

## APRESENTAÇÃO

A YC Engenharia apresenta à CODEVASF – Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba, os **Levantamentos Geotécnicos** do Sistema de Esgoto Sanitário da cidade de **Matias Cardoso** / MG.

O trabalho foi desenvolvido com a orientação dos técnicos da CODEVASF, nas etapas de definições e diretrizes, tendo havido um acompanhamento efetivo e uma soma de esforços para o bom resultado do empreendimento.

O presente trabalho é composto dos seguintes volumes:

- Volume 1 – Estudo de Reconhecimento;
- Volume 2 – Estudo de Concepção e Viabilidade;
- Volume 3 – Levantamentos Topográficos;
- Volume 4 – Projeto Básico;
- **Volume 5 – Levantamentos Geotécnicos;**
- Volume 6 – Projeto Elétrico;
- Volume 7 – Projeto Estrutural;
- Volume 8 – Manual de Operação e Manutenção;
- Volume 9 – Resumo do Projeto.

**Data da Licitação:** 17/10/2007

**Contrato de Prestação de Serviço:** N° 0.06.08.0025.00

**Responsável Técnico:**

Luiz Casuo Yamatogi CREA 10.870/D - MG

**Coordenação:** CODEVASF

**N° do Edital:** 30/2007

**Ordem de Serviço:** N° 01

**Período:** 30/01/08 a 30/07/08

**Emissão:** Setembro/2008

**Revisão:** B-Fevereiro/2009



## **SUMÁRIO**

**VOLUME 5 – LEVANTAMENTOS GEOTÉCNICOS**

1. INTRODUÇÃO .....	5
2. CARACTERIZAÇÃO GEOTÉCNICA .....	7
3. ESTUDOS DESENVOLVIDOS .....	9
4. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	12
5. ANEXOS .....	15

## **1. INTRODUÇÃO**

## 1. INTRODUÇÃO

A área de implantação da ETE foi investigada em subsuperfície através de sondagens à percussão e a trado, com intuito de verificar a disposição espacial dos estratos e posição do NA, além de embasar as estimativas quanto as suas características geotécnicas de resistência ao cisalhamento, compressibilidade e permeabilidade.

As sondagens foram executadas em duas etapas, nos meses de maio e setembro/08, respectivamente.

O arranjo geral das estruturas de terra foi preliminarmente estabelecido a partir dos resultados das sondagens da primeira etapa: três sondagens à percussão (SP's 01 a 03).

Efetuuou-se a locação dos furos de sondagem da segunda etapa com base no arranjo estabelecido, sendo executadas quatro sondagens à percussão (SP's 04 e 07) e quatorze sondagens a trado (ST's 01 a 14), cujos resultados permitiram ampliar o conhecimento sobre o comportamento geotécnico do terreno de fundação e melhor adequar as estruturas de terra no detalhamento de projeto.

As informações obtidas nas investigações de campo alimentaram os modelos geotécnicos de estudo, que conduziram o desenvolvimento dos projetos de terraplenagem, de drenagem e impermeabilização.

Os estudos geotécnicos avaliaram de forma geral os itens rotineiros de projeto, como a classificação dos materiais de escavação e seu eventual emprego nos corpos de aterro, embaraço com água durante a execução da obra, geometria das estruturas de terra (através de análises de estabilidade de taludes/ recalques), dispositivos de drenagem e de impermeabilização de fundo das lagoas e dispositivos de proteção dos taludes, sendo efetivamente considerados os tidos como pertinentes/ relevantes, à luz das características específicas do projeto em questão.

As sondagens na área da ETE estão locadas em planta e seção, no projeto de terraplenagem e os boletins de sondagem encontram-se no volume anexo.

## **2. CARACTERIZAÇÃO GEOTÉCNICA**

## 2. CARACTERIZAÇÃO GEOTÉCNICA

O terreno de fundação é caracterizado por um depósito aluvionar constituído por camadas granulares alternadas de areia fina argilosa/ areia fina/ areia siltosa, medianamente compacta a muito compacta, apresentando puntualmente argila arenosa média à dura e silte arenoso muito compacto.

O NA não foi observado nas sondagens realizadas.

Os materiais explicitados nas sondagens indicam nos horizontes correspondentes aos dos fundos e laterais das lagoas, uma permeabilidade média do terreno natural da ordem de  $k = 10^{-4}$  cm/s, segundo valores típicos de materiais semelhantes.

.



### **3. ESTUDOS DESENVOLVIDOS**

### 3. ESTUDOS DESENVOLVIDOS

A caracterização geotécnica local associada ao arranjo geral das estruturas de terra permitiram vislumbrar os aspectos mais desfavoráveis, e assim, estabelecer as soluções mais adequadas à implantação da obra.

#### a) Estabilidade de taludes

As configurações geométricas dos taludes de corte e aterro foram estabelecidas e confirmadas com base nas análises de estabilidade de taludes, desenvolvidas pelo programa computacional Slope/W da GeoSlope, versão GeoStudio 2005 6.14, empregando o método consagrado de Spencer, sendo verificadas as situações mais desfavoráveis:

Lagoa Anaeróbia 1- Talude interno esquerdo (seção em corte e aterro) – Perfil 2.

A estimativa dos parâmetros geotécnicos para os solos envolvidos foi definida a partir de correlações com os resultados do índice de resistência a penetração (N) do ensaio SPT (das sondagens a percussão) e do conhecimento técnico de materiais semelhantes.

Os seguintes parâmetros geotécnicos foram adotados:

MATERIAL - descrição	— N	Parâmetros			
		$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\gamma_{sat}$ (kN/m <sup>3</sup> )	c (kPa)	$\phi$
Aterro (solo local compactado) – areia fina argilosa	—	19	—	15	30°
Terreno de fundação (aluvião) – areia fina/ areia fina siltosa compacta	9	18	—	5	35°
Terreno de fundação (aluvião) – areia fina argilo- siltosa compacta	22	19	—	20	30°

ref. SP 04

O quadro abaixo apresenta uma síntese do estudo de estabilidade de taludes desenvolvido:

Análises	Fator de segurança <sup>(1 e 2)</sup>
1. Lagoa Anaeróbia 1 – Talude interno esquerdo – Perfil 2	2,25

NOTAS:

Fator de segurança mínimo adotado,  $F_{\min} = 1,50$ ;

Características das superfícies de menor fator de segurança - ver modelos geotécnicos em anexo.

O resultado indica, em linhas gerais, que a configuração geométrica das estruturas de terra adotada em projeto mostra-se adequada, já que a seção mais desfavorável acusa fator de segurança  $F > 1,50$ , devendo-se ainda considerar a tendência de maior estabilização com o enchimento das lagoas.

b) Estimativa de recalques

A sobrecarga imposta ao terreno de fundação pelos corpos de aterro ( $h_{\max} = 3,0\text{m}$ ) associada às características geotécnicas das camadas de solo e a posição do NA local (caso ocorra, encontra-se à profundidade superior a atingida pelas sondagens), não conduzirão a recalques significativos, podendo ser descartada qualquer preocupação a respeito.

c) Dispositivos de impermeabilização

A permeabilidade média do terreno natural nos horizontes de escavação atingindo valores da ordem de  $k = 10^{-4} \text{ cm/s}$  induz à necessidade de implantação de dispositivos de impermeabilização nos fundos e laterais (em corte) das lagoas, aventando-se a possibilidade de emprego de camada impermeável de argila e como alternativa, a adoção de geomembrana de PEAD.

## **4. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES**

#### 4. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Os estudos de estabilidade dos taludes e características de deformação (recalques) do terreno de fundação para as condições mais desfavoráveis confirmam a adequabilidade da configuração geométrica final das estruturas de terra previstas no projeto.

Os corpos de aterro deverão ser constituídos por solo argiloso de áreas de empréstimo próximas, através de compactação sucessiva de camadas soltas e regularizadas de 25 cm de espessura, com controle tecnológico por camada, admitindo um grau de compactação  $GC \geq 95\%$  e desvio de umidade  $\Delta w = \pm 2\%$ .

Descarta-se a necessidade de implantação de sobre-alturas nas cristas dos aterros para compensar eventuais recalques pós-construtivos, pois serão insignificantes.

As escavações para as configurações dos cortes serão plenamente desenvolvidas em material de 1ª categoria sem embaraço com água.

Os materiais explicitados nas sondagens indicaram nos horizontes dos fundos e laterais das lagoas, uma permeabilidade média elevada do terreno natural (da ordem de

$k = 10^{-4}$  cm/s), induzindo à necessidade de dispositivos de impermeabilização, sendo cogitadas as soluções por camada impermeável de argila ou por geomembrana de PEAD.

A possibilidade de ocorrência de trincas de ressecamento na camada impermeável de argila exige manutenção constante da massa acima do NA. das lagoas, o que condiciona sobremaneira a uma ineficiência nas faces laterais expostas. A camada de fundo deverá trabalhar sempre submersa, o que dificulta a operação do sistema, principalmente no seu início. Tal impermeabilização, via de regra, é cara e não muito confiável.

O emprego de camada impermeável de argila no fundo e geomembrana de PEAD nas laterais poderia ser tomado como solução. Porém, recomenda-se a geomembrana de PEAD recobrendo paredes e fundos das lagoas, pela facilidade de aplicação e confiança na sua estanqueidade resultante.

A geomembrana de PEAD de 0,8mm de espessura mostra-se adequada aos serviços de impermeabilização.

As posições do NA local, conforme os resultados das sondagens executadas, denotam a impossibilidade de interceptação do lençol freático durante as escavações, sendo desnecessária a implantação de drenagem de fundo ou mesmo dispositivos interceptadores de fluxo. Prevê-se apenas a implantação de camada drenante de 10cm de espessura (areia fina lavada compactada por circulação d'água) no fundo das lagoas para o assentamento/ acomodação da geomembrana de PEAD. Tal camada poderá ser eliminada nas porções de fundo das lagoas onde o terreno natural denotar características drenantes.

Os desenhos de projeto contemplam as recomendações acima expostas.

## **5. ANEXOS**

## **5. ANEXOS**

1. Boletins de Sondagem

2. Análises de Estabilidade

2.1 Lagoa Anaeróbia 1 – Talude interno esquerdo (seção em corte e aterro) –

Perfil 2

3. Desenho Locações dos Furos de Sondagem

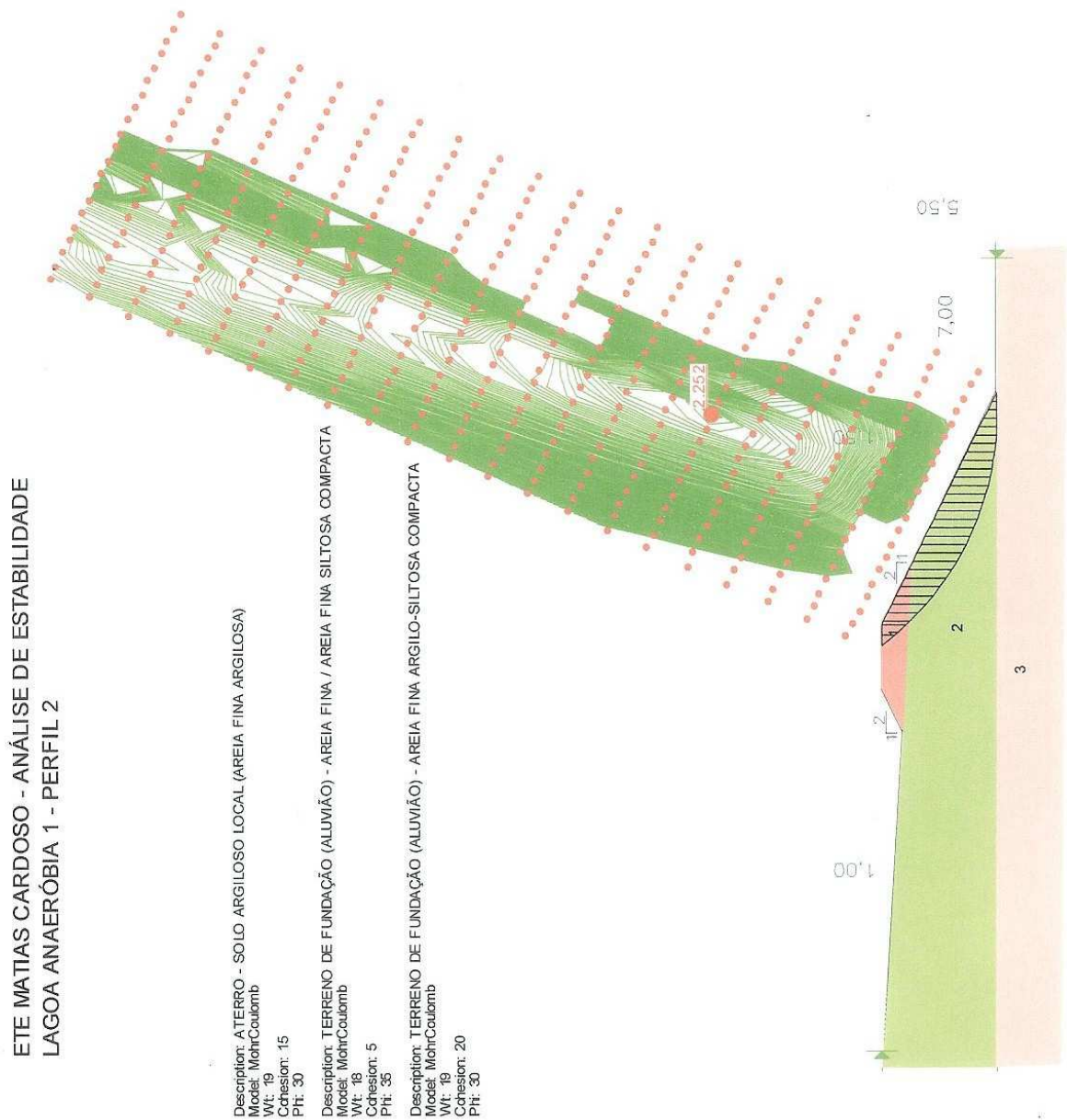


## **1. BOLETINS DE SONDAGEM**

INSERIR BOLETINS

## 2. ANÁLISES DE ESTABILIDADE

### 2.1 LAGOA ANAERÓBIA 1 – TALUDE INTERNO ESQUERDO (SEÇÃO EM CORTE E ATERRO) – PERFIL 2



### **3. DESENHO LOCAÇÕES DOS FUROS DE SONDAGEM**

INSERIR DESENHOS