: Avaliação Preliminar e Investigação Confirmatória

Figura 5.0 Caracterização Pedológica Regional

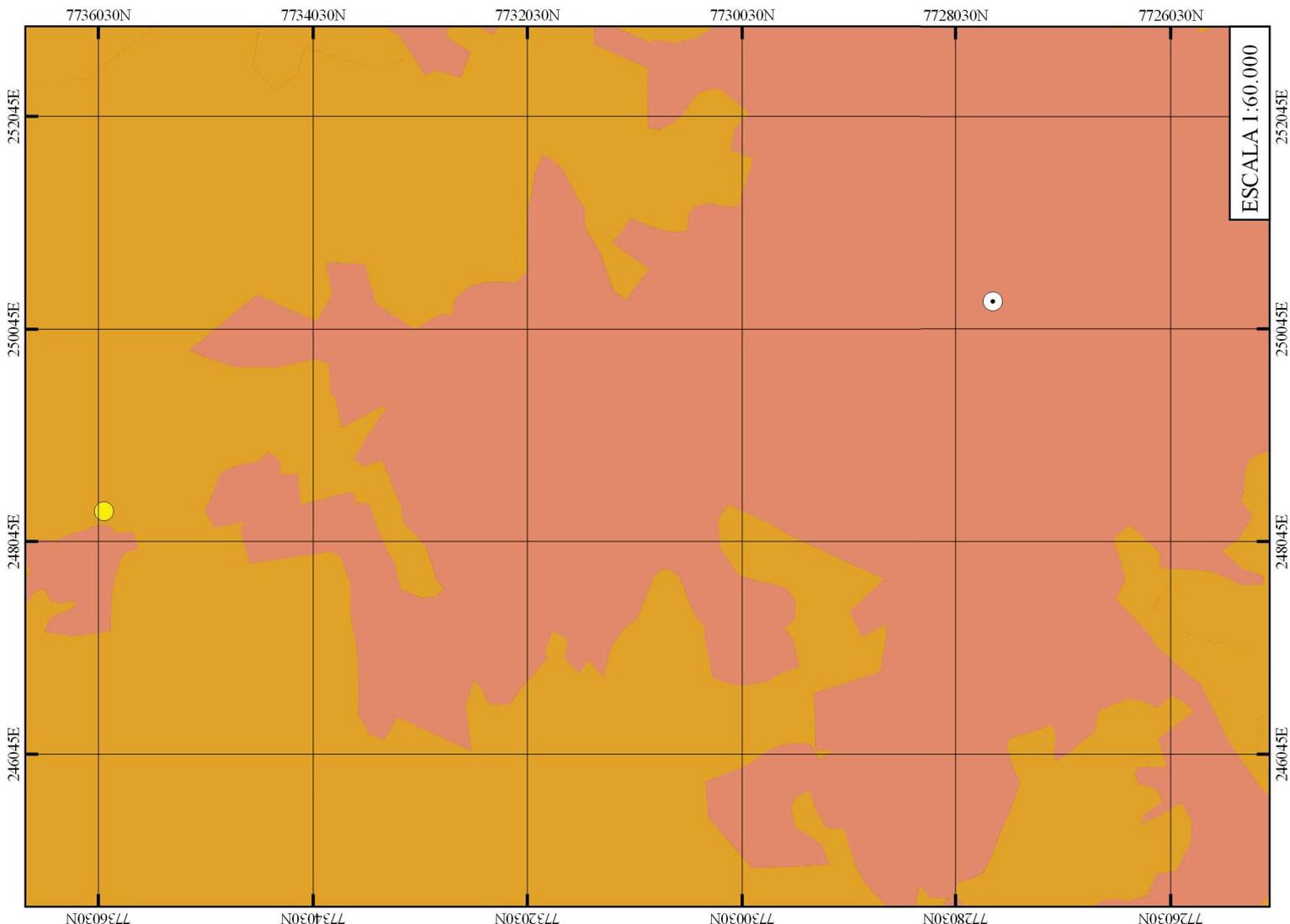
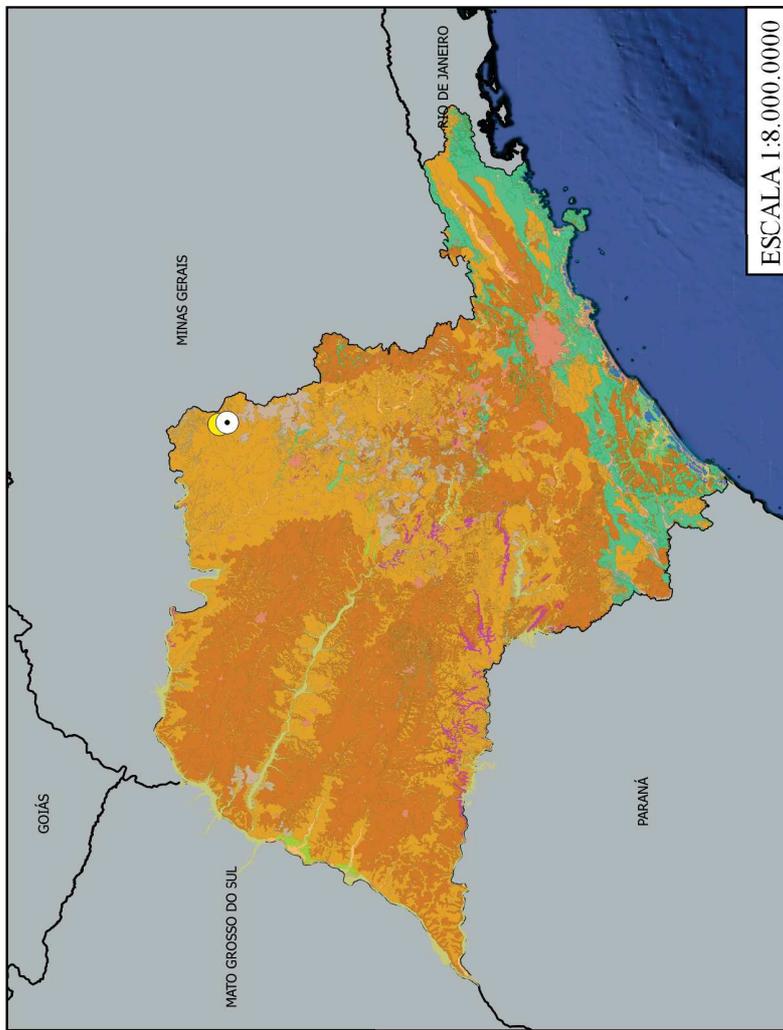
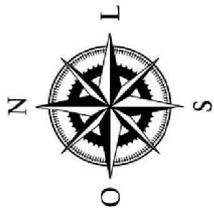
Local: Aterro da Fazenda Municipal de Franca

Coordenadas Geográficas UTM: 248328,00 m E / 7735978,00 m S

### Legenda

- Franca, SP
- Aterro da Fazenda Municipal de Franca
- Área Urbana
- Latossolos

FONTE: CPRM





# GEO-ANALÍTICA

Projeto: Avaliação Preliminar e Investigação Confirmatória

Figura 6.0 Caracterização do Aquífero Serra Geral

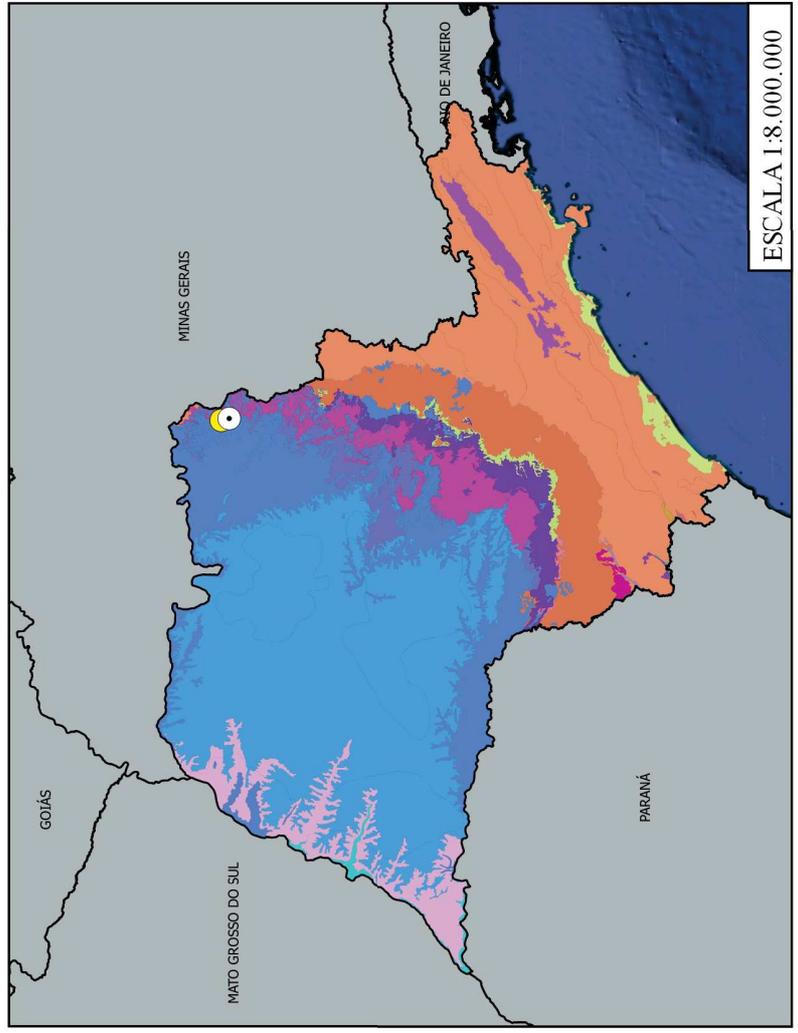
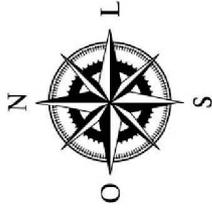
Local: Aterro da Fazenda Municipal de Franca

Coordenadas Geográficas UTM: 248328,00 m E / 7735978,00 m S

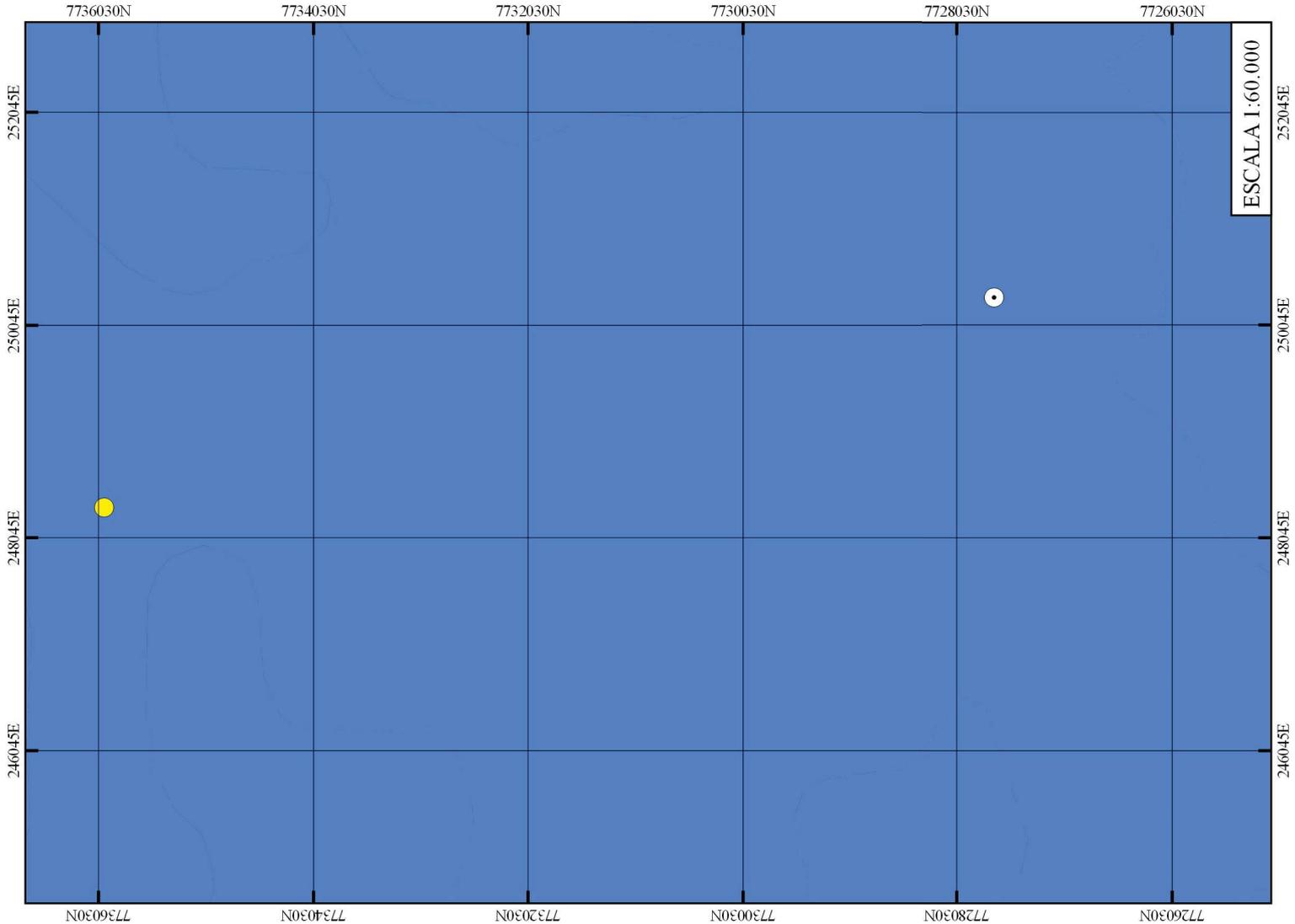
### Legenda

- Franca, SP
- Aterro da Fazenda Municipal de Franca
- Formação Itaqueri / Grupo Serra Geral

FONTE: CPRM



ESCALA 1:8.000.000



ESCALA 1:60.000

Na área de estudo a Formação Serra Geral é caracterizada por rochas de composição basáltica originadas pela atividade magmática fissural junto a processos magmáticos subterrâneos, que constituem um meio hidrogeológico heterogêneo. O armazenamento de água subterrânea nestas rochas é relacionado ao seu potencial de fissuras e descontinuidades, tornando, dessa maneira, de grande importância o ASG (Sinelli, 1987).

A área de estudo localiza-se na região centro norte do estado de São Paulo, compreendendo a UGRHI Sapucaí/Grande (8) região de ocorrência dos basaltos da Formação Serra Geral.

De acordo com a Lei n. 9.034/94 que dispõe sobre o Plano Estadual de Recursos Hídricos para o biênio 1994/95 a Bacia Hidrográfica do Sapucaí Mirim/Grande foi determinada como a Unidade Hidrográfica de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI 08). A mesma foi definida principalmente pela bacia do rio Sapucaí Mirim e seus afluentes, além das parcelas de áreas drenadas diretamente para o rio Grande, conforma uma área de 9.166,86 km<sup>2</sup>, dos quais fazem parte vinte e dois municípios com sede na Bacia e dois em outra.

Existem fronteiras com o Estado de Minas Gerais através do rio Grande, por este motivo a UGRHI 08 é considerada interestadual. A mesma recebe contribuição de importantes afluentes, são eles: ribeirões Rifaina, da Ponte Alta e Buriti. No Rio Grande estão localizados quatro reservatórios importantes: Estreito, Jaguará, Igarapava e Volta Grande: e as cabeceiras do rio Sapucaí Mirim, assim como alguns tributários do rio Canoas nascem no Estado de Minas Gerais. Levando em conta todas as bacias que contribuem para a UGRHI 08, direta (rios Sapucaí Mirim e Canoas) ou indiretamente (tributários do rio Grande) resulta em uma área de 5.787,62 km<sup>2</sup>.

A **Figura 7.0** apresenta a caracterização da UGRHI 8 - Sapucaí/Grande.



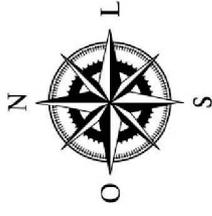
**GEO-ANALÍTICA**

Projeto: Avaliação Preliminar e Investigação Confirmatória

Figura 7.0 Caracterização da UGRHI 8 - Sapucaí/Grande

Local: Aterro da Fazenda Municipal de Franca

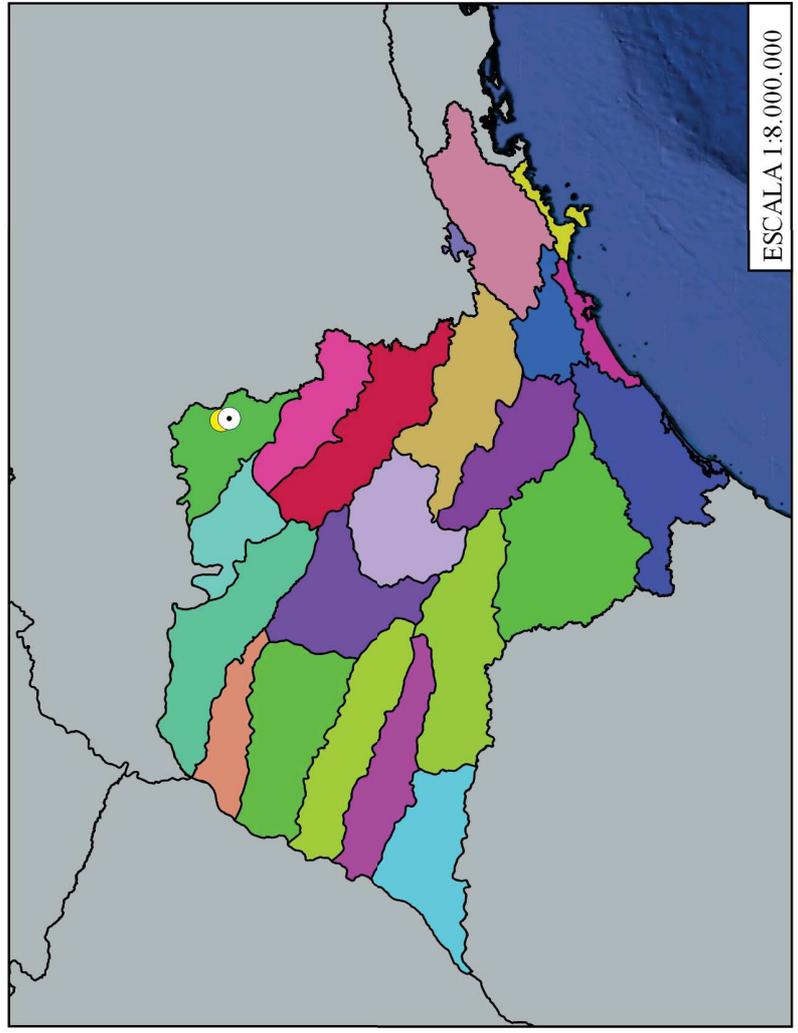
Coordenadas Geográficas UTM: 248328,00 m E / 7735978,00 m S



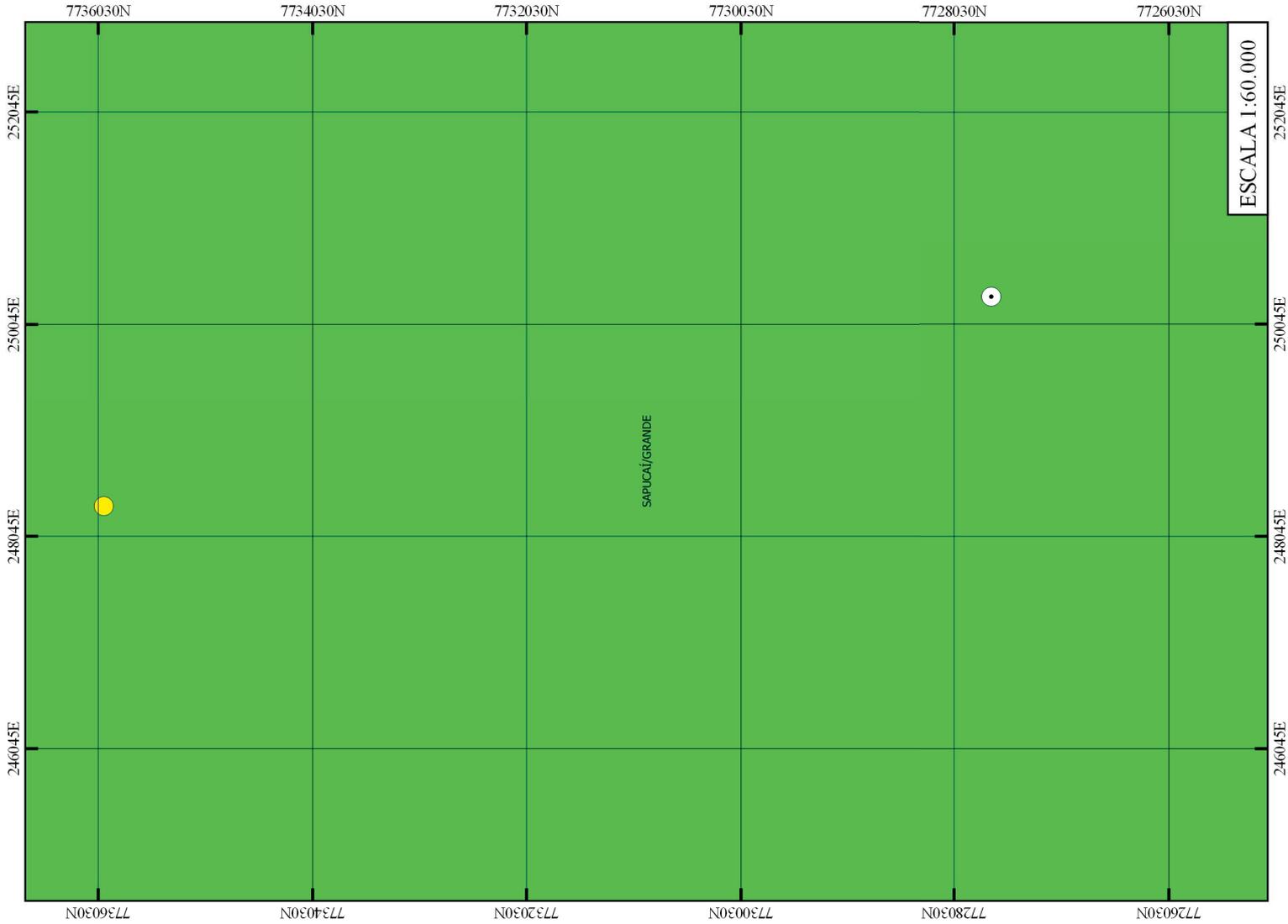
FONTE: CPRM

**Legenda**

- Franca, SP
- Aterro da Fazenda Municipal de Franca
- Sapucaí / Grande



ESCALA 1:8.000.000



## 6) ETAPA I - MODELO CONCEITUAL PRELIMINAR (MCA-01)

A periculosidade de uma área ou terreno se define pela probabilidade de acontecer um efeito adverso à população ou ao meio ambiente, em decorrência de sua existência e condição. Esta probabilidade de causar danos se define como Risco, o qual é caracterizado principalmente pelos fatores a seguir:

- ✚ Características da potencial fonte de contaminação, interna ou externa ao empreendimento avaliado, que inclui a quantidade e composição dos contaminantes, especialmente sua toxicidade e mobilidade;

- ✚ Características do meio físico, que inclui a probabilidade de contaminantes serem propagados, transportados ou mesmo atenuados pelas vias de transporte (solo, águas subterrâneas e superficiais e vapores);

- ✚ Características de exposição que inclui a natureza e a sensibilidade dos receptores e bens a proteger.

A partir do exposto, estrutura-se o Modelo Conceitual Preliminar de uma área ou empreendimento, o qual se refere a um relato escrito e/ou a representação gráfica do empreendimento investigado, do meio físico e dos processos físicos, químicos e biológicos que determinam o transporte de contaminantes da(s) fonte(s) através dos meios que compõem este sistema, até os potenciais receptores dentro deste sistema. Esta etapa é fundamental para embasar o processo de Gerenciamento de Reutilização do Uso do Solo, subsidiando a continuidade das ações seguintes, quando necessárias, e para justificar as ações desenvolvidas até o momento.

A classificação dessas áreas em função de seu potencial de contaminação segue estabelecida na DD 038/2017/C, conforme as seguintes definições:

- ✚ **Áreas Potenciais de Contaminação (AP):** refere-se à área, terreno, local, instalação, edificação ou benfeitoria onde são ou foram desenvolvidas atividades que, por suas características, apresentam maior possibilidade de acumular quantidades ou concentrações de matéria em condições que a tornem contaminada;

- ✚ **Áreas Suspeitas de Contaminação (AS):** refere-se à área, terreno, local, instalação, edificação ou benfeitoria onde foram detectados contaminantes em concentrações inferiores aos limites ambientais, tanto para a matriz solo quanto para a água subterrânea, ou então, aquelas nas quais foram observados quaisquer indícios visuais de contaminação, como por exemplo, a constatação da ocorrência de um vazamento;

✚ Áreas Contaminadas sob Investigação (ACI): refere-se à área, terreno, local, instalação, edificação ou benfeitoria onde há comprovadamente contaminação, constatada em Investigação Confirmatória, nas quais estão sendo realizados procedimentos para determinar a extensão da contaminação e identificar a existência de possíveis receptores, bem como para verificar se há risco para saúde humana.

## 6.1) Vulnerabilidade

A vulnerabilidade de um aquífero significa sua maior ou menor suscetibilidade de ser atingido por uma carga contaminante. A caracterização da vulnerabilidade pode ser expressa pela não acessibilidade da zona saturada à penetração do poluente e da possibilidade de atenuação do mesmo. Estes fatores naturais estão em interação com a carga potencial poluidora, através de sua disposição no solo e/ou sub-superfície.

O conceito de carga potencial poluidora permite inferir qual atividade antrópica que pode gerar ou causar uma contaminação, alterando a qualidade das águas subterrâneas. O risco de contaminação, portanto, está associado a diferentes fontes potenciais de poluição, como industrial, disposição de resíduos em aterros ou lixões, atividades de mineração, eventos de vazamento em postos de serviço e áreas contaminadas. Estas fontes são levantadas, localizadas e classificadas em relação ao potencial de poluição.

O levantamento e classificação de indústrias, efetuado considerando-se as indústrias que: armazenam ou manuseiam produtos ou substâncias corrosivas ou tóxicas, tal como descrito na NBR 10.004 (ABNT, 1987); geram resíduos perigosos de acordo com a NRB 10.004; infiltram resíduos no solo; e armazenam e/ou dispõem inadequadamente, sobre o solo, resíduos classe II em quantidade superior à 100 toneladas por mês ( Às Águas Subterrânea e a Indústria - X Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas).

## 6.2) Revisão das Substâncias Químicas Possíveis na Área

A identificação das principais atividades potencialmente poluidoras exercidas atualmente sobre a superfície do avaliado, foi elencada 01 Área Potencial de Contaminação (AP-01), esta em decorrência das atividades que estão listadas no cadastro de áreas contaminadas da CETESB, 2011 conforme descrição na Tabela 1, colocando-se a partir do exposto quanto a potencial existência de vias de exposição de contaminantes aos atuais e futuros receptores do empreendimento e entorno imediato. Relativo ao entorno da área avaliada, destaca-se a ocupação do solo para uso agrícola e lazer.

As substâncias pretendidas para área foram determinadas pela Prefeitura de Franca conforme indicado no edital.

**Tabela 9.0** - Substâncias de interesse a serem considerados no monitoramento e investigação confirmatória de áreas de disposição de resíduos de origem urbana.

| Lista de parâmetros 1  | Lista de Parâmetros 2 | Lista de Parâmetros 3  |
|--|-----------------------|--|
| N-Amoniacal  | Arsênio               | Pesticidas fenoxi-ácidos, clorados e foforados                             |
| COD – Carbono Orgânico Dissolvido  | Cromo                 |  |
| COT – Carbono Orgânico Total   | Cobre                 | Herbicidas   |
| Ferro Total  | Chumbo                | Cianeto  |
| Manganês Total   | Zinco                 | SVOCs  |
| Cloreto  | Bário                 | PCBs   |
| Alumínio Total   | VOCs                  |  |
| N-Nitrato  | TPH                   | Hidrocarbonetos Aromáticos Policlorados                                    |
| Sulfato  | PAH                   |  |
| Eh   | Cádmio                |  |
| Ph(*)  | Mercúrio              | Outros necessários de acordo com a caracterização dos resíduos depositados |
| Temperatura(*)   | Níquel                |  |
| Oxigênio Dissolvido(*)   |                       |  |
| (*) – determinação em campo  |                       |  |
| 1 – Parâmetros para indicar impacto da infiltração de chorume                                      |                       |  |
| 2 – Contaminantes Comuns   |                       |  |
| 3 – Contaminantes comuns em áreas que potencialmente tenham recebido resíduos de origem industrial |                       |  |

### 6.3) Parâmetros de Interesse

**Cloreto** - O cloreto é o ânion  $Cl^-$  que se apresenta nas águas subterrâneas através de solos e rochas. Nas águas superficiais são fontes importantes as descargas de esgotos sanitários, sendo que cada pessoa expele através da urina cerca de 6 g de cloreto por dia, o que faz com que os esgotos apresentem concentrações de cloreto que ultrapassam a 15 mg/L. Diversos são os efluentes industriais que apresentam concentrações de cloretos elevadas, como os da indústria do petróleo, algumas indústrias farmacêuticas, curtumes, etc. Nas regiões costeiras, através da chamada intrusão da língua salina, são encontradas águas com níveis altos de cloreto. Nas águas tratadas, a adição de cloro puro ou em solução leva a uma elevação do nível de cloreto, resultante das reações de dissociação do cloro na água.

**Sulfatos** - O ânion sulfato possui várias aplicações, como na fabricação de metais, na indústria têxtil, e na fabricação de fungicidas e algicidas. Na atmosfera, ele pode ser formado no processo que constitui a chuva ácida, onde o enxofre liberado principalmente pela queima de combustíveis fósseis se associa ao oxigênio formando ácido sulfúrico.

O íon sulfato não é considerado perigoso para a saúde humana, no entanto, a constante ingestão de água com alto teor de sulfato, pode causar desidratação, assim como os sulfatos de sódio e o de magnésio são laxativos.

**Nitrato** - O contaminante inorgânico de maior preocupação em águas subterrâneas é o íon nitrato,  $\text{NO}_3^-$ , que normalmente ocorre em aquíferos de zonas rurais e suburbanas. O nitrato em águas subterrâneas origina-se principalmente de quatro fontes: aplicação de fertilizantes com nitrogênio, bem como inorgânicos e de esterco animal, em plantações; cultivo do solo; esgoto humano depositado em sistemas sépticos e deposição atmosférica (BAIRD; CANN, 2011).

O excesso de íon nitrato em água potável é preocupante por causar em recém-nascidos a síndrome do bebê azul; e em adultos, conforme pesquisas, pode ser responsável por causar câncer de estômago, e aumentar a probabilidade de câncer de mama em mulheres (BAIRD; CANN, 2011).

Altas concentrações de Nitrato em águas provenientes de poços artesianos normalmente são resultados de uma perfuração inadequada, da localização do poço, do uso exagerado de fertilizantes na região em que o poço foi perfurado ou da ausência de um tratamento adequado de dejetos animais, ou mesmo humanos.

Fontes de Nitrato que podem poluir as águas subterrâneas fertilizantes, fossas sépticas, confinamentos de animais, efluentes industriais e rejeitos de alimentos processados.

Os poços podem ficar mais vulneráveis a esta contaminação após enchentes, principalmente se o poço for raso, que tenha sido perfurado ou escavado, e que tenha sido submergido pela enchente por um período longo.

O nitrito e o nitrato são encontrados de forma natural na água e no solo em baixas concentrações. A deposição de material orgânico no solo aumenta drasticamente a quantidade de nitrogênio. Esse nitrogênio é bioquimicamente transformado e por fim se transforma em nitrato que possui grande mobilidade no solo alcançando o manancial subterrâneo e ali se depositando (CAMPOS; ROHLFS, [2011?]).

**Eh** – É um parâmetro que permite avaliar as condições de oxidação-redução (redox) do material a ser considerado quando reações químicas desse tipo estão envolvidas, como é o caso das oxidações/reduções químicas e dos processos de biorremediação. Exemplos desses tipos de reações incluem a cloração alcalina de cianetos, redução de cromo hexavalente com sulfito em condições ácidas, a oxidação aeróbica de compostos orgânicos em  $\text{CO}_2$  e  $\text{H}_2\text{O}$ , ou decomposição anaeróbia dos compostos orgânicos em  $\text{CO}_2$  e  $\text{CH}_4$ . Quando se mantém um ambiente quimicamente redutor (com valores de potencial redox baixo) na fase líquida, aumenta a decomposição biológica anaeróbia de certos compostos orgânicos halogenados.

**Temperatura** - As águas subterrâneas têm uma amplitude térmica pequena, isto é, sua temperatura não é influenciada pelas mudanças da temperatura atmosférica. Exceções são os aquíferos freáticos pouco profundos. Em profundidades maiores a temperatura da água é influenciada pelo grau geotérmico local (em média  $1^\circ\text{C}$  a cada 30 m).

**pH** - É a medida da concentração de íons  $H^+$  na água. O balanço dos íons hidrogênio e hidróxido ( $OH^-$ ) determinam quão ácida ou básica ela é. Na água quimicamente pura os íons  $H^+$  estão em equilíbrio com os íons  $OH^-$  e seu pH é neutro, ou seja, igual a 7. Os principais fatores que determinam o pH da água são o gás carbônico dissolvido e a alcalinidade. O pH das águas subterrâneas varia geralmente entre 5,5 e 8,5.

**Condutividade Elétrica** - Os sais dissolvidos e ionizados presentes na água transformam-na num eletrólito capaz de conduzir a corrente elétrica. Como há uma relação de proporcionalidade entre o teor de sais dissolvidos e a condutividade elétrica, podemos estimar o teor de sais pela medida de condutividade de uma água. A medida é feita através de condutivímetro e a unidade usada é o MHO (inverso de OHM, unidade de resistência). Como a condutividade aumenta com a temperatura, usa-se 25°C como temperatura padrão, sendo necessário fazer a correção da medida em função da temperatura se o condutivímetro não o fizer automaticamente. Para as águas subterrâneas as medidas de condutividade são dadas em microMHO/cm.

OBS: No Sistema Internacional de Unidades, adotado pelo Brasil, a unidade de condutância é siemens, abreviando-se S (maiúsculo). Para as águas subterrâneas o correto seria nos referirmos a microsiemens por centímetro ( $\mu S/cm$ ).

**N-Amoniacal** - As fontes de nitrogênio nas águas naturais são diversas. Os esgotos sanitários constituem, em geral, a principal fonte, lançando nas águas nitrogênio orgânico, devido à presença de proteínas, e nitrogênio amoniacal, pela hidrólise da uréia na água. Alguns efluentes industriais também concorrem para as descargas de nitrogênio orgânico e amoniacal nas águas, como algumas indústrias químicas, petroquímicas, siderúrgicas, farmacêuticas, conservas alimentícias, matadouros, frigoríficos e curtumes. A atmosfera é outra fonte importante devido a diversos mecanismos como a biofixação desempenhada por bactérias e algas presentes nos corpos hídricos, que incorporam o nitrogênio atmosférico em seus tecidos, contribuindo para a presença de nitrogênio orgânico nas águas; a fixação química, reação que depende da presença de luz, também acarreta a presença de amônia e nitratos nas águas, pois a chuva transporta tais substâncias, bem como as partículas contendo nitrogênio orgânico para os corpos hídricos. Nas áreas agrícolas, o escoamento das águas pluviais pelos solos fertilizados também contribui para a presença de diversas formas de nitrogênio. Também nas áreas urbanas, a drenagem das águas pluviais, associada às deficiências do sistema de limpeza pública, constitui fonte difusa de difícil caracterização. Como visto, o nitrogênio pode ser encontrado nas águas nas formas de nitrogênio orgânico, amoniacal, nitrito e nitrato. As duas primeiras são formas reduzidas e as duas últimas, oxidadas. Pode-se associar as etapas de degradação da poluição orgânica por meio da relação entre as formas de nitrogênio. Nas zonas de autodepuração natural em rios, distinguem-se as presenças de nitrogênio orgânico na zona de degradação, amoniacal na zona de decomposição ativa, nitrito na zona de recuperação e nitrato na zona de águas limpas. Ou seja, se for coletada uma amostra de água de um rio poluído e as análises demonstrarem predominância

das formas reduzidas significa que o foco de poluição se encontra próximo; se prevalecerem o nitrito e o nitrato denota que as descargas de esgotos se encontram distantes.

**Manganês** - O comportamento do manganês nas águas é muito semelhante ao do ferro em seus aspectos os mais diversos, sendo que a sua ocorrência é mais rara. O manganês desenvolve coloração negra na água, podendo-se se apresentar nos estados de oxidação  $Mn^{+2}$  (forma mais solúvel) e  $Mn^{+4}$  (forma menos solúvel).

A concentração de manganês menor que 0,05 mg/L geralmente é aceitável em mananciais, devido ao fato de não ocorrerem, nesta faixa de concentração, manifestações de manchas negras ou depósitos de seu óxido nos sistemas de abastecimento de água.

**Ferro** - O ferro geralmente aparece em águas subterrâneas por conta da dissolução do minério pelo gás carbônico da água. Porém, este metal pode estar presente no solo da região e não apresenta efeito tóxico, apenas confere coloração e sabor à água (CETESB, 2005).

**Alumínio** - O alumínio é abundante nas rochas e minerais, sendo considerado elemento de constituição. Nas águas naturais doces e marinhas, entretanto, não se encontra concentrações elevadas de alumínio, sendo esse fato decorrente da sua baixa solubilidade, precipitando-se ou sendo absorvido como hidróxido ou carbonato. Nas águas de abastecimento e residuárias, aparece como resultado do processo de coagulação em que se emprega sulfato de alumínio. Aparece nas frutas e em outros vegetais em concentrações superiores a 3,7 mg/kg e em alguns cereais em quantidades maiores que 15 mg/kg. O total de alumínio na dieta normal é estimado de 10 a 100 mg/dia. Pequenas quantidades de alumínio do total ingerido são absorvidas pelo aparelho digestivo e quase todo o excesso é evacuado nas fezes. O total de alumínio presente no organismo adulto é da ordem de 50 a 150 mg. Não é considerado tóxico ou prejudicial à saúde, tanto que não está incluído em nenhum padrão de qualidade de águas para abastecimento público. Apesar disso, existem estudos que o associam à ocorrência do mal de Alzheimer.

**Chumbo** - O chumbo está presente no ar, no tabaco, nas bebidas e nos alimentos, nestes últimos, naturalmente, por contaminação e na embalagem. Está presente na água devido às descargas de efluentes industriais como, por exemplo, os efluentes das indústrias de acumuladores (baterias), bem como devido ao uso indevido de tintas e tubulações e acessórios à base de chumbo. Constitui veneno cumulativo, provocando um envenenamento crônico denominado saturnismo, que consiste em efeito sobre o sistema nervoso central com conseqüências bastante sérias.

**Bário** - O bário pode ocorrer naturalmente na água, na forma de carbonatos em algumas fontes minerais. Decorre principalmente das atividades industriais e da extração da bauxita. Não possui efeito cumulativo, sendo que a dose fatal para o homem é considerada de 550 a 600 mg. Provoca efeitos no

coração, constrição dos vasos sanguíneos elevando a pressão arterial e efeitos sobre o sistema nervoso. Os sais de bário são utilizados industrialmente na elaboração de cores, fogos de artifício, fabricação de vidro, inseticidas, etc.

**Cádmio** - O cádmio se apresenta nas águas naturais devido às descargas de efluentes industriais, principalmente as galvanoplastias. É também usado como inseticida. Apresenta efeito agudo, sendo que uma única dose de 9,0 gramas pode levar à morte e efeito crônico, pois se concentra nos rins, no fígado, no pâncreas e na tireoide.

O cádmio não apresenta nenhuma qualidade, pelo menos conhecida até o presente, que o torne benéfico ou essencial para os seres vivos. Estudos feitos com animais demonstram a possibilidade de causar anemia, retardamento de crescimento e morte. O cádmio ocorre na forma inorgânica, pois seus compostos orgânicos são instáveis; além dos malefícios já mencionados, é um irritante gastrointestinal, causando intoxicação aguda ou crônica sob a forma de sais solúveis. A literatura, no entanto, registra o caso de quatro pessoas que, por longo tempo, ingeriram água com teor de 0,047 mg/L de cádmio, nada apresentando de sintomas adversos. No Japão, um aumento de concentração de cádmio de 0,005 mg/L a 0,18 mg/L, provocado por uma mina de zinco, causou a doença conhecida como “Doença de Itai –Itai”. A ação do cádmio sobre a fisiologia dos peixes é semelhante às do níquel, zinco e chumbo.

**Arsênio** - Traços deste metalóide são encontrados em águas naturais e em fontes termais. É usado como inseticida, herbicida, fungicida, na indústria da preservação da madeira e em atividades relacionadas com a mineração e com o uso industrial de certos tipos de vidros, **tintas e corantes**. Em moluscos, até 100 mg/Kg, sendo que a ingestão de 130 mg é fatal. Apresenta efeito cumulativo, sendo carcinogênico.

**Níquel** - O níquel é também utilizado em galvanoplastias. Estudos recentes demonstram que é carcinogênico. Não existem muitas referências bibliográficas quanto à toxicidade do níquel; todavia, assim como para outros íons metálicos, é possível mencionar que, em soluções diluídas, estes elementos podem precipitar a secreção da mucosa produzida pelas brânquias dos peixes. Assim, o espaço inter-lamelar é obstruído e o movimento normal dos filamentos brânquias é bloqueado. O peixe, impedido de realizar as trocas gasosas entre a água e os tecidos brânquias, morre por asfixia. Por outro lado, o níquel complexado (níquelcianeto) é tóxico quando em baixos valores de pH.

**Cromo** - O cromo é largamente empregado nas indústrias, especialmente em galvanoplastias, onde a cromeação é um dos revestimentos de peças mais comuns. Pode ocorrer como contaminante de águas sujeitas a lançamentos de efluentes de curtumes e de circulação de águas de refrigeração, onde é utilizado para o controle da corrosão. A forma hexavalente é mais tóxica do que a trivalente. Produz efeitos corrosivos no aparelho digestivo e nefrite. O padrão de potabilidade fixado pela Portaria 36 é 0,05 mg/L.

**Mercúrio** - O mercúrio é largamente utilizado no Brasil nos garimpos, no processo de extração do ouro (amálgama). O mercúrio é também usado em células eletrolíticas para a produção de cloro e soda e em certos praguicidas ditos mercuriais. Pode ainda ser usado em indústrias de produtos medicinais, desinfetantes e pigmentos. É altamente tóxico ao homem, sendo que doses de 3 a 30 gramas são fatais. Apresenta efeito cumulativo e provoca lesões cerebrais. O padrão de potabilidade fixado pela Portaria 518 do Ministério da Saúde é de 0,001 mg/L. Os efeitos sobre os ecossistemas aquáticos são igualmente sérios, de forma que os padrões de classificação das águas naturais são também bastante restritivos com relação a este parâmetro.

**Zinco** - O zinco é também bastante utilizado em galvanoplastias na forma metálica e de sais tais como cloreto, sulfato, cianeto, etc. A presença de zinco é comum nas águas naturais. O zinco é um elemento essencial para o crescimento, porém, em concentrações acima de 5,0 mg/L, confere sabor à água e uma certa opalescência a águas alcalinas. Os efeitos tóxicos do zinco sobre os peixes são muito conhecidos, assim como sobre as algas. A ação desse íon metálico sobre o sistema respiratório dos peixes é semelhante à do níquel, anteriormente citada. As experiências com outros organismos aquáticos são escassas. Entretanto, é preciso ressaltar que o zinco em quantidades adequadas é um elemento essencial e benéfico para o metabolismo humano, sendo que a atividade da insulina e diversos compostos enzimáticos dependem da sua presença. A deficiência do zinco nos animais pode conduzir ao atraso no crescimento. Os padrões para águas reservadas ao abastecimento público indicam 5,0 mg/L como o valor máximo permissível.

**Cobre** - O cobre ocorre geralmente nas águas, naturalmente, em concentrações inferiores a 20 µg/L. Quando em concentrações elevadas, é prejudicial à saúde e confere sabor às águas. Segundo pesquisas efetuadas, é necessária uma concentração de 20 mg/L de cobre ou um teor total de 100 mg/L por dia na água para produzirem intoxicações humanas com lesões no fígado. No entanto, concentrações de 5 mg/L tornam a água absolutamente impalatável, devido ao gosto produzido. O cobre em pequenas quantidades é até benéfico ao organismo humano, catalisando a assimilação do ferro e seu aproveitamento na síntese da hemoglobina do sangue, facilitando a cura de anemias. Para os peixes, muito mais que para o homem, as doses elevadas de cobre são extremamente nocivas. O cobre aplicado em sua forma de sulfato de cobre,  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ , em dosagens de 0,5 mg/L é um poderoso algicida.

**Carbono Orgânico Dissolvido COD e Carbono Orgânico Total COT** - O carbono orgânico presente nas águas brutas e residuárias, consiste de uma variedade de compostos orgânicos em diversos estados de oxidação. Alguns destes compostos de carbono podem ser oxidados por processos biológicos ou químicos, fornecendo respectivamente a demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e a demanda química de oxigênio (DQO). Existem dois tipos de carbono orgânico no ecossistema aquático: carbono orgânico particulado - COP e carbono orgânico dissolvido - COD. A análise de COT considera as parcelas biodegradáveis e não biodegradáveis da matéria orgânica, não sofrendo interferência de outros átomos que estejam ligados à

estrutura orgânica, quantificando apenas o carbono presente na amostra. O carbono orgânico em água doce origina-se da matéria viva e também como componente de vários efluentes e resíduos. Sua importância ambiental deve-se ao fato de servir como fonte de energia para bactérias e algas, além de complexar metais. A parcela formada pelos excretos de algas cianofíceas pode, em concentrações elevadas, tornar-se tóxica, além de causar problemas estéticos. O carbono orgânico total na água também é um indicador útil do grau de poluição do corpo hídrico

**Compostos Orgânicos Voláteis (VOC)** - Compostos Orgânicos Voláteis (VOCs) são compostos químicos orgânicos com altas pressões de vapor. De fonte natural ou sintética, em temperatura ambiente, os VOCs geralmente encontram-se em estados vapor ou líquido. Podem ser citados como exemplos de VOC: os alcanos, alcenos, alcoóis, aromáticos, aldeídos, cetonas, ácidos e outros.

Compostos orgânicos voláteis são liberados por uma grande variedade de produtos que incluem combustíveis, tintas e vernizes, decapantes, produtos de limpeza, pesticidas, materiais de construção e mobiliário, equipamentos de escritório como copiadoras e impressoras, líquidos corretivos e papel autocopiativo, gráficos e materiais artesanais, incluindo colas e adesivos, marcadores permanente e soluções fotográficas. Alguns destes compostos quais podem causar efeitos adversos para a saúde, a curto e longo prazo.

A toxicidade de compostos químicos orgânicos varia muito e os efeitos decorrentes de exposição a estes não são conhecidos com precisão. Tal como acontece com outros poluentes, a extensão e a natureza de seus efeitos na saúde dependem de muitos fatores, principalmente o nível e tempo de exposição. Principais sinais e sintomas associados à exposição a compostos orgânicos voláteis incluem irritação conjuntiva, nasal e desconforto na garganta, dor de cabeça, reações alérgicas na pele, dispneia, diminuição dos níveis séricos de colinesterase, vômitos, náuseas, sangramento pelo nariz, cansaço e tonturas. De acordo com estudos preliminares, pode haver correlação entre exposição direta e compostos orgânicos voláteis e desenvolvimento de câncer em seres humanos e outros animais.

**PAH** - Os Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (PAH) são uma classe de compostos orgânicos semi-voláteis, formados por anéis benzênicos ligados de forma linear, angular ou agrupados, contendo na sua estrutura somente carbono e hidrogênio. Dos Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos, dezesseis são indicados pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos como sendo poluentes prioritário, que têm sido cuidadosamente estudados devido à sua toxicidade, persistência e predominância no meio ambiente.

Geralmente os PAH são persistentes no meio ambiente e possuem baixa solubilidade em água, com exceção do naftaleno, que é relativamente solúvel (32 mg/L) na maioria dos casos, essa solubilidade diminui

com o aumento do número de anéis e da massa molecular do composto. Os principais objetos de pesquisa desses compostos têm sido as suas propriedades carcinogênicas, mutagênicas e genotóxicas.

**TPH- Hidrocarbonetos Totais de Petróleo** - Um dos parâmetros frequentemente utilizados para a avaliação de uma contaminação proveniente de um vazamento de petróleo é o “*Total Petroleum Hydrocarbon*” denominado TPH, que fornece informações sobre a concentração dos hidrocarbonetos totais presentes em determinada amostra.

O TPH *Criteria Working Group* (1998) considera o TPH como sendo um parâmetro útil e que pode ser usado para três principais finalidades: Identificação de uma contaminação; Avaliação do grau de contaminação; e Avaliação do progresso de uma remediação.

Assim, para fins de monitoramento ambiental preliminar, este parâmetro é indicado, uma vez que os teores de TPH indicam que pode haver uma contaminação significativa do ambiente e outras análises devem ser realizadas de modo que o dano possa ser quantitativamente avaliado.

**Cianetos** - Cianetos é uma família de compostos que contêm o ânion cianeto altamente reativo. Os compostos de cianeto comumente encontrados no ambiente são o cianeto de hidrogênio e dois de seus sais, cianeto de sódio e cianeto de potássio. O cianeto de hidrogênio (HCN) é um líquido ou gás incolor ou azul pálido com odor de amêndoa amarga, enquanto que o cianeto de sódio (NaCN) e o cianeto de potássio (KCN) são sólidos solúveis em água. Os glicosídeos cianogênicos são compostos de cianeto produzidos naturalmente por várias plantas. Quando são hidrolisados ou digeridos, formam cianeto de hidrogênio.

Os cianetos formam complexos fortes com vários metais como por exemplo o ferro formando o ferrocianeto. Os cianetos são usados em galvanoplastia, extração de ouro e prata, limpeza de metais, na produção de fibras sintéticas, corantes, pigmentos e nylon, como reagente em química analítica, agente de fumigação e gaseificação do carvão.

**SVOCs** - Os Compostos Orgânicos Semi-Voláteis (SCOVs) são geralmente identificados como substâncias orgânicas que podem ser abundantes nas fases gasosas e aquosas, representadas por pressão de vapor na faixa de  $10^{-14}$  a  $10^{-4}$  ( $10^{-9}$  a  $10$  Pa). Devido à sua lenta taxa de liberação das fontes e alta tendência de sorção, SCOVs são substâncias ubíquas e de longa persistência em ambientes fechados. Dentro desse grupo, podem ser incluídos alguns pesticidas, algumas substâncias utilizadas como agentes de limpeza e de higiene pessoal e aditivos de materiais em pisos de vinil. Também inclui substâncias utilizadas em móveis, vestuário, em utensílios de cozinha, embalagens de alimentos e eletrônicos. Como reflexo do seu uso em muitos produtos comerciais, a exposição humana pode acontecer a partir do uso direto de produtos contendo SCOVs assim como pela permanência em ambientes fechados. Muitos dos SVOCs alteram a

atividade hormonal em humanos e em organismos que habitam ambientes aquáticos e terrestres e, portanto, tem sido denominados de interferentes endócrinos (BCGC, 2016).

**Bifenilas Policloradas (PCBs)** - Bifenilas policloradas referem-se genericamente à classe de compostos organoclorados resultantes da reação do grupo bifenila com o cloro anidro na presença de um catalisador. Nas moléculas dos PCBs podem ocorrer diversas substituições em relação à quantidade de átomos de cloro, que podem variar de 1 a 10 átomos. A partir daí podem ser obtidas até 209 estruturas diferentes denominadas de congêneres dos PCBs, que foram adicionados nas misturas comerciais, cujas denominação mais comum é Aroclor (produzido pela Monsanto), comercializado no Brasil com o nome de Ascarel.

Os PCBs foram empregados mundialmente em larga-escala principalmente em transformadores e capacitores elétricos e, em menor escala, em fluidos de transferência de calor e como aditivos na formulação de plastificantes. No Brasil não existem registros da produção de PCBs, sendo o produto importado dos Estados Unidos e da Alemanha. A Portaria Interministerial nº 19 de 1981, estabeleceu a fabricação e a comercialização de produtos contendo PCBs proibindo, por exemplo, o descarte de PCBs e de produtos contaminados em cursos d'água.

Os PCBs podem entrar no ambiente por acidente ou perda no manuseio, volatilização de componentes contaminados por PCBs, vazamentos em transformadores e capacitores, armazenamento irregular, fumaça decorrente da incineração de produtos contendo PCBs e por meio do descarte de efluentes industriais em rios e lagos. O destino e comportamento dos congêneres dos PCBs no ambiente depende de suas propriedades físico-químicas, tais como solubilidade em água, lipofilicidade e pressão de vapor e das características do matriz contaminada (teor de matéria orgânica, área superficial específica). Congêneres com menor número de átomos de cloro possuem maior pressão de vapor e solubilidade ao passo que congêneres mais clorados são mais lipofílicos. Isso influencia a mobilidade e o transporte entre os compartimentos ambientais. O ambiente aquático é um importante meio para acumulação de PCBs, os quais são incorporados por meio da descarga de efluentes industriais. No sedimentos os PCBs geralmente estão adsorvidos à matéria orgânica, e os processos de sorção-dessorção representam um fator determinante na mobilização de PCBs para a coluna d'água e, conseqüentemente, para a atmosfera.

Estudos toxicológicos têm demonstrado que a contaminação por PCBs pode alterar principalmente as funções reprodutivas dos organismos, ocasionando distúrbios na maturação sexual e efeitos teratogênicos. No ambiente, estes efeitos podem se propagar ao longo da cadeia trófica, através da bioacumulação. Nos seres humanos a exposição aos PCBs pode ocasionar sintomas tais como cloracne, hiperpigmentação, problemas oculares e elevação das taxas de mortalidade por câncer no fígado e na vesícula biliar. O valor máximo para PCBs permitido pela Resolução Conama 357/2005 em corpos d'água é de 0,001 mg.L-1 (BRASIL, 2005). No sedimento, a Resolução Conama nº 454/2012 estabelece valores limites para PCBs em

água doce (Nível 1 - 31,7  $\mu\text{g kg}^{-1}$  e Nível 2- 277  $\mu\text{g kg}^{-1}$ ) e em água salina/salobra (Nível 1 - 280  $\mu\text{g kg}^{-1}$  e Nível 2 690  $\mu\text{g kg}^{-1}$ ).

**Herbicidas** - Os dipirilídios, como por exemplo o Diquat (reglone), causam bronquite, hemorragia e edema pulmonar, podendo levar à morte. O Paraquat causa lesões hepáticas, renais e fibrose pulmonar irreversível, levando à morte no caso de grave fibrose pulmonar por insuficiência respiratória. Tem-se registrado muitos casos de intoxicações acidentais em crianças, pois o produto tem cor de coca-cola, e relatos de suicídios de adultos. É absorvido por via oral ou através de pele irritada ou lesionada. Os herbicidas do grupo pentaclorofenol atualmente são mais usados como conservantes de madeira e cupinicida. Possuem dioxinas como impureza, principalmente a hexaclorodibenzadona (HCDD), altamente tóxica, cancerígena e fitotóxica. Pode causar o aparecimento de acne. As uréias substituídas são de baixa toxicidade. Altas doses provocam vômitos e diarreias. Os clorofenoxiácidos, como o 2-4-diclorofenoxiacético, são muito utilizados no Brasil, nas pastagens, nas plantações de cana de açúcar e no combate às ervas daninhas. Sua absorção é cutânea, por inalação ou ingestão, causando neurite periférica e diabetes transitória no período de exposição. Causam problemas no fígado, rins, pâncreas e intestinos. O 2-4-5-triclorofenoxiacético apresenta uma dioxina como impureza, a tetraclorodibenzodioxina, responsável pelo aparecimento de acne, aborto e efeitos mutagênicos e teratogênicos. A mistura dos dois produtos constitui o princípio ativo do agente laranja, usado na guerra do Vietnã como desfolhante. É o principal responsável pelo aparecimento de câncer e linfoma nos veteranos de guerra e malformação congênita. Os carbamatos provocam irritação na mucosa.

A principal forma de contaminação ambiental por defensivos agrícolas ocorre através dos depósitos resultantes de suas aplicações. Desde que introduzidos no ambiente, são absorvidos por vários constituintes, transportados para outros locais pela água e pelo ar. Ocorre bioconcentração, principalmente nos ecossistemas aquáticos, tornando-se séria ameaça para diversas espécies aquáticas, principalmente os peixes, ricos em gorduras e deficientes em mecanismos de destoxificação. As aves que deles se alimentam, também são bastante ameaçadas. O movimento das águas representa a principal forma de transporte dos defensivos agrícolas de um local para outro, os rios e as correntes marítimas são capazes de levar a contaminação para locais muito distantes.

**Pesticidas** - Os pesticidas podem ser constituídos por substâncias inorgânicas, como enxofre, mercúrio, flúor etc. Como esses pesticidas possuem toxicidade muito elevada, foram substituídos pelos pesticidas orgânicos sintéticos, classificados em clorados ou organoclorados, piretrinas, fosforados, clorofosforados e carbamatos. Pesticidas clorados como o DDT, HCH, Aldrin, Lindano, apresentam efeito residual longo. A maioria dos compostos são hidrofóbicos, mas apresentam alta solubilidade em hidrocarbonetos e gorduras. Os pesticidas organoclorados apresentam baixa toxicidade aguda, porém apresentam problemas de toxicidade crônica devido a sua capacidade de acumulação ao longo da cadeia alimentar e em tecidos biológicos, em testes com ratos foi observado o desenvolvimento de tumores malignos no fígado.

Atualmente o uso dos organoclorados é proibido ou restrito devido à sua baixa taxa de degradação no meio ambiente. A afinidade dos pesticidas por adsorção em matéria mineral suspensa e colóides orgânicos é importante para entender a sua mobilidade nos corpos d'água. A contaminação por pesticidas organoclorados se dá pelas vias de exposição dérmica, oral e respiratória, podendo atacar o sistema nervoso central, causando distúrbios sensoriais de equilíbrio, alterações no comportamento, atividade muscular involuntária, entre outros. Em casos de inalação pode ocorrer tosse, rouquidão e hipertensão. Em intoxicações agudas pode ocorrer hipersensibilidade, convulsões, podendo levar ao coma e até à morte.

### **6.3.1) Regulamentações Aplicáveis**

Considerando a questão da proteção da qualidade do solo e das águas subterrâneas como atribuição legal da prevenção e controle da poluição, a CETESB adota valores de referência de qualidade e de intervenção, com o objetivo de fornecer diretrizes e subsidiar decisões, não só visando as áreas a proteger, mas também o gerenciamento de áreas contaminadas, Decisão de Diretoria nº256/2016/E, de 22 de novembro de 2016 e Portaria de Consolidação Nº05 de 28/09/2017 Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde.

### **6.4) Produção e Composição dos Gases possíveis na área.**

A degradação dos resíduos sólidos urbanos em aterro sanitário é um processo lento, por estar relacionado à velocidade de degradação dos diferentes tipos de resíduos (substratos) e, sequencial, em razão dos metabolismos distintos que se sucedem ou se superpõem.

O processo de biodegradação dos resíduos até a bioestabilização final passa por cinco fases, conforme ilustra a **Figura 8.0** O tempo de duração de cada fase depende de vários fatores que vão desde aspectos operacionais, climáticos, tipo de resíduos entre outros.

O biogás é uma mistura de espécies gasosas geradas pela volatilização de compostos químicos e pela digestão anaeróbia, ou seja, biodegradação exotérmica da matéria orgânica, devido à ação de bactérias, e em menor escala, de fungos e protozoários na ausência de oxigênio.

Esse é um processo que ocorre em pântanos, mangues, lagos e rios, e é uma parte importante e natural do ciclo biogeoquímico do carbono.

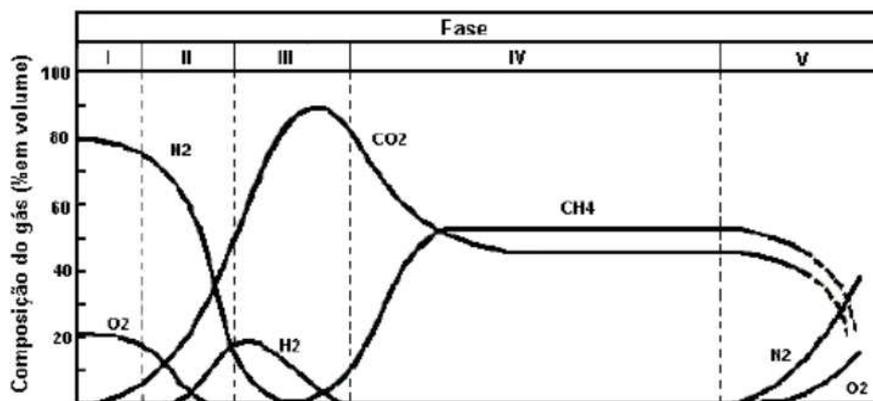
A **FASE I** é conhecida como aeróbia, devido à presença de oxigênio na massa de resíduos durante a disposição e compactação.

A **FASE II** é uma fase de transição em que o oxigênio é consumido e a condição anaeróbia é estabelecida.

Na **FASE III**, chamada fase ácida, as atividades microbiológicas iniciadas na fase II são aceleradas com a produção de ácidos orgânicos. O gás mais produzido é o CO<sub>2</sub>, havendo liberação de H<sub>2</sub>.

A **FASE IV** é a fase da fermentação do metano, a atividade metanogênica torna-se predominante, aumentando à produção do metano. Grande parte do sistema está em regime estabelecido, com a composição do gás e do lixiviado relativamente constantes. A passagem para a **FASE V** se dá pela redução da velocidade de decomposição. A produção de gás se reduz significativamente, podendo haver entrada de ar novamente no sistema (Tchobanoglous, et al., 1993).

A **Figura 8.0** Fases de formação do gás no aterro sanitário.



Fonte: Adaptado de Tchobanoglous et al (1993).

Dentre as espécies gasosas que compõem o biogás, a mais importante, segundo uma visão ambiental e comercial, é o gás metano. O biogás também apresenta uma parcela representativa de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), e em menor escala o oxigênio, ácido sulfídrico, amônia (NH<sub>3</sub>), hidrogênio (H<sub>2</sub>), nitrogênio (N<sub>2</sub>), dentre outros gases traços (menores concentrações). A tabela 25 apresenta as concentrações representadas para cada substância.

| A Tabela 10.0 Composição Típica do Biogás. |             |
|--|-------------|
| Gases Porcentagem (%)                      |             |
| Metano                                     | 45 – 70%    |
| Dióxido de carbono                         | 40 – 60%    |
| Nitrogênio                                 | 2 – 5%      |
| Oxigênio                                   | 0,1 – 1,0%  |
| Amônia                                     | 0,1 – 1,0%  |
| Enxofre                                    | 0,1 – 1,0%  |
| Hidrogênio                                 | 0 – 1%      |
| Monóxido de Carbono                        | 0 – 0,2%    |
| Gases traços                               | 0,01 – 0,6% |

Fonte: TCHOBANOGLUS et al (1994).

O metano, por ser um dos constituintes do biogás e aparecer em maior quantidade, sua contribuição para o aumento do efeito estufa traz consequências para mudanças climáticas, além disso, este gás também traz perigo de incêndios e explosões quando encontrado nos seus limites de explosividade.

A qualidade e a quantidade do gás de aterro podem variar de acordo com a quantidade e a composição dos resíduos, tipos de resíduos, com a decomposição biológica, condições ambientais e operação de aterros.

A produção do hidrocarboneto saturado mais simples, o “metano”, cuja fórmula molecular é  $\text{CH}_4$ , é também um fenômeno presente na natureza ao longo dos tempos. O denominado “gás dos pântanos” foi descoberto por Shirley em 1667 e o reconhecimento do metano como um de seus componentes foi definido pelo físico Alessandro Volta, em 1776 (PINHEIRO, 2002 apud Filho, 2005).

Destacam-se como fontes produtoras de gás metano: solos inundados dos reservatórios de usinas hidrelétricas, lavouras de arroz, fermentação entérica animal, processos agrícolas e principalmente decomposição da matéria orgânica dos “RSU” Resíduos Sólidos Urbanos (CICERONE & OREMLAND, 1988).

Um dos grandes problemas ambientais relacionados ao aterro de resíduos sólidos é a contaminação das águas subterrâneas e a emissão de metano como realça Real, 2005.

*... O metano é um perigo potencial por ser combustível e explosivo em concentrações entre 5 e 15 por cento em volume, no ar. O biogás pode migrar abaixo da superfície nas zonas não saturadas, especialmente durante os meses de inverno e primavera quando o chão está muito frio ou saturado com umidade na superfície. O biogás pode então se acumular em estruturas fechadas resultando um perigo potencial.*

O tratamento e disposição dos resíduos sólidos urbanos – RSU, é uma contínua preocupação e responsabilidade dos governantes, devido ao risco de expor o meio ambiente e a população.

#### 6.4.1) Explosividade dos Gases

O início de uma explosão começa com três principais elementos que constituem o triângulo do fogo: A **Figura 9.0** Triângulo de Fogo.



Fonte: Vianna, 1976

A explosão é uma combinação de três elementos básicos que são: o combustível, o oxigênio presente no ar e o calor. A combinação desses três elementos, nas devidas proporções, desencadeia uma explosão. Portanto, para ocorrer uma explosão, é necessário existirem reunido combustível, ar e calor, ou seja, combustível, oxigênio e temperatura de Ignição.

A temperatura mínima de autoignição é uma temperatura limite, a partir da qual uma mistura de um gás combustível e um comburente se inflama espontaneamente, quer dizer, sem a presença de uma chama piloto ou centelha.

| A Tabela 11.0 Temperatura mínima de Autoignição. |                  |                  |
|--|------------------|------------------|
| Gás  | Ar               | Oxigênio puro    |
| Gás Natural **                                   | 580°C            | 555°C            |
| GLP  | 420° - 480°C (*) | 285° - 470°C (*) |
| Hidrogênio                                       | 570°C            | 560°C            |
| Acetileno  | 305°C            | 296°C            |

Fonte: Wwww.Krona.Srv.Br

(\*) Varia segundo a composição;

(\*\*) As temperaturas do Gás Natural são as mesmas para o CH<sub>4</sub> (Metano).

Isso significa que uma mistura de um gás combustível com um comburente poderá inflamar, apenas por estar submetida a uma temperatura a partir dos valores indicados na tabela acima, sem a necessidade de uma centelha ou chama aberta.

A explosão pode ser representada simbolicamente pelo triângulo do fogo, como mostrado acima, cujos lados correspondem aos elementos que constituem o fogo ou a explosão.

O gás de aterro pode formar uma mistura explosiva quando combinado com o oxigênio em certas proporções.

As seguintes condições do gás no aterro devem ser satisfeitas (*landfill gás*) para que se haja risco de explosão:

- **Produção de gás:** O aterro deve estar produzindo gás, e este gás deve conter compostos químicos que devem estar presentes em quantidade suficiente para levar à explosão.
- **Migração de gás:** O gás deve estar apto a migrar pelo aterro. Tubos enterrados ou a geologia natural subsuperficial podem prover caminhos preferenciais para o gás. Os sistemas de coleta e tratamento dos gases, se operado corretamente, reduz a quantidade de gás que é capaz de escapar para fora do aterro.

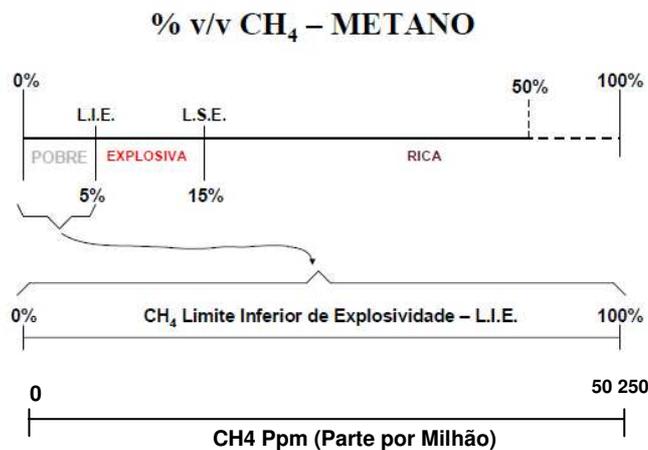
- **Gás coletado em um espaço confinado:** O gás deve estar concentrado em um espaço confinado no qual pudesse, potencialmente, explodir. Um espaço confinado pode ser: um buraco, um recinto residencial, ou um porão. A concentração pra qual o gás tem potencial para explodir é definido em termos de limites de explosividade inferior e superior (LEL – Lower Explosive Limit e UEL – Uper Explosive Limit), como definido abaixo:

#### 6.4.2) Limites de Explosividade Inferior e Superior (LEL E LSE).

O nível de concentração pra qual o gás tem potencial para explodir é chamado de limite de explosividade. O potencial para um gás explodir é determinado pelo limite de explosividade inferior (LEL ou LIE) e limite de explosividade superior (LSE). O LIE e LSE são medidas de porcentagem de um gás no ar em volume.

Para concentrações abaixo do LIE e acima do LSE, o gás é considerado não explosivo. Contudo, um risco de explosão pode existir se o gás estiver presente no ar entre o LIE e LSE mediante a presença de uma fonte de ignição.

A **Figura 10.0** Faixa de Explosividade do metano.



**Fonte:** Adaptado de Zell Ambiental disponível: <http://www.zell.com.br/>

#### 6.4.1) Faixas de Gases que Podem Causar Perigo de Explosão

**Metano:** O metano é um dos constituintes do gás de aterro que provavelmente causa o maior perigo de explosão. O gás metano é explosivo entre o LIE de 5% em volume e LSE de 15% em volume. As concentrações de metano dentro do aterro são tipicamente 50% (muito mais alta do que o LSE), tornando improvável a explosão do metano dentro dos limites do aterro. Enquanto o metano migra e é diluído, a

mistura de gás metano (CH<sub>4</sub>) pode estar em níveis de explosão. Além disso, o oxigênio é uma componente chave para iniciar uma explosão, mas o processo biológico que produz metano necessita de um ambiente anaeróbio, ou seja, um ambiente ausente de oxigênio.

À superfície do aterro, o oxigênio presente é suficiente para iniciar uma explosão, mas o gás metano usualmente difunde-se no ar ambiente em concentrações abaixo de 5% de LIE. Dentro desta condição em causar perigo de explosão, o metano pode migrar para fora do aterro e está presente entre LIE e LSE.

Ressalta-se que o metano é o mais provável constituinte do gás de aterro que pode levar a um risco de explosão. Outros constituintes presentes no gás de aterro estão, improvavelmente, em concentrações bastante altas para causar um perigo de explosão.

A Tabela 12.0 - mostra o potencial de perigos de explosão causados pelos constituintes importantes do gás de aterro.

| Componente Potencial  | Causador de Risco de Explosão   |
|---|---|
| <b>Metano (CH<sub>4</sub>)</b>                                  | É altamente explosivo quando misturado com o ar em um volume entre 5% de LIE e 15% de LSE. Para concentrações abaixo de 5% e acima de 15%, o metano não é inflamável. Para alguns aterros, o metano pode ser produzido em quantidades suficientes para coleta no aterro ou estruturas próximas em níveis de explosão. |
| <b>Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>)</b>                      | Não é inflamável ou explosivo.  |
| <b>Nitrogênio (N<sub>2</sub>)</b>                               | Não é inflamável ou explosivo.  |
| <b>Oxigênio (O<sub>2</sub>)</b>                                 | Não é inflamável, porém para iniciar explosões é necessário o oxigênio.   |
| <b>Amônia (NH<sub>3</sub>)</b>                                  | É inflamável. O LEL é 15% e o UEL é 28%. Contudo, é improvável à coleta da amônia em uma concentração bastante alta, por trazer um perigo de explosão.  |
| <b>NMOCs (Compostos Orgânicos Não Metano)</b>                   | Potencial de perigos de explosão varia pela química do componente. Por exemplo, o LEL do benzeno é 1,2% e o UEL é 7,8%. Contudo, o benzeno e outros NMOCs sozinhos são improváveis de serem coletados em concentrações altas o bastante para trazer perigos de explosão.  |
| <b>Sulfeto de Hidrogênio ou Gás Sulfídrico (H<sub>2</sub>S)</b> | Este tipo de gás é inflamável. O LEL é 4% e o UEL é 44%. Contudo, em muitos aterros, é improvável de ser coletado em concentrações altas o bastante para trazer perigos de explosão.  |

Fonte: ATSDR, 2005.

## 6.5) Modelo Conceitual Preliminar (MCA-01)

Assim, a partir da compilação dos dados físicos da área de interesse tem-se que o empreendimento está inserido na Bacia Hidrográfica do Rio das Canoas e geologicamente está localizado na Formação Itaqueri.

A partir da vistoria técnica realizada na área em estudo e informações coletadas nas entrevistas com vizinhos e funcionários, foi identificada e delimitada a área potencial de contaminação, e foram considerados

como bens a proteger o solo “agricultura”, água subterrânea “captação de água subterrânea para consumo no entorno” e fauna e flora.

A identificação das principais atividades potencialmente poluidoras exercidas atualmente sobre a superfície do avaliado, foi elencada como Área Potencial de Contaminação (AP), após os levantamentos ambientais realizados na, colocando-se a partir do exposto quanto a potencial existência de vias de exposição de contaminantes aos atuais e futuros receptores do empreendimento e entorno imediato.

| <b>Tabela 13.0 – Modelo Conceitual Preliminar</b>  |                                 |  |  |   |  |   |                            |
|--|---------------------------------|--|--|---|--|---|----------------------------|
| <b>Fontes potenciais de contaminação</b>   | <b>Classificação (AS ou AP)</b> | <b>Substâncias Químicas Associadas</b>   | <b>Mecanismos Primários de liberação</b>   | <b>Mecanismos Secundário de liberação</b>                       | <b>Meios Potencialmente Impactados</b> | <b>Receptores / Bens a proteger</b>                                       | <b>Próxima Etapa</b>       |
| Disposição de Resíduos (lixão). Resíduos de serviços de saúde, resíduos industrial, tintas, pneus, lixos domésticos e etc. | AP-01                           | Devido à diversidade de resíduos depositados consideramos as SQRs elencadas na Tabela 1 – Substancias de interesse a serem considerados no monitoramento e investigação confirmatória de áreas de disposição de resíduos de origem urbana. | Infiltração e escoamento direto no solo. Lixiviação de elementos provenientes do deposito resíduos. Transporte pelas águas subterrâneas. | Infiltração Lixiviação Advecção Disperção Difusão Volatilização | Solo e Água Subterrânea                | Bens a proteger – qualidade do solo, das águas subterrânea e superficial. | Investigação Confirmatória |

Na **Figura 11.0** apresenta-se em planta a identificação da Área Potencialmente Contaminadas estabelecida para o avaliado, as quais servirão como base para o planejamento das etapas posteriores do gerenciamento ambiental, devendo o Modelo Conceitual de o Avaliado ser consolidado mediante a execução das etapas em questão sendo adequado quando necessário.



# GEO-ANALÍTICA

## Legenda

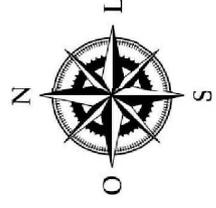
- Perímetro do Aterro
- Rede de Drenagem
- ▨ Área Potencial de Contaminação

Projeto: Avaliação Preliminar e  
Investigação Confirmatória

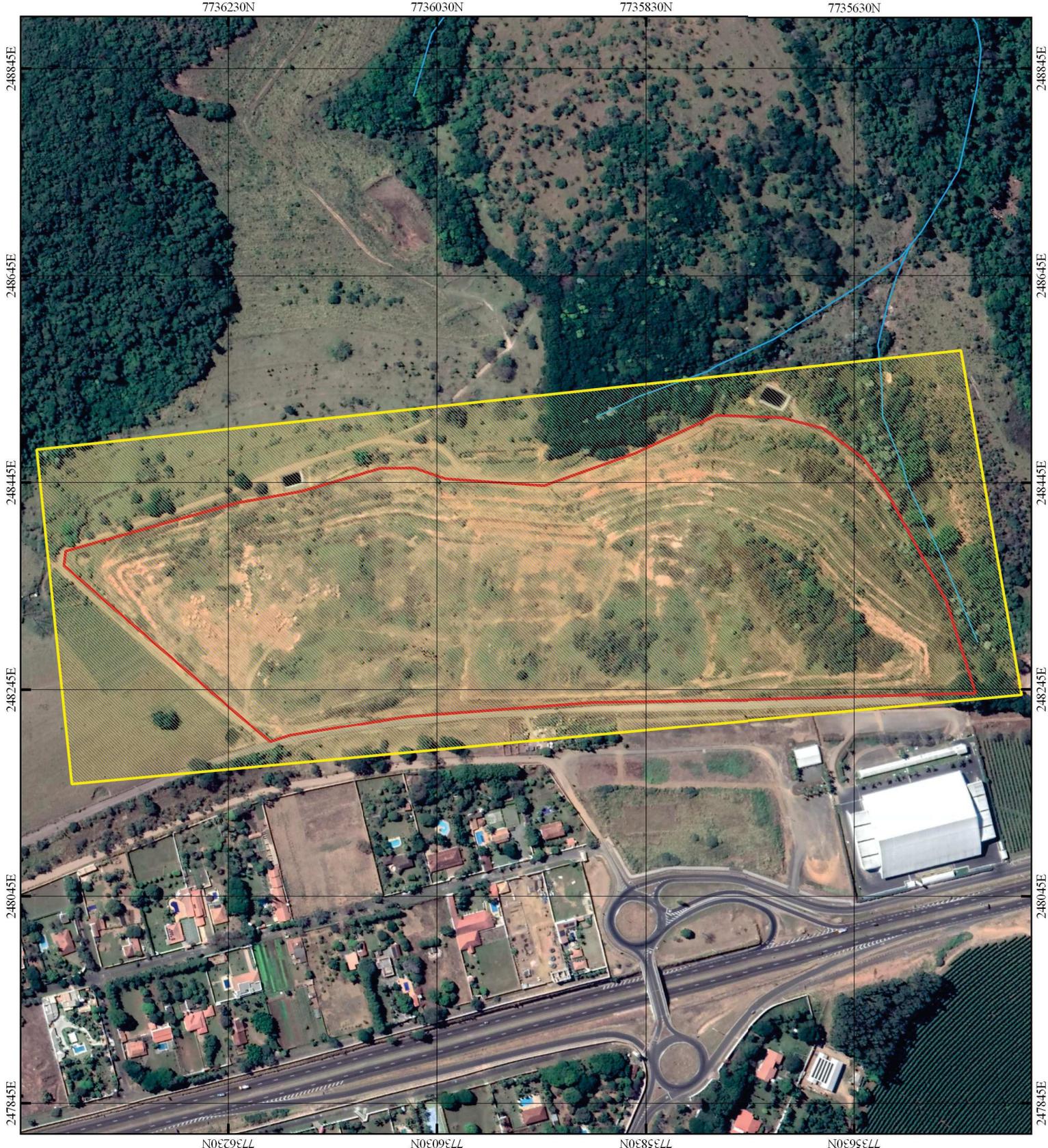
Figura 11.0 Identificação da Área  
Potencialmente Contaminadora

Local: Aterro da Fazenda Municipal de  
Franca

Coordenadas Geográficas  
UTM: 248328,00 m E / 7735978,00 m S



ESCALA 1:5000



## 7) MEDIÇÕES EM SUPERFÍCIE DE GASES VOLÁTEIS ORGÂNICOS

Para definir a malha de poços de monitoramento de gases a serem instalados foi realizada uma malha semi-regular de 100 medições no aterro “maciço” e seu entorno, para determinação dos teores de metano (em ppm e %) e explosividade (% LEL – Low Explosive Limit), com avaliação de risco de explosão e da viabilidade de execução dos trabalhos subsequentes.

Caso se detecte algum risco não aceitável associado às emissões gasosas, medidas de intervenção deverão ser indicadas em caráter emergencial.

As sondagens para medições de gases foram executadas com trado manual do tipo helicoidal, com diâmetro de 2” (duas polegadas).

Visando a eliminação de interferências cruzadas, foi realizada em campo, a limpeza dos materiais de sondagens através da lavagem com sabão neutro e enxágue com água limpa e destilada antes de se iniciar a próxima sondagem conforme os procedimentos descritos no item 8 da norma ABNT/NBR 15.492/07, específica para sondagens para fins ambientais.

Foi realizada leitura de CH<sub>4</sub> em todos os 100 pontos utilizando o detector de gases portátil modelo GEM 2000 da Landtec, devidamente calibrado, conforme é apresentado nas fotos 09 e 10. A ficha de calibração do equipamento encontra-se no **Anexo III**.

| Tabela 14.0 – Resultado das Medições de CH <sub>4</sub> |                          |                          |       |                               |                |
|---|--------------------------|--------------------------|-------|-------------------------------|----------------|
| Ponto   | CH <sub>4</sub><br>% vol | CH <sub>4</sub><br>ppm * | LEL % | Coordenadas UTM (Sirgas 2000) |                |
| P-01  | 2,60                     | 26000                    | 52    | 248199.00 m E                 | 7736173.00 m S |
| P-02  | 10,80                    | 108000                   | >>>%  | 248204.00 m E                 | 7736133.00 m S |
| P-03  | 33,40                    | 334000                   | >>>%  | 248236.00 m E                 | 7736039.00 m S |
| P-04  | 2,10                     | 21000                    | 42    | 248232.00 m E                 | 7735941.00 m S |
| P-05  | 3,00                     | 30000                    | 60    | 248243.00 m E                 | 7735792.00 m S |
| P-06  | 0,04                     | 400                      | 0,8   | 248248.00 m E                 | 7735745.00 m S |
| P-07  | 1,00                     | 10000                    | 20    | 248256.00 m E                 | 7735695.00 m S |
| P-08  | 0,02                     | 200                      | 0,4   | 248257.00 m E                 | 7735648.00 m S |
| P-09  | 16,50                    | 165000                   | >>>%  | 248258.00 m E                 | 7735598.00 m S |
| P-10  | 4,10                     | 41000                    | 82    | 248240.00 m E                 | 7735455.00 m S |
| P-11  | 5,20                     | 52000                    | >>>%  | 248259.00 m E                 | 7735540.00 m S |
| P-12  | 3,00                     | 30000                    | 60    | 248305.00 m E                 | 7735599.00 m S |
| P-13  | 1,20                     | 12000                    | 24    | 248280.00 m E                 | 7735669.00 m S |
| P-14  | 0,01                     | 100                      | 0,2   | 248269.00 m E                 | 7735732.00 m S |
| P-15  | 25,60                    | 256000                   | >>>%  | 248264.00 m E                 | 7735834.00 m S |
| P-16  | 3,80                     | 38000                    | 76    | 248261.00 m E                 | 7735942.00 m S |
| P-17  | 0,02                     | 200                      | 0,4   | 248268.00 m E                 | 7736078.00 m S |
| P-18  | 1,30                     | 13000                    | 26    | 248248.00 m E                 | 7736181.00 m S |
| P-19  | 0,09                     | 900                      | 1,8   | 248267.00 m E                 | 7736270.00 m S |
| P-20  | 0,80                     | 8000                     | 16    | 248298.00 m E                 | 7736229.00 m S |
| P-21  | 1,50                     | 15000                    | 30    | 248319.00 m E                 | 7736144.00 m S |

|      |       |        |      |               |                |
|------|-------|--------|------|---------------|----------------|
| P-22 | 0,20  | 2000   | 4    | 248302.00 m E | 7736034.00 m S |
| P-23 | 0,10  | 1000   | 2    | 248295.00 m E | 7735977.00 m S |
| P-24 | 7,70  | 77000  | >>>% | 248315.00 m E | 7735879.00 m S |
| P-25 | 16,30 | 163000 | >>>% | 248329.00 m E | 7735775.00 m S |
| P-26 | 0,30  | 3000   | 6    | 248336.00 m E | 7735631.00 m S |
| P-27 | 0,10  | 1000   | 2    | 248361.00 m E | 7735563.00 m S |
| P-28 | 0,20  | 2000   | 4    | 248403.00 m E | 7735585.00 m S |
| P-29 | 0,10  | 1000   | 2    | 248391.00 m E | 7735678.00 m S |
| P-30 | 0,20  | 2000   | 4    | 248387.00 m E | 7735734.00 m S |
| P-31 | 0,30  | 3000   | 6    | 248350.00 m E | 7735826.00 m S |
| P-32 | 4,20  | 42000  | 84   | 248358.00 m E | 7735920.00 m S |
| P-33 | 0,30  | 3000   | 6    | 248364.00 m E | 7736075.00 m S |
| P-34 | 1,90  | 19000  | 38   | 248347.00 m E | 7736234.00 m S |
| P-35 | 0,20  | 2000   | 4    | 248374.00 m E | 7736385.00 m S |
| P-36 | 0,20  | 2000   | 4    | 248386.00 m E | 7736292.00 m S |
| P-37 | 0,20  | 2000   | 4    | 248412.00 m E | 7736182.00 m S |
| P-38 | 6,70  | 67000  | >>>% | 248430.00 m E | 7736033.00 m S |
| P-39 | 51,80 | 518000 | >>>% | 248428.00 m E | 7735980.00 m S |
| P-40 | 0,40  | 4000   | 8    | 248437.00 m E | 7735868.00 m S |
| P-41 | 0,70  | 7000   | 14   | 248456.00 m E | 7735784.00 m S |
| P-42 | 38,20 | 382000 | >>>% | 248435.00 m E | 7735689.00 m S |
| P-43 | 11,90 | 119000 | >>>% | 248448.00 m E | 7736155.00 m S |
| P-44 | 6,80  | 68000  | >>>% | 248239.00 m E | 7736259.00 m S |
| P-45 | 0     | 0      | 0    | 248297.00 m E | 7736321.00 m S |
| P-46 | 0,10  | 1000   | 2    | 248434.00 m E | 7736255.00 m S |
| P-47 | 1,90  | 19000  | 38   | 248459.00 m E | 7735958.00 m S |
| P-48 | 0,10  | 1000   | 2    | 248537.00 m E | 7735720.00 m S |
| P-49 | 0     | 0      | 0    | 248389.00 m E | 7735594.00 m S |
| P-50 | 0,30  | 3000   | 6    | 248287.00 m E | 7735544.00 m S |
| P-51 | 6,30  | 63000  | >>>% | 248225.00 m E | 7735659.00 m S |
| P-52 | 6,10  | 61000  | >>>% | 248227.00 m E | 7735852.00 m S |
| P-53 | 10,70 | 107000 | >>>% | 248206.00 m E | 7736135.00 m S |
| P-54 | 1,90  | 19000  | 38   | 248253.95 m E | 7736242.03 m S |
| P-55 | 9,61  | 96100  | >>>% | 248256.30 m E | 7736169.56 m S |
| P-56 | 4,70  | 47000  | 94   | 248255.85 m E | 7736076.01 m S |
| P-57 | 4,25  | 42500  | 85   | 248258.15 m E | 7735979.78 m S |
| P-58 | 21,12 | 211200 | >>>% | 248258.43 m E | 7735933.01 m S |
| P-59 | 0,04  | 400    | 0,8  | 248272.78 m E | 7735848.28 m S |
| P-60 | 0     | 0      | 0    | 248291.00 m E | 7735695.00 m S |
| P-61 | 2,10  | 21000  | 42   | 248291.13 m E | 7735655.11 m S |
| P-62 | 6,10  | 61000  | >>>% | 248299.69 m E | 7735589.84 m S |
| P-63 | 0,01  | 100    | 0,2  | 248342.91 m E | 7735664.59 m S |
| P-64 | 2,30  | 23000  | 46   | 248335.67 m E | 7735714.66 m S |
| P-65 | 14,21 | 142100 | >>>% | 248331.90 m E | 7735746.41 m S |
| P-66 | 9,80  | 98000  | >>>% | 248328.27 m E | 7735798.01 m S |
| P-67 | 3,90  | 39000  | 78   | 248310.46 m E | 7735981.37 m S |
| P-68 | 0,47  | 4700   | 9,4  | 248311.05 m E | 7736103.21 m S |
| P-69 | 0,91  | 9100   | 18,2 | 248308.75 m E | 7736200.47 m S |
| P-70 | 0,09  | 900    | 1,8  | 248291.87 m E | 7736333.59 m S |
| P-71 | 0,87  | 8700   | 17,4 | 248335.86 m E | 7736355.68 m S |
| P-72 | 1,20  | 12000  | 24   | 248337.07 m E | 7736309.79 m S |
| P-73 | 0,89  | 8900   | 17,8 | 248342.39 m E | 7736238.01 m S |
| P-74 | 1,78  | 17800  | 35,6 | 248339.32 m E | 7736180.67 m S |
| P-75 | 5,20  | 52000  | >>>% | 248347.01 m E | 7736078.07 m S |
| P-76 | 3,52  | 35200  | 70,4 | 248343.47 m E | 7736018.55 m S |
| P-77 | 0,15  | 1500   | 3    | 248340.86 m E | 7735908.87 m S |

|       |       |        |      |               |                |
|-------|-------|--------|------|---------------|----------------|
| P-78  | 0,12  | 1200   | 2,4  | 248366.47 m E | 7735770.12 m S |
| P-79  | 22,10 | 221000 | >>>% | 248370.86 m E | 7735682.76 m S |
| P-80  | 0,35  | 3500   | 7    | 248372.72 m E | 7735603.34 m S |
| P-81  | 23,00 | 230000 | >>>% | 248429.93 m E | 7735720.82 m S |
| P-82  | 6,80  | 68000  | >>>% | 248419.79 m E | 7735765.97 m S |
| P-83  | 0,20  | 2000   | 4    | 248412.41 m E | 7735814.87 m S |
| P-84  | 15,53 | 155300 | >>>% | 248400.29 m E | 7735868.38 m S |
| P-85  | 2,80  | 28000  | 56   | 248400.23 m E | 7736131.59 m S |
| P-86  | 1,19  | 11900  | 23,8 | 248392.34 m E | 7736185.83 m S |
| P-87  | 2,00  | 20000  | 40   | 248377.86 m E | 7736281.67 m S |
| P-88  | 0,31  | 3100   | 6,2  | 248368.66 m E | 7736349.14 m S |
| P-89  | 1,31  | 13100  | 26,2 | 248404.05 m E | 7736318.72 m S |
| P-90  | 4,51  | 45100  | 90,2 | 248431.28 m E | 7736229.55 m S |
| P-91  | 3,12  | 31200  | 62,4 | 248457.45 m E | 7736133.55 m S |
| P-92  | 4,51  | 45100  | 90,2 | 248456.28 m E | 7736077.65 m S |
| P-93  | 2,87  | 28700  | 57,4 | 248481.81 m E | 7736031.28 m S |
| P-94  | 13,04 | 130400 | >>>% | 248452.31 m E | 7735947.31 m S |
| P-95  | 0,24  | 2400   | 4,8  | 248447.16 m E | 7735903.19 m S |
| P-96  | 3,71  | 37100  | 74,2 | 248457.85 m E | 7735860.10 m S |
| P-97  | 4,30  | 43000  | 86   | 248470.79 m E | 7735818.65 m S |
| P-98  | 21,18 | 211800 | >>>% | 248475.94 m E | 7735750.75 m S |
| P-99  | 11,02 | 110200 | >>>% | 248454.29 m E | 7735698.17 m S |
| P-100 | 15,00 | 150000 | >>>% | 248441.11 m E | 7735631.49 m S |

**Notas:** Conversões de unidades: 1%vol = 10.000 ppm / 1%vol de CH<sub>4</sub> = 20% LEL / Unidade %mol/mol equivalente a unidade %vol  
>>>% maior que o limite de detecção do aparelho

A pluma de metano foi feita pelo valor de 20% do LEL, ou 1% v/v (10 000 ppmv), fazendo-se as estratificações necessárias na pluma para se identificar os pontos com maiores concentrações (“hot spots”), o que facilitará na tomada de decisão quanto à necessidade de drenagem desse gás. A **Figura 12.0** apresenta a malha de medições de CH<sub>4</sub>% vol. “screening”.



**Foto 10** – Medições em superfície realizadas



**Foto 11** – Medições em superfície realizadas

247880E 248080E 248280E 248480E 248680E 248880E

7756410N  
7756210N  
7756010N  
7755810N  
7755610N  
7755410N

7756410N  
7756210N  
7756010N  
7755810N  
7755610N  
7755410N

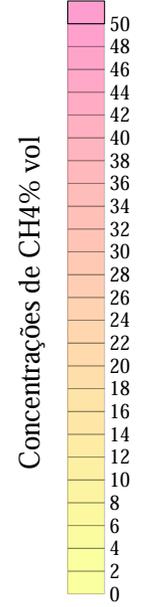


# GEO-ANALÍTICA

### Legenda

- Perimetro do Aterro
- Rede de Drenagem
- Pontos de Aferições

### Legenda

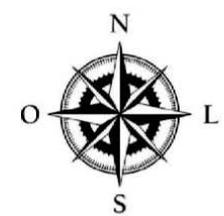


Projeto: Avaliação Preliminar e Investigação Confirmatória

Figura 12.0 Malha de medições de CH<sub>4</sub>% vol. com suas devidas concentrações. (screening)

Local: Aterro da Fazenda Municipal de Franca

Coordenadas Geográficas  
UTM:248328.00 m E / 7735978.00 m S



ESCALA 1:6000

247880E 248080E 248280E 248480E 248680E 248880E

## 7.1) Discussão dos Resultados

- Os resultados apresentados indicaram ocorrência CH<sub>4</sub> % vol. de ar acima de 1% v/v em boa parte das aferições realizadas conforme apresentados os resultados na tabela 14.0, indicando risco para área e receptores, considerando a necessidade de medidas que visam drenar o gás gerado no aterro e que elimine possíveis riscos aos receptores, serão apresentadas medidas emergenciais na Investigação Confirmatória.
- A explosividade está associada à composição de metano, quando este atinge o 5% em volume, o que corresponde a 100% do Limite Inferior de Explosividade.

## 8) LEVANTAMENTO GEOFÍSICO PELO MÉTODO DE RESISTIVIDADE

### 8.1) Introdução

O levantamento descreve os resultados obtidos durante os procedimentos de Sondagens Elétrica Vertical - SEV, realizado inicialmente e dos Caminhamentos Elétricos - CE, para determinação da pluma de contaminação de chorume e o contato entre os arenitos com lentes argilosas da Formação Itaqueri e os basaltos da Formação Serra Geral. Os trabalhos de campo foram realizados em Fevereiro de 2020.

### 8.2) Procedimento

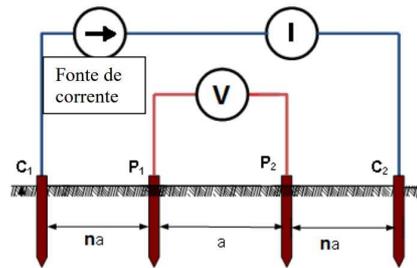
O procedimento e a execução dos ensaios de resistividade são normalizados pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) na forma da **NBR 7117/2012 - Medição da resistividade e determinação da estratificação do solo**. O instrumento adotado para fazer as SEVs e CEs foi o resistivímetro **X5tal** fabricado pela AutoEnergia, este equipamento é composto por um módulo dotado de Conversor CC/CC Pulsador, com entrada via RCA para Voltímetro e miliamperímetro externo. Funciona com entrada de tensão (11V a 14V), alimentado com bateria externa com corrente (> 3,5 Ah) e apresenta saída de tensão (0 a 400 Vcc; +/-2000 Vcc Pico), tem potência de 168W RMS (504W PMPO).

Para as SEVs, foi utilizado no levantamento o arranjo de Schlumberger, que é uma disposição para quatro eletrodos onde o espaçamento central é mantido fixo, enquanto os outros espaçamentos variam de forma uniforme.

O resultado da resistividade é calculado de acordo com as equações abaixo e representadas pela figura 01 abaixo que representa o arranjo:  $R = \frac{V}{I}$ , dado em ohm ( $\Omega$ )

$$\rho = \pi R(n + 1)na, \text{ dado em ohm.m } (\Omega.m)$$

A **Figura 13.0** modelo de arranjo Schlumberger para SEV.

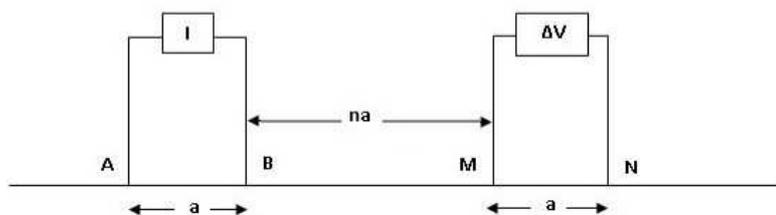


Este arranjo possui como características a praticidade da operação, pois apenas deslocam-se os eletros AB (mantendo-se MN), e a qualidade do dado obtido que é menos sujeito às interferências produzidas por ruídos produzidos por fontes artificiais, irregularidades na superfície topográficas, além disso, é menos susceptível a erros interpretativos em terrenos não homogêneos.

Estas qualidades citadas anteriormente fazem com que este arranjo ofereça bons resultados no mapeamento de estruturas verticais, pois é relativamente sensível potencialidade para a resolução de camadas horizontais (resolução vertical) sendo, desta forma, bastante utilizado em Sondagens Elétricas Verticais (SEVs). A profundidade teórica de investigação do arranjo Schlumberger é  $Z = R/2$  (metros), em que R é a distância entre os eletrodos de corrente A e B.

Os dados obtidos em campo foram interpretados com o software IPI2WIN, onde é comparado a curva lograda com as curvas teóricas, sendo que mais próximo a superposição no gráfico, menor a margem de erro da leitura, quando a função derivada da curva identificada é igual a zero, identifica-se o ponto de inflexão da função original, que corresponde a mudança de horizonte geoeletrico ou a mudança das propriedades físicas do subsolo.

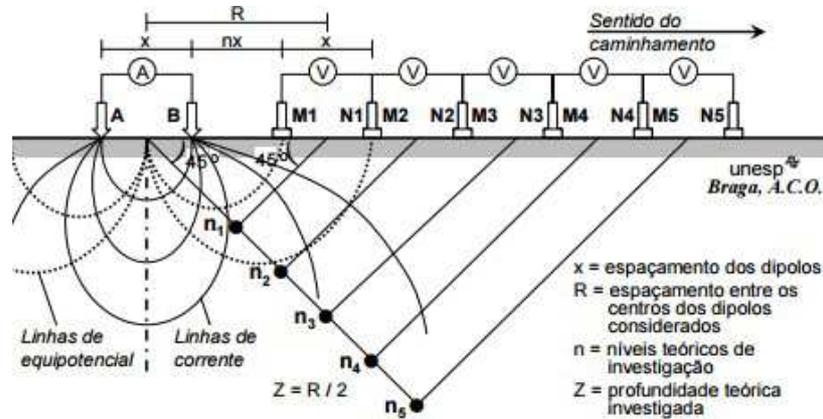
Quanto ao Arranjo Dipolo-Dipolo, este também possui uma configuração tetraeletródica alinhada semelhante ao arranjo Schlumberger. Os eletrodos de corrente são espaçados com uma distância fixa  $a$  bem como os eletrodos de potencial, figura 2 abaixo. O espaçamento  $a$  entre os dois eletrodos de corrente e potencial permanece fixo durante todo o levantamento. A **Figura 14.0** disposição dos eletrodos de corrente (A e B) e dos eletrodos de potencial (M e N).



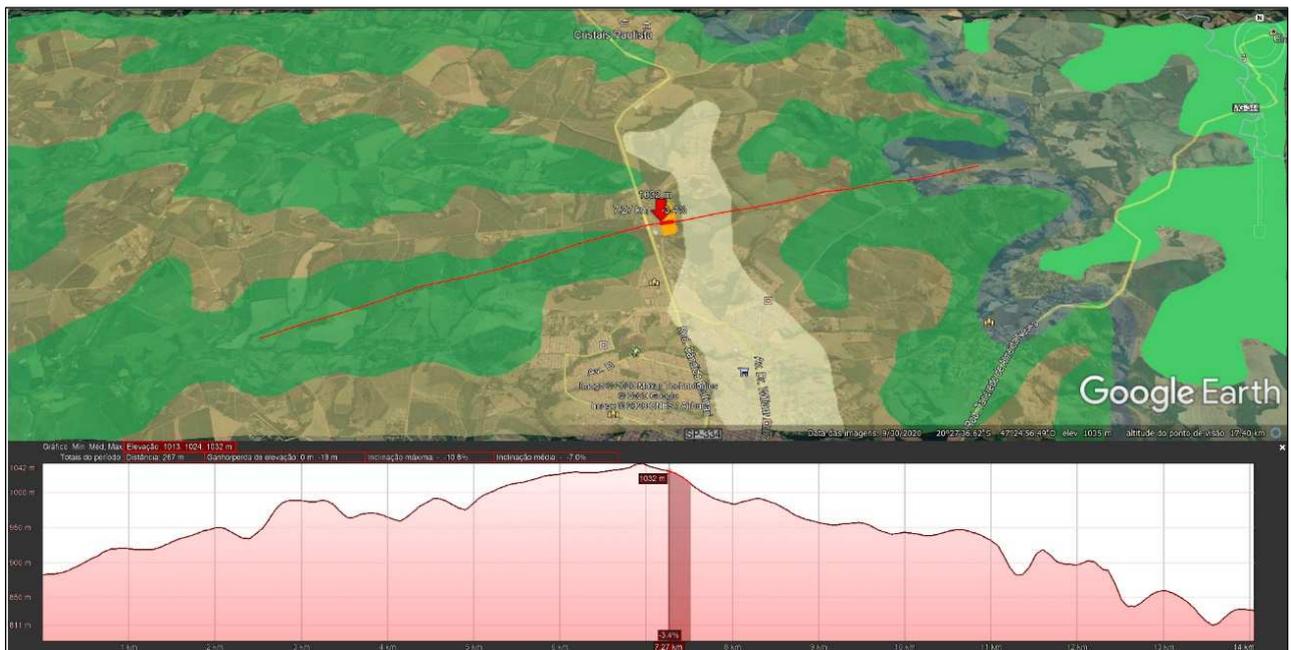
São realizadas medidas do potencial elétrico conforme os eletrodos de potencial e de corrente são afastados por uma separação  $n.a$  onde  $n$  é uma constante. Cada um destes afastamentos corresponde a um

nível de investigação em profundidade. Quanto maior for esta distância, maiores profundidades poderão ser alcançadas, representado pela figura 15.0 abaixo.

A **Figura 15.0** caminhamento Elétrico e seus níveis de investigação.



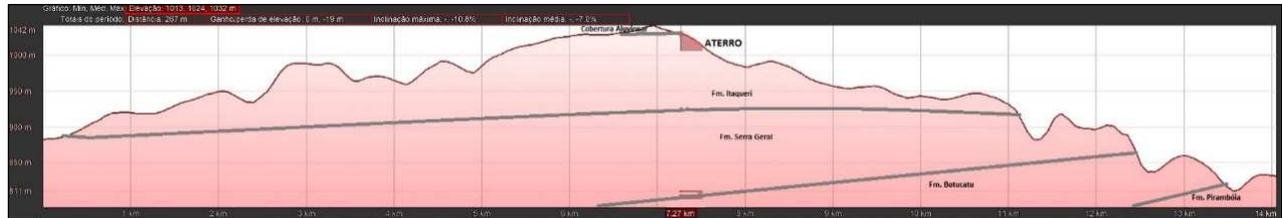
### 8.3) Geologia



A **Figura 16.0** Imagem do Google Earth do local do aterro, sobreposta com desenho da Carta Geológica SF.23 – Rio de Janeiro, com unidades descritas no texto abaixo, tem indicado na parte central o aterro de Franca e a linha vermelha, indica a seção do perfil topográfico apresentado na parte inferior.

Apresentado acima a figura 4, onde é complementado sobre a imagem do Google Earth o desenho do mapeamento geológico extraído da Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo – SF.23 RIO DE JANEIRO, que devido a sua escala de levantamento 1:1.000.000, as unidades ficam ligeiramente desencaixadas da realidade, ainda que é possível uma razoável compreensão da distribuição das formações na região, em

amarelo claro na região central do mapa, corresponde a cobertura aluvionar, no amarelo escuro transparente corresponde a Formação Itaqueri, sobreposta a formação Serra Geral em verde transparente que por sua vez sobrepõe os arenitos da Formação Botucatu em azul transparente.



A **Figura 17.0** seção geológica esquemática na região do aterro.

O perfil topográfico apresentado na figura 16.0 acima confere a condição de que o aterro de Franca se encontra próximo ao divisor de águas, a partir dessa figura foi elaborada uma seção geológica esquemática apresentada na figura 17.0 acima, onde é representado as Formações Itaqueri, Serra Geral, Botucatu e Pirambóia.

#### 8.4) Sondagem elétrica vertical

Foram executadas nove SEVs, todas com arranjo Schlumberger, sobre o corpo do aterro e no entorno, com AB máximo entre 100 e 600 metros, como exibido na **Figura 18.0** que demonstra os pontos de SEV em azul e suas respectivas linhas de eletrodos em vermelho.

##### 8.4.1) SEV 01

Com aquisição em 10 de fevereiro de 2020, localizada na parte central do aterro com eletrodos distribuídos ao longo do mesmo, tem Coordenadas 23 K 248.321,4 m E 7.735.976,6 m S, projetada com  $AB/2 = 300$  m, entretanto das 07 leituras realizadas, 03 foram descartadas devido à variação discrepante do resultado, resultados de campo são apresentados na tabela 1 abaixo.

| <b>Tabela 15.0 – Dados de Campo - SEV 01</b> |      |        |       |        |               |
|--|------|--------|-------|--------|---------------|
| AB/2   | MN/2 | mV     | mA    | k      | Resistividade |
| 10   | 2    | 39,2   | 158,2 | 155,51 | 38,53         |
| 20   | 2    | 46,6   | 131,3 | 626,75 | 222,44        |
| 40   | 2    | 63,7   | 162,5 | 2512   | 984,59        |
| 80   | 10   | 84,39  | 179,6 | 2003   | 941,05        |
| 160  | 10   | 87,56  | 168,3 | 8035   | 4180,00       |
| 220  | 10   | 105,32 | 169,3 | 15197  | 9454,00       |
| 300  | 10   | 118,56 | 173,7 | 28266  | 19293,00      |

Sendo aproveitados para confecção da curva os dados de AB/2 igual a 20, 80, 160 e 220 m, apresentado na imagem abaixo no gráfico 1.0.



# GEO-ANALÍTICA

## Legenda

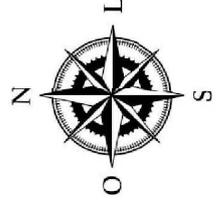
- Perímetro do Aterro
- Rede de Drenagem
- SEV
- Linhas de distribuição dos eletrodos

Projeto: Avaliação Preliminar e  
Investigação Confirmatória

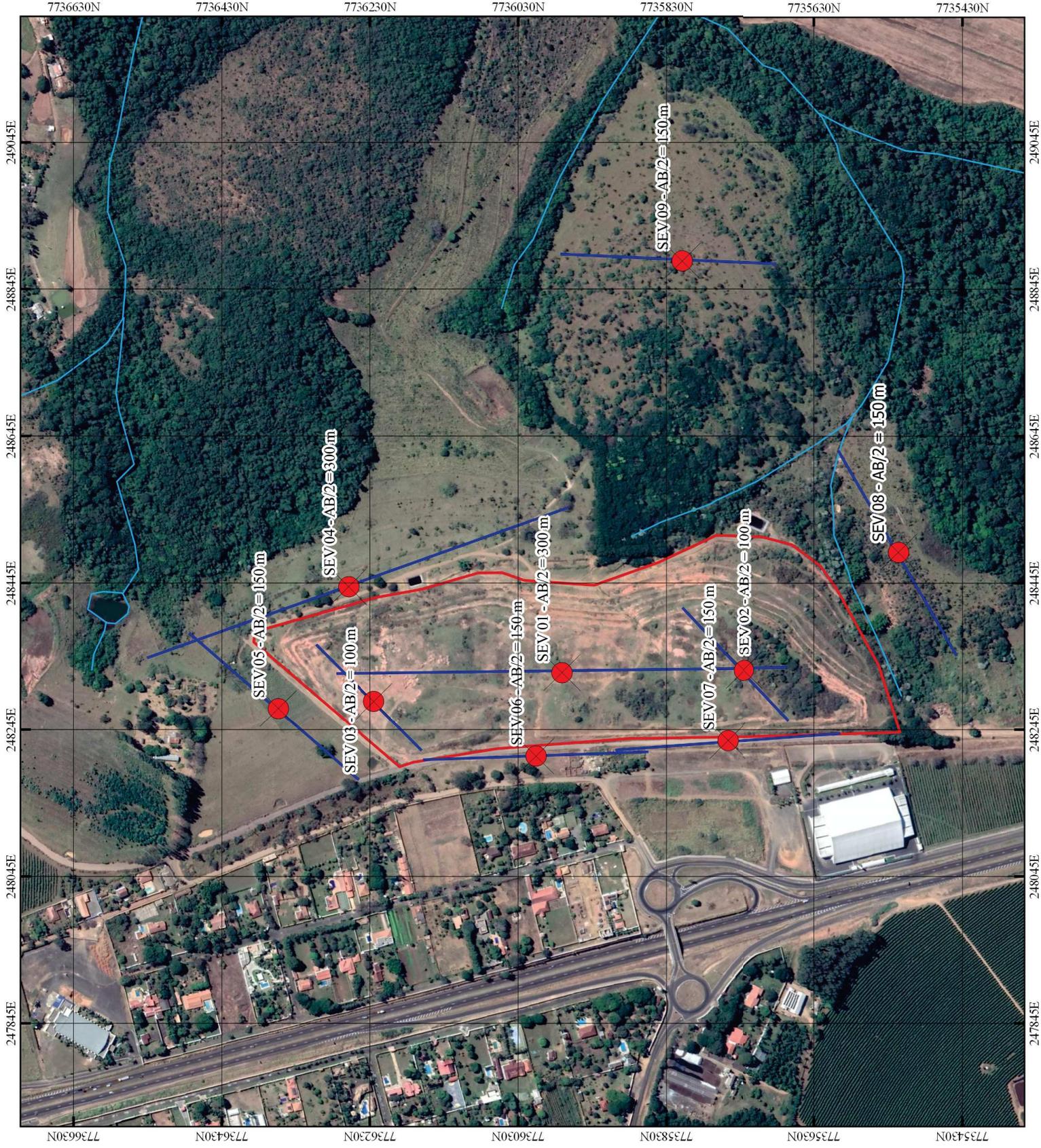
Figura 18.0 Pontos de SEV e suas  
respectivas linhas de eletrodos

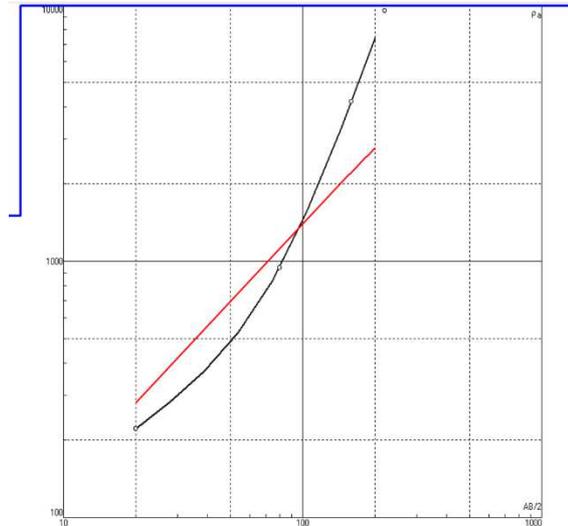
Local: Aterro da Fazenda Municipal de  
Franca

Coordenadas Geográficas  
UTM: 248328,00 m E / 7735978,00 m S



ESCALA 1:7000

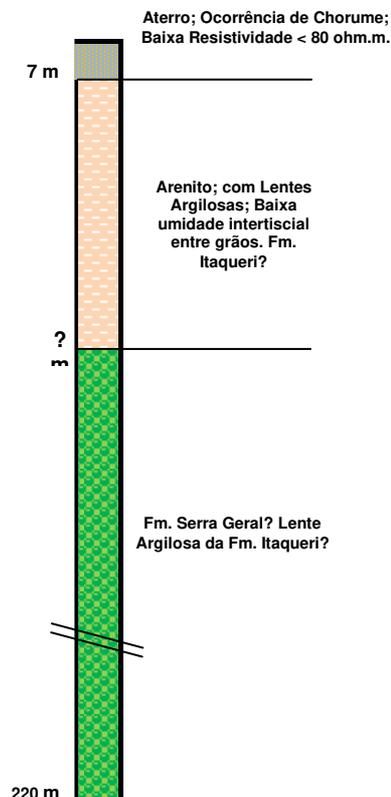




**Gráfico 1.0** Sev-01, Linha preta: Curva obtida com pontos de campo; Linha vermelha: Curva Teórica.

A discrepância entre as linhas teóricas e a linha obtida em campo representa a margem de erro dos resultados, que no caso é de 40%, lembrando que o aterro onde foi realizado a SEV não é um meio homogêneo, a interpretação geológica do resultado é apresentada na figura 19.0 abaixo, considerando a margem de erro previsto pelo software IPI2WIN.

### SEV - 01



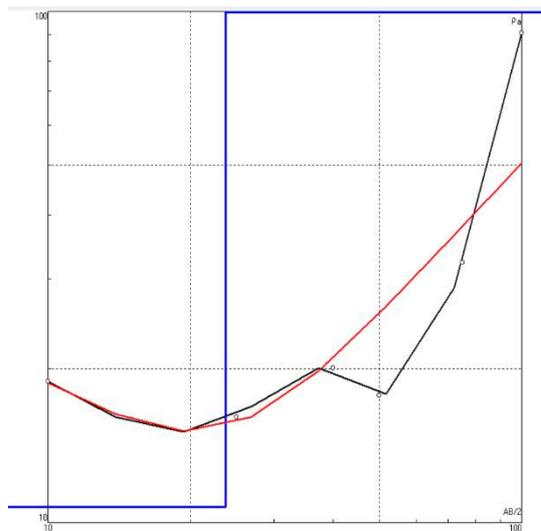
A **Figura 19.0** Interpretação geológica da SEV-01.

### 8.4.2) SEV 02

Com aquisição em 10 de fevereiro de 2020, localizada na parte norte do aterro, tem Coordenadas 23 K 248.331,7 m E 7.735.719,2 m S, projetada com  $AB/2 = 100$  m, entretanto das 07 leituras realizadas, 01 foi descartada devido à variação discrepante do resultado, resultados de campo são apresentados na tabela 16.0 abaixo.

| Tabela 16.0 – Dados de Campo - SEV 02 |      |        |       |         |               |
|---------------------------------------|------|--------|-------|---------|---------------|
| AB/2                                  | MN/2 | mV     | mA    | k       | Resistividade |
| 10                                    | 2    | 18,86  | 155,5 | 155,5   | 18861         |
| 25                                    | 2    | 2,56   | 155,9 | 980,2   | 16095         |
| 35                                    | 2    | 715,10 | 155,4 | 1923,0  | 8847          |
| 40                                    | 2    | 1,24   | 155,5 | 2512,0  | 20029         |
| 50                                    | 2    | 0,70   | 155,2 | 3925,0  | 17705         |
| 75                                    | 2    | 0,57   | 155,9 | 8834,0  | 32299         |
| 100                                   | 2    | 0,90   | 155,6 | 15706,0 | 90847         |

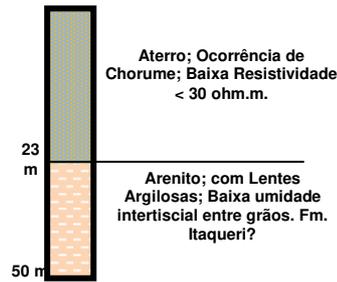
Sendo aproveitados para confecção da curva os dados de  $AB/2$  igual a 10, 25, 40, 50, 75 e 100 m, apresentado na imagem abaixo no gráfico 2.0.



**Gráfico 2.0** Sev-02, Linha preta: Curva obtida com pontos de campo; Linha vermelha: Curva Teórica

A discrepância entre as linhas teóricas e a linha obtida em campo representa a margem de erro dos resultados, que no caso é de 26%, lembrando que o aterro onde foi realizado a SEV não é um meio homogêneo, a interpretação geológica do resultado é apresentado na figura 20.0 abaixo, considerando a margem de erro previsto pelo software IPI2WIN.

### SEV - 02



A Figura 20.0 Interpretação geológica da SEV-02.

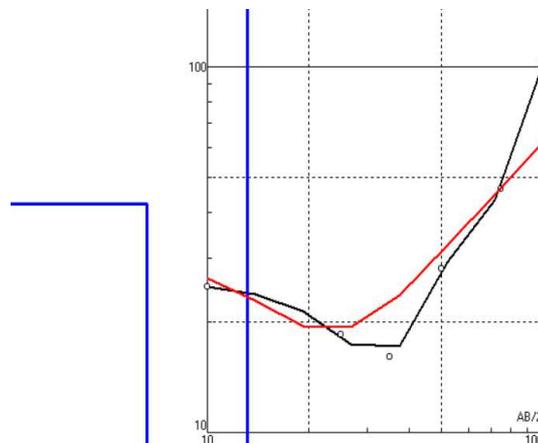
#### 8.4.3) SEV 03

Com aquisição em 10 de fevereiro de 2020, localizada na parte sul do aterro, tem Coordenadas 23 K 248.281,4 m E 7.735.228,6 m S, projetada com  $AB/2 = 100$  m, entretanto das 07 leituras realizadas, 01 foi descartada devido à variação discrepante do resultado, resultados de campo são apresentados na tabela 3 abaixo.

**Tabela 17.0 – Dados de Campo - SEV 03**

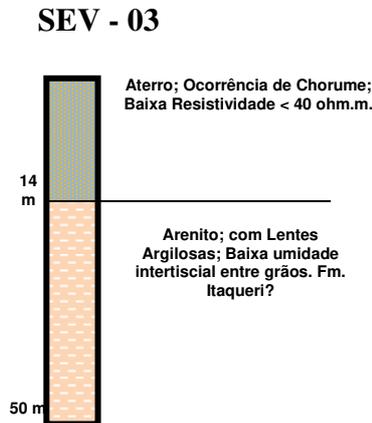
| AB/2 | MN/2 | mV          | mA            | k              | Resistividade |
|------|------|-------------|---------------|----------------|---------------|
| 10   | 2    | 17,89       | 111,20        | 155,51         | 25,02         |
| 25   | 2    | <b>2,10</b> | <b>111,40</b> | <b>980,18</b>  | <b>18,45</b>  |
| 35   | 2    | 0,94        | 112,20        | 19,23          | 16,11         |
| 40   | 2    | <b>0,60</b> | <b>111,10</b> | <b>2512,00</b> | <b>13,57</b>  |
| 50   | 2    | 0,80        | 112,10        | 3925,00        | 28,01         |
| 75   | 2    | <b>0,59</b> | <b>112,50</b> | <b>8834,00</b> | <b>46,33</b>  |
| 100  | 2    | 0,73        | 112,60        | 15706,00       | 101,83        |

Sendo aproveitados para confecção da curva os dados de AB/2 igual a 10, 25, 35, 50, 75 e 100 m, apresentado na imagem abaixo no gráfico 3.0.



**Gráfico 3.0** Sev-03, Linha preta: Curva obtida com pontos de campo; Linha vermelha: Curva Teórica

A discrepância entre as linhas teóricas e a linha obtida em campo representa a margem de erro dos resultados, que no caso é de 26%, lembrando que o aterro onde foi realizado a SEV não é um meio homogêneo, a interpretação geológica do resultado é apresentada na figura 21.0 abaixo, considerando a margem de erro previsto pelo software.



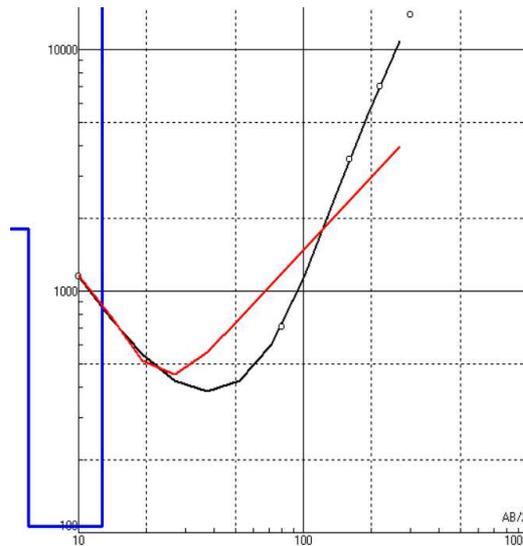
A **Figura 21.0** Interpretação geológica da SEV-03.

#### 8.4.4) SEV 04

Com aquisição em 10 de fevereiro de 2020, localizada na face leste do aterro com eletrodos distribuídos paralelamente ao mesmo, tem Coordenadas 23 K 248.440,4 m E 7.736.262,1 m S, projetada com  $AB/2 = 300$  m, entretanto, das 07 leituras realizadas, 02 foram descartadas devido a variação discrepante do resultado, resultados de campo são apresentados na tabela 18.0 abaixo.

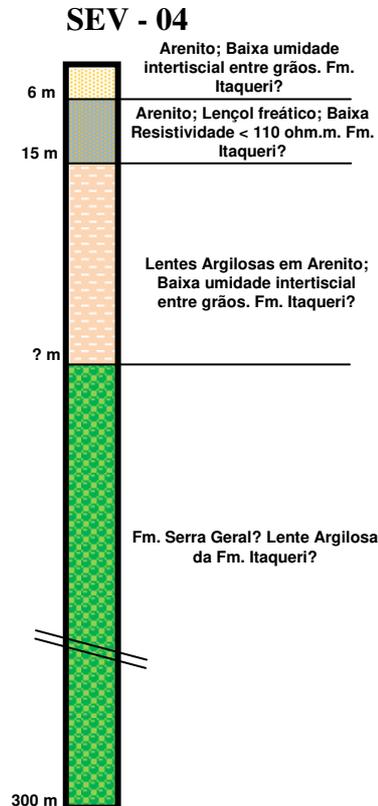
| <b>Tabela 18.0 – Dados de Campo - SEV 04</b> |      |               |              |                 |               |
|--|------|---------------|--------------|-----------------|---------------|
| AB/2   | MN/2 | mV            | mA           | k               | Resistividade |
| 10   | 2    | 381,30        | 51,50        | 155,51          | 1151          |
| 20   | 2    | <b>314,60</b> | <b>48,60</b> | <b>626,75</b>   | <b>4057</b>   |
| 40   | 2    | 366,70        | 36,00        | 2512,00         | 25584         |
| 80   | 10   | <b>22,60</b>  | <b>63,50</b> | <b>2003,00</b>  | <b>713</b>    |
| 160  | 10   | 34,55         | 79,20        | 8035,00         | 3505          |
| 220  | 10   | <b>27,70</b>  | <b>59,60</b> | <b>15197,00</b> | <b>7063</b>   |
| 300  | 10   | 28,50         | 58,00        | 28266,00        | 13890         |

Sendo aproveitados para confecção da curva os dados de AB/2 igual a 10, 80, 160, 220 e 300 m, apresentado na imagem abaixo no gráfico 4.0.



**Gráfico 4.0** Sev-04, Linha preta: Curva obtida com pontos de campo; Linha vermelha: Curva Teórica

A discrepância entre as linhas teóricas e a linha obtida em campo representa a margem de erro dos resultados, que no caso é de 40%, lembrando que o terreno natural onde foi realizado a SEV não é um meio homogêneo, a interpretação geológica do resultado é apresentada na figura 22.0 abaixo, considerando a margem de erro previsto pelo software IPI2WIN.



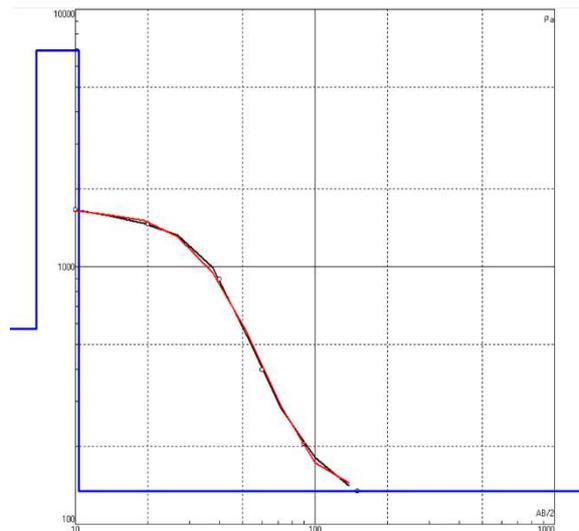
**A Figura 22.0** Interpretação geológica da SEV-04.

#### 8.4.5) SEV 05

Com aquisição em 10 de fevereiro de 2020, localizada na face norte do aterro com eletrodos distribuídos paralelamente ao mesmo, tem Coordenadas 23 K 248.297,7 m E 7.736.323,8 m S, projetada com  $AB/2 = 150$  m, entretanto das 07 leituras realizadas, 01 foram descartadas devido a variação discrepante do resultado, resultados de campo são apresentados na tabela 19.0 abaixo.

| Tabela 19.0 – Dados de Campo - SEV 05 |      |       |        |         |               |
|---------------------------------------|------|-------|--------|---------|---------------|
| AB/2                                  | MN/2 | mV    | mA     | k       | Resistividade |
| 10                                    | 2    | 83,60 | 7,80   | 155,51  | 1667,00       |
| 20                                    | 2    | 40,40 | 17,30  | 626,75  | 1464,00       |
| 40                                    | 2    | 5,24  | 14,70  | 2512,00 | 895,33        |
| 60                                    | 10   | 8,40  | 23,80  | 1123,00 | 396,40        |
| 90                                    | 10   | 3,90  | 48,50  | 2537,00 | 203,99        |
| 120                                   | 10   | 4,00  | 108,00 | 4516,00 | 167,26        |
| 150                                   | 10   | 0,30  | 15,80  | 7061,00 | 134,06        |

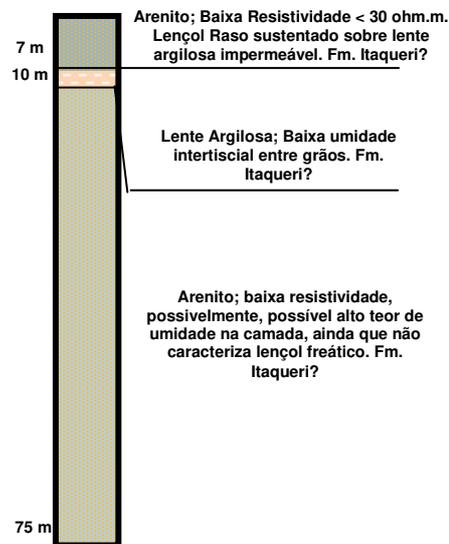
Sendo aproveitados para confecção da curva os dados de  $AB/2$  igual a 10, 20, 40, 60, 90 e 1500 m, apresentado na imagem abaixo no gráfico 5.0.



**Gráfico 5.0** Sev-05, Linha preta: Curva obtida com pontos de campo; Linha vermelha: Curva Teórica

A discrepância entre as linhas teóricas e a linha obtida em campo representa a margem de erro dos resultados, que no caso é de 1%, lembrando que o terreno natural onde foi realizado a SEV não é um meio homogêneo, a interpretação geológica do resultado é apresentado na figura 23.0 abaixo, considerando a margem de erro previsto pelo software IPI2WIN.

### SEV -05



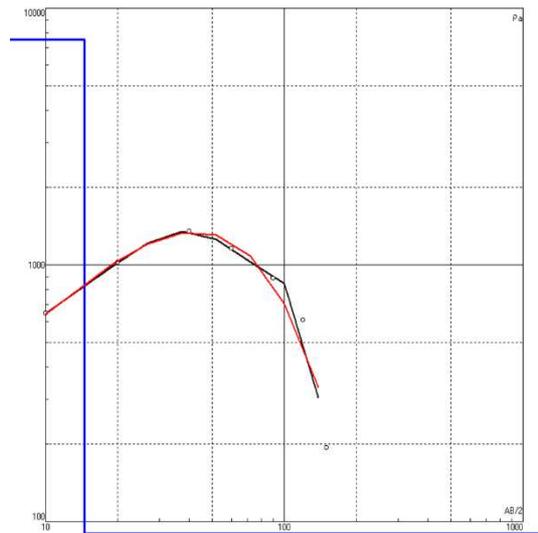
A Figura 23.0 Interpretação geológica da SEV-05.

#### 8.4.6) SEV 06

Aquisição em 10 de fevereiro de 2020, localizada na face oeste do aterro com eletrodos distribuídos ao longo, tem Coordenadas 23 K 248.221,5 m E 7.735.011,5 m S, projetada com  $AB/2 = 150$  m, das 07 leituras realizadas, todas foram aproveitadas, resultados de campo são apresentados na tabela 20.0 abaixo.

| Tabela 20.0 – Dados de Campo - SEV 06 |      |       |        |         |               |
|---------------------------------------|------|-------|--------|---------|---------------|
| AB/2                                  | MN/2 | mV    | mA     | k       | Resistividade |
| 10                                    | 2    | 83,60 | 7,80   | 155,51  | 1667,00       |
| 20                                    | 2    | 40,40 | 17,30  | 626,75  | 1464,00       |
| 40                                    | 2    | 5,24  | 14,70  | 2512,00 | 895,33        |
| 60                                    | 10   | 8,40  | 23,80  | 1123,00 | 396,40        |
| 90                                    | 10   | 3,90  | 48,50  | 2537,00 | 203,99        |
| 120                                   | 10   | 4,00  | 108,00 | 4516,00 | 167,26        |
| 150                                   | 10   | 0,30  | 15,80  | 7061,00 | 134,06        |

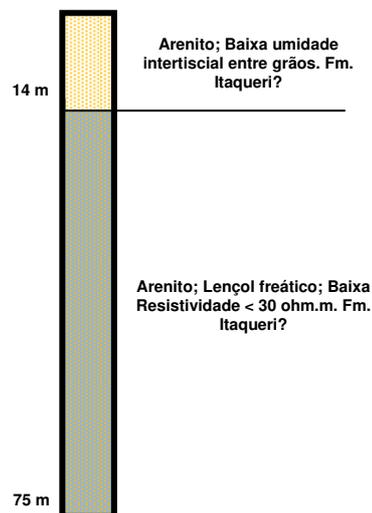
Sendo aproveitados para confecção da curva os dados de  $AB/2$  igual a 10, 20, 40, 60, 90, 120 e 150 m, apresentado na imagem abaixo no gráfico 6.0.



**Gráfico 6.0** Sev-06, Linha preta: Curva obtida com pontos de campo; Linha vermelha: Curva Teórica

A discrepância entre as linhas teóricas e a linha obtida em campo representa a margem de erro dos resultados, que no caso é de 4%, lembrando que o terreno natural onde foi realizado a SEV não é um meio homogêneo, a interpretação geológica do resultado é apresentada na figura 17 abaixo, considerando a margem de erro previsto pelo software IPI2WIN.

### SEV - 06



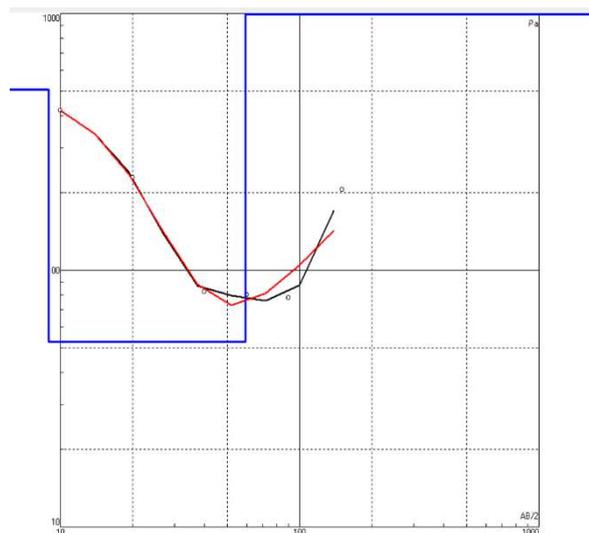
A Figura 24.0 Interpretação geológica da SEV-06.

### 8.4.7) SEV 07

Aquisição em 10 de fevereiro de 2020, localizada na parte central do aterro com eletrodos distribuídos ao longo, tem Coordenadas 23 K 248.321,4 m E 7.735.758,1 m S, projetada com  $AB/2 = 150$  m, entretanto das 07 leituras realizadas, 01 foi descartada devido à variação discrepante do resultado, resultados de campo são apresentados na tabela 21.0 abaixo.

| <b>Tabela 21.0 – Dados de Campo - SEV 06</b> |      |              |              |                |               |
|--|------|--------------|--------------|----------------|---------------|
| AB/2   | MN/2 | mV           | mA           | k              | Resistividade |
| 10   | 2    | 168,61       | 62,80        | 155,51         | 417,52        |
| 20   | 2    | <b>22,81</b> | <b>62,20</b> | <b>626,75</b>  | <b>229,84</b> |
| 40   | 2    | 2,02         | 61,80        | 2512,00        | 82,10         |
| 60   | 10   | <b>5,74</b>  | <b>80,30</b> | <b>1123,00</b> | <b>80,28</b>  |
| 90   | 10   | 2,48         | 80,70        | 2537,00        | 77,96         |
| 120  | 10   | <b>6,16</b>  | <b>80,20</b> | <b>4516,00</b> | <b>346,87</b> |
| 150  | 10   | 2,35         | 80,50        | 7061,00        | 206,12        |

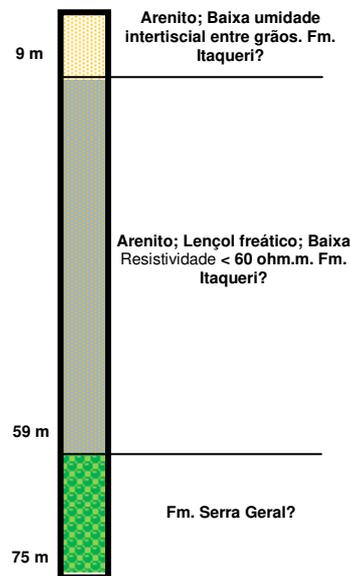
Sendo aproveitados para confecção da curva os dados de  $AB/2$  igual a 10, 20, 40, 60, 90, 150 m, apresentado na imagem abaixo no gráfico 7.0.



**Gráfico 7.0** Sev-07, Linha preta: Curva obtida com pontos de campo; Linha vermelha: Curva Teórica

A discrepância entre as linhas teóricas e a linha obtida em campo representa a margem de erro dos resultados, que no caso é de 9%, lembrando que o terreno natural onde foi realizado a SEV não é um meio homogêneo, a interpretação geológica do resultado é apresentada na figura 25.0 abaixo, considerando a margem de erro previsto pelo software IPI2WIN.

### SEV - 07



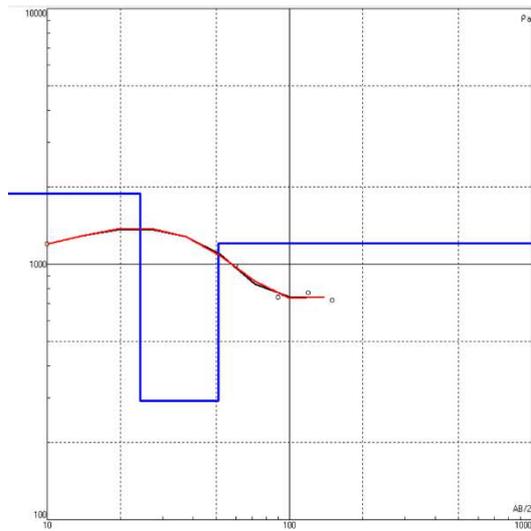
A **Figura 25.0** Interpretação geológica da SEV-07.

#### 8.4.8) SEV 08

Aquisição em 10 de fevereiro de 2020, localizado 90 metros da face sul do aterro com eletrodos distribuídos paralelamente a esta face, tem Coordenadas 23 K 248.476,9 m E 7.735.490,5 m S, projetada com  $AB/2 = 150$  m, entretanto das 07 leituras realizadas, 02 foram descartadas devido a variação discrepante do resultado, resultados de campo são apresentados na tabela 22.0 abaixo.

| Tabela 22.0 – Dados de Campo - SEV 06 |              |                |              |                |                  |
|---------------------------------------|--------------|----------------|--------------|----------------|------------------|
| AB/2                                  | MN/2         | mV             | mA           | k              | Resistividade    |
| 10                                    | 2,00         | 41,65          | 5,40         | 155,51         | 1199,00          |
| 20                                    | <b>2,00</b>  | <b>2937,80</b> | <b>5,40</b>  | <b>626,75</b>  | <b>340974,00</b> |
| 40                                    | 2,00         | 2892,10        | 5,40         | 2512,00        | 1345203,00       |
| 60                                    | <b>10,00</b> | <b>12,38</b>   | <b>14,20</b> | <b>1123,00</b> | <b>979,17</b>    |
| 90                                    | 10,00        | 4,13           | 14,20        | 2537,00        | 737,83           |
| 120                                   | <b>10,00</b> | <b>2,40</b>    | <b>14,10</b> | <b>4516,00</b> | <b>768,69</b>    |
| 150                                   | 10,00        | 2,33           | 22,90        | 7061,00        | 718,41           |

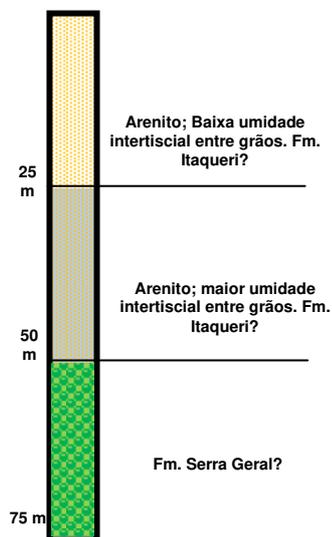
Sendo aproveitados para confecção da curva os dados de AB/2 igual a 10, 60, 90, 120 e 150 m, apresentado na imagem abaixo no gráfico 8.0.



**Gráfico 8.0** Sev-08, Linha preta: Curva obtida com pontos de campo; Linha vermelha: Curva Teórica

A discrepância entre as linhas teóricas e a linha obtida em campo representa a margem de erro dos resultados, que no caso é de 1%, lembrando que o terreno natural onde foi realizado a SEV não é um meio homogêneo, a interpretação geológica do resultado é apresentada na figura 21 abaixo, considerando a margem de erro previsto pelo software IPI2WIN.

### SEV - 08



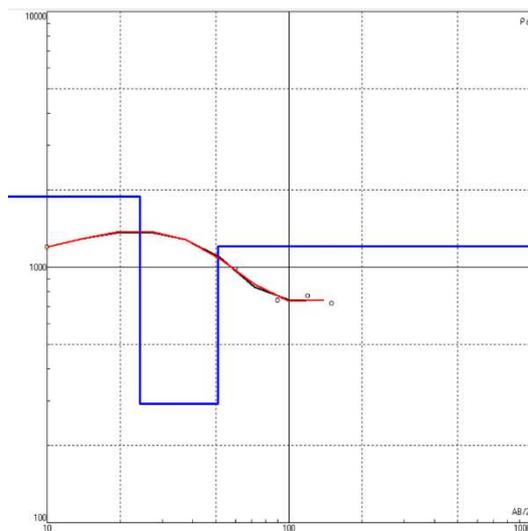
A **Figura 26.0** Interpretação geológica da SEV-08.

#### 8.4.9) SEV 09

Aquisição em 10 de fevereiro de 2020, localizada a 400 metros a leste do aterro com eletrodos distribuídos em paralelo ao mesmo, tem Coordenadas 23 K 248.878,8 m E 7.735.803,6 m S, projetada com  $AB/2 = 150$  m, nenhuma leitura foi descartada por discrepância, resultados de campo são apresentados na tabela 23.0 abaixo.

| <b>Tabela 23.0 – Dados de Campo - SEV 06</b> |      |              |             |                |                |
|--|------|--------------|-------------|----------------|----------------|
| AB/2   | MN/2 | mV           | mA          | k              | Resistividade  |
| 10   | 2    | 233,10       | 9,60        | 155,51         | 3776,00        |
| 20   | 2    | <b>18,10</b> | <b>9,60</b> | <b>626,75</b>  | <b>1182,00</b> |
| 40   | 2    | 1,20         | 9,80        | 2512,00        | 307,56         |
| 60   | 10   | <b>1,20</b>  | <b>7,30</b> | <b>1123,00</b> | <b>184,62</b>  |
| 90   | 10   | 0,56         | 7,30        | 2537,00        | 194,61         |
| 120  | 10   | <b>0,12</b>  | <b>7,20</b> | <b>4516,00</b> | <b>75,27</b>   |
| 150  | 10   | 0,80         | 7,20        | 7061,00        | 784,53         |

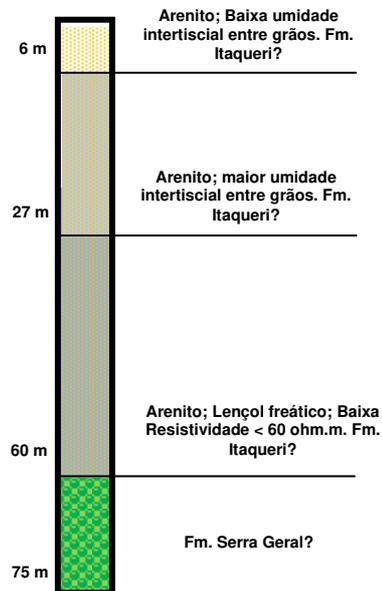
Sendo aproveitados para confecção da curva os dados de  $AB/2$  igual a 10, 20, 40, 60, 90, 120 e 150 m, apresentado na imagem abaixo no gráfico 9.0.



**Gráfico 9.0** Sev-08, Linha preta: Curva obtida com pontos de campo; Linha vermelha: Curva Teórica

A discrepância entre as linhas teóricas e a linha obtida em campo representa a margem de erro dos resultados, que no caso é de 12%, lembrando que o terreno natural onde foi realizado a SEV não é um meio homogêneo, a interpretação geológica do resultado é apresentada na figura 27.0 abaixo, considerando a margem de erro previsto pelo software IPI2WIN.

## SEV - 09



A **Figura 27.0** Interpretação geológica da SEV-06.

### 8.5) Caminhamento Elétrico

Foram executadas oito CEs, todas com o arranjo dipolo-dipolo, sendo duas sobre o corpo do aterro e as demais no entorno, o espaçamento entre os eletrodos variou entre 10 m e 40 m, gerando instigações laterais com profundidades entre 4 a 28 metros em espaçamentos menores e até com intervalos entre 10 e 74 metros quando o espaçamento entre eletrodos chega a 40 metros. A distribuição dos caminhamentos é exibida na figura 28 acima, os dados de campo dos caminhamentos, estão apresentados como anexo a este relatório.

A **Figura 28.0** pontos em amarelo indicando o início de cada CE e a linha em azul onde foi distribuído os eletrodos.

#### 8.5.1) CE 01

Apresentado abaixo na figura 29.0 o resultado da do Caminhamento Elétrico 01, a primeira imagem apresenta a resistividade aparente e a segunda apresenta o modelo invertido. Nota-se que todo o meio apresenta valores de resistividade abaixo de 50 ohm.m em até 50 metros de profundidade, indicando a ocorrência da pluma de chorume no corpo do aterro.



# GEO-ANALÍTICA

## Legenda

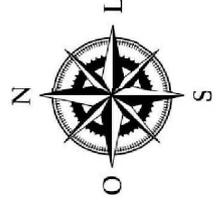
- Perímetro do Aterro
- Rede de Drenagem
- + Início do Caminhamento
- Linha de Caminhamento

Projeto: Avaliação Preliminar e  
Investigação Confirmatória

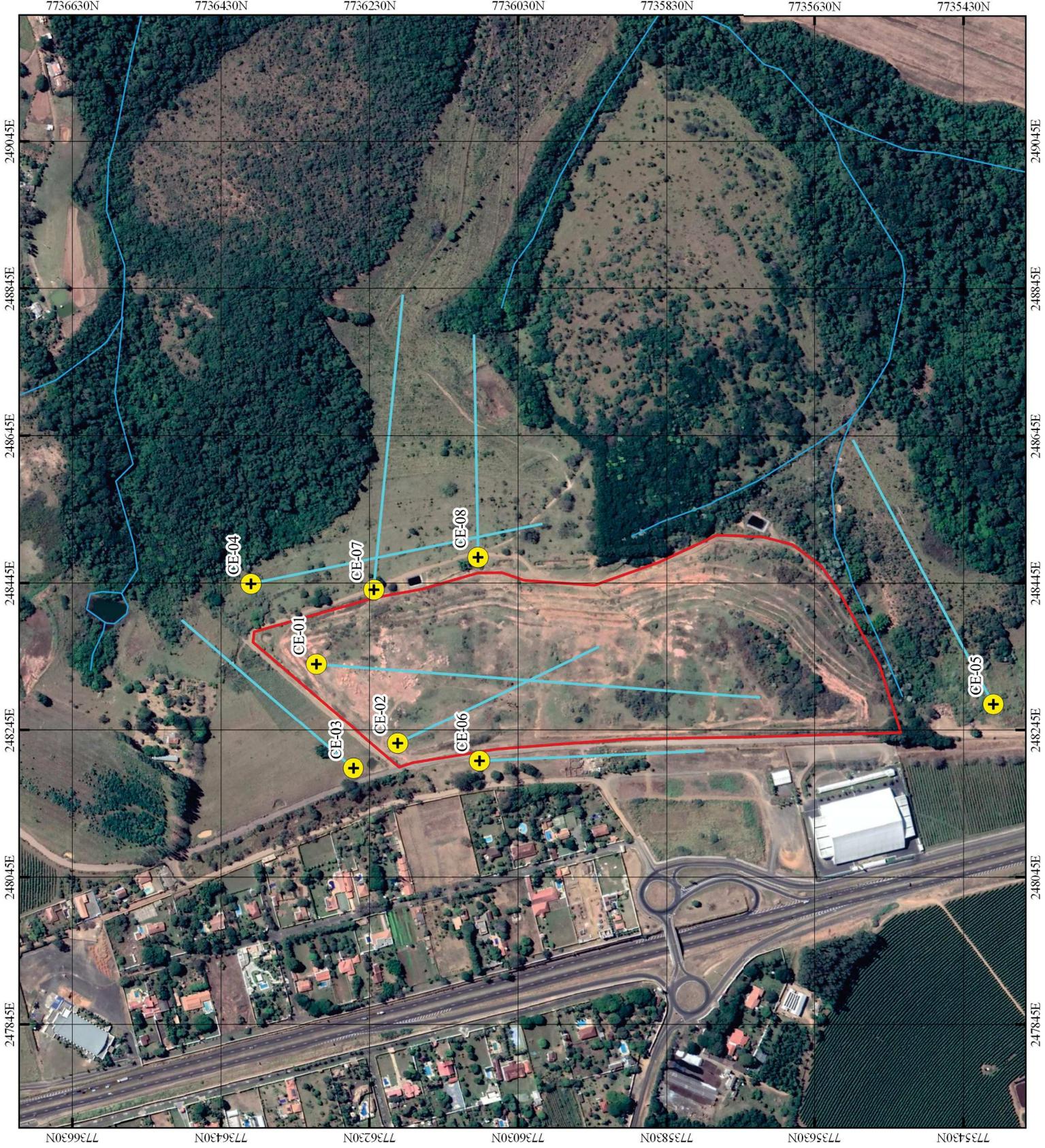
Figura 28.0 Início de cada CE e linha de  
distribuição dos eletrodos

Local: Aterro da Fazenda Municipal de  
Franca

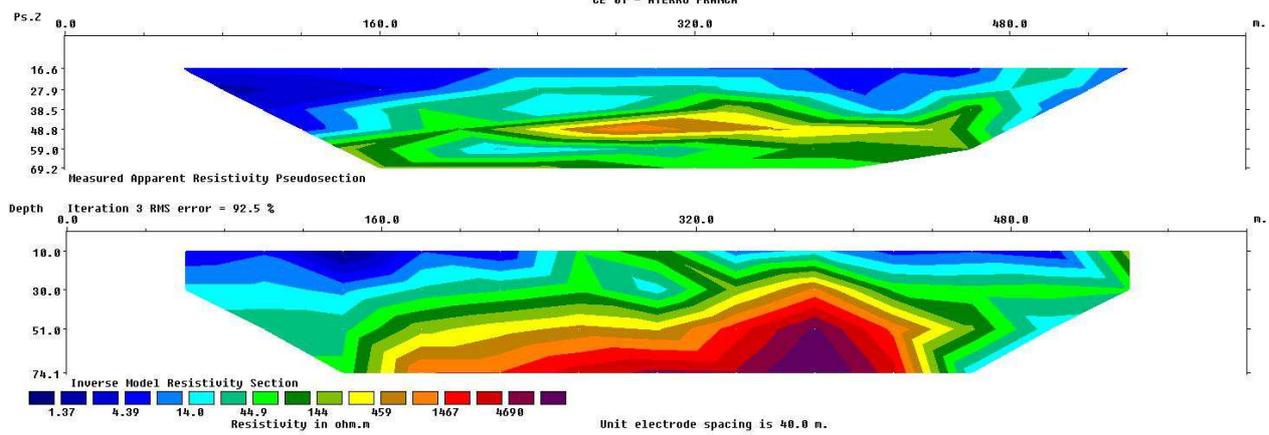
Coordenadas Geográficas  
UTM: 248328,00 m E / 7735978,00 m S



ESCALA 1:7000



A Figura 29.0 caminhamento Elétrico 01 processado no software res2dinvx.



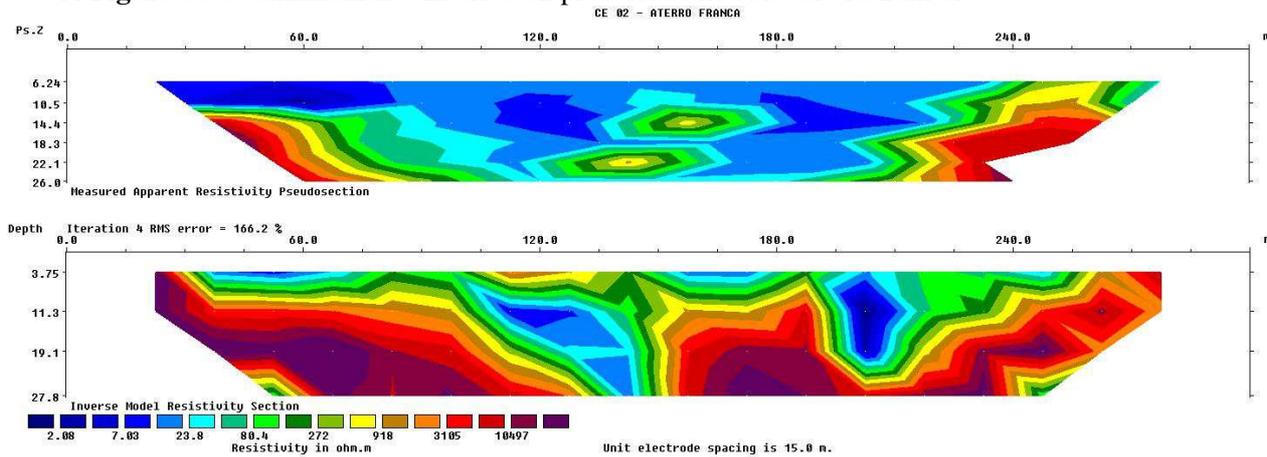
**Tabela 24.0 – Dados de Campo CE 01**

| A/C1 | B/C2 | M/P1 | N/P2 | V (mv) | I (ma) |
|------|------|------|------|--------|--------|
| 0    | 40   | 80   | 120  | 2,12   | 151,5  |
| 0    | 40   | 120  | 160  | 0,22   | 152,4  |
| 0    | 40   | 160  | 200  | 0,15   | 152,5  |
| 0    | 40   | 200  | 240  | 0,11   | 152,1  |
| 0    | 40   | 240  | 280  | 2,16   | 157,6  |
| 0    | 40   | 280  | 320  | 1,18   | 157,5  |
| 80   | 120  | 160  | 200  | 2,53   | 156,3  |
| 80   | 120  | 200  | 240  | 0,43   | 156,8  |
| 80   | 120  | 240  | 280  | 1,86   | 152,8  |
| 80   | 120  | 280  | 320  | 1,66   | 152,9  |
| 80   | 120  | 320  | 360  | 0,15   | 154    |
| 80   | 120  | 360  | 400  | 1,19   | 153,7  |
| 160  | 200  | 240  | 280  | 2,23   | 101,2  |
| 160  | 200  | 280  | 320  | 1,86   | 100,3  |
| 160  | 200  | 320  | 360  | 0,37   | 98,6   |
| 160  | 200  | 360  | 400  | 15,2   | 98,8   |
| 160  | 200  | 400  | 440  | 0,22   | 98,4   |
| 160  | 200  | 440  | 480  | 0,31   | 98,3   |
| 240  | 280  | 320  | 360  | 2,23   | 106,4  |
| 240  | 280  | 360  | 400  | 2,38   | 109,4  |
| 240  | 280  | 400  | 440  | 6,15   | 109,2  |
| 240  | 280  | 440  | 480  | 7,04   | 109    |
| 240  | 280  | 480  | 520  | 0,82   | 111,8  |
| 240  | 280  | 520  | 560  | 0,34   | 110,9  |
| 320  | 360  | 400  | 440  | 1,93   | 111,5  |
| 320  | 360  | 440  | 480  | 0,54   | 110,7  |
| 320  | 360  | 480  | 520  | 0,28   | 110,3  |
| 320  | 360  | 520  | 560  | 3,84   | 110,2  |
| 320  | 360  | 560  | 600  | 1,15   | 110,2  |
| 360  | 400  | 440  | 480  | 2,63   | 138,7  |
| 360  | 400  | 480  | 520  | 0,98   | 138,8  |
| 360  | 400  | 520  | 560  | 4,27   | 138,7  |
| 360  | 400  | 560  | 600  | 0,35   | 138,6  |
| 400  | 440  | 480  | 520  | 2,17   | 139,1  |
| 400  | 440  | 520  | 560  | 2,25   | 138,7  |
| 400  | 440  | 560  | 600  | 0,39   | 138,9  |
| 440  | 480  | 520  | 560  | 8,87   | 73,7   |
| 440  | 480  | 560  | 600  | 0,55   | 73,4   |
| 480  | 520  | 560  | 600  | 1,29   | 68,3   |

### 8.5.2) CE 02

Apresentado abaixo na figura 30.0 o resultado da do Caminhamento Elétrico 02, a primeira imagem apresenta a resistividade aparente e a segunda apresenta o modelo invertido. Dois núcleos de baixa resistividade se mostram na parte central da seção, indicando a ocorrência de chorume entre o azul e verde.

A Figura 30.0 caminhamento Elétrico 02 processado no software res2dinvx.



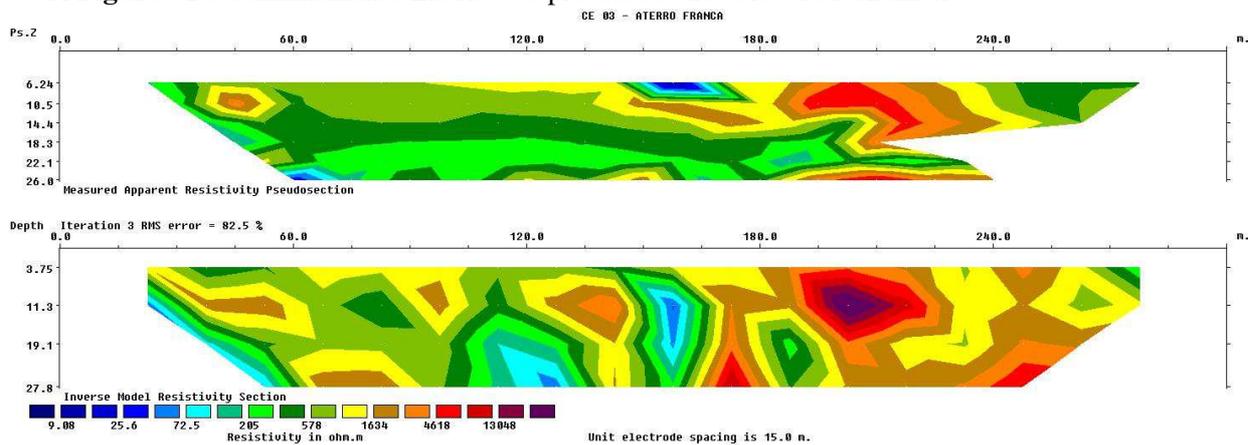
**Tabela 25.0 – Dados de Campo CE 02**

| A/C1 | B/C2 | M/P1 | N/P2 | V (mv) | I (ma) | A/C1 | B/C2 | M/P1 | N/P2 | V (mv) | I (ma) |
|------|------|------|------|--------|--------|------|------|------|------|--------|--------|
| 0    | 15   | 30   | 45   | 2,75   | 99,1   | 180  | 195  | 210  | 225  | 7,04   | 135,4  |
| 0    | 15   | 45   | 60   | 0,45   | 97,4   | 180  | 195  | 225  | 240  | 1,5    | 135,3  |
| 0    | 15   | 60   | 75   | 286,62 | 95,3   | 180  | 195  | 240  | 255  | 0,48   | 135,2  |
| 0    | 15   | 75   | 90   | 226,84 | 95,3   | 180  | 195  | 285  | 300  | 124,37 | 135,4  |
| 0    | 15   | 90   | 105  | 45,3   | 93,6   | 210  | 225  | 240  | 255  | 5,55   | 135,1  |
| 0    | 15   | 105  | 120  | 34,07  | 93,2   | 210  | 225  | 255  | 270  | 60,83  | 134,3  |
| 30   | 45   | 60   | 75   | 3,21   | 163,7  | 210  | 225  | 270  | 285  | 172,17 | 133,7  |
| 30   | 45   | 75   | 90   | 0,32   | 162,7  | 210  | 225  | 285  | 300  | 161,01 | 133,5  |
| 30   | 45   | 90   | 105  | 6,36   | 162,3  | 225  | 240  | 255  | 270  | 153,98 | 162,9  |
| 30   | 45   | 105  | 120  | 1,48   | 154    | 225  | 240  | 270  | 285  | 119,62 | 162,4  |
| 30   | 45   | 120  | 135  | 0,9    | 154,2  | 225  | 240  | 285  | 300  | 155,18 | 162,1  |
| 30   | 45   | 135  | 150  | 2,51   | 156,1  | 240  | 255  | 270  | 285  | 158,76 | 120,9  |
| 60   | 75   | 90   | 105  | 4,83   | 124,1  | 240  | 255  | 285  | 300  | 3,55   | 120,3  |
| 60   | 75   | 105  | 120  | 1,59   | 124,1  |      |      |      |      |        |        |
| 60   | 75   | 120  | 135  | 0,58   | 124,1  |      |      |      |      |        |        |
| 60   | 75   | 135  | 150  | 0,49   | 124,2  |      |      |      |      |        |        |
| 60   | 75   | 150  | 165  | 0,16   | 124,1  |      |      |      |      |        |        |
| 60   | 75   | 165  | 180  | 0,14   | 124,1  |      |      |      |      |        |        |
| 90   | 105  | 120  | 135  | 7,94   | 174,3  |      |      |      |      |        |        |
| 90   | 105  | 135  | 150  | 1,2    | 174    |      |      |      |      |        |        |
| 90   | 105  | 150  | 165  | 0,33   | 173,6  |      |      |      |      |        |        |
| 90   | 105  | 165  | 180  | 0,3    | 173,5  |      |      |      |      |        |        |
| 90   | 105  | 180  | 195  | 13,3   | 173,6  |      |      |      |      |        |        |
| 90   | 105  | 195  | 210  | 0,22   | 173,8  |      |      |      |      |        |        |
| 120  | 135  | 150  | 165  | 8,87   | 166,1  |      |      |      |      |        |        |
| 120  | 135  | 165  | 180  | 3,61   | 165,1  |      |      |      |      |        |        |
| 120  | 135  | 180  | 195  | 29,51  | 165,2  |      |      |      |      |        |        |
| 120  | 135  | 195  | 210  | 0,35   | 164,9  |      |      |      |      |        |        |
| 120  | 135  | 210  | 225  | 0,17   | 165,6  |      |      |      |      |        |        |
| 120  | 135  | 225  | 240  | 0,25   | 165,3  |      |      |      |      |        |        |
| 150  | 165  | 180  | 195  | 6,59   | 164,3  |      |      |      |      |        |        |
| 150  | 165  | 195  | 210  | 1,25   | 163,9  |      |      |      |      |        |        |
| 150  | 165  | 210  | 225  | 0,4    | 163,3  |      |      |      |      |        |        |
| 150  | 165  | 225  | 240  | 0,41   | 163,6  |      |      |      |      |        |        |
| 150  | 165  | 240  | 255  | 0,19   | 163,7  |      |      |      |      |        |        |
| 150  | 165  | 255  | 270  | 2,85   | 165,5  |      |      |      |      |        |        |

### 8.5.3) CE 03

Apresentado abaixo na figura 31.0 o resultado da do Caminhamento Elétrico 03, a primeira imagem apresenta a resistividade aparente e a segunda apresenta o modelo invertido. Dois núcleos de baixa resistividade se mostram na parte central da seção, indicando a ocorrência de choroume onde está em azul.

A **Figura 31.0** caminhamento Elétrico 03 processado no software res2dinvx.



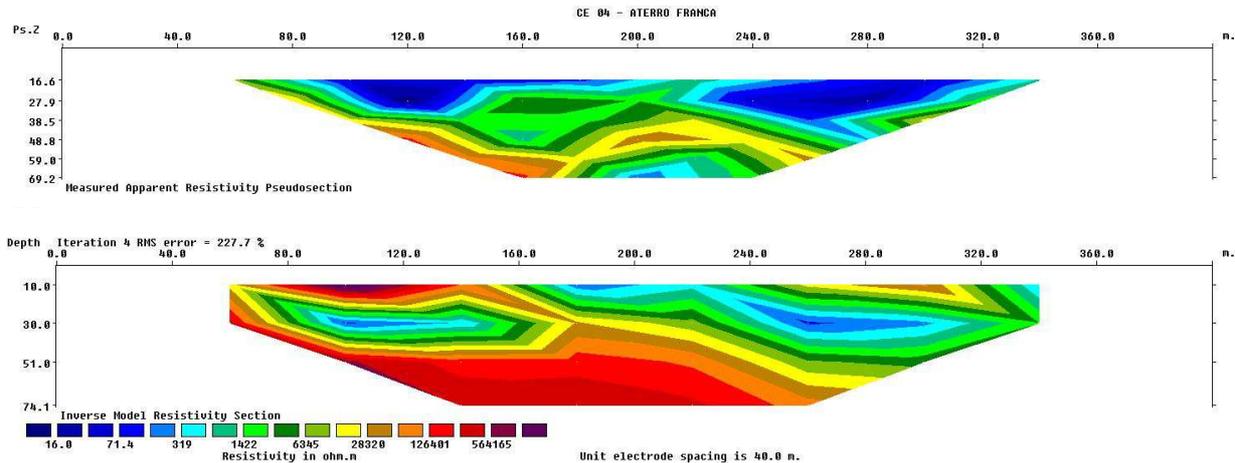
**Tabela 26.0 – Dados de Campo CE 03**

| A/C1 | B/C2 | M/P1 | N/P2 | V (mv) | I (ma) | A/C1 | B/C2 | M/P1 | N/P2 | V (mv) | I (ma) |
|------|------|------|------|--------|--------|------|------|------|------|--------|--------|
| 0    | 15   | 30   | 45   | 42,26  | 83,1   | 105  | 120  | 135  | 150  | 170,22 | 58,9   |
| 0    | 15   | 45   | 60   | 13,66  | 83,5   | 105  | 120  | 165  | 180  | 9,77   | 58,8   |
| 0    | 15   | 60   | 75   | 3,98   | 84,6   | 105  | 120  | 180  | 195  | 3,67   | 58,6   |
| 0    | 15   | 75   | 90   | 1,36   | 84,4   | 105  | 120  | 195  | 210  | 1,37   | 59,1   |
| 0    | 15   | 90   | 105  | 0,7    | 8,5    | 105  | 120  | 210  | 225  | 0,49   | 59,1   |
| 0    | 15   | 105  | 120  | 0,11   | 86,2   | 120  | 135  | 150  | 165  | 116,95 | 42,2   |
| 15   | 30   | 45   | 60   | 189,98 | 97,7   | 120  | 135  | 165  | 180  | 57,34  | 42,1   |
| 15   | 30   | 60   | 75   | 248,5  | 98,1   | 120  | 135  | 180  | 195  | 7,9    | 42,5   |
| 15   | 30   | 75   | 90   | 12,18  | 84,2   | 120  | 135  | 195  | 210  | 2,74   | 42,5   |
| 15   | 30   | 90   | 105  | 5,4    | 94,9   | 120  | 135  | 210  | 225  | 1,26   | 42,5   |
| 15   | 30   | 105  | 120  | 2,18   | 95,4   | 120  | 135  | 225  | 240  | 0,9    | 42,7   |
| 15   | 30   | 120  | 135  | 0,8    | 95,8   | 135  | 150  | 165  | 180  | 0,49   | 26,8   |
| 30   | 45   | 60   | 75   | 152,2  | 96,5   | 135  | 150  | 180  | 195  | 797,7  | 26,7   |
| 30   | 45   | 75   | 90   | 33,2   | 95,4   | 135  | 150  | 195  | 210  | 14,4   | 25,3   |
| 30   | 45   | 90   | 105  | 12,6   | 96,4   | 135  | 150  | 210  | 225  | 706,8  | 25,8   |
| 30   | 45   | 105  | 120  | 4,76   | 95,6   | 135  | 150  | 225  | 240  | 0,26   | 25,7   |
| 30   | 45   | 120  | 135  | 1,66   | 96,4   | 135  | 150  | 240  | 255  | 4,2    | 25,7   |
| 30   | 45   | 135  | 150  | 2,17   | 94,1   | 150  | 165  | 180  | 195  | 48,12  | 15,1   |
| 45   | 60   | 75   | 90   | 118,2  | 62,7   | 150  | 165  | 195  | 210  | 10,56  | 15,1   |
| 45   | 60   | 90   | 105  | 35,4   | 63,1   | 150  | 165  | 210  | 225  | 5,26   | 15,1   |
| 45   | 60   | 105  | 120  | 9,6    | 63,2   | 150  | 165  | 225  | 240  | 0,54   | 15,1   |
| 45   | 60   | 120  | 135  | 2,82   | 63,4   | 150  | 165  | 240  | 255  | 0,41   | 15,1   |
| 45   | 60   | 135  | 150  | 1,43   | 63,4   | 150  | 165  | 255  | 270  | 6,18   | 15,2   |
| 45   | 60   | 150  | 165  | 0,75   | 63,5   | 165  | 180  | 195  | 210  | 79,36  | 18,8   |
| 60   | 75   | 90   | 105  | 60,6   | 26,1   | 165  | 180  | 210  | 225  | 95,68  | 18,8   |
| 60   | 75   | 105  | 120  | 15,44  | 26,2   | 165  | 180  | 225  | 240  | 2,04   | 18,6   |
| 60   | 75   | 120  | 135  | 3,97   | 26,1   | 165  | 180  | 240  | 255  | 10,14  | 18,5   |
| 60   | 75   | 135  | 150  | 124,2  | 25,6   | 165  | 180  | 255  | 270  | 0,3    | 18,4   |
| 60   | 75   | 150  | 165  | 0,45   | 25,8   | 165  | 180  | 270  | 285  | 2,7    | 18,4   |
| 60   | 75   | 165  | 180  | 1,27   | 25,9   | 180  | 195  | 210  | 225  | 258,9  | 18,5   |
| 75   | 90   | 105  | 120  | 998,3  | 14     | 180  | 195  | 225  | 240  | 79,5   | 18,4   |
| 75   | 90   | 120  | 135  | 6,37   | 14     | 180  | 195  | 240  | 255  | 28,3   | 18,6   |
| 75   | 90   | 135  | 150  | 1,74   | 14,1   | 180  | 195  | 255  | 270  | 85     | 18,9   |
| 75   | 90   | 150  | 165  | 0,58   | 14     | 180  | 195  | 270  | 285  | 0,52   | 18,9   |
| 75   | 90   | 165  | 180  | 0,42   | 19,3   | 180  | 195  | 285  | 300  | 2,29   | 19     |
| 75   | 90   | 180  | 195  | 0,53   | 19,1   | 225  | 240  | 255  | 270  | 46,04  | 34,2   |
| 90   | 105  | 120  | 135  | 110,4  | 36,1   | 225  | 240  | 270  | 285  | 8,59   | 34,2   |
| 90   | 105  | 135  | 150  | 18,65  | 36     | 225  | 240  | 285  | 300  | 5,29   | 34,4   |
| 90   | 105  | 150  | 165  | 4,77   | 36     | 240  | 255  | 270  | 285  | 62,35  | 55     |
| 90   | 105  | 165  | 180  | 1,7    | 36,1   | 240  | 255  | 285  | 300  | 34,89  | 55     |
| 90   | 105  | 180  | 195  | 0,61   | 36,1   | 255  | 270  | 285  | 300  | 128,03 | 96,5   |
| 90   | 105  | 195  | 210  | 3,65   | 35,9   |      |      |      |      |        |        |

### 8.5.4) CE 04

Apresentado abaixo na figura 32.0 o resultado da do Caminhamento Elétrico 04, a primeira imagem apresenta a resistividade aparente e a segunda apresenta o modelo invertido. Dois núcleos de baixa resistividade se mostram em cada canto da seção, indicando a ocorrência de chorume onde está em azul.

A **Figura 32.0** caminhamento Elétrico 04 processado no software res2dinvx.

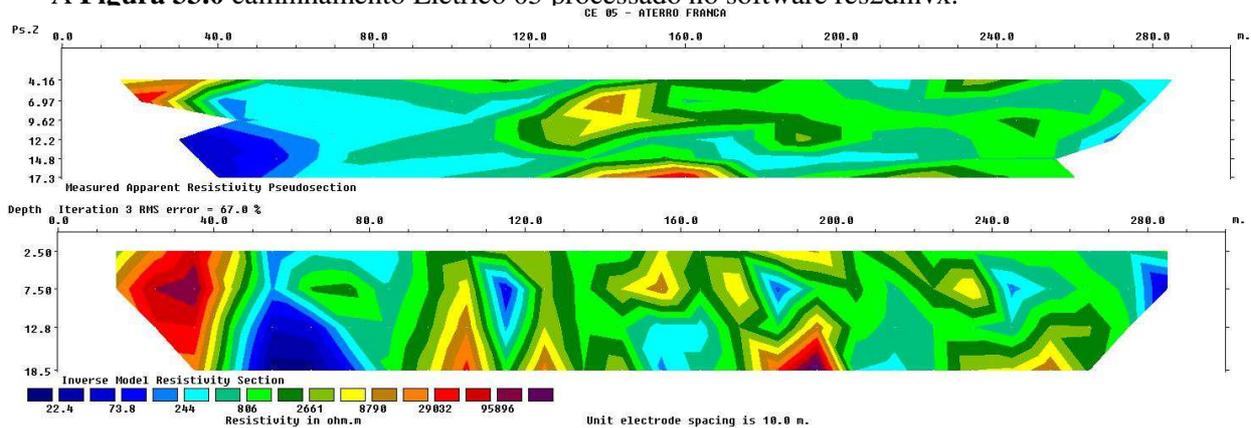


| Tabela 27.0 – Dados de Campo CE 04 |      |      |      |        |        |
|------------------------------------|------|------|------|--------|--------|
| A/C1                               | B/C2 | M/P1 | N/P2 | V (mv) | I (ma) |
| 0                                  | 40   | 80   | 120  | 644,2  | 33,5   |
| 0                                  | 40   | 120  | 160  | 570,8  | 33,3   |
| 0                                  | 40   | 160  | 200  | 152,4  | 33,3   |
| 0                                  | 40   | 200  | 240  | 758,3  | 35,8   |
| 0                                  | 40   | 240  | 280  | 239,1  | 35,9   |
| 0                                  | 40   | 280  | 320  | 257    | 35,9   |
| 40                                 | 80   | 120  | 160  | 3,95   | 34     |
| 40                                 | 80   | 160  | 200  | 0,24   | 34,1   |
| 40                                 | 80   | 200  | 240  | 18,2   | 35,6   |
| 40                                 | 80   | 240  | 280  | 4,3    | 31,9   |
| 40                                 | 80   | 280  | 320  | 43,7   | 32     |
| 40                                 | 80   | 320  | 360  | 0,26   | 31,8   |
| 80                                 | 120  | 160  | 200  | 5,28   | 31     |
| 80                                 | 120  | 200  | 240  | 123,6  | 31     |
| 80                                 | 120  | 240  | 280  | 16,9   | 30,9   |
| 80                                 | 120  | 280  | 320  | 175,13 | 30,9   |
| 80                                 | 120  | 320  | 360  | 1,97   | 30,8   |
| 80                                 | 120  | 360  | 400  | 3,09   | 30,8   |
| 120                                | 160  | 200  | 240  | 17,33  | 54,8   |
| 120                                | 160  | 240  | 280  | 100,12 | 54,7   |
| 120                                | 160  | 280  | 320  | 211,2  | 54,7   |
| 120                                | 160  | 320  | 360  | 163,08 | 54,7   |
| 120                                | 160  | 360  | 400  | 154,4  | 54,7   |
| 160                                | 200  | 240  | 280  | 133,62 | 53,8   |
| 160                                | 200  | 280  | 320  | 1,44   | 53,8   |
| 160                                | 200  | 320  | 360  | 2,03   | 53,7   |
| 160                                | 200  | 360  | 400  | 1,96   | 53,2   |
| 200                                | 240  | 280  | 320  | 19,25  | 39,4   |
| 200                                | 240  | 320  | 360  | 0,52   | 39,2   |
| 200                                | 240  | 360  | 400  | 167,17 | 39,5   |
| 240                                | 280  | 320  | 360  | 6,4    | 52,9   |
| 240                                | 280  | 360  | 400  | 68     | 52,7   |
| 280                                | 320  | 360  | 400  | 98,81  | 51,4   |

### 8.5.5) CE 05

Apresentado abaixo na figura 33.0 o resultado da do Caminhamento Elétrico 05, a primeira imagem apresenta a resistividade aparente e a segunda apresenta o modelo invertido. Cinco núcleos de baixa resistividade se mostram ao longo da seção, indicando a ocorrência de chorume onde está em azul.

A **Figura 33.0** caminhamento Elétrico 05 processado no software res2dinvx.



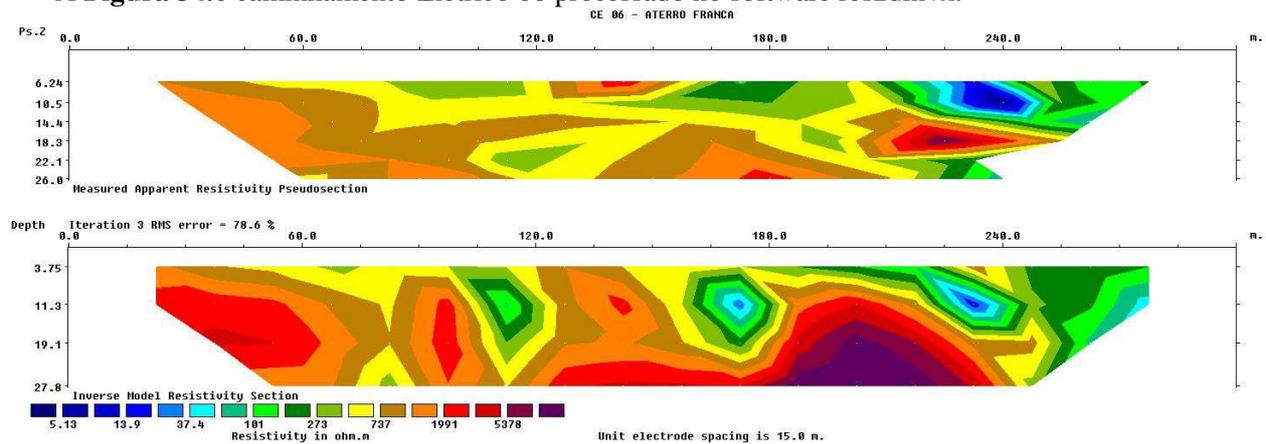
**Tabela 28.0 – Dados de Campo CE 05**

| A/C1 | B/C2 | M/P1 | N/P2 | V (mv) | I (ma) | A/C1 | B/C2 | M/P1 | N/P2 | V (mv) | I (ma) |
|------|------|------|------|--------|--------|------|------|------|------|--------|--------|
| 0    | 10   | 20   | 30   | 645,1  | 42,5   | 120  | 130  | 190  | 200  | 73,6   | 24,3   |
| 0    | 10   | 30   | 40   | 1708,9 | 42,3   | 140  | 150  | 160  | 170  | 76,07  | 15,5   |
| 0    | 10   | 40   | 50   | 2205,7 | 41,9   | 140  | 150  | 170  | 180  | 7,2    | 15,4   |
| 0    | 10   | 50   | 60   | 0,2    | 41,9   | 140  | 150  | 180  | 190  | 9,81   | 15,4   |
| 0    | 10   | 60   | 70   | 0,17   | 41     | 140  | 150  | 190  | 200  | 0,7    | 15,5   |
| 0    | 10   | 70   | 80   | 0,12   | 42,6   | 140  | 150  | 200  | 210  | 0,32   | 15,5   |
| 20   | 30   | 40   | 50   | 1377,3 | 43,7   | 140  | 150  | 210  | 220  | 0,44   | 15,5   |
| 20   | 30   | 50   | 60   | 6,56   | 45,7   | 160  | 170  | 180  | 190  | 58,3   | 8,2    |
| 20   | 30   | 60   | 70   | 2,87   | 45,6   | 160  | 170  | 190  | 200  | 5,2    | 8      |
| 20   | 30   | 70   | 80   | 1313,6 | 44,6   | 160  | 170  | 200  | 210  | 3,85   | 8      |
| 20   | 30   | 80   | 90   | 0,35   | 43,7   | 160  | 170  | 210  | 220  | 3,36   | 8      |
| 20   | 30   | 90   | 100  | 0,54   | 44,8   | 160  | 170  | 220  | 230  | 0,2    | 8      |
| 40   | 50   | 60   | 70   | 63,78  | 48,1   | 160  | 170  | 230  | 240  | 0,48   | 8,1    |
| 40   | 50   | 70   | 80   | 9,55   | 48,1   | 180  | 190  | 200  | 210  | 26,58  | 12,3   |
| 40   | 50   | 80   | 90   | 3,31   | 47,9   | 180  | 190  | 210  | 220  | 7,18   | 12,3   |
| 40   | 50   | 90   | 100  | 2,05   | 48,1   | 180  | 190  | 220  | 230  | 3,25   | 12,3   |
| 40   | 50   | 100  | 110  | 1,88   | 48,5   | 180  | 190  | 230  | 240  | 1,11   | 12,2   |
| 40   | 50   | 110  | 120  | 0,77   | 48,6   | 180  | 190  | 240  | 250  | 0,338  | 12,2   |
| 60   | 70   | 80   | 90   | 129,16 | 77,9   | 180  | 190  | 250  | 260  | 2,6    | 12,3   |
| 60   | 70   | 90   | 100  | 561,1  | 77,5   | 200  | 210  | 220  | 230  | 20     | 25,5   |
| 60   | 70   | 100  | 110  | 1590,7 | 77,3   | 200  | 210  | 230  | 240  | 11,14  | 25,2   |
| 60   | 70   | 110  | 120  | 1439,6 | 75,4   | 200  | 210  | 240  | 250  | 5,84   | 25,1   |
| 60   | 70   | 120  | 130  | 641,7  | 67,3   | 200  | 210  | 250  | 260  | 2,39   | 25,3   |
| 60   | 70   | 130  | 140  | 568,2  | 67,8   | 200  | 210  | 260  | 270  | 1,49   | 25,2   |
| 80   | 90   | 100  | 110  | 146,37 | 58,4   | 200  | 210  | 270  | 280  | 1,85   | 25     |
| 80   | 90   | 110  | 120  | 20,42  | 58,5   | 220  | 230  | 240  | 250  | 44,52  | 4,04   |
| 80   | 90   | 120  | 130  | 6,39   | 58,3   | 220  | 230  | 250  | 260  | 14,29  | 40,3   |
| 80   | 90   | 130  | 140  | 5,6    | 58,1   | 220  | 230  | 260  | 270  | 18,5   | 40,2   |
| 80   | 90   | 140  | 150  | 1,5    | 58,3   | 220  | 230  | 270  | 280  | 7,64   | 40,1   |
| 80   | 90   | 150  | 160  | 1,77   | 58,2   | 220  | 230  | 280  | 290  | 2,35   | 40,2   |
| 100  | 110  | 120  | 130  | 279,3  | 62,8   | 220  | 230  | 290  | 300  | 1,94   | 40,3   |
| 100  | 110  | 130  | 140  | 15,5   | 62,4   | 240  | 250  | 260  | 270  | 98,8   | 43,2   |
| 100  | 110  | 140  | 150  | 53,4   | 62,4   | 240  | 250  | 270  | 280  | 13,29  | 43,1   |
| 100  | 110  | 150  | 160  | 37,1   | 62,4   | 240  | 250  | 280  | 290  | 11,36  | 43     |
| 100  | 110  | 160  | 170  | 3,5    | 62,4   | 240  | 250  | 290  | 300  | 1,09   | 43     |
| 100  | 110  | 170  | 180  | 37,6   | 62,3   | 250  | 260  | 270  | 280  | 39,8   | 24,2   |
| 120  | 130  | 140  | 150  | 35,7   | 24,5   | 250  | 260  | 280  | 290  | 16,8   | 23     |
| 120  | 130  | 150  | 160  | 277    | 24,3   | 250  | 260  | 290  | 300  | 1,98   | 23,9   |
| 120  | 130  | 160  | 170  | 43,13  | 24,3   | 260  | 270  | 280  | 290  | 66,4   | 69,1   |
| 120  | 130  | 170  | 180  | 2,11   | 24,3   | 260  | 270  | 290  | 300  | 15,55  | 64,2   |
| 120  | 130  | 180  | 190  | 2,86   | 24,2   | 270  | 280  | 290  | 300  | 69,11  | 73,1   |

### 8.5.6) CE 06

Apresentado abaixo na figura 34.0 o resultado da do Caminhamento Elétrico 06, a primeira imagem apresenta a resistividade aparente e a segunda apresenta o modelo invertido. Quatro núcleos de baixa resistividade se mostram entre o meio a o final da seção, indicando a ocorrência de chorume onde está em verde e azul.

A Figura 34.0 caminhamento Elétrico 06 processado no software res2dinvx.



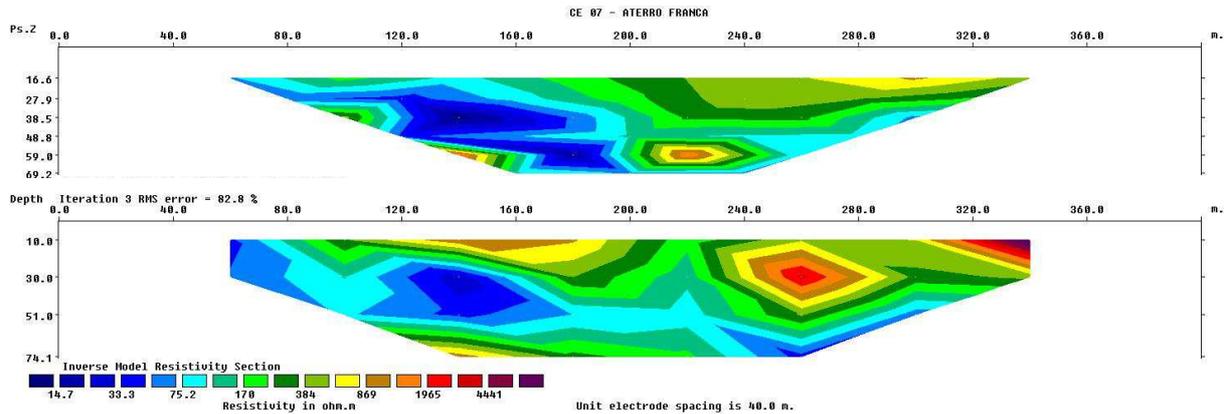
**Tabela 29.0 – Dados de Campo CE 06**

| A/C1 | B/C2 | M/P1 | N/P2 | V (mv) | I (ma) | A/C1 | B/C2 | M/P1 | N/P2 | V (mv) | I (ma) |
|------|------|------|------|--------|--------|------|------|------|------|--------|--------|
| 0    | 15   | 30   | 45   | 317,5  | 98,6   | 90   | 105  | 195  | 210  | 5,21   | 106    |
| 0    | 15   | 45   | 60   | 122,74 | 98,2   | 120  | 135  | 150  | 165  | 94,49  | 11,8   |
| 0    | 15   | 60   | 75   | 48,06  | 103,7  | 120  | 135  | 165  | 180  | 27,1   | 118,3  |
| 0    | 15   | 75   | 90   | 22,62  | 103,3  | 120  | 135  | 180  | 195  | 22,35  | 118,1  |
| 0    | 15   | 90   | 105  | 10,02  | 69,5   | 120  | 135  | 195  | 210  | 18,47  | 118,2  |
| 0    | 15   | 105  | 120  | 1,98   | 69,5   | 120  | 135  | 210  | 225  | 14,07  | 118,6  |
| 30   | 45   | 60   | 75   | 70,11  | 42,8   | 120  | 135  | 225  | 240  | 14     | 118,2  |
| 30   | 45   | 75   | 90   | 48,97  | 67,5   | 150  | 165  | 180  | 195  | 52,91  | 128,2  |
| 30   | 45   | 90   | 105  | 19,65  | 67,2   | 150  | 165  | 195  | 210  | 22,46  | 127,4  |
| 30   | 45   | 105  | 120  | 7,07   | 67     | 150  | 165  | 210  | 225  | 15,64  | 127,4  |
| 30   | 45   | 120  | 135  | 6,57   | 70,6   | 150  | 165  | 225  | 240  | 5,68   | 126,8  |
| 30   | 45   | 135  | 150  | 5,28   | 70,7   | 150  | 165  | 240  | 255  | 4,89   | 128,5  |
| 45   | 60   | 75   | 90   | 155,98 | 98,6   | 150  | 165  | 255  | 270  | 4,7    | 127,5  |
| 45   | 60   | 90   | 105  | 56,2   | 97,5   | 180  | 195  | 210  | 225  | 171,9  | 135,5  |
| 45   | 60   | 105  | 120  | 16,99  | 97,8   | 180  | 195  | 225  | 240  | 47,76  | 135    |
| 45   | 60   | 120  | 135  | 11,92  | 97,8   | 180  | 195  | 240  | 255  | 52,89  | 134,9  |
| 45   | 60   | 135  | 150  | 8,6    | 110,3  | 180  | 195  | 255  | 270  | 157,98 | 134,8  |
| 45   | 60   | 150  | 165  | 6,6    | 110,2  | 180  | 195  | 270  | 285  | 1,81   | 135,7  |
| 60   | 75   | 90   | 105  | 127    | 111,6  | 180  | 195  | 285  | 300  | 0,5    | 142,3  |
| 60   | 75   | 105  | 120  | 34,65  | 111,3  | 210  | 225  | 240  | 255  | 7,32   | 168,5  |
| 60   | 75   | 120  | 135  | 21,2   | 111,2  | 210  | 225  | 255  | 270  | 0,47   | 168,7  |
| 60   | 75   | 135  | 150  | 11,97  | 111,2  | 210  | 225  | 270  | 285  | 5,55   | 168,8  |
| 60   | 75   | 150  | 165  | 2,18   | 92,7   | 210  | 225  | 285  | 300  | 17,95  | 168,6  |
| 60   | 75   | 165  | 180  | 2,41   | 96,7   | 225  | 240  | 255  | 270  | 165,59 | 152,6  |
| 90   | 105  | 120  | 135  | 93,44  | 105,9  | 225  | 240  | 270  | 285  | 27,61  | 152,8  |
| 90   | 105  | 135  | 150  | 36,3   | 105,5  | 225  | 240  | 285  | 300  | 2,29   | 152,9  |
| 90   | 105  | 150  | 165  | 25,6   | 105,3  | 240  | 255  | 270  | 285  | 43,61  | 141,5  |
| 90   | 105  | 165  | 180  | 6,55   | 106,1  | 240  | 255  | 285  | 300  | 11,78  | 141,5  |
| 90   | 105  | 180  | 195  | 6,17   | 106,1  | 255  | 270  | 285  | 300  | 68,2   | 144,2  |

### 8.5.7) CE 07

Apresentado abaixo na figura 35.0 o resultado da do Caminhamento Elétrico 07, a primeira imagem apresenta a resistividade aparente e a segunda apresenta o modelo invertido. Uma faixa de baixa resistividade se mostra ao longo da seção, indicando a ocorrência de chorume onde está em azul.

A **Figura 35.0** caminhamento Elétrico 07 processado no software res2dinvx.

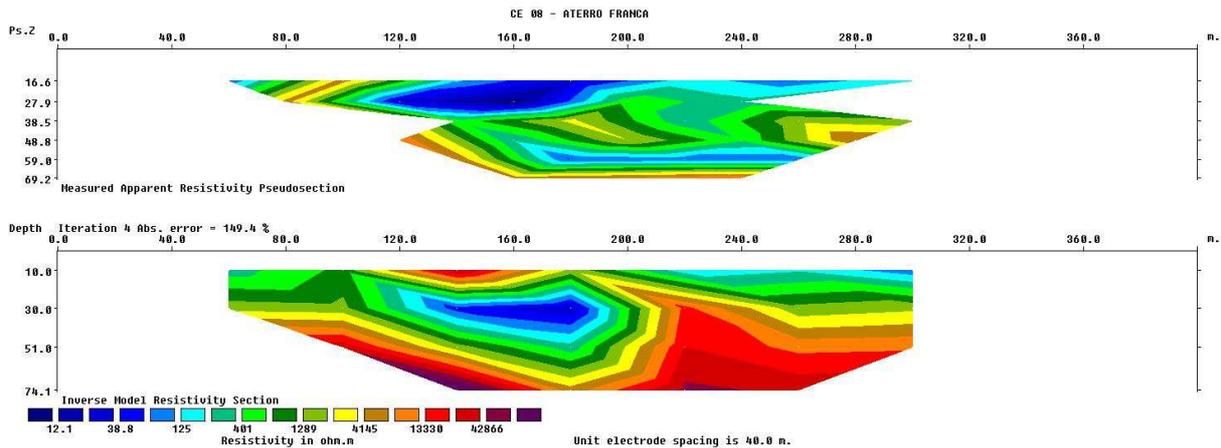


| Tabela 30.0 – Dados de Campo CE 07 |      |      |      |        |        |
|------------------------------------|------|------|------|--------|--------|
| A/C1                               | B/C2 | M/P1 | N/P2 | V (mv) | I (ma) |
| 0                                  | 40   | 80   | 120  | 13,51  | 72,5   |
| 0                                  | 40   | 120  | 160  | 2,55   | 72,1   |
| 0                                  | 40   | 160  | 200  | 8,28   | 71,6   |
| 0                                  | 40   | 200  | 240  | 0,42   | 71,6   |
| 0                                  | 40   | 240  | 280  | 10,68  | 71,6   |
| 0                                  | 40   | 280  | 320  | 0,39   | 71,3   |
| 40                                 | 80   | 120  | 160  | 25,67  | 49,3   |
| 40                                 | 80   | 160  | 200  | 1,34   | 49,2   |
| 40                                 | 80   | 200  | 240  | 0,15   | 48,9   |
| 40                                 | 80   | 240  | 280  | 58,94  | 48,9   |
| 40                                 | 80   | 280  | 320  | 0,06   | 49     |
| 40                                 | 80   | 320  | 360  | 0,16   | 48,9   |
| 80                                 | 120  | 160  | 200  | 10,07  | 39,5   |
| 80                                 | 120  | 200  | 240  | 2,33   | 39,2   |
| 80                                 | 120  | 240  | 280  | 0,56   | 38,9   |
| 80                                 | 120  | 280  | 320  | 0,62   | 39,1   |
| 80                                 | 120  | 320  | 360  | 5,3    | 39     |
| 80                                 | 120  | 360  | 400  | 0,12   | 39,1   |
| 120                                | 160  | 200  | 240  | 13,41  | 24,1   |
| 120                                | 160  | 240  | 280  | 3,59   | 24     |
| 120                                | 160  | 280  | 320  | 1,76   | 24     |
| 120                                | 160  | 320  | 360  | 0,33   | 23,9   |
| 120                                | 160  | 360  | 400  | 0,14   | 23,9   |
| 160                                | 200  | 240  | 280  | 19,37  | 18,6   |
| 160                                | 200  | 280  | 320  | 6,4    | 18,6   |
| 160                                | 200  | 320  | 360  | 1,42   | 18,6   |
| 160                                | 200  | 360  | 400  | 0,24   | 18,5   |
| 200                                | 240  | 280  | 320  | 33,28  | 22,6   |
| 200                                | 240  | 320  | 360  | 5,76   | 22,2   |
| 200                                | 240  | 360  | 400  | 0,39   | 22,1   |
| 240                                | 280  | 320  | 360  | 69,4   | 28,1   |
| 240                                | 280  | 360  | 400  | 4,56   | 28     |
| 280                                | 320  | 360  | 400  | 30,88  | 24,7   |

### 8.5.8) CE 08

Apresentado abaixo na figura 36.0 o resultado da do Caminhamento Elétrico 08, a primeira imagem apresenta a resistividade aparente e a segunda apresenta o modelo invertido. Um único núcleo de baixa resistividade se mostra no meio da seção, indicando a ocorrência de chorume onde está em azul.

A **Figura 36.0** caminhamento Elétrico 08 processado no software res2dinvx.



**Tabela 31.0 – Dados de Campo CE 08**

| A/C1 | B/C2 | M/P1 | N/P2 | V (mv) | I (ma) |
|------|------|------|------|--------|--------|
| 0    | 40   | 80   | 120  | 17,86  | 95,2   |
| 0    | 40   | 120  | 160  | 317,1  | 94,3   |
| 0    | 40   | 160  | 200  | 861,1  |        |
| 0    | 40   | 200  | 240  | 152,67 | 95,1   |
| 0    | 40   | 240  | 280  | 45,68  | 94,7   |
| 0    | 40   | 280  | 320  | 22,76  | 94,7   |
| 40   | 80   | 120  | 160  | 930,2  | 66,6   |
| 40   | 80   | 160  | 200  | 1,24   | 66,4   |
| 40   | 80   | 200  | 240  | 8,72   | 66,4   |
| 40   | 80   | 240  | 280  | 2,03   | 66,4   |
| 40   | 80   | 280  | 320  | 0,31   | 66,2   |
| 40   | 80   | 320  | 360  | 171,41 |        |
| 80   | 120  | 160  | 200  | 18,41  | 52,1   |
| 80   | 120  | 200  | 240  | 0,32   | 52     |
| 80   | 120  | 240  | 280  | 36,45  | 52,2   |
| 80   | 120  | 280  | 320  | 15,71  | 51,7   |
| 80   | 120  | 320  | 360  | 0,29   | 51,6   |
| 80   | 120  | 360  | 400  | 28,54  | 52,1   |
| 120  | 160  | 200  | 240  | 2,48   | 32,5   |
| 120  | 160  | 240  | 280  | 12,8   | 32,4   |
| 120  | 160  | 280  | 320  | 2,24   | 32,5   |
| 120  | 160  | 320  | 360  | 1,85   | 32,6   |
| 120  | 160  | 360  | 400  | 0,18   | 32,6   |
| 160  | 200  | 240  | 280  | 5,65   | 13,7   |
| 160  | 200  | 280  | 320  | 2,42   | 13,6   |
| 160  | 200  | 320  | 360  | 7,12   | 13,6   |
| 160  | 200  | 360  | 400  | 13,68  | 13,7   |
| 200  | 240  | 280  | 320  | 1,63   | 7,2    |
| 200  | 240  | 320  | 360  | 980    | 7,5    |
| 200  | 240  | 360  | 400  | 2,7    | 6,7    |
| 240  | 280  | 320  | 360  | 5,19   | 10,1   |
| 240  | 280  | 360  | 400  | 3445,1 | 7,1    |
| 280  | 320  | 360  | 400  | 3511,8 | 7      |



**Foto 12** – Execução dos Caminhamentos Elétricos



**Foto 13** – Execução dos Caminhamentos Elétricos

### 8.6) Discussão dos Resultados

- Elevadas concentrações de íons em contaminações proveniente de aterro e seu comportamento no ambiente geológico, caracterizado como condutor elétrico contrastante em relação ao ambiente natural. Valores de resistividade abaixo de 50 ohm.m pode estar associados a elevadas concentrações de sais dissolvidos e consequentemente, com elevado grau de contaminação, que gradualmente passa para níveis com menor grau de contaminação.
- Identificado nos elementos SEV e CE, a pluma de choro se propaga em todas as direções do aterro de forma dendrítica em profundidades entre 5 e 50 metros abaixo da superfície, o fluxo se dá com mais intensidade no sentido do declive do terreno, para leste, como apresentado na figura 33 acima.

A **Figura 37.0** pluma de baixa resistividade em subsuperfície detectada nas SEVs e nos CEs.



# GEO-ANALÍTICA

## Legenda

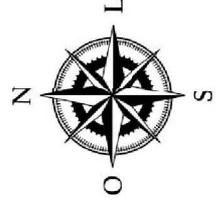
- Perímetro do Aterro
- Rede de Drenagem
- Pluma de Baixa Resistividade

Projeto: Avaliação Preliminar e  
Investigação Confirmatória

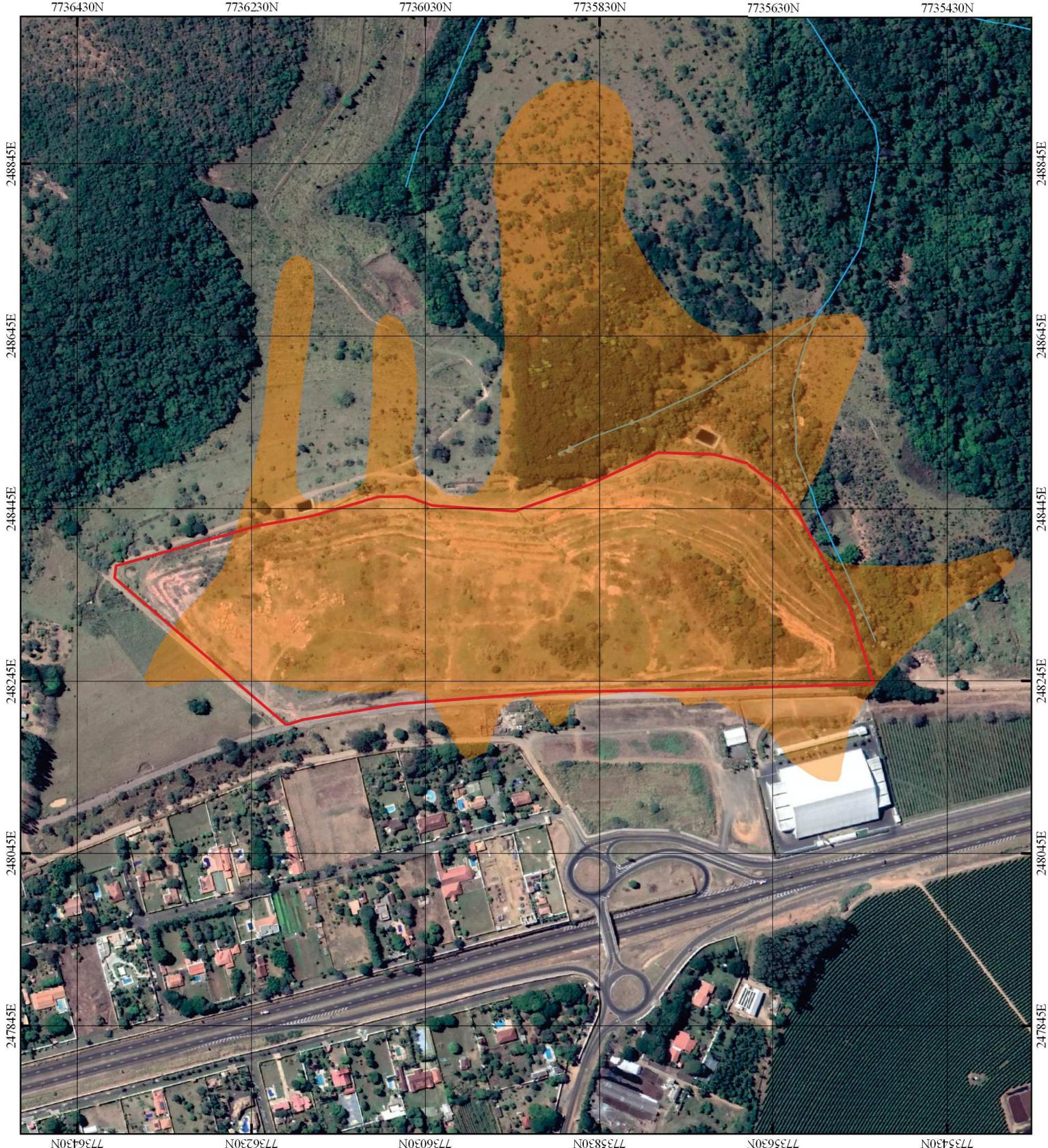
Figura 37.0 Pluma de Baixa  
Resistividade em Superfície detectada  
nas SEVs e nos CEs.

Local: Aterro da Fazenda Municipal de  
Franca

Coordenadas Geográficas  
UTM: 248328,00 m E / 7735978,00 m S



ESCALA 1:6000



## 9) ETAPA II – INVESTIGAÇÃO AMBIENTAL CONFIRMATÓRIA

### 9.1) Objetivo

A presente etapa foi dimensionada de forma a oferecer subsídios para a confirmação da existência da contaminação na área, em pontos direcionados pelo potencial de contaminação, identificados na etapa anterior “Avaliação Preliminar” do Gerenciamento Ambiental da área, de forma a auxiliar o gerenciamento de utilização do uso do solo da área em questão.

### 9.2) Plano de Trabalho

Visando a avaliação das águas subterrâneas do terreno de interesse, potencialmente susceptíveis às atividades antrópicas exercidas sobre a superfície do avaliado e ainda entorno imediato, foram locados na presente etapa de investigação ambiental, 15 sondagens, e instalação de 15 poços de monitoramento, sendo 03 poços de monitoramento multinível, sendo nas áreas de influencia determinadas na avaliação preliminar.

Para tanto, na matriz água subterrânea, foram realizadas análises das Substâncias Químicas de Interesse (SQI's) determinadas no estudo de avaliação preliminar realizados para a área.

Como critérios para a locação das sondagens foram considerados as diretrizes do procedimento para investigação de passivos ambientais em áreas de destinação final de resíduos sólidos urbanos descritos pela CETESB, assim como as informações reportadas na avaliação preliminar, resultados das aferições superficiais e estudo geofísico. Na **Tabela 32.0** é apresentada a justificativa de locação dos pontos investigados.

| <b>Tabela 32.0 – justificativa da locação das sondagens para instalação dos poços de monitoramento</b> |                  |  |                            |
|--|------------------|--|----------------------------|
| <b>Poços de Monitoramento</b>  | <b>Sondagens</b> | <b>Justificativa da Locação</b>  | <b>Parâmetros</b>          |
| PM-01  | FS-01            | Montante topográfica e a norte da área, lindeiro ao aterro, que tem como finalidade identificar possíveis contaminações antrópicas.  | De acordo com a tabela 9.0 |
| PMN-02   | FS-02            | Montante topográfica e a norte da área, lindeiro ao aterro e ao lado do PM-01, que tem como finalidade identificar possíveis contaminações antrópicas em aquífero mais profundo.                         |                            |
| PM-03  | FS-03            | Montante topográfica e a oeste da área, lindeiro ao aterro que tem como finalidade identificar possíveis contaminações antrópicas.   |                            |
| PM-04  | FS-04            | Montante topográfica e a sudeste da área, lindeiro ao aterro que tem como finalidade identificar possíveis contaminações antrópicas.   |                            |
| PM-05  | FS-05            | Montante topográfica e a sul da área, lindeiro ao aterro que tem como finalidade identificar possíveis contaminações antrópicas.   |                            |
| PM-06  | FS-06            | Jusante topográfica e a sul da área, lindeiro ao aterro que tem como finalidade identificar possíveis contaminações antrópicas.  |                            |
| PMN-07   | FS-07            | Jusante topográfica e a sudeste da área, lindeiro ao aterro e da lagoa de chorume, e ao lado do PM-08, que tem como finalidade identificar possíveis contaminações antrópicas em aquífero mais profundo. |                            |

|        |       |  |
|--------|-------|--|
| PM-08  | FS-08 | Jusante topográfica e a sudeste da área, lindeiro ao aterro e da lagoa de chorume que tem como finalidade identificar possíveis contaminações antrópicas.                          |
| PM-09  | FS-09 | Jusante topográfica e a sudeste da área, lindeiro ao aterro que tem como finalidade identificar possíveis contaminações antrópicas.  |
| PM-10  | FS-10 | Jusante topográfica e a leste da área, lindeiro ao aterro que tem como finalidade identificar possíveis contaminações antrópicas.  |
| PMN-11 | FS-11 | Jusante topográfica e a nordeste da área, lindeiro ao aterro e ao lado do PM-12, que tem como finalidade identificar possíveis contaminações antrópicas em aquífero mais profundo. |
| PM-12  | FS-12 | Jusante topográfica e a nordeste da área, lindeiro ao aterro que tem como finalidade identificar possíveis contaminações antrópicas.   |
| PM-13  | FS-13 | Jusante topográfica e a nordeste da área, lindeiro ao aterro e da lagoa de chorume que tem como finalidade identificar possíveis contaminações antrópicas.                         |
| PM-14  | FS-14 | Jusante topográfica e a norte da área, lindeiro ao aterro que tem como finalidade identificar possíveis contaminações antrópicas.  |
| PM-15  | FS-15 | Montante topográfica e a norte da área, lindeiro ao aterro que tem como finalidade identificar possíveis contaminações antrópicas.   |

É importante salientar que foi avaliada a porção profunda do aquífero freático através da instalação de 03 poços de monitoramento multiníveis.

Visto que o aterro é um potencial gerador de gases e que no estudo de avaliação preliminar, mais especificamente na malha dos 100 pontos de aferições de gases executadas, onde foi detectados valores de CH<sub>4</sub> % vol. de ar acima de 1% v/v, verificamos a necessidade da instalação de poços de monitoramento de gases para monitorar a migração de gases na área e possíveis riscos aos receptores. Foram executadas 15 sondagens adicionais ao lado dos poços de monitoramento instalados no perímetro do aterro, e instalados os 15 poços de monitoramento de gases. É importante salientar que não se encontra ambientes confinados na área.

| <b>Tabela 33.0 - Justificativa da Locação das Sondagens para instalação dos poços de monitoramento de gases de 5,0 metros.</b> |                               |  |
|--|-------------------------------|--|
| <b>Sondagens</b>   | <b>Pontos de Investigação</b> | <b>Justificativa da Locação</b>  |
| S-01   | PMG-01                        | Monitoramento da migração de gases na área e possíveis riscos aos receptores |
| S-02   | PMG-02                        |  |
| S-03   | PMG-03                        |  |
| S-04   | PMG-04                        |  |
| S-05   | PMG-05                        |  |
| S-06   | PMG-06                        |  |
| S-07   | PMG-07                        |  |
| S-08   | PMG-08                        |  |
| S-09   | PMG-09                        |  |
| S-10   | PMG-10                        |  |
| S-11   | PMG-11                        |  |
| S-12   | PMG-12                        |  |
| S-13   | PMG-13                        |  |
| S-14   | PMG-14                        |  |
| S-15   | PMG-15                        |  |

### 9.3) Execução das Sondagens

As sondagens para instalação dos poços de monitoramento de água subterrânea tanto quanto para monitoramento de gases, foram executadas com trado mecânico do tipo concha, com diâmetro de 4.1/2” (quatro polegadas e meia). **Fotos da execução das sondagens 14 e 15.** Durante as perfurações realizadas para coleta de solo foram efetuadas medições de concentrações de VOC alíquotas de solo coletadas a cada metro de profundidade, a fim de detectar indícios de contaminação oriundos de atividades antrópicas. Para tanto foi utilizado o detector de gases portátil modelo GasAlert Micro 5 PID, devidamente calibrado. A ficha de calibração do equipamento encontra-se no **Anexo IV**.

Os solos atravessados e coletados durante as perfurações foram examinados quanto às características físicas e descritos pelo técnico no campo. Foram também anotadas as profundidades e as propriedades das camadas detectadas, assim como as diferentes características geológicas observadas nas sondagens efetuadas. Tais características geológicas são apresentadas nos perfis descritivos de sondagem no **Anexo V e VI**.

Visando a eliminação de interferências cruzadas, foi realizada em campo, a limpeza dos materiais de sondagens através da lavagem com sabão neutro e enxágue com água limpa e destilada antes de se iniciar a próxima sondagem conforme os procedimentos descritos no item 8 da norma ABNT/NBR 15.492/07, específica para sondagens para fins ambientais. Durante todo manuseio das amostras foram utilizados somente materiais descartáveis. Desta forma, priorizou-se também, que todos os equipamentos de perfuração e amostragem (com exceção dos descartáveis) fossem limpos preferencialmente no próprio local investigado, agilizando a campanha de amostragem e evitando a saída de material potencialmente contaminado da área.



**Foto 15**– Execução de sondagens para instalação de poços de monitoramento.



**Foto 14**– Execução de sondagens para instalação de poços de monitoramento.

**Tabela 34.0 - Medições de VOC (ppm) nas sondagens executadas**

| Profundidade (m) | FS-01         | FS-02 | FS-03 | FS-04 | FS-05 | FS-06 | FS-07                | FS-08 | FS-09 | FS-10 | FS-11 | FS-12 | FS-13 | FS-14 | FS-15 |
|------------------|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0,0 - 1,0        | 22            | 35    | 68    | 49    | 0     | 0     | 14                   | 08    | 92    | 54    | 18    | 0     | 66    | 0     | 0     |
| 1,0 - 2,0        | 17            | 30    | 72    | 52    | 0     | 0     | 10                   | 13    | 91    | 50    | 14    | 0     | 70    | 0     | 0     |
| 2,0 - 3,0        | 18            | 41    | 77    | 50    | 0     | 0     | 11                   | 22    | 99    | 42    | 10    | 0     | 88    | 0     | 0     |
| 3,0 - 4,0        | 47            | 44    | 80    | 56    | 0     |       | 9                    | 28    | 102   | 37    | 0     | 0     | 101   | 0     | 0     |
| 4,0 - 5,0        | 52            | 49    | 89    | 52    | 0     |       | 9                    |       | 108   | 33    | 0     | 0     | 100   | 0     | 0     |
| 5,0 - 6,0        | 31            | 62    | 87    | 50    | 0     |       | 8                    |       |       | 33    | 0     | 0     | 98    |       | 0     |
| 6,0 - 7,0        | 28            | 58    | 82    | 41    | 0     |       | 7                    |       |       | 33    | 0     | 0     |       |       | 0     |
| 7,0 - 8,0        | 20            | 57    | 82    | 38    | 0     |       | 5                    |       |       | 31    |       |       |       |       | 0     |
| 8,0 - 9,0        | 17            | 55    | 85    | 37    | 0     |       |                      |       |       |       |       |       |       |       | 0     |
| 9,0 - 10,0       |               | 51    | 85    | 30    | 0     |       |                      |       |       |       |       |       |       |       | 0     |
| 10,0 - 11,0      |               | 48    | 84    | 28    | 0     |       |                      |       |       |       |       |       |       |       | 0     |
| 11,0 - 12,0      |               |       | 80    | 30    | 0     |       |                      |       |       |       |       |       |       |       | 0     |
| 12,0 - 13,0      |               |       |       | 34    |       |       |                      |       |       |       |       |       |       |       | 0     |
| 13,0 - 14,0      |               |       |       |       |       |       |                      |       |       |       |       |       |       |       | 0     |
| 14,0 - 15,0      |               |       |       |       |       |       |                      |       |       |       |       |       |       |       | 0     |
| 15,0 - 16,0      |               |       |       |       |       |       |                      |       |       |       |       |       |       |       | 0     |
| 16,0 - 17,0      |               |       |       |       |       |       |                      |       |       |       |       |       |       |       | 0     |
|                  | Zona Saturada |       |       |       |       |       | Zona Não Investigada |       |       |       |       |       |       |       |       |

**Tabela 35.0 - Apresenta as características gerais das sondagens executadas para instalações dos poços de monitoramento.**

| Sondagem | Data de Perfuração | Coordenadas UTM (SIRGAS 2000)  | Profundidade (m) |
|----------|--------------------|--------------------------------|------------------|
| FS-01    | 04/05/2020         | 248200.00 m E / 7736183.00 m S | 11,60            |
| FS-02    | 04/05/2020         | 248200.00 m E / 7736180.00 m S | 16,30            |
| FS-03    | 05/05/2020         | 248227.00 m E / 7735924.00 m S | 15,30            |
| FS-04    | 06/05/2020         | 248237.00 m E / 7735748.00 m S | 15,10            |
| FS-05    | 07/05/2020         | 248240.00 m E / 7735455.00 m S | 13,50            |
| FS-06    | 07/05/2020         | 248428.00 m E / 7735597.00 m S | 4,60             |
| FS-07    | 08/05/2020         | 248368.00 m E / 7735560.00 m S | 11,80            |
| FS-08    | 08/05/2020         | 248546.00 m E / 7735704.00 m S | 6,40             |
| FS-09    | 09/05/2020         | 248489.00 m E / 7735806.00 m S | 7,70             |
| FS-10    | 09/05/2020         | 248448.00 m E / 7735932.00 m S | 10,0             |
| FS-11    | 10/05/2020         | 248448.00 m E / 7735937.00 m S | 10,60            |
| FS-12    | 10/05/2020         | 248495.00 m E / 7736042.00 m S | 8,40             |
| FS-13    | 11/05/2020         | 248458.00 m E / 7736165.00 m S | 8,20             |
| FS-14    | 12/05/2020         | 248375.00 m E / 7736394.00 m S | 6,40             |
| FS-15    | 12/05/2020         | 248275.00 m E / 7736282.00 m S | 9,70             |

**Tabela 36.0 - Apresenta as características gerais das sondagens executadas para instalações dos poços de monitoramento da migração de gases (5,0 m).**

| Sondagem | Data de Perfuração | Coordenadas UTM (SIRGAS 2000)  | Profundidade (m) |
|----------|--------------------|--------------------------------|------------------|
| S-01     | 04/05/2020         | 248201.00 m E / 7736182.00 m S | 5,0              |
| S-02     | 05/05/2020         | 248220.00 m E / 7736078.00 m S | 5,0              |
| S-03     | 05/05/2020         | 248227.00 m E / 7735924.00 m S | 5,0              |
| S-04     | 06/05/2020         | 248238.00 m E / 7735751.00 m S | 5,0              |
| S-05     | 06/05/2020         | 248244.00 m E / 7735629.00 m S | 5,0              |
| S-06     | 07/05/2020         | 248240.00 m E / 7735451.00 m S | 4,0              |
| S-07     | 07/05/2020         | 248368.00 m E / 7735560.00 m S | 5,0              |
| S-08     | 08/05/2020         | 248480.00 m E / 7735638.00 m S | 5,0              |
| S-09     | 09/05/2020         | 248544.00 m E / 7735702.00 m S | 5,0              |
| S-10     | 09/05/2020         | 248488.00 m E / 7735806.00 m S | 5,0              |
| S-11     | 10/05/2020         | 248448.00 m E / 7735937.00 m S | 5,0              |
| S-12     | 10/05/2020         | 248495.00 m E / 7736042.00 m S | 5,0              |
| S-13     | 11/05/2020         | 248458.00 m E / 7736165.00 m S | 5,0              |
| S-14     | 12/05/2020         | 248375.00 m E / 7736394.00 m S | 5,0              |
| S-15     | 12/05/2020         | 248275.00 m E / 7736282.00 m S | 5,0              |

A Figura 38.0 apresenta todas as sondagens executadas.



# GEO-ANALÍTICA

## Legenda

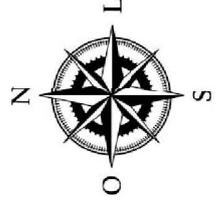
- Perímetro do Aterro
- Rede de Drenagem
- Sondagens Insta. PMs
- Sondagens Insta. PMGs

Projeto: Avaliação Preliminar e Investigação Confirmatória

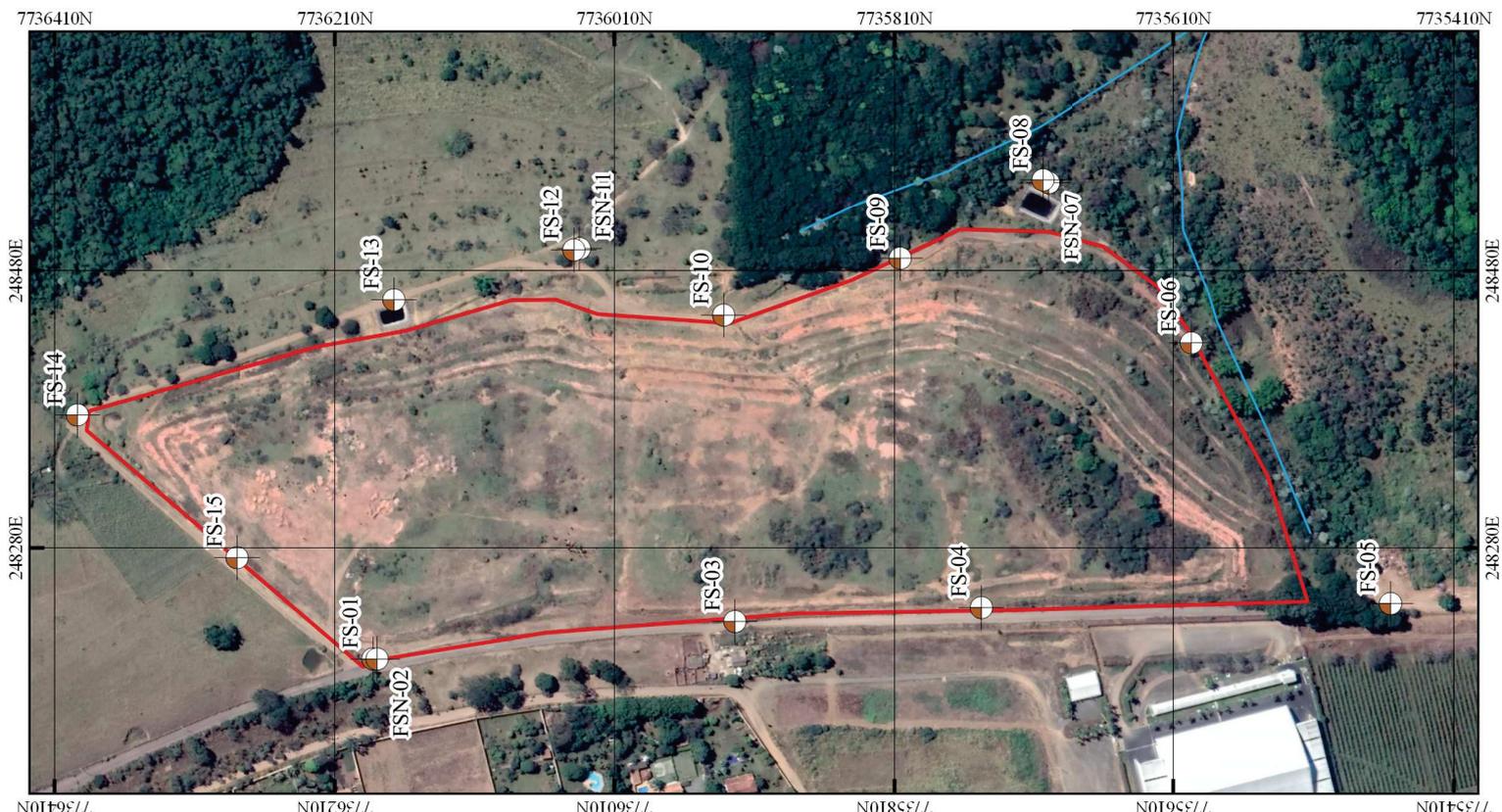
Figura 38.0 Sondagens Executadas para instalações de poços de monitoramento de água sub. e gás

Local: Aterro da Fazenda Municipal de Franca

Coordenadas Geográficas  
UTM: 248328,00 m E / 7735978,00 m S



ESCALA 1:6000



#### 9.4) Instalação de poços de monitoramento de água

A água subterrânea representa um dos bens a proteger mais sensíveis e, ao mesmo tempo, é muito importante como meio de propagação de plumas de contaminações de áreas contaminadas que podem afetar outros bens a proteger, principalmente a saúde humana.

No presente estudo foram instalados 12 poços de monitoramento rasos com profundidade média de 9,74 metros (PM-01, PM-03, PM-04, PM-05, PM-06, PM-08, PM-09, PM-10, PM-12, PM-13, PM-14 e PM-15), e 03 poços de monitoramento multinível com profundidade média de 12,9 metros (PMN-02, PMN-07 e PMN-11).

Os poços instalados foram revestidos com tubos de PVC Geomecânico®, com 2 polegadas de diâmetro. Para o preenchimento de espaço anelar entre o poço e a perfuração foi utilizado pré-filtro de areia quartzosa selecionada (granulação entre 2 e 3 mm) e, sobre este, selo sanitário de bentonita.

Anteriormente à introdução de selo sanitário sobre o pré-filtro, os poços foram desenvolvidos com o auxílio de uma válvula de sucção a fim de melhorar a comunicação hidráulica entre o poço e a formação e estabilizar o material do pré-filtro adjacente ao filtro do poço.

Para o fechamento dos poços foi utilizada tampa (“cap”) de pressão, com a finalidade de evitar a entrada de água entre a proteção e o tubo de PVC, foi afixada uma câmara de calçada metálica com tampa de 4 polegadas para proteção da boca do furo e tubo. Perfis construtivos dos poços de monitoramento - **Anexo V**.

**Tabela 37.0** Poços de Monitoramento instalados

| Data de Instalação | Poços  | Sondagem | Nível d'água Estabilizado. (m) | Profundidade final. (m) | Instalados na Investigação. |
|--------------------|--------|----------|--------------------------------|-------------------------|-----------------------------|
| 04/05/2020         | PM-01  | FS-01    | 10,60                          | 11,61                   | Confirmatória/Geo-Analítica |
| 04/05/2020         | PMN-02 | FS-02    | 7,09                           | 16,30                   |                             |
| 05/05/2020         | PM-03  | FS-03    | 14,18                          | 15,31                   |                             |
| 06/05/2020         | PM-04  | FS-04    | 13,38                          | 15,09                   |                             |
| 07/05/2020         | PM-05  | FS-05    | 10,61                          | 13,48                   |                             |
| 07/05/2020         | PM-06  | FS-06    | 1,93                           | 4,64                    |                             |
| 08/05/2020         | PMN-07 | FS-07    | 7,20                           | 11,80                   |                             |
| 08/05/2020         | PM-08  | FS-08    | 4,35                           | 6,41                    |                             |
| 09/05/2020         | PM-09  | FS-09    | 4,74                           | 7,73                    |                             |
| 09/05/2020         | PM-10  | FS-10    | 7,60                           | 9,96                    |                             |
| 10/05/2020         | PMN-11 | FS-11    | 6,12                           | 10,60                   |                             |
| 10/05/2020         | PM-12  | FS-12    | 6,34                           | 8,38                    |                             |
| 11/05/2020         | PM-13  | FS-13    | 6,04                           | 8,25                    |                             |
| 12/05/2020         | PM-14  | FS-14    | 4,60                           | 6,41                    |                             |
| 12/05/2020         | PM-15  | FS-15    | 7,25                           | 9,75                    |                             |

Logo após a instalação dos poços de monitoramento foram iniciados os procedimentos de desenvolvimento, para limpeza dos poços e acomodação do pré-filtro. Para esta etapa foram utilizadas as recomendações da Norma NBR 15.495-2 – Poços de monitoramento de águas subterrâneas em aquíferos granulares – Parte 2: Desenvolvimento.

Para o desenvolvimento dos poços foi utilizado o método de pistoneamento, utilizando mangueiras de polietileno acopladas a um pistão. Durante esta etapa foram retirados volumes de água suficiente para que houvesse a limpeza total do poço, ou seja, a remoção do material particulado e acumulado durante a instalação dos poços, além de colaborar com a acomodação do pré-filtro.

Para evitar a contaminação cruzada entre os pontos, a cada mudança de ponto, a mangueira foi substituída, e o pistão (*surge block*) foi descontaminado com a realização de lavagem utilizando detergente neutro e água.

### **9.5) Instalação de poços de monitoramento da migração de gases**

No presente estudo foram instalados 15 poços adicionais para avaliação da presença de gases, com profundidade de 5,00 metros.

Estas sondagens estenderam-se até a profundidade média de 5 metros ou até atingir a água subterrânea, quando atingido o nível d'água o poço de monitoramento foi instalado em profundidades menores do que 1,5 metros. A base do poço deve ser instalada no mínimo 50 cm acima da franja capilar.

Os poços instalados na zona não saturada obtiveram seção filtrante curta (máximo 1 metro) com diâmetro de 1” centralizado em um furo de 5”. O pré filtro com comprimento de pré filtro instalado a 30 cm acima do topo do tubo filtro. Sobre o pré-filtro deve ser instalado selo de bentonita granulada (30 cm de bentonita granulada seca + 60 cm de bentonita granulada úmida), devendo ser evitado o uso de bentonita em pellets.

O furo foi preenchido com calda de preenchimento (mistura de cimento e bentonita), sendo que a partir da superfície o furo deve ser preenchido com no mínimo 30 cm de calda de cimento. Na extremidade o tubo deve ser fechado com um conector Swagelok® com tampa, que permita a conexão a um tubo de teflon ou nylon de 1/4”. Perfis construtivos dos poços de monitoramento de gás – **Anexo VI**.

A **Figura 39.0** localização dos poços de monitoramento de água subterrânea e gases instalados no presente estudo.



# GEO-ANALÍTICA

## Legenda

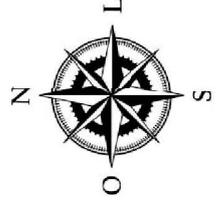
- Perimetro do Aterro
- Rede de Drenagem
- PMs de água sub. instalados
- PMGs de gás instalados

Projeto: Avaliação Preliminar e Investigação Confirmatória

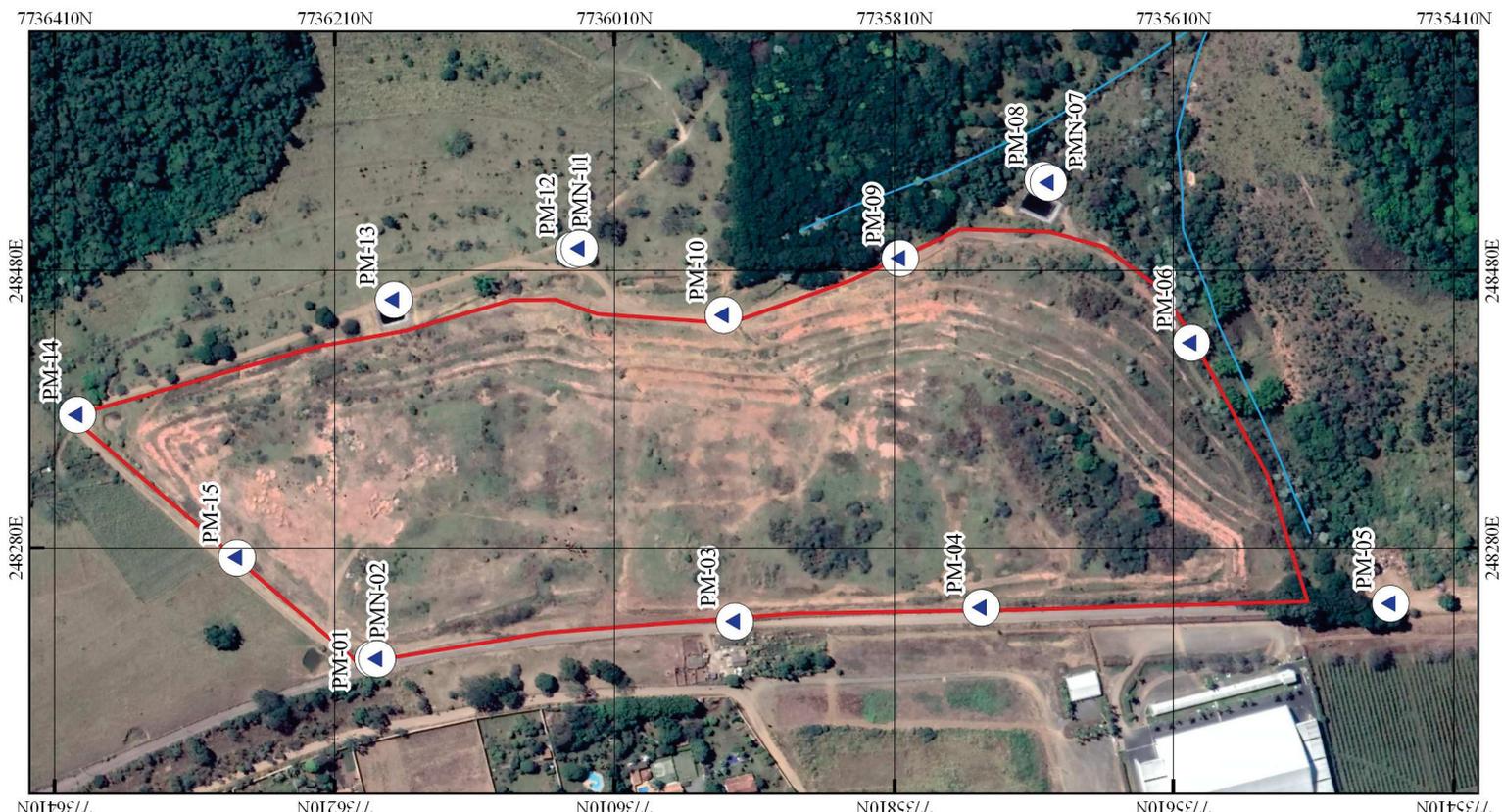
Figura 39.0 Poços de Monitoramento de água subterrânea e gases instalados no presente estudo

Local: Aterro da Fazenda Municipal de Franca

Coordenadas Geográficas  
UTM: 248328,00 m E / 7735978,00 m S



ESCALA 1:6000





**Foto 16**– Poços de monitoramento de gases e água subterrâneo instalados

#### **9.6) Amostragem de Água Subterrânea.**

A técnica de amostragem empregada foi a de baixa vazão (*low flow*), também denominada micropurga, baseada nas normas NBR 15847:2010 – “Amostragem de Águas subterrâneas em Poços de Monitoramento: Métodos de Purga” de 21/Junho/2010 e D 6771-02 (ASTM 2002 – *American Society Testing and Materials*), “*Standard Practice for Low-Flow Purging and Sampling for Wells and Devices Used for Ground-Water Quality Investigations*”.

Esta técnica refere-se à velocidade com que a água entra na captação da bomba. São utilizadas vazões controladas na ordem de 0,1 a 1,0 L/min, visando à otimização do fluxo e o mínimo rebaixamento do nível d’água. Neste método a água subterrânea é bombeada em baixa vazão diretamente da seção filtrante do poço, fornecendo assim, amostras de água com baixa turbidez, representativas do aquífero local. **Fotos 17 e 18.**

Durante a micropurga foram medidos os parâmetros *in situ*, como nível dinâmico da água, pH, condutividade elétrica, potencial de oxi-redução, temperatura e oxigênio dissolvido, que são constantemente monitorados até sua estabilização, para posterior coleta das amostras.

Para o procedimento citado foram utilizados os seguintes equipamentos: medidor de nível do tipo interface, bomba de bexiga, painel com compressor, mangueiras descartáveis de teflon para introdução de ar, saída de água e medidor multiparâmetros. Antes de uma nova coleta, todo equipamento não descartável de amostragem foi higienizado, com lavagem em água potável, detergente neutro e água destilada.

As amostras de água subterrânea foram coletadas pela *Plantec* seguindo os procedimentos estabelecidos no artigo 1º da Resolução SMA nº 94, de 14/12/2015, referente à exigência de acreditação de atividades de amostragem de águas subterrâneas e DD 310/2014 da CETESB e, posteriormente a coleta, as amostras foram acondicionadas em frascos apropriados para cada parâmetro, preservados resfriados e mantidos à temperatura de 4°C, sendo então encaminhadas ao Laboratório *Plantec*, certificado pelo INMETRO na NBR/IEC 17025, localizado na cidade de Itacemápolis/SP. Certificado de Calibração Multiparâmetro – **Anexo VII.**



**Foto 18**– Coleta pelo método de baixa vazão.



**Foto 17**– Coleta pelo método de baixa vazão.

| <b>Tabela 38.0 – Relação das amostras de águas subterrâneas coletadas</b> |             |   |                              |                                      |
|---|-------------|---|------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Data de Coleta</b>   | <b>Poço</b> | <b>Justificativa de Coleta</b>  | <b>Parâmetros Analisados</b> | <b>Coordenadas UTM (SIRGAS 2000)</b> |
| 02/06/2020  | PM-01       | Identificar possíveis contaminações antrópicas provenientes do aterro "lixão" na água subterrânea | De acordo com a tabela 9.0   | 248200.00 m E / 7736183.00 m S       |
| 02/06/2020  | PMN-02      |   |                              | 248200.00 m E / 7736180.00 m S       |
| 02/06/2020  | PM-03       |   |                              | 248227.00 m E / 7735924.00 m S       |
| 03/06/2020  | PM-04       |   |                              | 248237.00 m E / 7735748.00 m S       |
| 03/06/2020  | PM-05       |   |                              | 248244.00 m E / 7735629.00 m S       |
| 03/06/2020  | PM-06       |   |                              | 248240.00 m E / 7735451.00 m S       |
| 03/06/2020  | PMN-07      |   |                              | 248368.00 m E / 7735560.00 m S       |
| 03/06/2020  | PM-08       |   |                              | 248480.00 m E / 7735638.00 m S       |
| 03/06/2020  | PM-09       |   |                              | 248544.00 m E / 7735702.00 m S       |
| 03/06/2020  | PM-10       |   |                              | 248488.00 m E / 7735806.00 m S       |
| 03/06/2020  | PMN-11      |   |                              | 248448.00 m E / 7735937.00 m S       |
| 02/06/2020  | PM-12       |   |                              | 248495.00 m E / 7736042.00 m S       |
| 02/06/2020  | PM-13       |   |                              | 248458.00 m E / 7736165.00 m S       |
| 02/06/2020  | PM-14       |   |                              | 248375.00 m E / 7736394.00 m S       |
| 02/06/2020  | PM-15       |   |                              | 248275.00 m E / 7736282.00 m S       |

### 9.7) Medição da Migração de Gases.

Para o monitoramento da presença de gases no solo, foram executadas a purga dos poços de monitoramento. Para o cálculo do volume a ser purgado foi considerado o volume total do poço instalado. Na execução da purga foram removidos 3 vezes o seu volume conforme orientação do termo de referência. A vazão do bombeamento para execução desta purga foi igual ou inferior a 200 ml/min.

No dia 14 de Junho de 2020 foram realizadas as campanhas de monitoramento de gases em todos os poços de monitoramento de gases instalados na área do Aterro “lixão” de Franca – SP, conforme fotos 18 e 19.

Para o monitoramento dos poços de gases instalados na área foram utilizados os seguintes equipamentos. Os certificados de calibração encontram-se no **Anexo IV e VIII**.

- GEM 2000 da Landtec – utilizado para a medição dos gases CH<sub>4</sub> e LEL%
- GasAlert Micro 5 PID



**Foto 19**– Medições de Gases.



**Foto 20**– Medições de Gases.

## 10) ETAPA II – APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

### 10.1) Aspectos Geológicos Locais

#### Amostragem Física

A determinação das amostras de solo deformadas para análise se dá por meio de características morfológicas do solo, ou seja, quando durante a sondagem surge uma alteração da coloração e/ou da textura do solo em relação às metragens anteriores (superficiais), sendo retirada uma alíquota do solo em questão.

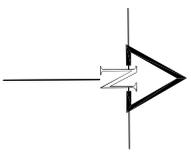
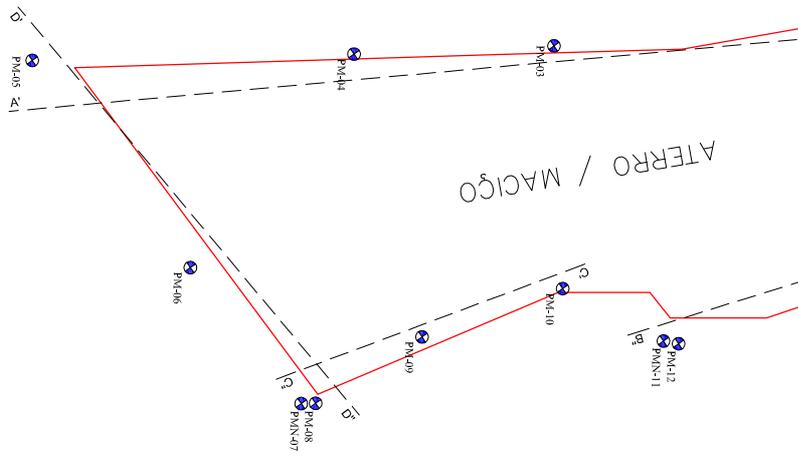
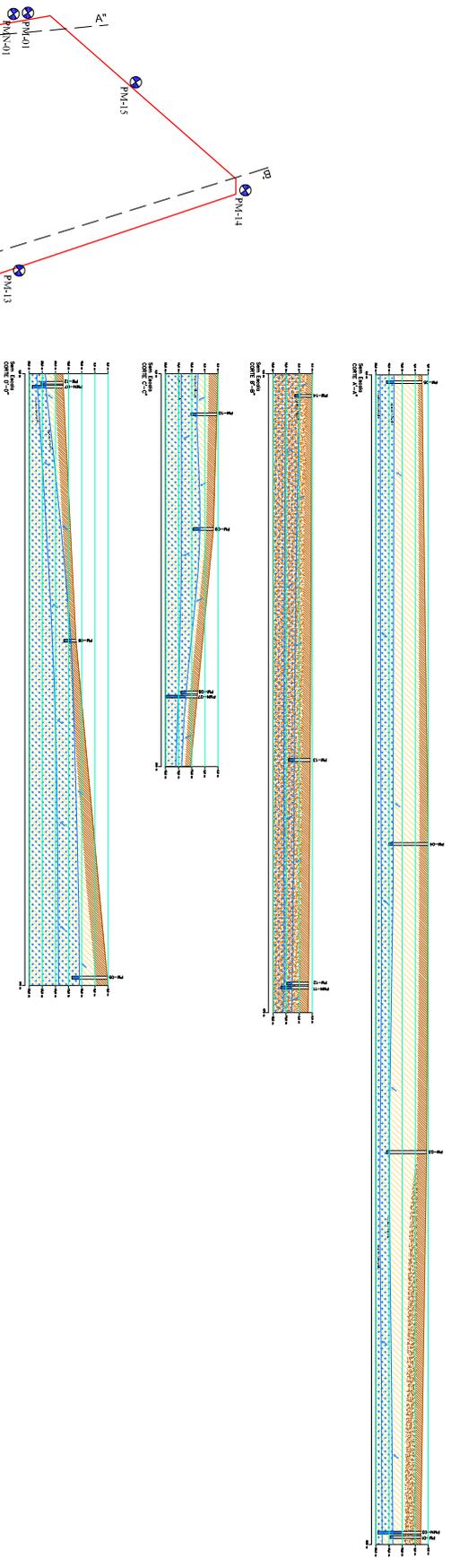
A determinação da textura do solo consiste na verificação da diferença de tato quando se fricciona uma amostra úmida do material do solo entre os dedos, posteriormente procura-se formar pequenos rolos com o material conforme foto 20. Quanto mais fino e inteiriço for o rolo, maior o teor de argila no solo. Solos arenosos deixam uma sensação de atrito e não formam rolos, solos silvosos dão uma sensação sedosa e formam rolos com dificuldade, porém são muito quebradiços e solos com textura média dão sensação de aspereza e plasticidade formam rolos que se quebram quando dobrados (LEPSCH, 1993).



**Foto 21**– Rolos com o material identificado.

No atual trabalho foram coletadas amostras de solo em várias profundidades e em todas as sondagens executadas para a realização de ensaios. As análises físicas em campo das amostras indicaram a característica de argila marrom escura e marrom claro, classificando o solo em fração de argila.

A **Figura 40.0** apresenta a seção geológica a partir das sondagens executadas



**SEÇÃO GEOLÓGICA**

Figura: 40.0

Propriedade : Prefeitura Municipal de Franca  
 Local : Aterro Municipal da Fazenda de Franca  
 Cidade : Franca Estado : S.P  
 Finalidade : Avaliação Preliminar / Investigação Confirmatória

**Legenda**

- Poço de Monitoramento Instalados
- Nivel d'água subterrânea.
- Fluxo subterrâneo.
- Argila marron escuro
- Argila pouco arenosa castanho claro
- Areia fina pouco argilosa castanho claro
- Zona saturada

Sem Escola



### 10.1.1) Aspectos Hidrogeológicos Locais

O aquífero comporta-se com um sistema de aquífero livre, 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. Neste aquífero existe uma superfície livre de água que se encontra sob pressão atmosférica (superfície piezométrica).

Em aquíferos livres o nível da água varia segundo a quantidade de chuva e é o tipo de aquífero mais comum e mais explorado pelos homens. Porém, são também os aquíferos que apresentam maiores problemas de contaminação.

As cargas hidráulicas foram calculadas subtraindo-se as profundidades dos níveis d'água dos poços de monitoramento das respectivas cotas relativas corrigidas, considerando que ambas as medidas foram lidas a partir das bocas dos tubos. Com as cargas hidráulicas conhecidas foi possível elaborar o mapa potenciométrico e determinar o sentido de fluxo das águas subterrâneas na área investigada.

Na **Tabela 39.0** são apresentados os dados levantados em campo, para obtenção da potencimetria local e na **Figura 41.0** é apresentado o mapa potenciométrico obtido para a área onde se observa o sentido preferencial de fluxo para leste.

**Tabela 39.0** demonstra os dados utilizados para elaboração da potencimetria.

| Poço  | Prof. do NA (m) | Cota (m) | Carga Hidráulica (m)(C1-NA) | Fase Livre (m) |
|-------|-----------------|----------|-----------------------------|----------------|
| PM-01 | 10,6            | 1025     | 1014,4                      | -              |
| PM-03 | 14,18           | 1029     | 1014,82                     | -              |
| PM-04 | 13,38           | 1030     | 1016,62                     | -              |
| PM-05 | 10,61           | 1026     | 1015,39                     | -              |
| PM-06 | 1,93            | 1008     | 1006,07                     | -              |
| PM-08 | 4,35            | 998      | 993,65                      | -              |
| PM-09 | 4,74            | 1010     | 1005,26                     | -              |
| PM-10 | 7,60            | 1014     | 1006,4                      | -              |
| PM-12 | 6,34            | 1010     | 1003,66                     | -              |
| PM-13 | 6,04            | 1011     | 1004,96                     | -              |
| PM-14 | 4,60            | 1012     | 1007,4                      | -              |
| PM-15 | 9,75            | 1019     | 1011,75                     | -              |



# GEO-ANALÍTICA

## Legenda

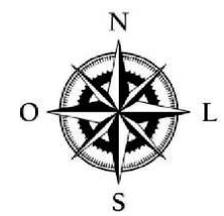
- Perímetro do Aterro
- Rede de Drenagem
- ▲ Poços de Monitoramento Instalados
- 0000 Carga Hidráulica
- ~ Linhas Equipotenciais
- ▶ Sentido do Fluxo

Projeto: Avaliação Preliminar e Investigação Confirmatória

Figura 41.0 Mapa Potenciométrico

Local: Aterro da Fazenda Municipal de Franca

Coordenadas Geográficas  
UTM: 248328.00 m E / 7735978.00 m S



ESCALA 1:6000

## 10.2) Resultados Análises Laboratoriais – Água

Previamente à coleta de amostras de águas subterrâneas foram realizadas leituras de parâmetros *in situ*, a saber: pH, condutividade elétrica (CE), Temperatura, Turbidez e Oxigênio Dissolvido (OD), iniciando-se a coleta das alíquotas após a completa estabilização destes parâmetros.

| <b>Tabela 40.0 – Parâmetros medidos <i>in situ</i></b> |                 |                                       |                         |                                   |                  |                       |
|--|-----------------|---------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|------------------|-----------------------|
| <b>Poço</b>  | <b>pH (UpH)</b> | <b>Condutividade Elétrica (µS/cm)</b> | <b>Temperatura (°C)</b> | <b>Potencial Redox – ORP (mV)</b> | <b>OD (mg/L)</b> | <b>Turbidez (NTU)</b> |
| PM-01  | 4,60            | 57,10                                 | 24,20                   | 155,80                            | 5,20             | 800                   |
| PMN-02   | 5,43            | 202,80                                | 24,40                   | 100,70                            | 4,50             | 800                   |
| PM-03  | 5,08            | 287,40                                | 24,40                   | 124,20                            | 4,50             | 800                   |
| PM-04  | 4,92            | 63,50                                 | 23,00                   | 133,80                            | 4,70             | 326                   |
| PM-05  | 5,55            | 76,50                                 | 21,60                   | 92,50                             | 6,00             | 356                   |
| PM-06  | 8,25            | 14,20                                 | 23,90                   | -75,00                            | 3,30             | 800                   |
| PMN-07   | 6,21            | 1458,00                               | 24,60                   | 47,60                             | 4,60             | 800                   |
| PM-08  | 6,66            | 1745,00                               | 25,20                   | 20,20                             | 3,90             | 800                   |
| PM-09  | 4,75            | 995,00                                | 26,60                   | 80,10                             | 4,20             | 342                   |
| PM-10  | 5,76            | 1180,00                               | 25,30                   | 79,01                             | 3,40             | 800                   |
| PMN-11   | 6,69            | 418,00                                | 23,30                   | 82,80                             | 4,60             | 71,60                 |
| PM-12  | 5,46            | 317,00                                | 23,60                   | 98,20                             | 4,30             | 800                   |
| PM-13  | 5,73            | 1365,00                               | 25,10                   | 80,70                             | 4,00             | 800                   |
| PM-14  | 5,17            | 73,00                                 | 24,70                   | 118,40                            | 5,20             | 386                   |
| PM-15  | 5,51            | 52,40                                 | 24,10                   | 160,80                            | 4,20             | 800                   |
| <b>Média</b>   | <b>5,718</b>    | <b>553,66</b>                         | <b>24,26667</b>         | <b>86,654</b>                     | <b>4,44</b>      |                       |

O parâmetro de temperatura exerce influência nas reações químicas ou bioquímicas, além de interferir nas atividades microbianas. O aumento da temperatura pode gerar uma aceleração nos processos de biodegradação, sendo assim, no monitoramento atual realizado foi constatada temperatura máxima de 26,60 °C (PM-09) e mínima de 21,60 °C (PM-05).

Os potenciais hidrogeniônicos (pH) e de óxido-redução (ORP) exercem influência significativa nos processos de especiação química e, controlam as reações da maioria dos compostos orgânicos e inorgânicos. O entendimento da distribuição dos processos de oxirredução é fundamental para prever o destino e transporte dos contaminantes químicos nas águas subterrâneas.

As mudanças de pH e ORP geram produtos que poderão apresentar diferentes comportamentos em relação à solubilidade, toxicidade, reatividade e mobilidade. O pH variou de 8,25 (PM-06) a 4,60 (PM-01), caracterizando um ambiente ligeiramente ácido com um valor médio de 5,71. Já o potencial de oxirredução apresentou uma variação de -75,00 mV (PM-06) a 160,80 mV (PM-15) e média de 86,654 mV.

A condutividade elétrica representa a capacidade de uma solução conduzir corrente elétrica, sendo essa condição limitada em função da quantidade de íons presentes na água. Dessa forma, espera-se que quanto maior a concentração iônica, maior a sua condutividade. A variação nos pontos analisados foi de 1745,00 uS/cm a 14,20 uS/cm nos poços PM-08 e PM-06, respectivamente.

Dentre os gases dissolvidos na água subterrânea o mais importante é o oxigênio, pois este atua como indicativo de poluição. Sua solubilidade depende ainda da temperatura e da pressão, ou seja, com elevação da temperatura e diminuição da pressão ocorre a redução e solubilidade do oxigênio. Os valores de concentração de oxigênio dissolvido variam para água subterrânea, sendo esperados valores inferiores a 4 mg/L devido à distância em relação à superfície. As menores e maiores concentrações de oxigênio dissolvido foram identificadas em 6,00 mg/L (PM-05) e 3,30 mg/L (PM-06).

A turbidez é uma medida do espalhamento de luz produzido pela presença de partículas coloidais ou em suspensão e é expressa como unidade nefelométrica de turbidez (NTU – *Nephelometric Turbidity Unity*). É um parâmetro indicador da possível presença de argila, silte, substâncias orgânicas (exemplo: húmus) ou inorgânicas (exemplo: óxidos). As leituras de turbidez variaram de 800,00 NTU a 71,60 NTU (PMN-11).

### **Controle de Qualidade**

Dados de controle de qualidade/qualidade assegurada (CQ/QA) devem estar presentes em todos os laudos analíticos visto que estes asseguram que a análise foi realizada de forma aceitável, de acordo com o método analítico e dentro de critérios aceitáveis de precisão e exatidão. O laboratório *PLANTEC* incluiu as seguintes informações de CQ/QA nos laudos analíticos: resultados de brancos de método e resultados de controle de qualidade (LCS). Como controle de qualidade externo a *PLANTEC* realizou-se a coleta de uma alíquota de branco de campo e branco de equipamento para controle de qualidade da amostragem. Estes controles de qualidade estão apresentados nos **Anexo VIII**, junto aos laudos analíticos.

Os resultados analíticos indicaram concentrações das SQIs nas amostras de água subterrânea realizados superiores aos valores de intervenção CETESB/2016.

As **Tabelas 41.0, 42.0 e 45.0** apresentam os resultados analíticos das amostras de água subterrânea para as Substâncias Químicas de Interesse analisadas (SQIs) determinadas na **Tabela 9.0**. Os laudos laboratoriais e Cadeias de Custódia reportadas para as amostras de água subterrânea encontram-se no **Anexo VIII**. A compilação dos resultados analíticos referente às amostras de água subterrânea que apresentaram teores das SQIs acima do valor de referência preconizados é apresentada na **Figura 42.0**.

As **Figuras 43.0 a 56.0** demonstram as plumas de fase dissolvida para as SQIs identificadas acima dos valores de intervenção CETESB/2016.

Tabela 41.0 apresentam os resultados analíticos das amostras de água subterrânea para as Substâncias Químicas de Interesse analisadas (SQIs) determinadas na Tabela 9.0.

| Tabela 41.0 Apresenta os resultados analíticos de água subterrânea |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |                                     |      |
|--|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------------------------------|------|
| Data de Coleta   | 02/06/2020 | 02/06/2020 | 02/06/2020 | 03/06/2020 | 03/06/2020 | 03/06/2020 | 03/06/2020 | 03/06/2020 | 03/06/2020 | 03/06/2020 | 02/06/2020 | 02/06/2020 | 02/06/2020 | 02/06/2020 | Valores de Intervenção <sup>1</sup> |      |
| Amostras   | PM-01      | PMN-02     | PM-03      | PM-04      | PM-05      | PM-06      | PMN-07     | PM-08      | PM-09      | PM-10      | PMN-11     | PM-12      | PM-13      | PM-14      | PM-15                               |      |
| 1,2-Diclorobenzeno   | < 0,50000  | < 0,50000  | < 0,50000  | < 0,50000  | < 0,50000  | < 0,50000  | < 0,50000  | < 0,50000  | < 0,50000  | < 0,50000  | < 0,50000  | < 0,50000  | < 0,50000  | < 0,50000  | < 0,50000                           | 1000 |
| 1,4-Diclorobenzeno   | 0,89165    | < 0,50000  | 0,99104    | < 0,50000  | < 0,50000  | < 0,50000  | < 0,50000  | < 0,50000  | 0,58512    | 0,74805    | < 0,50000  | 0,69964    | 1,402223   | < 0,50000  | < 0,50000                           | 300  |
| 1,2,4-Triclorobenzeno  | < 0,50000  | < 0,50000  | < 0,50000  | < 0,50000  | < 0,50000  | < 0,50000  | < 0,50000  | < 0,50000  | < 0,50000  | < 0,50000  | < 0,50000  | < 0,50000  | < 0,50000  | < 0,50000  | < 0,50000                           | 20   |
| 2-Clorofenol   | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000                           | 30   |
| 2,4,5-Triclorofenol  | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000                           | 600  |
| 2,4,6-Triclorofenol  | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000                           | 200  |
| Anilina  | < 0,05000  | 4,36674    | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000  | 705,15     | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000                           | 42   |
| Bis(2-eetilhexil)ftalato   | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000                           | 8    |
| Di-n-butilftalato  | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000                           | 600  |
| Dietilftalato  | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000                           | 4,8  |
| Dimetilftalato   | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000                           | 14   |
| Fenol  | < 0,05000  | 3,28022    | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000  | 582,37     | < 0,05000  | < 0,05000  | 0,78201    | 4,88897    | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000  | < 0,05000                           | 900  |
| Hexaclorobenzeno   | < 0,003000 | < 0,003000 | < 0,003000 | < 0,003000 | < 0,003000 | < 0,003000 | < 0,003000 | < 0,003000 | < 0,003000 | < 0,003000 | < 0,003000 | < 0,003000 | < 0,003000 | < 0,003000 | < 0,003000                          | 0,2  |
| Carbofurano  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000                           | 7    |
| 4,4 DDD  | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000                          | 1    |
| 4,4 DDE  | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000                          | 1    |
| 4,4 DDT  | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000                          | 1    |
| Aldrin   | < 0,03000  | < 0,03000  | < 0,03000  | < 0,03000  | < 0,03000  | < 0,03000  | < 0,03000  | < 0,03000  | < 0,03000  | < 0,03000  | < 0,03000  | < 0,03000  | < 0,03000  | < 0,03000  | < 0,03000                           | 0,03 |
| BHC-alfa   | < 0,03000  | < 0,03000  | < 0,03000  | < 0,03000  | < 0,03000  | < 0,03000  | < 0,03000  | < 0,03000  | < 0,03000  | < 0,03000  | < 0,03000  | < 0,03000  | < 0,03000  | < 0,03000  | < 0,03000                           | 0,05 |
| BHC-beta   | < 0,03000  | < 0,03000  | < 0,03000  | < 0,03000  | < 0,03000  | < 0,03000  | < 0,03000  | < 0,03000  | < 0,03000  | < 0,03000  | < 0,03000  | < 0,03000  | < 0,03000  | < 0,03000  | < 0,03000                           | 0,17 |
| Dieldrin   | < 0,003000 | < 0,003000 | < 0,003000 | < 0,003000 | < 0,003000 | < 0,003000 | < 0,003000 | < 0,003000 | < 0,003000 | < 0,003000 | < 0,003000 | < 0,003000 | < 0,003000 | < 0,003000 | < 0,003000                          | 0,03 |
| Endrin   | < 0,03000  | < 0,03000  | < 0,03000  | < 0,03000  | < 0,03000  | < 0,03000  | < 0,03000  | < 0,03000  | < 0,03000  | < 0,03000  | < 0,03000  | < 0,03000  | < 0,03000  | < 0,03000  | < 0,03000                           | 0,6  |
| BHC-gama   | < 0,003000 | < 0,003000 | < 0,003000 | < 0,003000 | < 0,003000 | < 0,003000 | < 0,003000 | < 0,003000 | < 0,003000 | < 0,003000 | < 0,003000 | < 0,003000 | < 0,003000 | < 0,003000 | < 0,003000                          | 2    |
| Endosulfan I + II + Sulfato  | < 0,00100  | < 0,00100  | < 0,00100  | < 0,00100  | < 0,00100  | < 0,00100  | < 0,00100  | < 0,00100  | < 0,00100  | < 0,00100  | < 0,00100  | < 0,00100  | < 0,00100  | < 0,00100  | < 0,00100                           | 20   |
| PCBs Indicadores   | < 0,00700  | < 0,00700  | < 0,00700  | < 0,00700  | < 0,00700  | < 0,00700  | < 0,00700  | < 0,00700  | < 0,00700  | < 0,00700  | < 0,00700  | < 0,00700  | < 0,00700  | < 0,00700  | < 0,00700                           | 3,5  |
| Antraceno  | < 0,01000  | < 0,01000  | < 0,01000  | < 0,01000  | < 0,01000  | < 0,01000  | < 0,01000  | < 0,01000  | < 0,01000  | < 0,01000  | < 0,01000  | < 0,01000  | < 0,01000  | < 0,01000  | < 0,01000                           | 900  |
| Benzo(a)antraceno  | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000 | 0,1647     | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000                          | 0,4  |
| Benzo(a)pireno   | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000                          | 0,7  |
| Benzo(b)fluoranteno  | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000                          | 0,4  |
| Benzo(k)fluoranteno  | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000                          | 4,1  |
| Criseno  | 0,02481    | < 0,001000 | 0,02222    | 0,01976    | 0,01848    | < 0,001000 | < 0,001000 | 0,03715    | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000 | 0,01714    | 0,01714                             | 41   |
| Dibenzo(a,h)antraceno  | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000                          | 0,04 |

Tabela 42.0 apresentam os resultados analíticos das amostras de água subterrânea para as Substâncias Químicas de Interesse analisadas (SQIs) determinadas na Tabela 9.0.

**Tabela 42.0** Apresenta os resultados analíticos de água subterrânea

| Data de Coleta                  | 02/06/2020 | 02/06/2020 | 02/06/2020      | 03/06/2020 | 03/06/2020 | 03/06/2020      | 03/06/2020      | 03/06/2020 | 03/06/2020      | 03/06/2020       | 03/06/2020 | 02/06/2020 | 02/06/2020      | 02/06/2020 | 02/06/2020 | 02/06/2020 | Valores de Intervenção <sup>1</sup> |
|---------------------------------|------------|------------|-----------------|------------|------------|-----------------|-----------------|------------|-----------------|------------------|------------|------------|-----------------|------------|------------|------------|-------------------------------------|
| Amostras                        | PM-01      | PMN-02     | PM-03           | PM-04      | PM-05      | PM-06           | PMN-07          | PM-08      | PM-09           | PM-10            | PMN-11     | PM-12      | PM-13           | PM-14      | PM-15      |            |                                     |
| <b>Indeno(1,2,3-c,d)pireno</b>  | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000      | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000      | < 0,001000      | < 0,001000 | < 0,001000      | < 0,001000       | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000      | < 0,001000 | < 0,001000 | < 0,001000 | <b>0,4</b>                          |
| <b>Fenantreno</b>               | 0,10078    | 0,06514    | 0,16168         | 0,07953    | 0,06317    | <0,01000        | 0,03914         | 0,04482    | 0,3445          | 0,13652          | 0,03201    | 0,02794    | 0,09956         | 0,098      | 0,05016    |            | <b>140</b>                          |
| <b>TPH Total</b>                | 433,7805   | 426,747    | <b>818,9194</b> | <150,0000  | 219,4121   | <b>12440,83</b> | <b>688,2935</b> | 404,4195   | <b>824,6988</b> | <b>1367,0356</b> | 239,2417   | <150,0000  | <b>785,9666</b> | <150       | 409,1637   |            | <b>600 <sup>2</sup></b>             |
| <b>1,1-Dicloroetano</b>         | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000       | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000       | < 1,00000       | < 1,00000  | < 1,00000       | < 1,00000        | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000       | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | <b>53</b>                           |
| <b>1,1-Dicloroetano</b>         | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000       | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000       | < 1,00000       | < 1,00000  | < 1,00000       | < 1,00000        | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000       | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | <b>30</b>                           |
| <b>1,1,1-Tricloroetano</b>      | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000       | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000       | < 1,00000       | < 1,00000  | < 1,00000       | < 1,00000        | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000       | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | <b>2000</b>                         |
| <b>1,2-Dicloroetano</b>         | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000       | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000       | < 1,00000       | < 1,00000  | < 1,00000       | < 1,00000        | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000       | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | <b>10</b>                           |
| <b>1,2-Dicloroetano cis</b>     | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000       | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000       | < 1,00000       | < 1,00000  | < 1,00000       | < 1,00000        | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000       | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | <b>50</b>                           |
| <b>1,2-Dicloroetano trans</b>   | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000       | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000       | < 1,00000       | < 1,00000  | < 1,00000       | < 1,00000        | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000       | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | <b>50</b>                           |
| <b>1,2,3-Triclorobenzeno</b>    | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000       | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000       | < 1,00000       | < 1,00000  | < 1,00000       | < 1,00000        | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000       | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | <b>20</b>                           |
| <b>Benzeno</b>                  | < 1,00000  | < 1,00000  | 1,41            | < 1,00000  | < 1,00000  | 2,2             | < 1,00000       | < 1,00000  | < 1,00000       | < 1,00000        | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000       | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | <b>5</b>                            |
| <b>Cloreto de Vinila</b>        | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000       | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000       | < 1,00000       | < 1,00000  | < 1,00000       | < 1,00000        | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000       | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | <b>2</b>                            |
| <b>Clorobenzeno</b>             | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000       | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000       | < 1,00000       | < 1,00000  | < 1,00000       | < 1,00000        | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000       | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | <b>120</b>                          |
| <b>Clorofórmio</b>              | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000       | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000       | < 1,00000       | < 1,00000  | < 1,00000       | < 1,00000        | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000       | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | <b>300</b>                          |
| <b>Diclorometano</b>            | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000       | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000       | < 1,00000       | < 1,00000  | < 1,00000       | < 1,00000        | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000       | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | <b>20</b>                           |
| <b>Estireno</b>                 | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000       | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000       | < 1,00000       | < 1,00000  | < 1,00000       | < 1,00000        | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000       | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | <b>20</b>                           |
| <b>Etilbenzeno</b>              | < 1,00000  | < 1,00000  | 1,52            | < 1,00000  | < 1,00000  | 3,56            | < 1,00000       | < 1,00000  | < 1,00000       | < 1,00000        | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000       | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | <b>300</b>                          |
| <b>Tetracloroeto de Carbono</b> | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000       | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000       | < 1,00000       | < 1,00000  | < 1,00000       | < 1,00000        | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000       | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | <b>4</b>                            |
| <b>Tetracloroetano</b>          | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000       | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000       | < 1,00000       | < 1,00000  | < 1,00000       | < 1,00000        | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000       | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | <b>40</b>                           |
| <b>Tolueno</b>                  | < 1,00000  | 4,56       | 43,26           | < 1,00000  | < 1,00000  | 105,27          | 15,34           | < 1,00000  | < 1,00000       | 6,98             | < 1,00000  | < 1,00000  | 279             | < 1,00000  | < 1,00000  | 92,8       | <b>700</b>                          |
| <b>Tricloroetano</b>            | < 1,00000  | 7,32       | < 1,00000       | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000       | < 1,00000       | < 1,00000  | < 1,00000       | < 1,00000        | < 1,00000  | < 1,00000  | 11,2            | < 1,00000  | 3,13       |            | <b>20</b>                           |
| <b>1,2-Diclorobenzeno</b>       | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000       | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000       | < 1,00000       | < 1,00000  | < 1,00000       | < 1,00000        | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000       | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | <b>1000</b>                         |
| <b>1,4-Diclorobenzeno</b>       | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000       | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000       | < 1,00000       | < 1,00000  | < 1,00000       | < 1,00000        | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000       | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | <b>300</b>                          |
| <b>Naftaleno</b>                | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000       | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000       | < 1,00000       | < 1,00000  | < 1,00000       | < 1,00000        | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000       | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | <b>60</b>                           |
| <b>Xilenos</b>                  | < 3,00000  | < 3,00000  | < 3,00000       | < 3,00000  | < 3,00000  | 6,03            | < 3,00000       | < 3,00000  | < 3,00000       | < 3,00000        | < 3,00000  | < 3,00000  | < 3,00000       | < 3,00000  | < 3,00000  | < 3,00000  | <b>500</b>                          |
| <b>Nitrato (como N)</b>         | < 113,000  | < 113,000  | < 113,000       | < 113,000  | < 113,000  | < 113,000       | 5060,037        | < 113,000  | 3720,518        | < 113,000        | 5252,097   | < 113,000  | < 113           | 1676,605   | < 113,000  |            | <b>10000</b>                        |
| <b>Cloreto</b>                  | 3354       | 3777       | 32095           | <500,00    | < 113,000  | 820300          | 5450            | 131750     | 134250          | 107600           | 47060      | 54315      | 213800          | 1140       | 1784       |            | -                                   |
| <b>Sulfato</b>                  | < 500,000  | 578        | < 500,000       | <500,00    | <500,00    | <500,00         | <2500,00        | 22620      | <1000           | <2500,00         | <1000      | 1702       | <2500           | <500,000   | <500,000   |            | -                                   |
| <b>Cromo Hexavalente</b>        | < 10,0000  | < 10,0000  | < 10,0000       | <10,0000   | <10,0000   | <10,0000        | <10,0000        | <10,0000   | <10,0000        | <10,0000         | <10,0000   | <10,0000   | <10,0000        | <10,0000   | <10,0000   | <10,0000   | -                                   |
| <b>Nitrogênio Amoniacal</b>     | < 87,000   | < 87,000   | 3952,941        | <87,000    | <87,000    | 1844705,88      | <87,000         | 112000     | 39694,118       | 49000            | 9734,118   | 8894,118   | 68517,647       | <87,000    | <87,000    |            | -                                   |
| <b>Cianeto</b>                  | < 1,000    | < 1,000    | 32,222          | < 1,000    | 388,889    | < 1,000         | 18,889          | 85,556     | < 100,000       | 74,444           | < 1,000    | 14,444     | 46,8            | < 1,000    | < 1,000    |            | -                                   |

Tabela 43.0 apresentam os resultados analíticos das amostras de água subterrânea para as Substâncias Químicas de Interesse analisadas (SQIs) determinadas na Tabela 9.0.

| Tabela 43.0 Apresenta os resultados analíticos de água subterrânea |   |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |                                     |
|--|---|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------------------------------|
| Data de Coleta   | 02/06/2020  | 02/06/2020 | 02/06/2020 | 03/06/2020 | 03/06/2020 | 03/06/2020 | 03/06/2020 | 03/06/2020 | 03/06/2020 | 03/06/2020 | 03/06/2020 | 02/06/2020 | 02/06/2020 | 02/06/2020 | 02/06/2020 | Valores de Intervenção <sup>1</sup> |
| Amostras   | PM-01   | PMN-02     | PM-03      | PM-04      | PM-05      | PM-06      | PMN-07     | PM-08      | PM-09      | PM-10      | PMN-11     | PM-12      | PM-13      | PM-14      | PM-15      |                                     |
| Antimônio  | < 1,00000   | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | 3,81       | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | 5                                   |
| Arsênio  | < 1,00000   | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | 423,7      | < 1,00000  | 3,95       | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | 10                                  |
| Bário  | 340,4   | 78,3       | 727        | 405,6      | 254,7      | 54,8       | 163,6      | 524        | 1238       | 1647       | 160,2      | 624        | 856        | 143,8      | 59,9       | 700                                 |
| Boro   | 5,73  | 10,97      | 11,6       | 1,05       | 5,73       | < 1,00000  | 24,4       | 35,55      | 5,76       | 9,57       | 1,71       | 9,22       | 25,95      | 2,57       | 11,13      | 2400                                |
| Cádmio   | < 1,00000   | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | 5                                   |
| Chumbo   | 62,5  | 14,2       | 69,5       | 45,23      | 10,86      | < 1,00000  | 2,29       | 13,61      | 22,09      | < 1,00000  | < 1,00000  | 26,93      | 46,38      | 10,51      | < 1,00000  | 10                                  |
| Cobalto  | 8,81  | 1,61       | 13,1       | 13,11      | 10,21      | 27,99      | 1,77       | 12,37      | 22,49      | 45,99      | < 1,00000  | 6          | 12,47      | 2          | 1,8        | 70                                  |
| Cobre  | 34,34   | 3,87       | < 1,00000  | 17,6       | 47,19      | < 1,00000  | 2,44       | 21,76      | 43,49      | 1,51       | < 1,00000  | 19,48      | 25,93      | 33,24      | < 1,00000  | 2000                                |
| Cromo  | < 1,00000   | < 1,00000  | 1,09       | 1,8        | 2,42       | 1273       | 1,74       | 5,79       | 1,72       | < 1,00000  | < 1,00000  | 1,14       | 4,51       | < 1,00000  | < 1,00000  | 50                                  |
| Mercúrio   | < 0,10000   | < 0,10000  | < 0,10000  | < 0,10000  | < 0,10000  | < 0,10000  | < 0,10000  | < 0,10000  | < 0,10000  | < 0,10000  | < 0,10000  | < 0,10000  | < 0,10000  | < 0,10000  | < 0,10000  | 1                                   |
| Molibdênio   | < 1,00000   | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | 384,6      | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | 30                                  |
| Níquel   | 2,61  | < 1,00000  | 3,777      | 5,13       | 4,39       | 162,6      | 1,59       | 6,48       | 5,69       | 8,84       | < 1,00000  | 2,16       | 4,2        | < 1,00000  | < 1,00000  | 70                                  |
| Prata  | < 1,00000   | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | 50                                  |
| Selênio  | 6,21  | < 1,00000  | 1,53       | 1,98       | 2,89       | 11,56      | 3,06       | 9,71       | 4,9        | 3,77       | < 1,00000  | 4,17       | 7,8        | < 1,00000  | < 1,00000  | 10                                  |
| Zinco  | 46,9  | 160,8      | 16,23      | 36,86      | 37,5       | 40,08      | 91         | 21,29      | 43,2       | 45,4       | < 1,00000  | 35,86      | 84,5       | 24,9       | 14,24      | 1800                                |
| <b>Antimônio Dissolvido</b>  | < 1,0000  | < 1,0000   | < 1,0000   | < 1,0000   | < 1,0000   | 2,74       | < 1,0000   | < 1,0000   | < 1,0000   | < 1,0000   | < 1,0000   | < 1,0000   | < 1,0000   | < 1,0000   | < 1,0000   | 5                                   |
| <b>Arsênio Dissolvido</b>  | < 1,0000  | < 1,0000   | < 1,0000   | < 1,0000   | < 1,0000   | 399,2      | < 1,0000   | < 1,0000   | < 1,0000   | < 1,0000   | < 1,0000   | < 1,0000   | < 1,0000   | < 1,0000   | < 1,0000   | 10                                  |
| <b>Bário Dissolvido</b>  | 39,6  | 23,4       | 215,8      | 33,7       | 35,7       | 23         | 140,4      | 314,7      | 199,2      | 722        | 102,8      | 78,3       | 424,4      | 43,5       | 31,03      | 700                                 |
| <b>Boro Dissolvido</b>   | 1,08  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 0,1000   | < 1,00000  | 4,31       | 11,33      | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | 2400                                |
| <b>Cádmio Dissolvido</b>   | < 1,00000   | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 0,1000   | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | 5                                   |
| <b>Chumbo Dissolvido</b>   | < 1,00000   | 8,01       | < 1,00000  | < 1,00000  | < 0,1000   | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | 10                                  |
| <b>Cobalto Dissolvido</b>  | 1,13  | < 1,00000  | 4,82       | < 1,00000  | 1,62       | 27,93      | 1,17       | 2,27       | < 1,00000  | 3,37       | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | 70                                  |
| <b>Cobre Dissolvido</b>  | < 1,00000   | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | 1,33       | 5,07       | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | 2000                                |
| <b>Cromo Dissolvido</b>  | < 1,00000   | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | 811        | 1,58       | 4,7        | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | 50                                  |
| <b>Mercúrio Dissolvido</b>   | < 0,1000  | < 0,1000   | < 0,1000   | < 0,1000   | < 0,1000   | < 0,1000   | < 0,1000   | < 0,1000   | < 0,1000   | < 0,1000   | < 0,1000   | < 0,1000   | < 0,1000   | < 0,1000   | < 0,1000   | 1                                   |
| <b>Molibdênio Dissolvido</b>                                       | < 1,00000   | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | 348,2      | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | 30                                  |
| <b>Níquel Dissolvido</b>   | < 1,00000   | < 1,00000  | 2,58       | < 1,00000  | < 1,00000  | 146,2      | 1,29       | 4,56       | < 1,00000  | 1,2        | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | 70                                  |
| <b>Prata Dissolvido</b>  | < 1,00000   | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | 50                                  |
| <b>Selênio Dissolvido</b>  | < 1,00000   | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | 9,55       | 2,53       | 3,44       | 4,09       | 3,4        | < 1,00000  | 1,15       | 6,65       | < 1,00000  | < 1,00000  | 10                                  |
| <b>Zinco Dissolvido</b>  | < 1,00000   | 1,83       | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | 20,07      | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | < 1,00000  | 3,43       | 1800                                |
| Legenda  | <b>Observação <sup>1</sup></b> - Valores de Intervenção de Acordo com a DD N° 256/2016/E                                    |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |                                     |
|  | <b>Observação <sup>2</sup></b> - Valor de Intervenção de Acordo com a Lista Holandesa                                       |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |                                     |
|  | <b>Observação <sup>3</sup></b> - Consideramos os Valores de Intervenções Determinados para Metais Total na DD N° 256/2016/E |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |                                     |
|  | Resultados Acima dos Valores de Intervenção   |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |                                     |



# GEO-ANALÍTICA

## Legenda

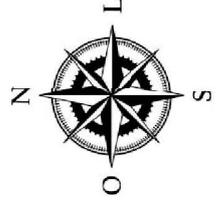
- Perímetro do Aterro
- Rede de Drenagem
- Poços de Monitoramento Instalados
- Concentrações acima dos valores de intervenção CETESB/2016

Projeto: Avaliação Preliminar e Investigação Confirmatória

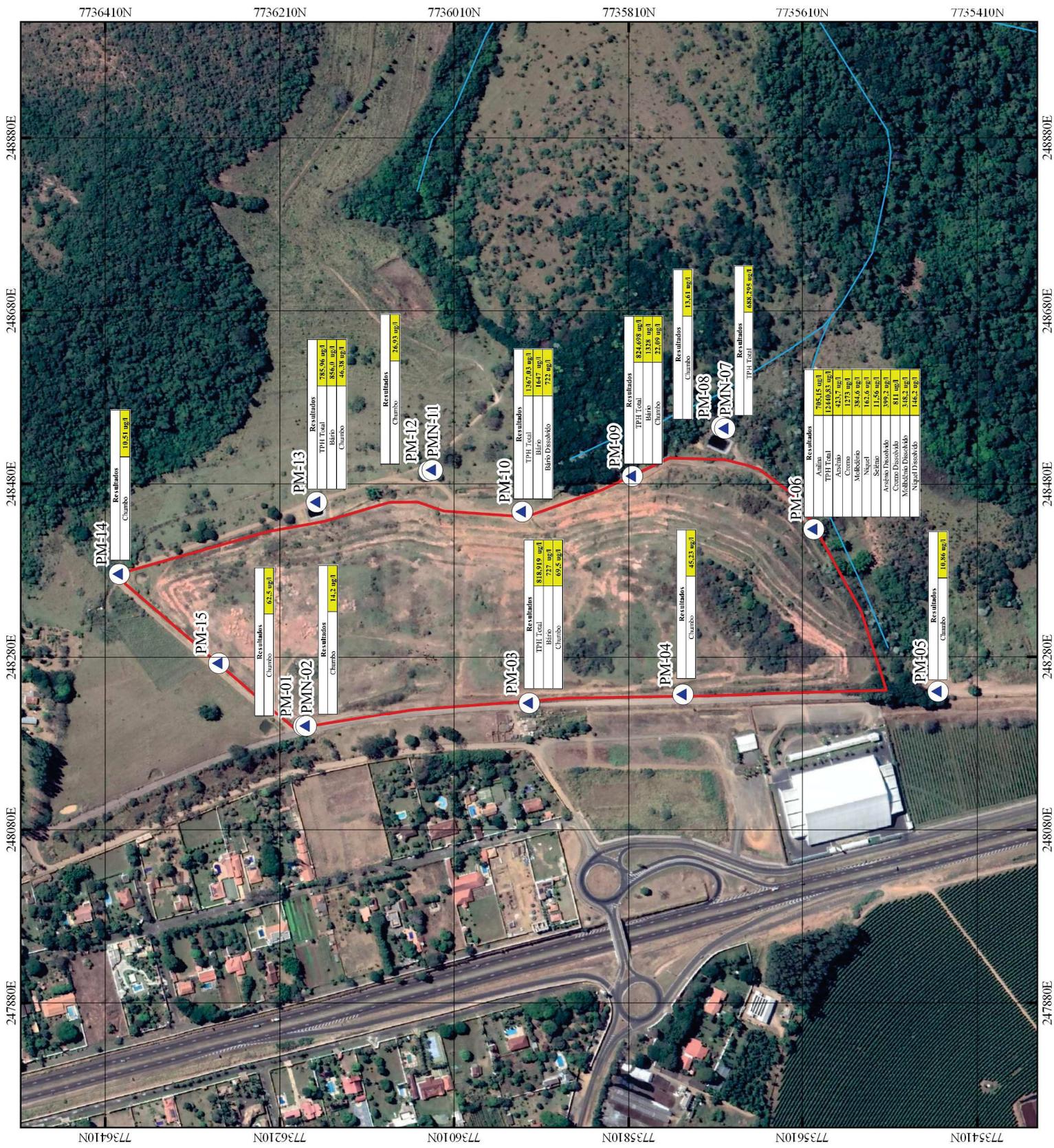
Figura 42.0 Resultados Analíticos acima dos valores de intervenção CETESB/2016 para água subterrânea

Local: Aterro da Fazenda Municipal de Franca

Coordenadas Geográficas  
UTM: 248328,00 m E / 7735978,00 m S



ESCALA 1:6000





# GEO-ANALÍTICA

## Legenda

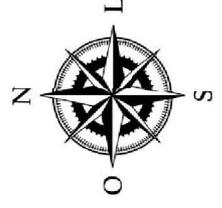
- Perímetro do Aterro
- Rede de Drenagem
- Poços de Monit. Instalados
- Pluma de F. Dissolvida SQI Anilina

Projeto: Avaliação Preliminar e  
Investigação Confirmatória

Figura 43.0 Plumas de Fase Dissolvida  
para SQI Anilina

Local: Aterro da Fazenda Municipal de  
Franca

Coordenadas Geográficas  
UTM: 248328,00 m E / 7735978,00 m S



ESCALA 1:6000





# GEO-ANALÍTICA

## Legenda

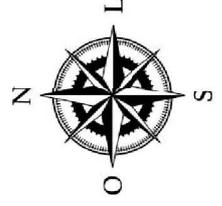
- Perímetro do Aterro
- Rede de Drenagem
- Poços de Monit. Instalados
- Pluma F. Dissolvida SQI TPH Total

Projeto: Avaliação Preliminar e  
Investigação Confirmatória

Figura 43.0 Plumas de Fase Dissolvida  
para SQI Anilina

Local: Aterro da Fazenda Municipal de  
Franca

Coordenadas Geográficas  
UTM: 248328,00 m E / 7735978,00 m S



ESCALA 1:6000





# GEO-ANALÍTICA

## Legenda

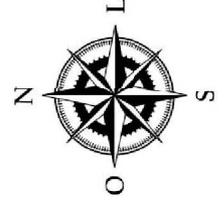
- Perímetro do Aterro
- Rede de Drenagem
- Poços de Monit. Instalados
- Pluma F. Dissolvida SQI Arsênio

Projeto: Avaliação Preliminar e  
Investigação Confirmatória

Figura 45.0 Plumas de Fase Dissolvida  
para SQI Arsênio

Local: Aterro da Fazenda Municipal de  
Franca

Coordenadas Geográficas  
UTM: 248328,00 m E / 7735978,00 m S



ESCALA 1:6000





# GEO-ANALÍTICA

## Legenda

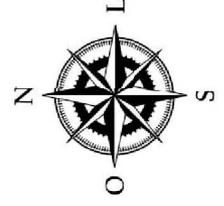
- Perímetro do Aterro
- Rede de Drenagem
- Poços de Monit. Instalados
- Pluma F. Dissolvida SQI Bário

Projeto: Avaliação Preliminar e  
Investigação Confirmatória

Figura 46.0 Plumas de Fase Dissolvida  
para SQI Bário

Local: Aterro da Fazenda Municipal de  
Franca

Coordenadas Geográficas  
UTM: 248328,00 m E / 7735978,00 m S



ESCALA 1:6000





# GEO-ANALÍTICA

## Legenda

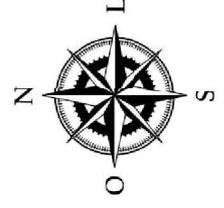
- Perímetro do Aterro
- Rede de Drenagem
- Poços de Monit. Instalados
- Pluma F. Dissolvida SQI Chumbo

Projeto: Avaliação Preliminar e  
Investigação Confirmatória

Figura 47.0 Plumas de Fase Dissolvida  
para SQI Chumbo

Local: Aterro da Fazenda Municipal de  
Franca

Coordenadas Geográficas  
UTM: 248328,00 m E / 7735978,00 m S



ESCALA 1:6000





# GEO-ANALÍTICA

## Legenda

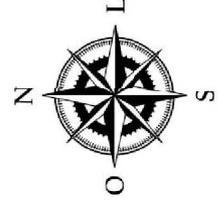
- Perímetro do Aterro
- Rede de Drenagem
- Poços de Monit. Instalados
- Pluma F. Dissolvida SQI Cromo

Projeto: Avaliação Preliminar e  
Investigação Confirmatória

Figura 48.0 Plumas de Fase Dissolvida  
para SQI Cromo

Local: Aterro da Fazenda Municipal de  
Franca

Coordenadas Geográficas  
UTM: 248328,00 m E / 7735978,00 m S



ESCALA 1:6000





# GEO-ANALÍTICA

## Legenda

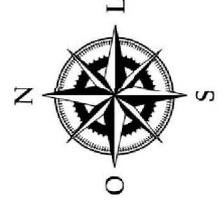
- Perímetro do Aterro
- Rede de Drenagem
- Poços de Monit. Instalados
- Pluma F. Dissolvida SQI Molibdênio

Projeto: Avaliação Preliminar e  
Investigação Confirmatória

Figura 49.0 Plumas de Fase Dissolvida  
para SQI Molibdênio

Local: Aterro da Fazenda Municipal de  
Franca

Coordenadas Geográficas  
UTM: 248328,00 m E / 7735978,00 m S



ESCALA 1:6000





# GEO-ANALÍTICA

## Legenda

Perímetro do Aterro

Rede de Drenagem

Poços de Monit. Instalados

Pluma F. Dissolvida SQI Níquel

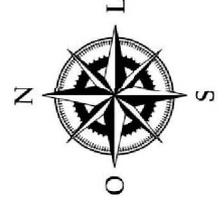


Projeto: Avaliação Preliminar e  
Investigação Confirmatória

Figura 50.0 Plumas de Fase Dissolvida  
para SQI Níquel

Local: Aterro da Fazenda Municipal de  
Franca

Coordenadas Geográficas  
UTM: 248328,00 m E / 7735978,00 m S



ESCALA 1:6000





# GEO-ANALÍTICA

## Legenda

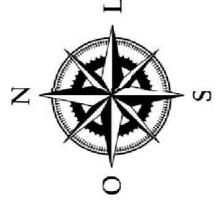
- Perímetro do Aterro
- Rede de Drenagem
- Poços de Monit. Instalados
- Pluma F. Dissolvida SQI Selênio

Projeto: Avaliação Preliminar e  
Investigação Confirmatória

Figura 5.1.0 Plumas de Fase Dissolvida  
para SQI Selênio

Local: Aterro da Fazenda Municipal de  
Franca

Coordenadas Geográficas  
UTM: 248328,00 m E / 7735978,00 m S



ESCALA 1:6000





# GEO-ANALÍTICA

## Legenda

Perímetro do Aterro

Rede de Drenagem

Poços de Monit. Instalados

Pluma F. Dissolvida SQI Arsênio D.

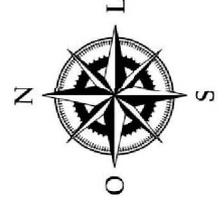


Projeto: Avaliação Preliminar e  
Investigação Confirmatória

Figura 52.0 Plumas de Fase Dissolvida  
para SQI Arsênio Dissolvido

Local: Aterro da Fazenda Municipal de  
Franca

Coordenadas Geográficas  
UTM: 248328,00 m E / 7735978,00 m S



ESCALA 1:6000





# GEO-ANALÍTICA

## Legenda

— Perímetro do Aterro

— Rede de Drenagem

● Poços de Monit. Instalados

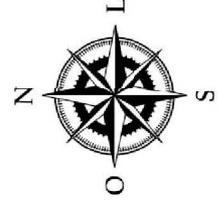
■ Pluma F. Dissolvida SQI Bário D.

Projeto: Avaliação Preliminar e  
Investigação Confirmatória

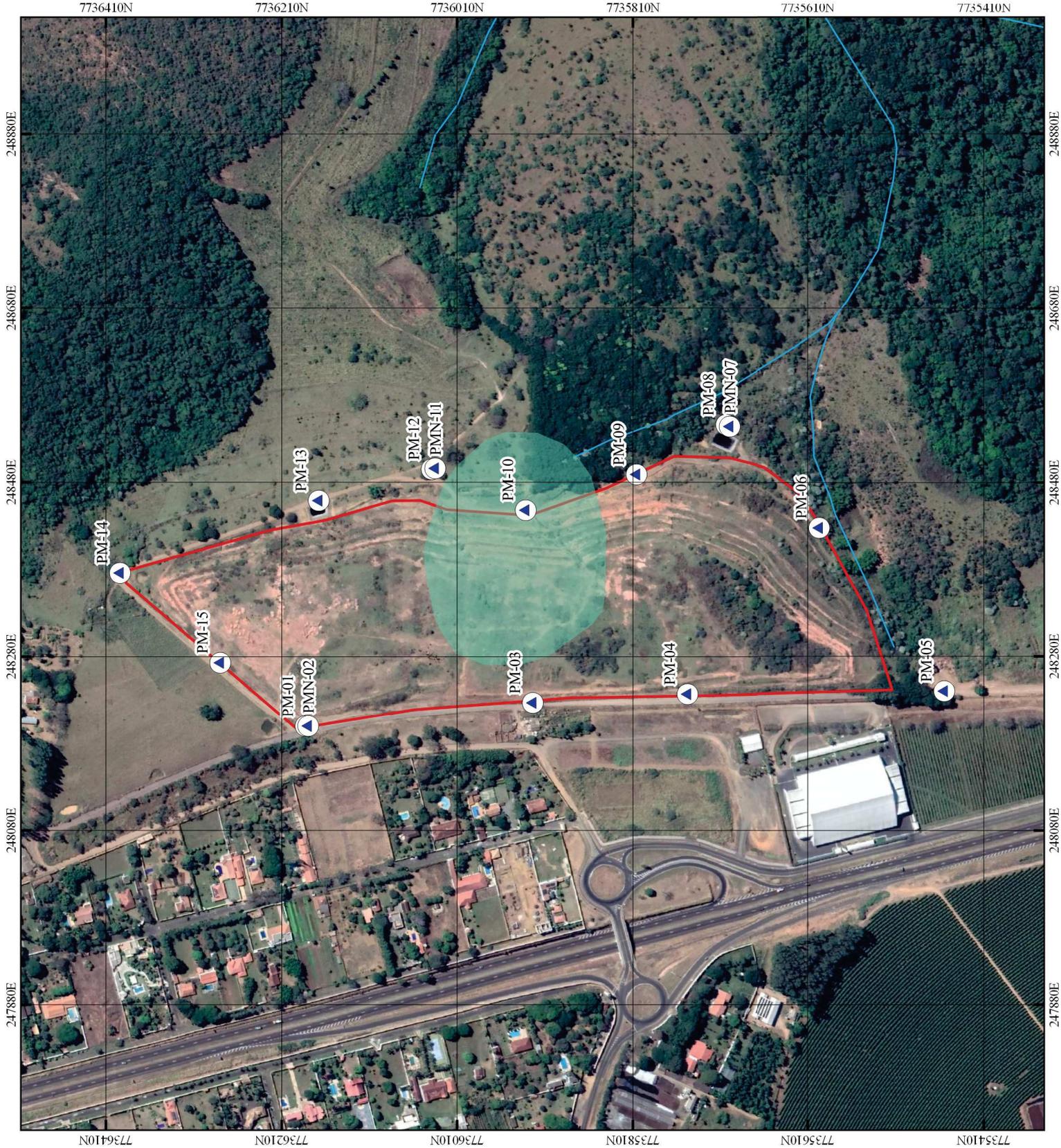
Figura 53.0 Plumas de Fase Dissolvida  
para SQI Bário Dissolvido

Local: Aterro da Fazenda Municipal de  
Franca

Coordenadas Geográficas  
UTM: 248328,00 m E / 7735978,00 m S



ESCALA 1:6000





# GEO-ANALÍTICA

## Legenda

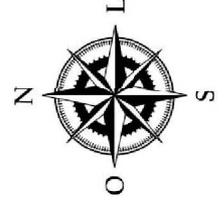
- Perímetro do Aterro
- Rede de Drenagem
- Poços de Monit. Instalados
- Pluma F. Dissolvida SQI Cromo D.

Projeto: Avaliação Preliminar e  
Investigação Confirmatória

Figura 54.0 Plumas de Fase Dissolvida  
para SQI Cromo Dissolvido

Local: Aterro da Fazenda Municipal de  
Franca

Coordenadas Geográficas  
UTM: 248328,00 m E / 7735978,00 m S



ESCALA 1:6000



### Legenda

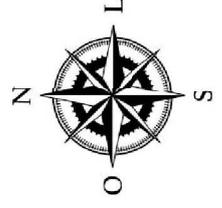
- Perímetro do Aterro
- Rede de Drenagem
- ▲ Poços de Monit. Instalados
- Pluma F. Dissolvida SQI Molib. D.

Projeto: Avaliação Preliminar e Investigação Confirmatória

Figura 55.0 Plumas de Fase Dissolvida para SQI Molibdênio Dissolvido

Local: Aterro da Fazenda Municipal de Franca

Coordenadas Geográficas  
UTM: 248328,00 m E / 7735978,00 m S



ESCALA 1:6000





# GEO-ANALÍTICA

## Legenda

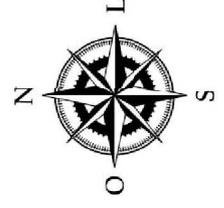
- Perímetro do Aterro
- Rede de Drenagem
- Poços de Monit. Instalados
- Pluma F. Dissolvida SQI Níquel D.

Projeto: Avaliação Preliminar e  
Investigação Confirmatória

Figura 56.0 Plumas de Fase Dissolvida  
para SQI Níquel Dissolvido

Local: Aterro da Fazenda Municipal de  
Franca

Coordenadas Geográficas  
UTM: 248328,00 m E / 7735978,00 m S



ESCALA 1:6000



### 10.2.1) Discussão dos Resultados Íons Metálicos

Vários autores indicam o processo de contaminação de metais pesados com os compartimentos adjacentes às áreas de deposição de resíduos sólidos. Pois com excesso de concentração de metais pesados no material constituinte de um lixão, pode haver a migração desses através do processo de lixiviação. A lixiviação é o processo físico no qual os líquidos presentes nos resíduos sólidos são liberados durante o processo de decomposição e depois migram pelo perfil do solo. Com a infiltração de águas da chuva, esse líquido pode permear as camadas de fundo dos locais de disposição e contaminar as águas subterrâneas. Também pode ser transportado superficialmente para os mananciais próximos e, dessa forma, possibilitar a entrada dos metais na cadeia alimentar e conseqüente acúmulo e contaminação do fator biótico (Oliveira e Jucá, 2004; Pradeep et al., 2005; Korf et al., 2008).

Na projeção das plumas de fase dissolvidas observamos as maiores concentrações no PM-06, este que se encontra na base do aterro no ponto mais baixo com fluxo preferencial para aquele sentido. Neste mesmo ponto onde foi identificada a presença das SQIs anilina (705,15 ug/l), TPH Total (12440,83 ug/l), arsênio (423,7 ug/l), cromo (1273,0 ug/l), molibdênio (384,6 ug/l), níquel (162,6 ug/l), selênio (11,56 ug/l), arsênio dissolvido (399,2 ug/l), cromo dissolvido (811,0 ug/l), molibdênio dissolvido (348,2 ug/l) e níquel dissolvido (146,2 ug/l), substâncias essas que não se fizeram presente nos demais poços de monitoramento (exceto TPH Total)

As SQIs identificadas no PM-06 estão relacionadas à composição dos resíduos depositos na área que vem sofrendo com a decomposição e lixiviação para a água subterrânea, uma vez que o aterro quando em funcionamento não operava de forma adequada, depositando todo e qualquer tipo de resíduo.

Para os demais poços de monitoramento observamos a presença das SQIs TPH Total (PM-03, PMN-07, PM-09, PM-10 e PM-16), Bário (PM-03, PM-09, PM-10 e PM-13), Chumbo (PM-01, PMN-02, PM-03, PM-04, PM-05, PM-08, PM-09, PM-12, PM-13 e PM-14) e Bário Dissolvido (PM-10).

A anilina, composto este que é derivado de fabricação de produtos farmacêuticos, herbicidas, fungicidas, corantes, acelerados e anti-oxidantes para borrachas, resíduos estes que foram depositos na área.

A presença de TPH Total é frequentemente utilizada para a avaliação de uma contaminação proveniente de petróleo que fornece informações sobre a concentração dos hidrocarbonetos totais presentes em determinada amostra. Portanto podemos dizer que o lixão recebeu diversos tipos de resíduos com derivação do petróleo, que para uma melhor interpretação dos resultados é recomendado à análise de TPH fingerprint que fornecerá as derivações das cadeias de carbono (C6-C11 gasolina, C10-C28 diesel, C21-C35 óleo).

Destaca-se que os íons metálicos apresentam baixa mobilidade no ambiente e sua disponibilização para o meio está diretamente relacionado às variações físico químicas principalmente dos valores de pH e Eh o que pode propiciar sua mobilização e/ou precipitação sob a forma de óxidos, hidróxidos ou oxi-hidróxidos.

É importante salientar que os metais pesados não são voláteis (não se convertem em gases explosivos ou tóxicos, exceção ao mercúrio e o cromo hexavalente), e a sua solubilidade e mobilização dependem de fatores como:

Associação do metal com partículas móveis de tamanho coloidal – em geral matéria orgânica; Concorrência com outros componentes do solo, que podem ser resíduos orgânicos e inorgânicos e sítios de adsorção; Mudança no ambiente ao longo do tempo como: degradação de resíduos orgânicos, alterações de pH e potencial redox.

Os **metais totais** encontram-se associados ao material particulado, são menos disponíveis geoquimicamente e apresentam menor tendência a serem disponibilizados para a coluna d'água.

Esta fração particulada caracteriza-se por uma grande diversidade de composições constituída por combinações de materiais inorgânicos como grão argila, oxi-hidróxidos metálicos, matéria orgânica além de partículas inorgânicas recobertas pela matéria orgânica.

Desta forma, tem-se que a detecção de metais totais com altas concentrações **indicando risco potencial**, pois em função das variações geoquímicas na área, estes podem se solubilizar e, desta forma, indicar risco efetivo para contaminação da água subterrânea.

### **10.3) Medições de Gases nos poços de Monitoramento Instalados.**

De acordo com o procedimento para investigação de passivo ambientais em área de destinação final de resíduos sólidos urbanos, foram realizadas as aferições de acordo com o método de execução da purga do poço de monitoramento.

Foram monitorados todos os poços de monitoramentos de gases instalados na atual campanha, 15 poços de monitoramento de gases, com profundidade média de 5,0 metros.

Após a instalação dos poços de avaliação de gases, foram executados os monitoramentos da rede recém-instalada. Para o monitoramento foram utilizados equipamentos de campo que permitam a execução de medidas da presença qualitativa e semi quantitativa de Metano, Oxigênio e Limite Inferior de Inflamabilidade (LIE ou LEL).

A campanha de medições de gases realizadas dia 14/06/2020 nos poços de monitoramento instalados na área do antigo lixão para CH<sub>4</sub>, apresentaram risco de explosividade.

**Tabela 44.0** apresenta os resultados das medições de gases realizadas

| Discriminação dos Poços | VOC (ppm) | O %  | CO <sub>2</sub> (ppm) | CH <sub>4</sub> % vol |
|-------------------------|-----------|------|-----------------------|-----------------------|
| PMG-01                  | 441       | 9,90 | 11,0                  | 37,1                  |
| PMG-02                  | 62,0      | 0,30 | 36,0                  | >>>%                  |
| PMG-03                  | 56,0      | 0,60 | 30,1                  | 89,0                  |
| PMG-04                  | 70,0      | 9,20 | 4,60                  | 46,6                  |
| PMG-05                  | OL        | 19,8 | 0,00                  | 1,50                  |
| PMG-06                  | 835       | 19,5 | 1,70                  | 8,60                  |
| PMG-07                  | OL        | 21,2 | 0,00                  | 1,60                  |
| PMG-08                  | OL        | 20,7 | 0,30                  | 2,10                  |
| PMG-09                  | OL        | 19,7 | 1,90                  | 2,70                  |
| PMG-10                  | OL        | 17,2 | 5,00                  | 3,40                  |
| PMG-11                  | OL        | 14,1 | 7,80                  | 5,20                  |
| PMG-12                  | OL        | 19,7 | 1,30                  | 3,70                  |
| PMG-13                  | OL        | 19,0 | 2,00                  | 10,0                  |
| PMG-14                  | 73,0      | 9,40 | 10,5                  | 43,5                  |
| PMG-15                  | OL        | 9,30 | 14,5                  | 28,8                  |

**Notas:** Conversões de unidades: 1%vol = 10.000 ppm / 1%vol de CH<sub>4</sub> = 20% LEL / Unidade %mol/mol equivalente a unidade %vol  
 >>>% maior que o limite de detecção do aparelho – GEM 2000  
 OL – Limite de detecção do equipamento Gasalert micro 5 PID

A delimitação da pluma de metano foi feita pelo valor de 1% v/v (10 000 ppmv), fazendo-se as estratificações necessárias na pluma para se identificar os pontos com maiores concentrações (“hot spots”), o que facilitará na tomada de decisão quanto à necessidade de drenagem desse gás.

Todas as medições realizadas detectaram CH<sub>4</sub> % volume de ar acima de 1% v/v, portanto serão apresentadas medidas emergenciais para eliminar possíveis riscos de explosões na área do aterro. A **Figura 57.0** demonstram a extensão espacial da pluma de CH<sub>4</sub>%.

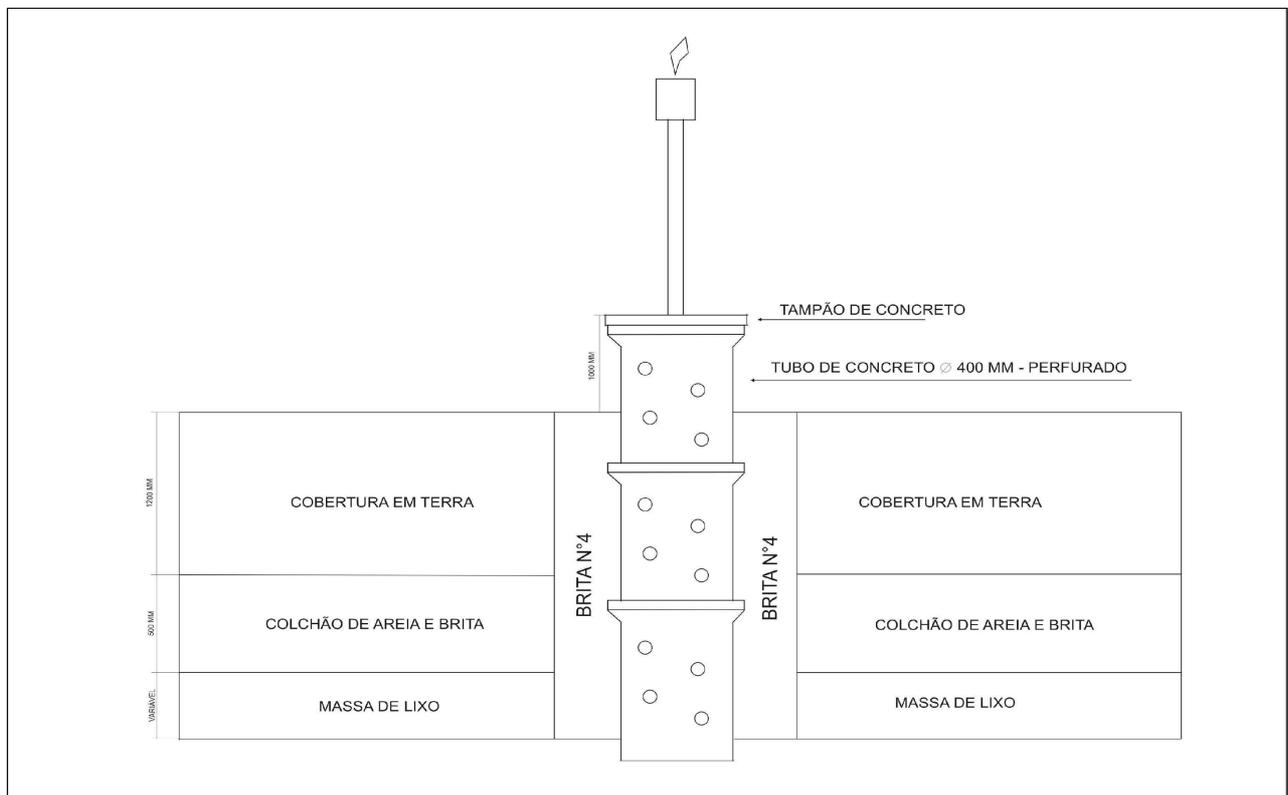
### 10.3.1) Medidas Emergenciais

As principais emissões atmosféricas na área do aterro na fase pós-encerramento das atividades de disposição de resíduos estão relacionadas com emissões de biogases, dentre este o metano (CH<sub>4</sub>). Os biogases, além de serem os responsáveis pelo efeito estufa, apresentam alto poder de combustão, portanto, a sua geração no aterro, a profusão para atmosfera e os riscos de explosões na área do aterro devem ser monitorados. O monitoramento quantitativo de biogases por um período de tempo poderá indicar a evolução da estabilização da matéria orgânica (principal produtora destes gases) no interior do aterro. A manutenção e

inspeção dos queimadores de biogases devem ser objetos de atenção constante, até o momento que estes não ofereçam riscos em razão do decaimento da produção.

Face ao impacto ocasionado pelas emissões citadas e em função das altas concentrações de CH<sub>4</sub>% vol. apresentadas na medição realizada na área em Junho/2020, indicamos a instalações de drenos de gases nas proximidades dos pontos que apresentam as maiores concentrações.

Os drenos verticais de gás deverão ser instalados nas proximidades das maiores concentrações de aferidas em campo, formados por cilindro de brita n°4, envolto por malha de aço, tipo alambrado, com um tubo de concreto (diâmetro de 400 mm), totalmente perfurado. Na parte superior dos drenos, acima da camada de cobertura final do aterro deverá ser implantado um tampo de concreto selando o dreno e no seu ápice o flair que possui ponta de aço que seja queimado os gases coletados. A **Figura 58.0** Ilustra os drenos de gases sugeridos para instalações.



A **Figura 57.0** Ilustra os drenos de gases sugeridos para instalações.

### Legenda

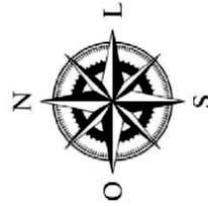
-  Perímetro do Aterro
-  Rede de Drenagem
-  PMGs de gás instalados

Projeto: Avaliação Preliminar e  
Investigação Confirmatória

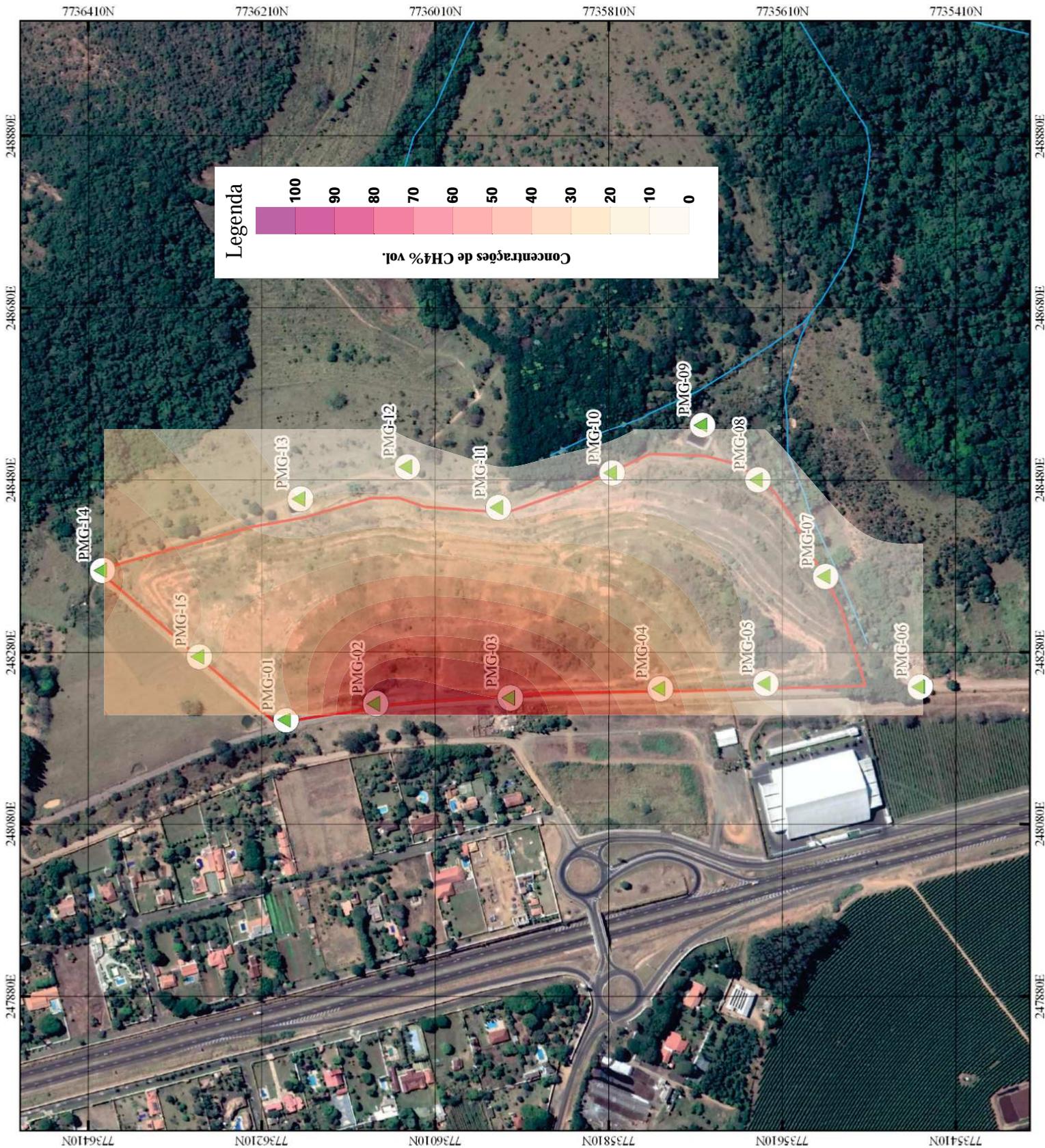
Figura 58.0 Extensão espacial da pluma  
de CH<sub>4</sub>

Local: Aterro da Fazenda Municipal de  
Franca

Coordenadas Geográficas  
UTM: 248328,00 m E / 7735978,00 m S



ESCALA 1:6000



## **11) CONSIDERAÇÕES FINAIS E MODELO CONCEITUAL ATUALIZADO (MCA-02).**

A partir da compilação dos resultados obtidos na Etapa I da Avaliação Preliminar e Etapa II da Investigação Confirmatória foi possível elaborar um modelo conceitual atualizado para a área, no qual se propõem a situação ambiental mais representativa do local de interesse.

O empreendimento em questão neste estudo se encontra no perímetro do município de Franca (SP), localizando na microbacia do Córrego do Pouso Alto, esta que recebe influência do aterro (lixão), a oeste que tem como divisor a Rodovia Cândido Portinari encontram-se as microbacias do Ribeirão do Salgado e Córrego da Terra Vermelha. No levantamento do uso e ocupação do solo foram identificados uso agrícola, industrial, e locais de lazer “chácaras”, com uma grande quantidade de poços profundo instalados e não outorgados, conforme identificamos in situ no entorno imediato.

Para agravamento da situação, verificou-se tratar de uma área de encostas onde ocorrem nascentes em sua porção intermediária, formando cabeceiras de drenagens e córregos, os quais são utilizados pelas propriedades a jusante para criação e abastecimento domésticos, e que contribuem para a microbacia do Córrego do Pouso Alto, afluente da Bacia Hidrográfica do Rio das Canoas, a cerca de 13,0 km a leste do aterro, tributário do Rio Grande.

Na base do maciço, mais especificamente a sul encontra-se uma das nascentes do Córrego do Pouso Alto, e a leste identificamos outra nascente, distante aproximadamente 300 metros da área, a norte é identificado um olho d’água distante aproximadamente 180 metros, com vegetações preservadas nas APP. De acordo com o Decreto nº 10.755/77 os afluentes do Córrego do Pouso Alto são classificados em classe 2. Pertencem à Classe 2 todos os corpos d’água, exceto os alhures classificados.

Mediante levantamento no site da CETESB, 2019, “Relação de áreas Contaminadas” não foram identificadas áreas classificadas em ACI, ACRI, ACRE, ACRu e AME, identificamos no entorno imediato áreas classificadas em APs e ASs.

Inicialmente foram realizadas 100 aferições superficiais distribuídas em todo o aterro “lixão” e entorno para determinação de teores de metano, onde os resultados apresentados indicaram ocorrência CH<sub>4</sub> % vol. de ar acima de 1% v/v em boa parte das aferições, indicando risco para área e receptores, viabilizando a execução dos trabalhos subsequentes.

O estudo geofísico realizado utilizou-se das técnicas de Sondagens Elétricas (SEV) e Caminhamento Elétrico (CE) apresentando os seguintes resultados:

Elevadas concentrações de íons em contaminações provenientes de aterro e seu comportamento no ambiente geológico, caracterizado como condutor elétrico contrastante em relação ao ambiente natural. Valores de resistividade abaixo de 50 ohm.m pode estar associado a elevadas concentrações de sais dissolvidos e conseqüentemente, com elevado grau de contaminação, que gradualmente passa para níveis com menor grau de contaminação.

Identificado nos elementos SEV e CE, a pluma de chorume se propaga em todas as direções do aterro de forma dendrítica em profundidades entre 5 e 50 metros abaixo da superfície, o fluxo se dá com mais intensidade no sentido do declive do terreno, para leste.

Após a conclusão das etapas anteriores que viabilizou a Etapa II “Investigação Confirmatória” dimensionando de forma a oferecer subsídios para a confirmação da existência da contaminação na área, em pontos direcionados pelo potencial de contaminação.

Visando a avaliação das águas subterrâneas do terreno de interesse, potencialmente susceptíveis às atividades antrópicas exercidas sobre a superfície do avaliado e ainda entorno imediato, foram locados na presente etapa de investigação ambiental, 15 sondagens e instalados 15 poços de monitoramento da água subterrânea em todo o perímetro do aterro, dos quais 03 poços de monitoramento multinível.

Nas sondagens executadas foram coletadas amostras de solo em várias profundidades e realizados ensaios físicos em campo, caracterizando um solo argiloso de coloração marrom escuro, e em algumas profundidades marrom claro, classificando o solo em fração de argila.

Após as instalações dos poços de monitoramento os mesmos foram amostrados por laboratório devidamente acreditado na ISOIEC 17025, as amostras foram encaminhadas para análise no mesmo laboratório. Os resultados analíticos indicaram concentrações das SQIs **Anilina, TPH Total, Arsênio, Bário, Chumbo, Cromo, Molibdênio, Níquel, Selênio, Arsênio Dissolvido, Bário Dissolvido, Cromo Dissolvido, Molibdênio Dissolvido e Níquel Dissolvido** acima dos valores de intervenção preconizados para a área. Portanto as plumas de contaminações extrapolam a área do aterro, atingindo receptores externos.

Visto que o aterro é um potencial gerador de gases e que no estudo de avaliação superficial, mais especificamente na malha dos 100 pontos de aferições de gases que detectou valores de CH<sub>4</sub> % vol. de ar acima de 1% v/v que norteou para a investigação dos gases na área, com a execução de 15 sondagens adicional ao lado dos poços de monitoramento instalada e distribuída no perímetro do aterro, e instalações de 15 poços de monitoramento de gases, com a finalidade de monitorar a geração de gases e risco para os receptores locais e de seu entorno.

No dia 14 de Junho de 2020 foram realizadas as campanhas de monitoramento de gases em todos os poços de monitoramento de gases instalados. Para o monitoramento dos poços de gases instalados na área foram utilizados os equipamentos GEM 2000 da Landtec e GasAlert Micro 5 PID.

Todas as medições realizadas detectaram CH<sub>4</sub> % volume de ar acima de 1% v/v, portanto sugerimos medidas emergenciais para eliminar possíveis riscos de explosões na área do aterro.

Face ao impacto ocasionado pelas emissões citadas e em função das altas concentrações de CH<sub>4</sub>% vol. apresentadas na medição realizada na área em Junho/2020, sugerimos a instalações de drenos de gases nas proximidades dos pontos que apresentam as maiores concentrações.

Os drenos verticais de gás deverão ser instalados nas proximidades das maiores concentrações de aferidas em campo, formados por cilindro de brita nº4, envolto por malha de aço, tipo alambrado, com um tubo de concreto (diâmetro de 400 mm), totalmente perfurado. Na parte superior dos drenos, acima da camada de cobertura final do aterro deverá ser implantado um tampo de concreto selando o dreno e no seu ápice o flair que possui ponta de aço que seja queimado os gases coletados.

Assim, seguindo os procedimentos da DD 038/2017/C de 07 de fevereiro de 2017, a área foi classificada como **ÁREA CONTAMINADA SOB INVESTIGAÇÃO (ACI)** em virtude da detecção de **Anilina, TPH Total, Arsênio, Bário, Chumbo, Cromo, Molibdênio, Níquel, Selênio, Arsênio Dissolvido, Bário Dissolvido, Cromo Dissolvido, Molibdênio Dissolvido e Níquel Dissolvido** acima do valor de intervenção na água subterrânea e concentrações de CH<sub>4</sub> % vol. de ar com risco de explosividade.

De maneira a eliminar possíveis riscos, seguindo os procedimentos estabelecidos no Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas – CETESB **recomendou-se** a continuidade dos trabalhos ambientais através do desenvolvimento da FASE III – da NBR 15.515- 3: Avaliação de passivo ambiental em solo e água subterrânea Parte 3 – Investigação Detalhada e NBR. 16.209 e Avaliação de risco a saúde humana (através das Planilhas de Avaliação de Risco CETESB, 2013), devendo o Modelo Conceitual de o Avaliado ser consolidado neste relatório, pois devido à inexistência de contaminação a área em questão apresenta-se em conformidade com o Processo de Gerenciamento Ambiental.

Na **Tabela 45.0 - Figura 59.0** é apresentada de forma resumida, o Modelo Conceitual Atualizado para a área em questão, a partir do qual serão conduzidas as etapas ambientais seguintes do Processo de Gerenciamento Ambiental.

**Tabela 45.0 – Modelo Conceitual (CMA-02)**

| Fontes potenciais de contaminação | Classificação | Substâncias Químicas Associadas   | Mecanismos Primários de liberação  | Mecanismos Secundário de liberação   | Meios Potencialmente Impactados            | Receptores / Bens a proteger  | Próxima Etapa  |
|-----------------------------------|---------------|---|--|--|--|---|--|
| Aterro “lixão”                    | ACI           | Anilina, TPH Total, Arsênio, Bário, Chumbo, Cromo, Molibdênio, Níquel, Selênio, Arsênio Dissolvido, Bário Dissolvido, Cromo Dissolvido, Molibdênio Dissolvido e Níquel Dissolvido.<br><br>CH4% vol de ar. | Infiltração e escoamento direto no solo.<br>Lixiviação de elementos provenientes do depósito resíduos.<br>Transporte pelas águas subterrâneas.<br><br>Decomposição de elementos provenientes do depósito resíduos. | Infiltração<br>Lixiviação<br>Advecção<br>Disperção<br>Difusão<br>Volatilização | Água Subterrânea<br><br><br><br><br><br>AR | Água subterrânea, ar, trabalhadores do entorno, fauna, flora e residentes rurais. | Investigação Detalhada, Análise de Risco e Plano de Intervenção. |



# GEO-ANALÍTICA

## Legenda

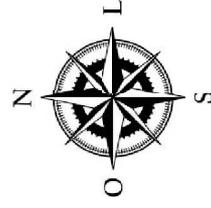
- Perímetro do Aterro
- Rede de Drenagem
- ▲ PMs de água sub. instalados
- ▲ PMGs de gás instalados
- ACI - Área Contaminada sob invs.
- Maiores concentrações identificadas na água subterrânea para as SQTs Anilina, TPH Total, Arsênio, Cromo, Molibdênio, Níquel, Zinco, Arsênio Dissolvido, Cromo Dissolvido e Níquel Dissolvido.
- Maiores concentrações identificadas na água subterrânea para as SQTs Bário e Bário Dissolvido.
- Maior concentração identificada na água subterrânea para a SQT Chumbo
- Maior concentração medida em campo de CH<sub>4</sub>% vol.

Projeto: Avaliação Preliminar e Investigação Confirmatória

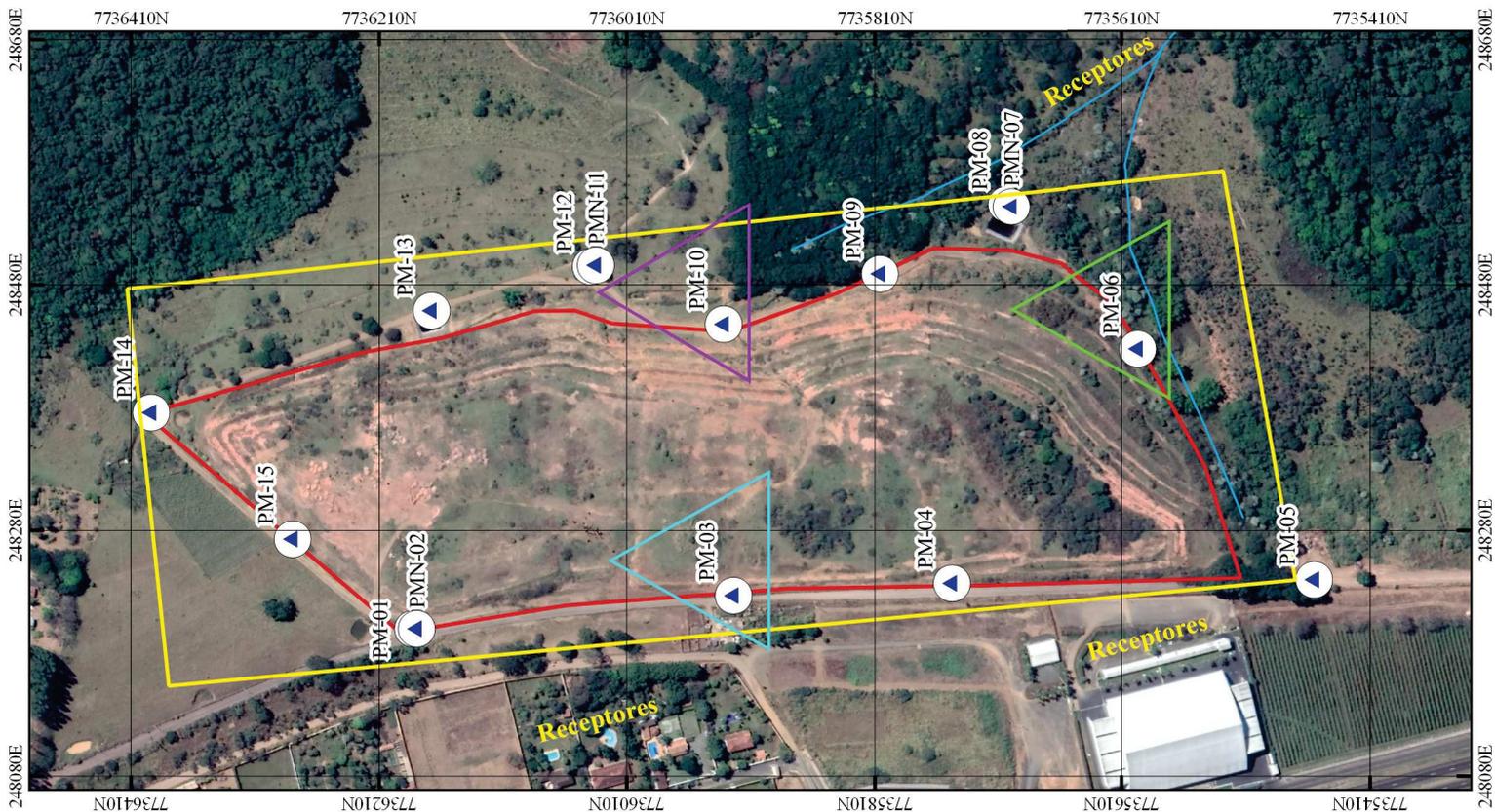
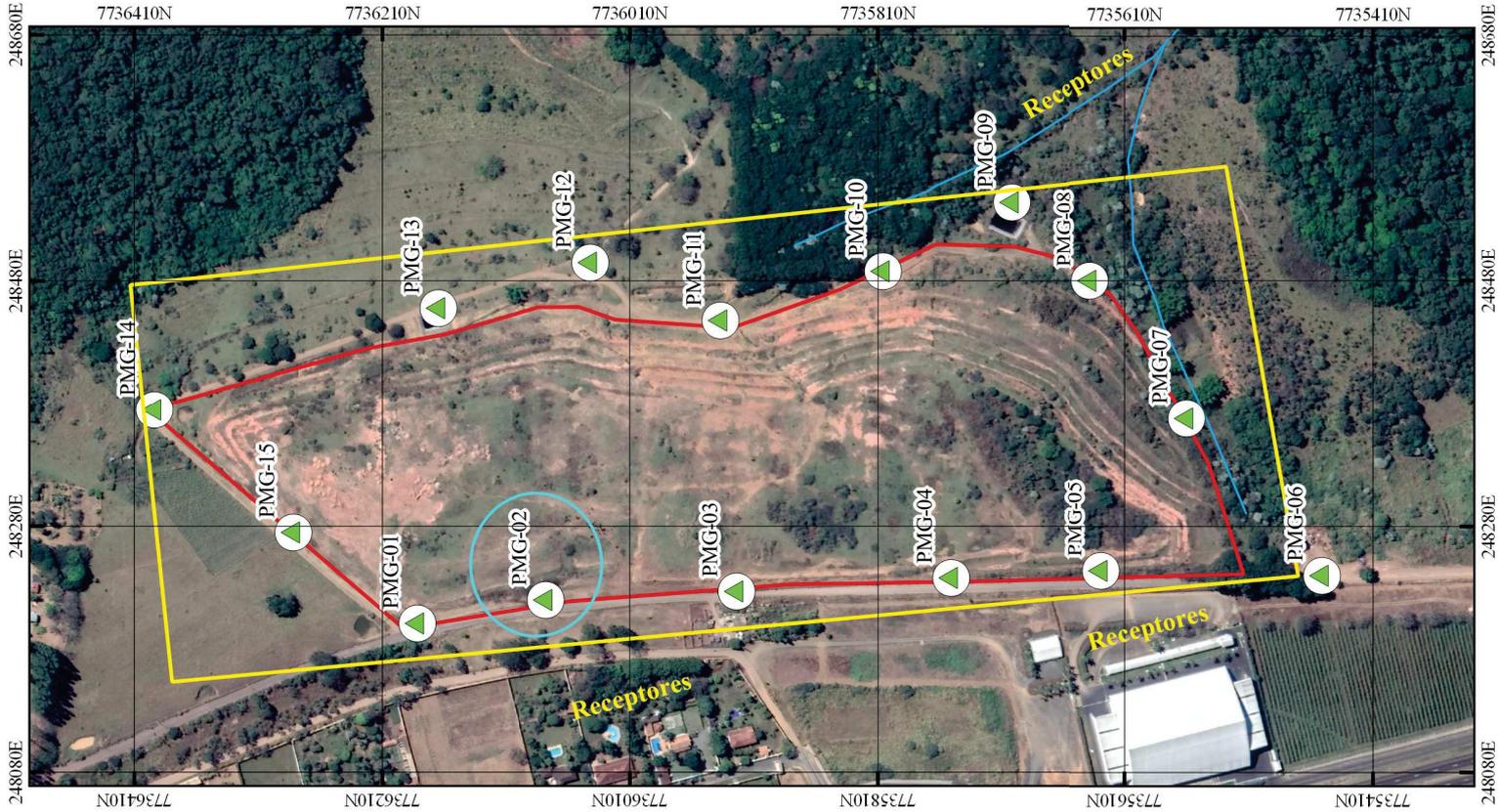
Figura 59.0 Modelo Conceitual Atualizado (MCA-002)

Local: Aterro da Fazenda Municipal de Franca

Coordenadas Geográficas  
UTM: 248328,00 m E / 7735978,00 m S

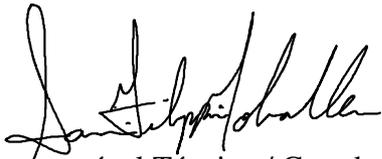


ESCALA 1:6000



## 12) RESPONSABILIDADE TÉCNICA

Adamantina - SP, 07 de Dezembro de 2020.



Responsável Técnico / Coordenador  
**SAMIR FILIPPIN MOHALLEM**  
Eng° Ambiental Sênior  
CREA-SP 5062391636



Coordenador de Projetos  
**JHONATHAN TRTINDADE ZERBINI**  
Eng° Ambiental  
CREA-SP 5069299155  
CRQ N° 04366727



Coordenador de Projetos  
**ANTÔNIO CARLOS RIBEIRO**  
Geólogo Sênior  
CREA-SP 1200017588

### 13) BIBLIOGRAFIA

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2001 - NBR 13.786, Seleção de Equipamentos e Sistemas para Instalações Subterrâneas de Combustíveis em Postos de Serviços.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997 - NBR 13.895 - Construção de Poços de Monitoramento e Amostragem.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2007 - NBR 15.492 - Sondagem de reconhecimento para fins de qualidade ambiental - Procedimento.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15.495: Poços de monitoramento de águas subterrâneas em aquíferos granulares. Parte 1: Projeto e construção. 2007.

ATSDR. Chapter 3: Landfill Gas Safety and Health Issues. Disponível: <https://www.atsdr.cdc.gov/HAC/landfill/html/ch3.html> . Acesso: 18 Dez. 2019.

Boletim Paranaense de Geociências, n. 55, p. 53-66, 2004. Editora UFPR - Mapa Litoestratigráfico da Parte Oriental da Bacia Bauru (PR, SP, MG), Escala 1:1.000.000

CABRAL JR., M. (1991)- Avaliação do potencial metalogenético da Bacia do Paraná no Estado de São Paulo para depósitos sedimentares fosfáticos, evaporíticos e de metais-base. Rio Claro, SP. (Dissertação de Mestrado- Instituto de Geociências e Ciências Exatas/UNESP).

CETESB. Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas. São Paulo: CETESB, 2001. Disponível em: <[http://www.cetesb.sp.gov.br/Solo/areas\\_contaminadas/manual.asp](http://www.cetesb.sp.gov.br/Solo/areas_contaminadas/manual.asp)>. Acesso em: 10 fev. 2014.

CETESB. Relatório de Estabelecimento de Valores Orientadores para Solos e Águas Subterrâneas para o Estado de São Paulo. Decisão de Diretoria No 256/2016/E, de 22 de novembro de 2016.

CETESB. Decisão de Diretoria n° 38/2017/c, de fevereiro de 2017.

CETESB. Decisão de Diretoria n° 256/2016/e, de 22 de novembro de 2016.

CICERONE & OREMLAND, 1988. Disponível: <file:///C:/Users/Microsoft/Downloads/Vinicius%20Paiva%20Guedes.pdf>. Acesso: 17 Dez. 2019.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. Decisão de Diretoria N° 103/2007/C/E. Dispõe sobre procedimento para gerenciamento de áreas contaminadas. 2007.

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA - DAEE. Regionalização hidrológica do Estado de São Paulo. São Paulo: DAEE, 1999. 1 CD-ROM.

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA - DAEE. CONSÓRCIO JMR-ENGENCORPS. Síntese dos Planos de Bacia - Plano Estadual de Recursos Hídricos, 2004-2007. São Paulo: DAEE/ Consórcio JMR-ENGENCORPS, 2005. (Relatório n° 1/2005).

FERNANDES, L. A.; COIMBRA, A. M. A cobertura cretácea suprabasáltica no Estado do Paraná e Pontal do Paranapanema (SP): os grupos Bauru e Caiuá. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 37., 1992, São Paulo. Boletim de Resumos Expandidos. São Paulo: SBG, 1992. v. 2, p. 506-508.

FERNANDES, F. F. B. (2005) Estudo de Gases em Aterros de Resíduos Sólidos Urbanos - Dissertação Submetida ao Corpo Docente da Coordenação dos Programas de Pós-Graduação de Engenharia da

Universidade Federal do Rio de Janeiro como parte dos Requisitos Necessários para a Obtenção do Grau de Mestre em Ciências em Engenharia Civil.

GOOGLE. Google Earth Pro.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/default.php>>.

KRONA-CONSULTORIA E PROJETOS LTD. Fundamentos Sobre Gases Combustíveis. Disponível: . Acesso: 10 dez. 2019.

LANDIM, P.M.B.; SOARES, P.C.; GAMA JR., E. (1980)- Estratigrafia do nordeste da Bacia Sedimentar do Paraná. Curso de especialização: Convênio IPT-UNESP (inédito).

LEL AMBIENTAL. Disponível: <https://lelambiental.com.br/artigos-tecnicos/o-que-significa-gas-lel/>. Acesso: 18 Dez. 2019.

NUNES, J. O. R. Uma contribuição metodológica ao estudo da dinâmica da paisagem aplicada a escolha de áreas para construção de aterro sanitário em Presidente Prudente. Presidente Prudente, 2002. 211 p. Tese (Doutorado em Geografia com ênfase em Desenvolvimento Regional e Planejamento Ambiental) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista.

PINHEIRO, 2002 apud Filho, 2005. Disponível: [file:///C:/Users/Microsoft/Downloads/Luiz%20Fernandes%20de%20Brito%20Filho%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Microsoft/Downloads/Luiz%20Fernandes%20de%20Brito%20Filho%20(1).pdf). Acesso: 17 Dez. 2019.

Poncanõ W.L.. Stein D.P.. Almeida F.F.M., Almeida M.4., Melo M.S. 1982. A Formação ' Itaqueri e depósitos correlatos no Estado de São Paulo In: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia, 32, Salvador, Anais, 4: I 339- I 350.

Procedimento para investigação de passivos ambientais em áreas de destinação final de resíduos sólidos urbanos, emitido pela CETESB.

REAL, J.L.G. (2005) Riscos Ambientais em Aterros de Resíduos Sólidos com Ênfase na Emissão de Gases. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro Relatório de Qualidade das Águas Subterrâneas do Estado de São Paulo 2001- 2003.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Sistema de Informação de Águas Subterrâneas. Consulta de poços de captação. Disponível em: < <http://siagas.cprm.gov.br/wellshow/indice.asp>>.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. GEOBANK. Disponível em: < <http://geobank.sa.cprm.gov.br/>>.

TCHOBANOGLIOUS, G., THESEN, H., VIGIL, S.A. (1994). “Composicion Y Caractricas, Generacion, Movimento y Control de los Gases de Vertedoro”. Gestion Integral de Resíduos Sólidos, V. 1 MC Graw Hill

TCHOBANOGLIOUS, G., THIESEN, H., VIGIL, S. A.. Integrated solid waste management - engineering principles and management issues. New York: McGraw-Hill International Editions. 978 p, 1993.

VALGO Gestão e Monitoramento Ambiental Ltda. - Avaliação Preliminar, Investigação Ambiental Confirmatória e Avaliação De Risco Toxicológico a Saúde Humana.

## **14) ANEXOS**

**Anexo I** – Anotação de Responsabilidade Técnica (A.R.T.)

**Anexo II** – Declaração de Responsabilidade

**Anexo III** – Certificado de GEM 2000

**Anexo IV** – GasAlert Micro 5 PID

**Anexo V** – Perfis de Sondagens e Construtivos dos Poços de Monitoramento de Água Subterrânea

**Anexo VI** – Perfis de Sondagens e Construtivos dos Poços de Monitoramento de Gás

**Anexo VII** – Certificado de Calibração Multiparâmetro

**Anexo VIII** – Cadeia de Custódia, Check List e Resultados Analíticos dos Poços de Monitoramento das Águas Subterrâneas.

---

**Anexo I - Anotação de Responsabilidade Técnica (A.R.T.)**

---

**Anexo II - Declaração de Responsabilidade**

---

**Anexo III - Certificado de GEM 2000**

---

**Anexo IV - GasAlert Micro 5 PID**

---

**Anexo V - Perfis de Sondagens e Construtivos dos Poços de Monitoramento de Água Subterrânea**

---

**Anexo VI - Perfis de Sondagens e Construtivos dos Poços de Monitoramento de Gás**

---

**Anexo VII - Certificado de Calibração Multiparâmetro**

---

**Anexo VIII - Cadeia de Custódia, Check List e Resultados Analíticos dos Poços de Monitoramento das Águas Subterrâneas**