

Contrato N° 178/2015  
Processo MEM/006904/2015  
(Projeto Executivo – 11 Metas)

**PROJETO FINAL DE ENGENHARIA (PROJETO  
EXECUTIVO) DE PAVIMENTAÇÃO DE RUAS E  
AVENIDAS, CICLOVIAS/CICLOFAIXAS, CALÇA-  
DAS E UM VIADUTO NA ZONA URBANA DO  
MUNICÍPIO DE PELOTAS/RS**

**AV. VISCONDESSA DA GRAÇA**  
**RELATÓRIO FINAL**  
**RF01.1 (META 1.01)**  
**VOLUME 1 – MEMORIAL DESCRITIVO**



**Engeplus**  
engenharia e consultoria Ltda.

(MAIO/2016)

### QUADRO DE CODIFICAÇÃO DO DOCUMENTO

| Código:              | EG0190-R-AVG-RF01.1-02                      |            |                     |         |
|----------------------|---|------------|---------------------|---------|
| Título do Documento: | RELATÓRIO FINAL Vol.1 – Memorial Descritivo |            |                     |         |
| Aprovador:           | GLAUBER C. SILVEIRA                         |            |                     |         |
| Data da Aprovação:   | 12/05/2016                                  |            |                     |         |
| Controle de Revisões |   |            |                     |         |
| Nº da Revisão        | Natureza/Justificativa                      | Aprovação  |                     |         |
|                      |   | Data       | Responsável         | Rubrica |
| 00                   | Emissão Inicial – Minuta do Relatório Final | 20/01/2016 | Glauber C. Silveira | G.C.S.  |
| 01                   | Relatório Final                             | 29/03/2016 | Glauber C. Silveira | G.C.S.  |
| 02                   | Relatório Final Revisado                    | 12/05/2016 | Glauber C. Silveira | G.C.S.  |

## ÍNDICE

# **PROJETO FINAL DE ENGENHARIA (PROJETO EXECUTIVO) DE PAVIMENTAÇÃO DE RUAS E AVENIDAS, CICLOVIAS/CICLOFAIXAS, CALÇADAS E UM VIADUTO NA ZONA URBANA DO MUNICÍPIO DE PELOTAS/RS**

## **RELATÓRIO FINAL Vol.1 RF-01.1 (Meta 1)**

### **ÍNDICE**

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>1</b> | <b>CONSIDERAÇÕES INICIAIS SOBRE O TRABALHO .....</b>         | <b>1</b>  |
| 1.1      | Identificação do Contrato de Prestação de Serviços.....      | 2         |
| 1.2      | Localização e Abrangência dos Serviços .....                 | 2         |
| 1.3      | Escopo e Objetivo dos Serviços .....                         | 4         |
| 1.4      | Conteúdo do Presente Relatório .....                         | 4         |
| <b>2</b> | <b>ESTUDOS REALIZADOS .....</b>                              | <b>5</b>  |
| 2.1      | Coleta de Dados e Informações de Interesse .....             | 6         |
| 2.1.1    | Projeto do DNIT Existente .....                              | 6         |
| 2.1.2    | Cadastro Técnico das Redes de Água e Esgoto.....             | 6         |
| 2.1.3    | Reconhecimento de Campo .....                                | 6         |
| 2.1.4    | Abrigos e Frequência de Linhas de Ônibus .....               | 6         |
| 2.2      | Levantamento Planialtimétrico Cadastral.....                 | 6         |
| 2.3      | Estudos Geotécnicos.....                                     | 7         |
| 2.3.1    | Sondagens do Subleito.....                                   | 8         |
| 2.3.2    | Ensaio Geotécnicos .....                                     | 9         |
| 2.3.3    | Determinação do ISP .....                                    | 9         |
| 2.3.4    | Ocorrências de Materiais de Construção.....                  | 10        |
| 2.4      | Estudos de Tráfego .....                                     | 11        |
| 2.5      | Estudos Hidrológicos.....                                    | 13        |
| 2.5.1    | Características da Precipitação Máxima .....                 | 13        |
| 2.5.2    | Método Racional.....   | 13        |
| <b>3</b> | <b>PROJETOS DESENVOLVIDOS .....</b>                          | <b>15</b> |
| 3.1      | Projeto Geométrico .....                                     | 16        |
| 3.1.1    | Projeto Planialtimétrico .....                               | 16        |
| 3.1.2    | Seções Transversais .....                                    | 17        |
| 3.2      | Projeto de Terraplenagem.....                                | 17        |
| 3.2.1    | Cálculo de Volumes de Terraplenagem.....                     | 17        |
| 3.2.2    | Análise do Projeto Geométrico e das Seções Transversais..... | 17        |
| 3.2.3    | Desenho dos Gabaritos .....                                  | 17        |

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 3.2.4 | Processo de Cálculo dos Volumes .....                           | 17 |
| 3.2.5 | Especificações Técnicas – Terraplenagem.....                    | 19 |
| 3.3   | Projeto de Pavimentação .....                                   | 19 |
| 3.3.1 | Definição da Estrutura do Pavimento.....                        | 20 |
| 3.3.2 | Reforço do Pavimento .....                                      | 21 |
| 3.3.3 | Definição da Estrutura do Pavimento em Concreto - Paradas ..... | 22 |
| 3.3.4 | Especificações Técnicas – Pavimentação .....                    | 24 |
| 3.4   | Passeios e Rampas.....  | 24 |
| 3.5   | Abrigos nas Paradas de Ônibus .....                             | 25 |
| 3.6   | Projeto de Drenagem Superficial .....                           | 25 |
| 3.6.1 | Período de Retorno .....  | 26 |
| 3.6.2 | Período de Retorno .....  | 26 |
| 3.6.3 | Intensidade da Chuva.....                                       | 26 |
| 3.6.4 | Vazões de Projeto – Método Racional.....                        | 27 |
| 3.6.5 | Concepção da Rede e Dispositivos de Drenagem.....               | 27 |
| 3.6.6 | Cálculos Hidráulicos .....                                      | 28 |
| 3.6.7 | Planilha de Dimensionamento da Rede.....                        | 29 |
| 3.7   | Projeto de Rede Coletora de Esgoto Sanitário .....              | 31 |
| 3.7.1 | Dados Coletados .....   | 31 |
| 3.7.2 | Situação Atual .....  | 31 |
| 3.8   | Projeto de Sinalização Viária.....                              | 32 |
| 3.8.1 | Sinalização Vertical .....                                      | 33 |
| 3.8.2 | Sinalização Horizontal .....                                    | 35 |
| 3.8.3 | Sinalização de Obras.....                                       | 36 |
| 4     | ANEXOS.....   | 40 |
| 4.1   | Referências Topográficas.....                                   | 41 |
| 4.2   | Cadastro de Redes .....   | 44 |
| 4.3   | Boletins de Sondagem .....                                      | 46 |
| 4.4   | Ensaio Geotécnicos.....   | 50 |
| 4.5   | Notas de Serviço de Pavimentação.....                           | 52 |

# 1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS SOBRE O TRABALHO

# 1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS SOBRE O TRABALHO

Apresentam-se, inicialmente, considerações a respeito do contrato que orienta a presente prestação de serviços técnicos, da localização e abrangência da área do Projeto, do escopo e objetivos dos serviços, forma de apresentação dos Relatórios/Produtos Técnicos, bem como sobre o conteúdo do presente Relatório.

## 1.1 Identificação do Contrato de Prestação de Serviços

Os principais dados e informações que permitem caracterizar e identificar o contrato de prestação de serviços técnicos são os seguintes:

- Contratante: Prefeitura de Pelotas
- Contratada: Engeplus Engenharia e Consultoria Ltda.
- Modalidade/Identificação da Licitação: Tomada de Preços N° 18/2015
- Processo Administrativo: MEM/006904/2015
- Data da Licitação: 21/05/2015
- Identificação do Contrato: Contrato Administrativo N° 178/2015
- Objeto: Projeto Final de Engenharia (Projeto Executivo), em 11 metas, de qualificação da área urbana do município de Pelotas, envolvendo melhorias estruturais, pavimentação, drenagem, esgoto, calçadas, ciclovias/ciclofaixas, sinalização, iluminação, paisagismo, acessibilidade, construção de um viaduto, PPCI da ETA São Gonçalo e Projeto Caminhada Tranquila.
- Data da Assinatura do Contrato: 03/07/2015
- Data da Ordem de Início dos Serviços: 10/07/2015
- Prazo de Execução: 8 meses
- Valor Contratual: R\$ 824.093,74
- Dotação Orçamentária/Fonte dos Recursos: U.O: 241.8 Unidade de Gerenciamento de Projetos; Projeto Atividade: 15.451.0124.1044.00 - Elaboração de Planos e Projetos; Natureza: 4.4.90.39.00 Outros Serviços de Terceiros - Pessoa Jurídica; Fonte: 0001.

## 1.2 Localização e Abrangência dos Serviços

Os projetos contratados estão localizados no Município de Pelotas/RS.

Ao todo são 11 Metas, com 21 trechos de projeto, conforme apresentado no Termo de Referência do edital.

A Figura 1.1 a seguir mostra a localização dos trechos de projeto das 11 Metas com ênfase na Av. Viscondessa da Graça (Meta 1.01).

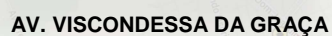


Figura 1.1: Localização do Trecho de Projeto – Av. Viscondessa da Graça



### 1.3 Escopo e Objetivo dos Serviços

Os Projetos Finais de Engenharia contemplam o desenvolvimento de qualificação da área urbana do município de Pelotas, envolvendo melhorias estruturais, pavimentação, drenagem, esgoto, calçadas, ciclovias/ciclofaixas, sinalização, iluminação, paisagismo, acessibilidade, construção de um viaduto, PPCI da ETA São Gonçalo e Projeto Caminhada Tranquila.

Os projetos estão divididos em 11 Metas, conforme estabelecido pela UGP/Prefeitura de Pelotas e apresentado no Termo de Referência do Edital.

### 1.4 Conteúdo do Presente Relatório

O **Projeto Final de Engenharia para Pavimentação, Drenagem, Calçadas, Sinalização, e Acessibilidade da Av. Viscondessa da Graça**, trecho entre a Av. Saturnino de Brito a BR-392, correspondente a Meta 1, local 01, é composto de três Volumes, integrantes do Relatório Final, assim denominados:

- **Volume 1 – Memorial Descritivo**, no formato A4, código RF01.1;
- **Volume 2 – Peças Gráficas**, relativos aos desenhos do projeto, no formato A1, código RF01.2; e
- **Volume 3 – Orçamento e Plano de Execução**, no formato A4, código RF01.3;

O presente relatório se refere ao **Volume 1 – Memorial Descritivo**, e contém a descrição dos estudos e projetos realizados, bem como Anexos.

## 2 ESTUDOS REALIZADOS

## 2 ESTUDOS REALIZADOS

A seguir descrevem-se os estudos realizados que serviram de embasamento aos projetos desenvolvidos.

### 2.1 Coleta de Dados e Informações de Interesse

Na etapa inicial dos trabalhos, foi realizada a coleta de dados e informações de interesse, conforme apresentado nos itens a seguir.

#### 2.1.1 Projeto do DNIT Existente

A interseção da BR-392 com a Av. Viscondessa da Graça está sendo modificada pelo DNIT (obra iniciada). Foram obtidos junto ao DNIT os desenhos de projeto para que seja feita a compatibilização de projeto.

#### 2.1.2 Cadastro Técnico das Redes de Água e Esgoto

Foram obtidos junto ao SANEP cadastros das redes de água e esgoto referente a área de abrangência do projeto, a partir das quais foram feitas descrições dos materiais e detalhadas as informações disponíveis. Estes levantamentos e a análise dos dados estão apresentados nos Anexos.

#### 2.1.3 Reconhecimento de Campo

Logo no início dos trabalhos foi realizado um reconhecimento de campo para evidenciar aspectos relevantes à execução do projeto.

Neste reconhecimento, foi verificado a condição do leito carroçável existente. Há uma pista com revestimento asfáltico existente, com largura entre 6 m e 7m. Há diversos pavilhões com acessos a veículos e estacionamentos oblíquos em frente às edificações, fora da pista. A drenagem existente é feita por meio de valas de drenagem.

Como o projeto prevê implantação de pista nova, foi verificado que no segmento já há um leito carroçável em chão batido, utilizado para acesso e tráfego local.

Foram identificados os pontos de ônibus para projetar os abrigos e pavimentação em concreto.

#### 2.1.4 Abrigos e Frequência de Linhas de Ônibus

Foram obtidos junto à fiscalização da UGP, o modelo padrão de Abrigo de Parada de Ônibus a serem projetadas. Os detalhes estão apresentados nos desenhos de projeto.

### 2.2 Levantamento Planialtimétrico Cadastral

O levantamento planialtimétrico cadastral foi realizado numa extensão de aproximadamente 540 m.

Foram levantadas vias, interseções, divisas, edificações, dispositivos de drenagem, passeios, postes, árvores, cotas de soleira, pavimentações existentes e demais informações para subsidiar os projetos desenvolvidos.

As referências planimétricas foram obtidas utilizando GNSS com receptores geodésicos, conforme apresentado no Anexo 4.1.

Para a obtenção das referências altimétricas, foi utilizado o RN IBGE 1965N localizado na Praça Júlio de Castilhos, no Centro de Pelotas. O quadro a seguir apresenta as origens planialtimétricas utilizadas no levantamento.

**Quadro 2.1: Referências planialtimétricas para a Av. Viscondessa da Graça.**

| Pino/RN       | Coordenadas UTM Sirgas 2000 (m) |                |
|---------------|---------------------------------|----------------|
|               | E (X)                           | N (Y)          |
| MA05          | 371.565,0859                    | 6.483.849,5815 |
| MA06          | 371.625,7200                    | 6.483.776,9276 |
| RN IBGE 1965N | Altitude Ortométrica: 7,7788 m  |                |

Nos desenhos do projeto geométrico, está apresentado o levantamento planialtimétrico onde podem ser visualizadas as informações citadas. Estes desenhos constituíram a base para o desenvolvimento do Projeto Geométrico.

## 2.3 Estudos Geotécnicos

Os estudos geotécnicos contemplaram a execução de sondagens, ensaios de laboratório e a determinação do Índice Suporte de Projeto (ISP) a adotar no projeto de pavimentação.

Foram programadas e executadas 8 (oito) Sondagens a Trado (furos F-1.01 a F-1.08) ao longo do eixo de projeto, para estudo do subleito. Para as camadas representativas do perfil amostrado foram recolhidas amostras para ensaios geotécnicos de laboratório.

A Figura 2.1 mostra a localização e arranjo das sondagens, as quais também estão inseridas no Projeto Geométrico.



**Figura 2.1: Localização das Sondagens Geotécnicas – Av. Viscondessa da Graça**

Os resultados das sondagens e dos ensaios geotécnicos (boletins) são apresentados nos Anexos. Todas as investigações foram executadas de acordo com a padronização estabelecida pela ABNT.

A seguir, apresentam-se análises e comentários específicos em relação ao comportamento geotécnico dos solos estudados, bem como a determinação do ISP. Em continuação, aborda-se também quanto às ocorrências de materiais de construção.

### 2.3.1 Sondagens do Subleito

As investigações do subleito foram realizadas através de sondagens a trado e/ou a pá e picareta, a cada 50m, exceto no último furo, realizado a 100 metros do anterior, com coleta de amostras em cada horizonte atravessado, para inspeção tátil-visual.

A profundidade investigada foi de 1,50 m abaixo do greide existente sendo a amostragem realizada nos diversos horizontes de solo detectados e observado e anotado eventual ocorrência de nível d'água (NA).

As sondagens com coleta de amostras para ensaios de laboratório foram espaçadas no máximo em 100,00m, medidos no eixo da rua, alternando-se o bordo esquerdo, o eixo e o bordo direito.

Ao todo foram executadas 4 perfurações, numeradas de F-1.01 a F-1.08, conforme apresentado nos boletins de sondagem nos Anexos.

### 2.3.2 Ensaios Geotécnicos

Com as amostras coletadas e selecionadas para caracterização geotécnica, foram realizados os seguintes ensaios geotécnicos de laboratório:

- ✓ Análise granulométrica por peneiramento;
- ✓ Limites de Atterberg (LL, LP);
- ✓ Compactação na energia do Proctor Normal;
- ✓ Índice de Suporte Califórnia (ISC); e
- ✓ Expansão, medida no ensaio ISC.

Os resultados dos ensaios de granulometria e plasticidade, bem como as classificações visuais e de solos, também permitiram a classificação geotécnica de acordo com a TRB – Transportation Research Board (antigo HRB/AASHTO), mais específica para aplicações rodoviárias. Os resultados obtidos estão sintetizados no Quadro 2.2 a seguir.

**Quadro 2.2: Resultados dos Ensaios – Classificação HRB**

| Classificação HRB | Ocorrência (ensaio) | %     |
|-------------------|---------------------|-------|
| A-1-b             | 1                   | 9,05  |
| A-1-b             | 3                   | 27,30 |
| A-2-4             | 3                   | 27,30 |
| A-2-6             | 3                   | 27,30 |
| A-6               | 1                   | 9,05  |

### 2.3.3 Determinação do ISP

Analisando-se os resultados das sondagens e as ocorrências das camadas de solo no perfil do subleito, bem como as indicações do projeto geométrico que definiu a implantação da pavimentação com greide aproximadamente colante, foram selecionados os resultados de ensaios de ISC (CBR) correspondentes às camadas de solo do subleito imediatamente abaixo da futura estrutura de pavimento a ser projetada.

As camadas superficiais de solo e pavimentos existentes deverão ser totalmente removidas, para execução de terraplenagem e pavimentação tipicamente em seção “caixão” ou mistas, conforme indicado nas seções transversais do projeto.

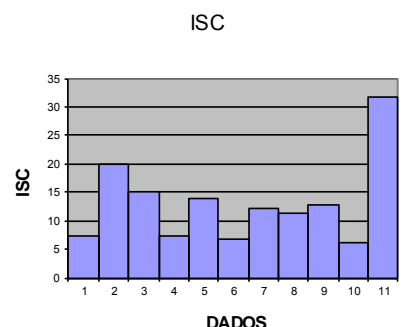
O Quadro 2.3 sintetiza a localização dos furos e os valores de ISC considerados para a determinação do Índice Suporte de Projeto (ISP).



Quadro 2.3: Análise Estatística – Determinação do ISP

**CÁLCULO DO IS<sub>p</sub> - ANÁLISE ESTATÍSTICA**

| DADO | DADOS DOS ENSAIOS |      |     | DADOS NÃO ESCOIMADOS |             |
|------|-------------------|------|-----|----------------------|-------------|
|      | FURO              | ISC  | OBS | ISC                  | OBS         |
| 1    | F-1.01            | 7,4  |     | 7,4                  |             |
| 2    | F-1.01            | 19,9 |     | 19,9                 |             |
| 3    | F-1.02            | 15,2 |     | 15,2                 |             |
| 4    | F-1.02            | 7,4  |     | -                    | camada fora |
| 5    | F-1.04            | 14,0 |     | 14,0                 |             |
| 6    | F-1.04            | 6,7  |     | -                    | camada fora |
| 7    | F-1.05            | 12,3 |     | 12,3                 |             |
| 8    | F-1.05            | 11,3 |     | 11,3                 |             |
| 9    | F-1.07            | 12,8 |     | 12,8                 |             |
| 10   | F-1.07            | 6,1  |     | -                    | camada fora |
| 11   | F-1.08            | 31,8 |     | -                    | 1           |
| 12   |                   |      |     |                      |             |
| 13   |                   |      |     |                      |             |



ADOTADO: ISP=11%

|        |      |             |      |             |
|--------|------|-------------|------|-------------|
| ISCméd | 13,2 | MÉDIA       | 13,3 | MÉDIA       |
| S      | 7,5  | DESVIO      | 3,8  | DESVIO      |
| N      | 11,0 | N AMOSTRAS  | 7,0  | N AMOSTRAS  |
| CV     | 56,8 | C. VARIAÇÃO | 28,8 | C. VARIAÇÃO |
| K      | 1,29 | K           | 1,3  | K           |
| Linf   | 5,2  | LIM INF     | 8,8  | LIM INF     |
| Lsup   | 21,2 | LIM SUP     | 17,7 | LIM SUP     |
| ISp    | 10,3 | ISp         | 11,4 | ISp         |

CV = (100.S) / ISCméd  
Coef. de Student  
Linf=ISCméd-((k.S)/(N^(0,5)))-0,68.S  
Lsup=ISCméd+((k.S)/(N^(0,5)))+0,68.S  
ISp=ISCméd-((k.S) / (N^(0,5)))

**COM DADOS DAS CAMADAS SIGNIFICATIVAS**

OBS.:

- 1 Valores de ISC excluídos do cálculo estatístico por estarem fora do intervalo de aceitação
- 2 Valores de ISC excluídos do cálculo estatístico por apresentar expansão >=2%

O cálculo estatístico acima aponta um ISP de 11,4%, porém, foi adotado **ISP = 11%**. Materiais com ISC<ISP<sup>1</sup> deverão ser substituídos ou reforçados com areia e/ou saibro granular.

### 2.3.4 Ocorrências de Materiais de Construção

Quanto às disponibilidades de materiais naturais para construção, os materiais granulares, tais como areia e brita, podem ser encontrados nas ocorrências em Capão do Leão, localidade vizinha a Pelotas. Nesta região, existem diversas jazidas de material granular, exploradas de forma comercial, como por exemplo, a pedreira da Mac Engenharia ou da SBS Engenharia, que também comercializa areia. Estas jazidas estão distantes cerca de 18 km do local de projeto.

A Figura 2.2 a seguir mostra o posicionamento dessas jazidas em relação ao local de projeto. Os materiais asfálticos como o CAP 50/70, RR 1-C e CM-30, deverão ser obtidos na REFAP, em Canoas/RS, distando aproximadamente 271 km da obra.

Os demais materiais industrializados, tais como cimento, aço, madeira e artefatos em concreto, podem ser encontrados com facilidade na cidade de Pelotas.

<sup>1</sup> ISP = Índice Suporte de Projeto

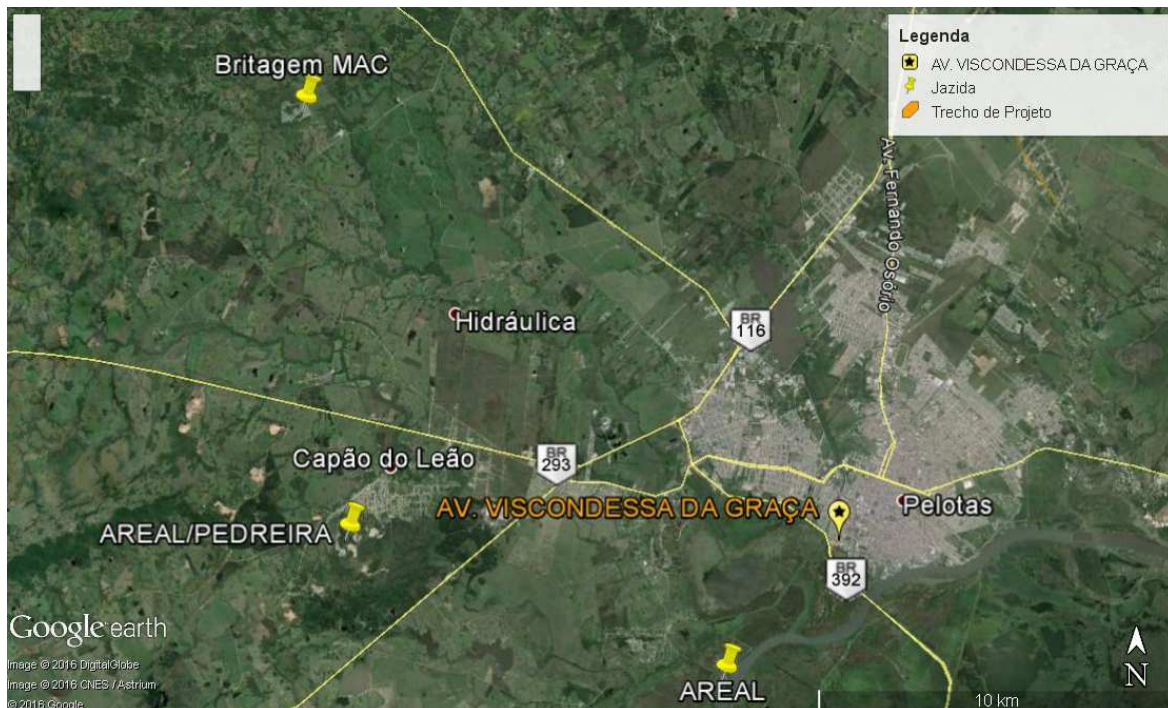


Figura 2.2: Localização das Jazidas de Material Granular

## 2.4 Estudos de Tráfego

As estimativas de tráfego para as vias de projeto foram definidas pelo tipo e volume de tráfego existente na Av. Viscondessa da Graça.

Para tanto, interessa inicialmente definir o volume médio de tráfego no ano de abertura (V1), num sentido, e uma taxa ("t", em %) de crescimento anual, em progressão aritmética. O volume total de tráfego (Vt), num sentido, durante o período de "P" anos, é dado pela equação:

$$Vt = 365 \times P \times \{ V1 [ 2 + (P-1) t / 100 ] \} / 2$$

O pavimento deverá ser dimensionado em função do número equivalente de operações de um eixo tomado como padrão, durante o período de projeto, denominado número N. Este número N será dado então por:

$$N = Vt \times (FE) \times (FC) \times (FR), \text{ onde } (FE) \times (FC) = FV, \text{ ou seja}$$

$$N = Vt \times (FV) \times (FR) = 365.P.Vm.FE.FC.FR, \text{ onde:}$$

FE = Fator de Eixos;

FC = Fator de Carga;

FV = Fator de Veículo; todos dependentes da composição do tráfego.

Nota: Foi adotado FR=1,0 (Fator Climático Regional)

No caso presente, o horizonte de projeto (vida útil do pavimento) foi definido como 10 (dez) anos, o que não significa dizer que intervenções de manutenção rotineira não sejam necessárias durante este período.

Na análise da provável composição da frota e para definição do volume diário médio (VDM) do tráfego, foram levados em consideração os seguintes aspectos locais:

- ✓ A Av. Viscondessa da Graça (Out/2015), que é uma das entradas da cidade, apresenta tráfego de passagem de ônibus, veículos/caminhões leves, médios e pesados;



- ✓ A passagem do caminhão do gás foi considerada como sendo de 7 vezes por semana;
- ✓ A coleta de lixo orgânico é realizada pelo menos 5 vezes por semana.

O cálculo do Número N para o tráfego projetado na Av. Viscondessa da Graça resultou em  **$N = 8,95 \times 10^6$** , conforme demonstrado na Figura 2.3 a seguir. A metodologia adotada foi similar ao praticado pela SMOV – Secretaria Municipal de Obras e Viação, de Porto Alegre/RS.

| PLANILHA PARA DETERMINAÇÃO DO NUMERO DE OPERAÇÕES DO EIXO PADRÃO - N |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Rua: Av. Viscondessa da Graça (Meta 1.01)                            |  |  |  |  |  |  |  |
| Trecho: Entre Av. Saturnino de Brito e BR-392                        |  |  |  |  |  |  |  |

Composição da frota de veículos diários e cálculo da média de passagens por dia -  $V_1$  conforme contagens e previsões de aumento de tráfego, em um sentido

| Veículo                       | Frequência |         |        | Passagem repetida na rua | média pass. semana adot. | Carga por eixo |              |
|-------------------------------|------------|---------|--------|--------------------------|--------------------------|----------------|--------------|
|                               | mensal     | semanal | diária |                          |                          | Dianteiro (t)  | Traseiro (t) |
| Caminhão de lixo              |            |         | 3      | 2                        | 42                       | 8              | 12           |
| Ônibus                        |            |         | 120    |                          | 840                      | 8              | 8            |
| Caminhão de gás               |            | 7       |        | 2                        | 14                       | 5              | 8            |
| Veículo leve                  |            |         | 720    |                          | 5040                     | 5              | 5            |
| Veículo médio                 |            |         | 250    |                          | 1750                     | 5              | 8            |
| Veículo pesado 1              |            |         | 50     |                          | 350                      | 6              | 17           |
| Veículo pesado 2              |            |         | 16     |                          | 112                      | 8              | 25           |
| Média passagens diárias $V_1$ |            |         | 1.164  |                          |                          |                |              |

Cálculo do fator de carga - FC

| Eixos simples (T)*   | nº de eixos semanal | %       | Fator de equivalência | Equivalente operações |
|----------------------|---------------------|---------|-----------------------|-----------------------|
| 5                    | 11844               | 72,68%  | 0,1                   | 0,0727                |
| 6                    | 350                 | 2,15%   | 0,3                   | 0,0064                |
| 8                    | 3598                | 22,08%  | 1,0                   | 0,2208                |
| 10                   |                     |         |                       |                       |
| 12                   | 42                  | 0,26%   | 9,0                   | 0,0232                |
| 17                   | 350                 | 2,15%   | 9,0                   | 0,1933                |
| 25                   | 112                 | 0,69%   | 50,0                  | 0,3436                |
| Total                | 16296               | 100,00% |                       | 0,86                  |
| 2328,00 eixos ao dia |                     |         | FC=                   | 0,86                  |

\*para carga de 17 e 25T, veículo pesado - considerado eixo em TANDEM

Cálculo do volume diário médio durante o período de projeto -  $V_m$

$V_1$ =média de passagens por dia 1.164,00 (conforme planilha de cálculo e tráfego apurado)  
P= período de projeto 10 anos  
t= taxa de crescimento 5% ao ano

$$V_m = (V_1 \cdot (2 + (P-1) \cdot t / 100)) / 2$$

$$V_m = 1.425,90$$

Cálculo do fator de eixos - FE

$$FE = (\text{número de eixos dia}) / V_o$$

$$FE = 2,00$$

Determinação do número de operações do eixo padrão - N

$$N = 365 \cdot P \cdot V_m \cdot FE \cdot FC \cdot FR$$

onde: FR=fator climático regional: 1 N= 8.951.800,20

$$N = 8,95 \cdot 10^6$$

8,95E+06

CLASSIFICAÇÃO DA VIA CONFORME TERMO DE REFERÊNCIA - SMOV

possui ou possuirá tráfego de ônibus? sim CLASSE ESPECIAL  
N calculado: 9,0E+06 CLASSE ESPECIAL  
VDM na abertura do tráfego ( $V_1$ ): 1164,0

Figura 2.3: Cálculo do Número N – Av. Viscondessa da Graça

## 2.5 Estudos Hidrológicos

Este item aborda as condicionantes hidrológicas consideradas na elaboração do projeto tendo em conta a localização da área dos estudos e as características fisiográficas locais.

### 2.5.1 Características da Precipitação Máxima

Para fins de determinação das chuvas de projeto (hietograma) foi utilizada uma curva intensidade-duração-frequência - Curva IDF, apresentada no PMSA (2013), gerada com base nos dados pluviométricos disponíveis na Estação Granja São Pedro, Código 3152008 da ANA, com dados diários de chuva entre 1967 e 2011, totalizando 39 anos, e distante de Pelotas cerca de 25 km.

A metodologia utilizada na determinação das chuvas com durações inferiores a 1 dia foi pelos coeficientes que relacionam diversas durações descritas no conhecido manual de drenagem urbana do DAEE/CETESB (DRENAGEM, 1980, apud PMSA, 2013). A curva IDF ajustada está descrita pela equação subsequente:

$$I = \frac{1.148,8324 \cdot Tr^{0,10091}}{(t + 9,79058)^{0,72452}}$$

Onde:

- I = intensidade, em mm./h;  
Tr = período de retorno, em anos;  
t = duração, em minutos;

O tempo de concentração, referente às contribuições externas a via, é calculado pela fórmula de KIRPICH, cuja expressão é:

$$tc = 0,01947 \cdot \frac{L^{0,77}}{i^{0,385}}$$

Onde:

- tc = tempo de concentração, em minutos;  
L = comprimento do talvegue, em metros;  
i = declividade média do talvegue, em metros por metros.

### 2.5.2 Método Racional

O Método Racional é um modelo de transformação chuva-vazão, o qual é preferencialmente utilizado em bacias pequenas (área da bacia < 2km<sup>2</sup>). Tem como características principais a consideração de uma chuva uniformemente distribuída no tempo e a adoção de um coeficiente de escoamento superficial (run-off). A metodologia não é recomendada para grandes bacias, gerando distorções nos valores de vazão.

A transformação de chuva em vazão é dada da seguinte maneira:

$$Q = \frac{C \cdot i \cdot A^x}{3,6}$$

Onde:

- Q = vazão, em m<sup>3</sup>/s;  
C = coeficiente de escoamento superficial (run-off), que representa a relação da água que escoar superficialmente e a água precipitada;

$i$  = intensidade de chuva com duração igual ao tempo de concentração da bacia, para um período de retorno desejado, em mm/h;

$A$  = área da bacia de contribuição, em ha;

$x$  = coeficiente de correção da área:

- quando  $A \leq 30$  ha,  $x = 1$ ;
- quando  $30 < A \leq 50$  ha,  $x = 0,95$ ;
- quando  $50 < A \leq 400$  ha,  $x = 0,90$ .

Devido à alta urbanização da área à montante, adotou-se coeficiente superficial igual a 0,80.

## 3 PROJETOS DESENVOLVIDOS

### 3 PROJETOS DESENVOLVIDOS

Os projetos desenvolvidos se referem à qualificação urbana da Av. Viscondessa da Graça.

Foram desenvolvidos os projetos geométrico, de terraplenagem, de pavimentação em concreto asfáltico, de implantação de abrigos nas paradas de ônibus, assim como pavimentação em placas de concreto em frente às paradas. Também estão detalhadas e projetadas rampas de acessibilidade, rede de drenagem pluvial e sinalização viária horizontal e vertical.

Já existe rede coletora de esgoto no local, assim como iluminação pública.

#### 3.1 Projeto Geométrico

O projeto geométrico foi concebido considerando o cadastro topográfico realizado, as definições de início e fim de trecho, definidas no edital, projetos existentes, pontos de passagens obrigatórios e concordâncias com logradouros já implantados.

Foi definido um único eixo de projeto, paralelo à pista existente, no local onde não há pavimentação.

A partir deste eixo, foram projetados canteiros e alargamentos de projeto. O projeto contempla duas pistas de projeto, sendo a pista existente alargada e recapeada.

As pistas serão separadas por meio de canteiro central. Deverá ser executado novo passeio em ambos os lados. Porém na pista existente (lado esquerdo), para manter a compatibilidade com o nível das soleiras existentes, será executado um meio fio com sarjeta, com altura livre de 0,07 m, permitindo acesso de veículos.

##### 3.1.1 Projeto Planialtimétrico

O eixo de projeto tem seu Ponto de Partida (PP) no eixo da Av. Saturnino de Brito e Ponto Final (PF) em frente ao nº 264 da Av. Viscondessa da Graça, coincidindo com o projeto existente no DNIT, com extensão de 250 m.

Salienta-se que devido à obra do DNIT estar em execução, o eixo foi reduzido para compatibilizar os projetos e o ponto de parada de ônibus existente próximo ao km 0+250 foi deslocado para o km 0+218.

Altimetricamente, o greide projetado foi praticamente colante ao terreno existente, de maneira a respeitar as cotas das soleiras dos lotes.

A planilha de locação do eixo de projeto está apresentada no Quadro 3.1 a seguir.

Quadro 3.1: Planilha de Locação – Av. Viscondessa da Graça

| PLANILHA DE LOCAÇÃO |    |          |              |             |                 |               |             |          |              |             |           |
|---------------------|----|----------|--------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|----------|--------------|-------------|-----------|
| PI                  | KM |          | COORDENADAS  |             | AZ<br>(gms)     | AC<br>(gms)   | LADO<br>E/D | R<br>(m) | Lc/Dc<br>(m) | T/Ts<br>(m) | BD<br>(m) |
|                     |    |          | N (Y)        | E(X)        |                 |               |             |          |              |             |           |
| 0                   | PP | 0+000    | 6483778,1303 | 371635,6808 | 271° 56' 32,67" | -             | -           | -        | -            | -           | -         |
| 1                   | PC | 0+003,69 | 6483778,2555 | 371631,9906 |                 |               |             |          |              |             |           |
|                     | PI |          | 6483778,8745 | 371613,7395 | 216° 50' 06,55" | 055° 06' 26 " | E           | 35       | 33,663       | 18,262      | 4,478     |
|                     | PT | 0+037,36 | 6483764,2586 | 371602,7915 |                 |               |             |          |              |             |           |
| PF                  | PF | 0+250    | 6483594,0657 | 371475,3080 | -               | -             | -           | -        | -            | -           | -         |

### 3.1.2 Seções Transversais

O gabarito adotado para a seção transversal da via, de acordo com as diretrizes da UGP, foi o seguinte:

- Largura total do logradouro: 23,90 m;
- Largura das pistas de rolamento: 2 x 9,00 m;
- Largura do canteiro central: 1,50 m;
- Largura dos passeios: 2,20 m (0,70 em grama e 1,50 em concreto);
- Declividade transversal da rua: - 2,50%, do eixo em direção aos bordos;
- Declividade transversal do passeio: 2,00% (da testada para a rua)
- Altura livre do meio-fio: 0,17 m.

## 3.2 Projeto de Terraplenagem

Com base nos estudos e definições fornecidos pelo projeto geométrico, foram calculados os volumes a partir da gabaritação das seções transversais dos cortes e aterros e da avaliação dos volumes envolvidos.

### 3.2.1 Cálculo de Volumes de Terraplenagem

Com base nos subsídios fornecidos pelo projeto geométrico foi desenvolvido o cálculo de volumes a partir da gabaritação das seções transversais dos cortes e aterros e da avaliação dos volumes envolvidos.

A determinação desses movimentos de terras foi realizada através das seguintes etapas:

- Análise do perfil longitudinal do projeto geométrico e das seções transversais do terreno natural;
- Remoção e demolições de pavimentação existente;
- Decapagem e limpeza de pista;
- Desenho das seções gabaritadas;
- Medição das áreas de corte e aterro; e
- Cálculo dos volumes de cortes e aterros.

Os taludes de corte foram definidos com inclinação 1:1 (v:h) e os de aterros com declividade 1:1,5 (v:h).

### 3.2.2 Análise do Projeto Geométrico e das Seções Transversais

Nesta fase do trabalho foram particularizadas estimativas de volume em trechos específicos que, inclusive, serviram de apoio ao projeto do perfil longitudinal.

Foram analisadas em projeto as seções transversais levantadas, o perfil projetado e sua repercussão quanto às soleiras existentes (remanescentes), níveis de passeio e pisos adjacentes, bem como interfaces com pavimentos existentes, ajustando-se o greide conforme o caso.

### 3.2.3 Desenho dos Gabaritos

A partir da definição do greide de projeto foram lançados os gabaritos nas seções transversais no terreno natural.

### 3.2.4 Processo de Cálculo dos Volumes

Uma vez desenhadas as seções transversais com o gabarito da via, foram determinadas as áreas e, posteriormente, os volumes de cortes e aterros, levando-se em consideração o caixão da pavimentação dimensionada.

Assim, os volumes foram calculados através de planilhas especiais de cálculo que incluem:

- ✓ Estaqueamento;

- ✓ Área das seções de corte (solo e rocha);
- ✓ Área das seções de aterro;
- ✓ Soma das áreas das seções de corte (solo e rocha);
- ✓ Soma das áreas em aterro (pista e regularização de passeio);
- ✓ Semidistância entre as seções;
- ✓ Volume dos cortes entre seções (+);
- ✓ Volume dos aterros entre seções (-);
- ✓ Volumes empolados entre seções;
- ✓ Diferenças para compensação longitudinal;
- ✓ Volumes excedentes (+/-).

A relação entre o volume dos cortes e dos aterros foi estabelecida como sendo de 1,30; incluindo-se neste coeficiente as perdas de material nas diversas operações a que serão submetidos. Este fator segue o enquadramento preconizado pela norma IPR-742<sup>2</sup>, admitindo-se materiais a movimentar classificados entre terra seca comum (solos argilo-siltosos com areia) e solos argilosos.

O material dos cortes do subleito poderá ser para aterro dos passeios e pista, desde que se enquadrem nas especificações técnicas, e o excedente foi destinado para bota-fora.

O Volume 2 – Peças Gráficas, contém o desenho AVG-GEM-01 que apresenta a planta baixa e perfil longitudinal do projeto geométrico. As seções transversais estão apresentadas nos desenhos AVG-SEC-01 a AVG-SEC-03.

A seguir apresentam-se as planilhas de movimento das terras, calculadas pelo balanço do terraplenagem.

**Quadro 3.2: Planilha de Cálculo de Volumes de Terraplenagem – Av. Viscondessa da Graça**

| ESTACA       | ÁREA (m <sup>2</sup> ) |                | DISTÂNCIAS | VOLUME (m <sup>3</sup> ) |                |
|--------------|------------------------|----------------|------------|--------------------------|----------------|
|              | CORTE                  | ATERRO PASSEIO |            | CORTE                    | ATERRO PASSEIO |
| <b>0+000</b> | 5,07                   | 0,18           | 0,00       | 0,000                    | 0,000          |
| <b>0+020</b> | 11,48                  | 0,06           | 20,00      | 165,480                  | 2,417          |
| <b>0+040</b> | 6,83                   | 0,44           | 20,00      | 183,134                  | 4,998          |
| <b>0+060</b> | 4,17                   | 0,71           | 20,00      | 110,034                  | 11,476         |
| <b>0+080</b> | 3,08                   | 0,85           | 20,00      | 72,561                   | 15,523         |
| <b>0+100</b> | 2,81                   | 0,90           | 20,00      | 58,933                   | 17,426         |
| <b>0+120</b> | 3,12                   | 1,11           | 20,00      | 59,265                   | 20,039         |
| <b>0+140</b> | 5,09                   | 0,24           | 20,00      | 82,076                   | 13,468         |
| <b>0+160</b> | 6,43                   | 0,22           | 20,00      | 115,171                  | 4,558          |
| <b>0+180</b> | 6,54                   | 0,17           | 20,00      | 129,636                  | 3,813          |

<sup>2</sup> IPR-742, Manual de Implantação Básica de Rodovia (2010), Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, 3ª edição, Rio de Janeiro.

| ESTACA          | ÁREA (m²) |                | DISTÂNCIAS                 | VOLUME (m³)    |                |
|-----------------|-----------|----------------|----------------------------|----------------|----------------|
|                 | CORTE     | ATERRO PASSEIO |                            | CORTE          | ATERRO PASSEIO |
| <b>0+200</b>    | 4,50      | 0,24           | 20,00                      | 110,417        | 4,037          |
| <b>0+207,44</b> | 3,72      | 0,12           | 7,44                       | 30,593         | 1,336          |
| <b>0+220</b>    | 10,87     | 0,00           | 12,56                      | 91,625         | 0,757          |
| <b>0+240</b>    | 0,00      | 0,00           | 20,00                      | 108,700        | 0,000          |
| <b>0+250</b>    | 0,00      | 0,00           | 10,00                      | 0,000          | 0,000          |
|                 |           |                | <b>TOTAL (m³)</b>          | <b>1317,62</b> | <b>99,85</b>   |
|                 |           |                | <b>TOTAL EMPOLADO (m³)</b> | <b>1712,91</b> | <b>129,80</b>  |

OBS: Limite de projeto de terraplenagem: da est. 0+000 a 0+250

### 3.2.5 Especificações Técnicas – Terraplenagem

Na execução das obras de terraplenagem deverão ser seguidas as especificações gerais de serviço do DAER<sup>3</sup>, em particular as seguintes:

- DAER-ES-T 01/91 – Serviços Preliminares
- DAER-ES-T 03/91 – Cortes
- DAER-ES-T 05/91 – Aterros
- DAER-ES-T 07/91 – Remoção e Substituição de Solos Inadequados do Subleito

#### 3.2.5.1 Cortes

Nas escavações para execução dos cortes, além das diretrizes da especificação DAER-ES-T 03/91 – Cortes, deverão ser observados os seguintes aspectos complementares, entre outros:

- a) A execução dos cortes será desenvolvida com base nos elementos constantes nas notas de serviço. A operação de terraplenagem terá apoio nas linhas de "off-sets" locados e previamente nivelados;
- b) As escavações deverão ser precedidas da execução dos serviços de remoção da pavimentação existente (onde necessário), eventuais desmatamentos, destocamentos e limpeza das áreas impactadas.

#### 3.2.5.2 Aterros

Todas as camadas de aterro deverão ser convenientemente compactadas, conforme a especificação DAER-ES-T 05/91 – Aterros.

## 3.3 Projeto de Pavimentação

O Projeto de Pavimentação foi elaborado considerando os elementos fornecidos pelos Estudos Geotécnicos, quanto às características do subleito, e as estimativas de tráfego para a via projetada.

Foi estabelecido pelo Termo de Referência alargamento de pista e recapeamento asfáltico. Porém, após inspeção de campo, foi verificado a boa condição do pavimento existente. Para

<sup>3</sup> [http://www.DAER.rs.gov.br/site/normas\\_publicacoes.php](http://www.DAER.rs.gov.br/site/normas_publicacoes.php) - Consulta em 17/09/2015



regularizar a pista existente com seu alargamento, foi determinado uma camada de 5 cm de recapeamento.

Para evitar que eventuais fissuras sejam refletidas à nova camada de asfalto de recapeamento, está previsto reperfilagem de 2 cm com massa fina de CBUQ, entre o pavimento existente e o recapeamento.

Não foram identificadas trincas no pavimento existente (out/2015), porém, caso venham a ocorrer até o momento da execução da obra, estas devem ser preenchidas com asfalto diluído, para selagem.

Conforme termo de referência, o revestimento do pavimento projetado (alargamento e pista nova) será do tipo flexível, com pista de rolamento em revestimento asfáltico. Foi adotado como método de dimensionamento o Método do DNER (atual DNIT), proposto pelo eng. Murillo Lopes de Souza<sup>4</sup>, cuja metodologia é adequada e largamente utilizada no Brasil para definição da estrutura de pavimentos flexíveis.

Esse método tem como base o trabalho “Design of Flexible Pavements Considering Mixed Loads and Traffic Volume”, de autoria de W.J. Turnbull, C.R. Foster e R.G. Ahlvin, do Corpo de Engenheiros do Exército dos EUA, bem como conclusões obtidas na Pista Experimental da AASHTO.

Dos estudos geotécnicos e dos estudos de tráfego resultaram os seguintes parâmetros de projeto:

As camadas de Base e Sub-Base foram adotadas como sendo constituídas de material granular, respectivamente Brita Graduada e Areia.

A estrutura do pavimento e seu cálculo estão apresentados a seguir.

### 3.3.1 Definição da Estrutura do Pavimento

Com a determinação do número N e o cálculo do ISP, foi feito o dimensionamento.

O tipo de revestimento a ser utilizado, CBUQ (Concreto Betuminoso Usinado a Quente), é compatível com as recomendações do método de dimensionamento.

Importante observar que a durabilidade do pavimento, ademais das condições de suporte do subleito, depende da composição e natureza das suas camadas constituintes.

Por essa razão, está sendo adotado no projeto de pavimentação a utilização de Base Granular com utilização de Brita Graduada, padrão Classe A conforme as Especificações Gerais de Serviços do DAER.

Estrutura necessária considerando  $ISP=11\%$  e  $N=8,95 \times 10^6$ :

$$H_t = C_1 + C_2 \times \log N$$

$$H_{11} = 8,635 + 4,617 \times \log 8,95 \times 10^6 \rightarrow H_{11} = 40,73 \text{ cm}$$

$$H_{11} \approx 41,00 \text{ cm}$$

$$H_{20} = 10,121 + 2,467 \times \log 8,95 \times 10^6$$

$$H_{20} = 27,27 \text{ cm}$$

$$Rk_R + Bk_B \geq H_{20} \quad \therefore k_R = 2,0 \text{ e } k_B = 1,0$$

$$B = 27,27 - 7,50 \times 2 \rightarrow B \geq 12,27$$

$$B = 13,00 \text{ cm (adotado)}$$

---

<sup>4</sup> SOUZA, M.L. (1979), Método de Projeto de Pavimentos Flexíveis, 2 edição, Rio de Janeiro, IPR. DITC.

$$Rk_R + Bk_B + h_{SB} k_{SB} \geq H_N$$

$$h_{SB} \geq 40,73 - 7,50 \times 2 - 13 \times 1$$

$$h_{SB} \geq 12,73 \text{ cm} \quad (\text{espessura da sub-base para material granular com } k_{SB}=1,0)$$

$$h_{SB} = 13,00 \text{ cm (adotado)}$$

O Quadro 3.3 sintetiza as espessuras estrutural e real do pavimento projetado.

**Quadro 3.3: Estrutura do Pavimento Av. Viscondessa da Graça**

| Camada            | Tipo de Material | Espessura Real (cm) | Espessura Estrutural (cm) |
|-------------------|------------------|---------------------|---------------------------|
| Revestimento      | CBUQ             | 7,50                | 15,00                     |
| Base Granular     | Brita Graduada   | 13,00               | 13,00                     |
| Sub-Base Granular | Areia            | 13,00               | 13,00                     |
|                   | Total            | 33,50               | 41,00                     |

### 3.3.2 Reforço do Pavimento

Conforme os estudos geotécnicos bem como inspeções de campo, foi identificada necessidade da estrutura do pavimento mediante presença de solos inadequados devido à capacidade de suporte inferior ao ISP projetado, conforme ocorrências dos ensaios de sondagens mostradas nos no Quadro 3.4.

**Quadro 3.4: Área com índice de suporte inferior ao de projeto**

| Furo   | Localização (km ao km) | Extensão (m) | ISC (%) | Camada (m)  | Classificação Material | Observação                                  |
|--------|------------------------|--------------|---------|-------------|------------------------|---|
| F-1.01 | 0+000 a 0+055          | 55           | 7,4     | 0,06 a 0,48 | A2-6                   | Reforço de areia, $ISC > 7\% = 13\text{cm}$ |
| F-1.02 | 0+055 a 0+105          | 50           | 7,4     | 0,65 a 1,50 | A1-b                   | Camada abaixo do terrapleno                 |
| F-1.04 | 0+155 a 0+205          | 50           | 6,7     | 1,00 a 1,50 | A2-6                   | Camada abaixo do terrapleno                 |

A análise discreta dos dois primeiros locais, tendo em conta o greide praticamente colante projetado, considerando  $K=1,00$  (solo arenoso), resultou em uma estrutura de reforço, considerando  $ISP_{Ref}=7\%$  e  $N=8,95 \times 10^6$ , a seguir calculada.

$$H_t = C1 + C2 \times \log N$$

$$H_7 = 10,292 + 7,932 \times \log 8,95 \times 10^6 \rightarrow H_7 = 53,48 \text{ cm}$$

$$H_7 - H_{11} = 53,48 - 41,00 = 12,48 \text{ cm.}$$

Espessura adotada = 13 cm.

No furo F-1.01, a estrutura de pavimentação passa por toda a camada com  $ISC < ISP$ , portanto, **deverá** ser executado reforço neste trecho.

No segmento do furo F-1.02, a terraplenagem fica, no mínimo, 20 cm afastada da camada com  $ISC < ISP$ , com isto **não** é necessária execução da camada de reforço.

Já no local do furo F-1.04, a análise discreta, tendo em conta o greide projetado, considerando  $K=1,00$  (solo arenoso), resultou na espessura mínima de reforço, considerando  $ISP_{Ref}=6\%$  e  $N=8,95 \times 10^6$  apresentada a seguir:

$$H_t = C1 + C2 \times \log N$$

$$H_6 = 9,857 + 6,978 \times \log 8,95 \times 10^6 \rightarrow H_6 = 58,37 \text{ cm}$$

$$H_6 - H_{11} = 58,37 - 41,00 = 17,37 \text{ cm.}$$

Neste segmento, a estrutura de projeto passa 56 cm acima da camada com  $ISC < ISP$ , portanto **não** é necessário executar reforço.

A espessura da camada de reforço, indicada acima, deverá ser executada no fundo da cava, abaixo da camada da sub base. O material de reposição deverá ser solo arenoso ( $ISC > 7\%$ ).

### 3.3.3 Definição da Estrutura do Pavimento em Concreto - Paradas

Para o dimensionamento do pavimento de concreto nas paradas de ônibus utilizou-se o método de cálculo, conforme as recomendações preconizadas pela ABCP – Associação Brasileira de Cimento Portland, tendo como principais dados de entrada as características de suporte do subleito e as estimativas de tráfego.

Segue-se abaixo o memorial de cálculo.

#### 3.3.3.1 Parâmetros de Projeto

Para o dimensionamento do pavimento em frente às paradas de ônibus, foram considerados os parâmetros de ISC e número N, conforme Estudos Geotécnicos e de Tráfego, respectivamente.

$$ISC = 11\% \text{ e } N = 8,95 \times 10^6$$

Devido a região onde está inserido o projeto ser uma região pluviosa, e o tráfego incidente no pavimento ser meio pesado, foi adotada a existência de sub base para melhorar a estabilidade da fundação do pavimento.

A instabilidade na fundação do pavimento pode ser provocada tanto pela ocorrência de bombeamento no subleito como pela perda de suporte devido às variações volumétricas do subleito.

#### 3.3.3.2 Sub base

A sub base adotada é do tipo brita graduada com espessura de 10 cm.

A razão para a espessura da sub base ser inferior a 15 cm é uma precaução, quanto a uma possível consolidação desta ao longo do tempo, tendo em vista o tráfego meio pesado e canalizado e que o montante da consolidação da camada em serviço é função diretamente proporcional à própria espessura da camada.

Consultando o Quadro 1 do manual da PCA, verifica-se que para o CBR = 11%, o valor de k resulta em 51 MPa/m e espessura da camada granular igual a 10 cm obtém-se:

$$k_{G10} = 56 \text{ MPa/m}$$

#### 3.3.3.3 Placa de Concreto

Considerando que os agregados disponíveis são de boa qualidade, pode-se estipular que a resistência característica do concreto à tração na flexão tenha o valor típico nestas condições de projeto igual a 4,50 MPa.

Este valor de 4,50 MPa foi tomado para possibilitar a avaliação do efeito da  $f_{ctM,k}$  no caso da sub-base granular.

Com isto estabelece-se:

$$f_{ctM,k} = 4,50 \text{ MPa}$$

#### 3.3.3.4 Barras de transferência

Como as cargas são meio pesadas e canalizadas adotou-se sub-base granular com barras de transferência.

#### 3.3.3.5 Fator de segurança de carga

Para o tráfego pesado adotou-se como fator de segurança:

$$F_{SC} = 1,1$$

#### 3.3.3.6 Espessura da placa de concreto

As figuras do método a utilizar são as de números 5 (Análise de Fadiga), 6a (Análise de Erosão). As tabelas serão os Quadros 5 a e 5c (Tensão Equivalente), 6b, 8b (Fator de erosão).

O resultado é:

Espessura da placa de concreto = 20,00 cm e  $f_{ctM,k} = 4,5$  MPa, sub base de brita graduada com 10 cm de espessura, com barras de transferência.

O cálculo é governado pelo critério de erosão, enquanto que a fadiga não influenciou no dimensionamento.

O consumo mínimo de cimento para a placa de concreto é 320 kg /m<sup>3</sup> e relação água/cimento máxima AC = 0,5 l/kg.

#### 3.3.3.7 Observações finais

Para a execução do pavimento rígido deverá ser seguida a norma Manual de Pavimentos Rígidos do DNIT – DNIT 047/2004-ES.

Foram previstos locais para rebaixamento do subleito, porém se durante a execução, além destes locais já previstos for observado materiais com baixo suporte, e o resultado de ensaio CBR for inferior ao de projeto, será feita a remoção deste solo, na espessura acordada com a fiscalização, e substituição deste por materiais que atinjam ao CBR de projeto.

É importante observar que a cota final da camada de sub-base não varie mais do que 20 mm em relação à cota de projeto.

Caso seja observado a presença do lençol freático com distância menor que 1,00 m do topo do subleito podendo resultar numa deficiência de compactação e surgimento de borrachudos durante a execução, deverão ser implantados drenos onde o lençol freático estiver a menos de 1,00 do subleito na cota de terraplenagem. Estes drenos devem retirar estas águas e conduzi-las à rede pluvial.

Entre a camada de sub base e a placa de concreto deverá ser utilizada uma película impermeabilizante que poderá ser:

- a) Membrana plástica, flexível, com espessura entre 0,2 mm e 0,3 mm; ou
- b) Papel do tipo “Kraft” betumado, com gramatura mínima igual a 200 g /m<sup>2</sup>; contendo uma quantidade de cimento asfáltico de petróleo ou alcatrão não inferior a 60 g/m<sup>2</sup>; ou
- c) Pintura betuminosa, executada com emulsões asfálticas catiônicas de ruptura média, com taxa de aplicação entre os limites de 0,8 l/m<sup>2</sup> e 1,6 l/m<sup>2</sup>.

A largura da junta (w) deverá ser de 6 mm e a profundidade do reservatório do selante (D) deverá ser de 12,7 mm. O espaçamento entre juntas transversais deverá ser de 5,00 m.

### 3.3.4 Especificações Técnicas – Pavimentação

Na execução das obras de pavimentação deverão ser obedecidas as especificações gerais de serviço do DAER<sup>5</sup> e DNIT<sup>6</sup>, destacando-se as seguintes:

- DAER-ES-P 01/91 Regularização do Subleito;
- DAER-ES-P 06/91 Sub-base de Areia;
- DAER-ES-P 08/91 Base Granular, Classe “A”;
- DAER-ES-P 12/91 Imprimação;
- DAER-ES-P 13/91 Pintura de Ligação;
- DAER-ES-P 16/91 Concreto Asfáltico, Faixa “A”;
- DAER-ES-P 22/91 Materiais Asfálticos
- DNIT 047/2004-ES Pavimento Rígido;
- DAER-ES-Compl 09/91 Remoção de Pavimento;
- DAER-ES-Compl 09/92 Transporte.

Onde forem omissas as especificações do DAER, deverão ser seguidas as especificações (normas) do DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura Terrestre.

Os desenhos de projeto apresentam os detalhes de execução dos pavimentos projetados, conforme cada área considerada.

### 3.4 Passeios e Rampas

Os passeios terão largura total de 2,20 m, compostos por 0,70 m de revestimento em grama e 1,50 m revestidos com concreto, com sinalização podotátil.

O piso deverá ser executado com rampas nos locais indicados em projeto, devendo essa ter inclinação máxima de 8,33%, conforme detalhado nos desenhos de projeto.

Nos passeios será utilizado para aterramento e conformação dos passeios, o material que foi escavado proveniente do corte do subleito.

O trecho do passeio em concreto, deverá receber lastro de concreto, o piso de concreto deverá ser armado ( $f_{ck} \geq 20$  Mpa) com tela soldada CA-60 de 4,2mm com espaçamento de 10,0 X 10,0 cm, desempenado, preparo mecânico com espessura mínima de 7,0 cm.

Devem ser executadas juntas de dilatação, a cada 2,00 metros com serra à disco sem preenchimento das juntas.

Para execução do lastro, o solo deverá estar perfeitamente compactado e nivelado com grau de compactação mínimo de 95%, segundo o ensaio PROCTOR com energia NORMAL de compactação. Sobre o subleito compactado deverá ser executado um lastro de brita de 5 cm de espessura e após, o piso de concreto - 350 Kg/m<sup>3</sup> - de 1,50 metros de largura e 7,0 cm de espessura.

Em qualquer caso cuidados deverão ser tomados quanto a inclinação transversal de 2% com caimento para as sarjetas assim como com as formas que deverão ser executadas com madeiramento perfeitamente reto, sem frestas e bitoladas, ou chapas metálicas, tendo sua dimensão interna verificada para que corresponda as peças que deverão moldar.

Sob nenhuma hipótese serão aceitos degraus ou ressalto nas calçadas.

O concreto deverá ser alisado, desempenado com desempenadeira de madeira, formando uma superfície regular, contínua, firme e antiderrapante em qualquer condição climática,

---

<sup>5</sup> [http://www.DAER.rs.gov.br/site/normas\\_publicacoes.php](http://www.DAER.rs.gov.br/site/normas_publicacoes.php) - Consulta em 17/09/2015

<sup>6</sup> <http://ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais/normas/especificacao-de-servicos-es/especificacao-de-servico-es> - Consulta em 23/12/2015



executados sem mudanças abruptas de nível ou inclinações que dificultem a circulação dos pedestres, devendo obedecer a inclinação transversal de 2%, conforme projeto geométrico. Estas calçadas serão niveladas pelos meios-fios e sempre que possível farão concordância entre os níveis das calçadas já executadas, desde que estas também estejam em conformidade com a inclinação descrita acima. As tampas de caixas que por ventura houverem (rede de água, esgoto e telefonia) devem ficar livres para visita e manutenção. O piso construído na calçada não poderá obstruir estas tampas, nem formar degraus ou ressalto com elas. As calçadas executadas deverão garantir a acessibilidade a todos os cidadãos.

### 3.5 Abrigos nas Paradas de Ônibus

Deverão ser implantados abrigos nas paradas de ônibus, nos mesmos locais onde a pavimentação será em placas de concreto rígido.

Os abrigos deverão ter estrutura metálica galvanizada, fundo e uma lateral em chapa metálica, assim como a cobertura em chapa metálica.

O banco será em madeira e a pintura deverá ser eletrostática.

Os detalhes estão apresentados nos desenhos de projeto. A figura Figura 3.1 a seguir, apresenta o abrigo de projeto.



Figura 3.1: Abrigo nas Paradas de Ônibus

### 3.6 Projeto de Drenagem Superficial

O projeto de drenagem superficial prevê a implantação de rede de drenagem no trecho de intervenção.

Nos itens a seguir, estão apresentadas algumas das informações mais relevantes para o desenvolvimento do projeto da rede de drenagem, dentre elas estão período de retorno, equações de intensidade máxima de chuva, conforme estudos hidrológicos apresentados neste relatório e as metodologias de transformação chuva-vazão mais conceituadas e adequadas.

### 3.6.1 Período de Retorno

O projeto de drenagem superficial prevê a implantação de rede de drenagem no trecho de intervenção.

Nos itens a seguir, estão apresentadas algumas das informações mais relevantes para o desenvolvimento do projeto da rede de drenagem, dentre elas estão período de retorno, equações de intensidade máxima de chuva, conforme estudos hidrológicos apresentados neste relatório e as metodologias de transformação chuva-vazão mais conceituadas e adequadas.

### 3.6.2 Período de Retorno

O período de retorno foi definido com base nos riscos associado a segurança da obra, que para casos de redes pluviais variam entre 2 a 10 anos, para este projeto foi adotado como 10 anos para a microdrenagem, ou seja, a rede de drenagem superficial coletada na pista.

### 3.6.3 Intensidade da Chuva

A equação da chuva para determinação dos valores de intensidade pluviométrica (I) foi baseada na expressão:

$$I_{\max} = \frac{a.Tr^b}{(td + c)^d}$$

Onde:

Imáx = intensidade máxima em mm/h;

Tr = tempo de retorno em anos;

td = tempo de duração da chuva, que deve ser igual ao tempo de concentração em minutos;

a, b, c, e = parâmetros relativos às unidades próprias do regime pluviométrico local.

De acordo com o zoneamento da cidade, foi utilizada a Estação Granja São Pedro, Código 3152008 da ANA, sendo que a equação da IDF resultou:

$$I = \frac{1.148,8324 . Tr^{0,10091}}{(t + 9,79058)^{0,72452}}$$

O tempo de concentração, referente às contribuições externas a via, é calculado pela fórmula de KIRPICH, cuja expressão é:

$$tc = 0,01947 \frac{L^{0,77}}{i^{0,385}}$$

Onde:

tc = tempo de concentração, em minutos;

L = comprimento do talvegue, em metros;

i = declividade média do talvegue, em metros por metros.

No caso de cabeceiras de rede, quando não existem contribuições externas, o tempo de concentração inicial adotado deverá ser de 10 minutos.

### 3.6.4 Vazões de Projeto – Método Racional

Tendo em conta as dimensões das bacias de contribuição, a metodologia adotada para aferir as vazões máximas contribuintes foi o Método Racional (áreas < 400ha - DNIT).

O Método Racional é um modelo de transformação chuva-vazão e é dada da seguinte maneira:

$$Q = 2,78.C.I.A^x$$

Onde:

Q = vazão, em l/s;

C = coeficiente de escoamento superficial (run-off), que representa a relação da água que esco superficialmente e a água precipitada;

i = intensidade de chuva com duração igual ao tempo de concentração da bacia, para um período de retorno desejado, em mm/h;

A = área da bacia de contribuição, em ha;

x = coeficiente de correção da área:

- quando  $A \leq 30$  ha,  $x = 1$ ;
- quando  $30 < A \leq 50$  ha,  $x = 0,95$ ;
- quando  $50 < A \leq 400$  ha,  $x = 0,90$ .

#### 3.6.4.1 Coeficiente de Escoamento Superficial

O coeficiente de escoamento superficial depende das seguintes características:

- ✓ Tipo de solo;
- ✓ Tipo de ocupação e cobertura;
- ✓ Tempo de retorno;
- ✓ Intensidade da precipitação.

Tendo em vista estas características, e por tratar-se de uma área urbana central, o coeficiente de escoamento superficial adotado foi igual a 0,8.

### 3.6.5 Concepção da Rede e Dispositivos de Drenagem

A seguir, estão descritas as características da rede de drenagem superficial a ser implantada na área de intervenção. Salienta-se que a rede projetada é composta por bocas-de-lobo (BL), grelhas farroupilha (GR) e poços de visita (PV).

#### 3.6.5.1 Delimitação das Bacias de Contribuição

Com o objetivo de determinar a área contribuinte de águas pluviais para cada local de lançamento, utilizou-se das curvas de nível da região obtidas pelo levantamento planialtimétrico e também por visitas ao local de projeto.

A área das bacias para a nova captação foi estimada visto que grande parte da área drenada é proveniente da pista e passeios.

As bacias de contribuição estão apresentadas no desenho AVG-DRE-01.



### 3.6.5.2 Captação

A captação será feita mediante a utilização de bocas-de-lobo de máxima eficiência e grelhas farroupilha. A ligação entre as bocas-de-lobo/grelhas e os PVs (poços de visita) será executada com tubulação de diâmetro de 40cm.

As bocas de lobo deverão ter cota de fundo da caixa abaixo da cota do greide da tubulação de saída, visando à retenção e à acumulação de sedimentos provenientes do escoamento superficial urbano. Nos casos de poço-de-visita com captação (PV/BL), prevalece as características do PV, ou seja, a cota de fundo do PV será igual à cota do greide inferior da tubulação.

A previsão de bocas-de-lobo é embasada na capacidade de captação das mesmas e nas condições de vazão da sarjeta.

### 3.6.5.3 Traçado da Rede

O traçado da rede levou em consideração, entre outros, os seguintes aspectos principais:

- Topografia local;
- Cadastro de redes pluviais já existentes na via e adjacências;
- Projeto Geométrico;
- Condições de operação e manutenção da rede;
- Pontos de lançamento final.

Considerando os aspectos antes relacionados e respeitando as interferências com benfeitorias existentes, o traçado da tubulação condutora das águas pluviais se efetuará sob os passeios e canteiro central, conforme apresentado nos desenhos de projeto.

O recobrimento mínimo a ser obedecido, preferencialmente, será de 0,60 m nos passeios e de 1,00 m onde houver trânsito de veículos.

Os poços de visita (PV) foram previstos estrategicamente na rede coletora, conforme os seguintes critérios:

- Distância máxima de 50 m entre PVs;
- Mudanças de diâmetro, direção e declividade da tubulação;
- Interligações de tubulações;
- Altura máxima dos PVs será de 3,00 m; e
- Ressalto (degrau) máximo de 1,20 m.

### 3.6.5.4 Local de Lançamento

A rede projetada terá seu lançamento final em banhado/vala paralela a BR-293, sendo o efluente encaminhado posteriormente à Casa de Bombas Zona Sul. Para o efetivo lançamento da rede projetada, foi dimensionado trecho de rede fora dos limites de projeto, desde o km 0+250 (ponto final do projeto geométrico) até o banhado existente (ALA-01).

A rede existente ou projetada (DNIT) depois do km 0+250 (fora do limite de projeto) deverá ser ligada ao trecho projetado citado acima.

O local de lançamento está apresentado nos desenhos do projeto de drenagem.

## 3.6.6 Cálculos Hidráulicos

Apresenta-se a seguir a metodologia adotada para os cálculos hidráulicos e dimensionamento da rede de drenagem superficial.

### 3.6.6.1 Sistemática de Cálculo

Com o objetivo de estabelecer o dimensionamento hidráulico da rede de drenagem e dispositivos de drenagem de forma a garantir o escoamento adequado das águas pluviais,

utilizaram-se as equações de Continuidade e de Manning para condutos livres, respectivamente fixadas da seguinte forma:

$$Q = AV$$
$$V = \frac{1}{n} \cdot Rh^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

Onde:

Q = vazão do conduto, em m<sup>3</sup>/s;

V = velocidade do escoamento, em m/s;

A = área da seção transversal, em m<sup>2</sup>;

n = coeficiente de rugosidade de Manning, adotado n = 0,013, adequado para tubulações pré-moldadas em concreto;

Rh = raio hidráulico, em m;

I = declividade adotada para o trecho, em m/m.

### 3.6.7 Planilha de Dimensionamento da Rede

Inicialmente, foram numerados os poços de visita individualizados e também os pontos de lançamento final.

Depois, foram computados todos os dados necessários para o correto dimensionamento de cada trecho, como áreas, cotas e comprimentos.

Os cálculos foram executados através de processamento computacional com o uso de planilhas de dimensionamento hidráulico.

Nas planilhas de dimensionamento, os subtrechos foram identificados por km, sendo localizados na coluna 1 da referida planilha.

As colunas 2 e 3 identificam os vértices do subtrecho, de montante para jusante.

A coluna 4 apresenta a extensão entre os vértices.

As áreas contribuintes, no subtrecho e acumuladas, são apresentadas nas colunas 5 e 6.

As cotas das tampas dos PVs são apresentadas nas colunas 7 e 8 (correspondente às cotas da via).

A coluna 9 apresenta a declividade longitudinal do terreno superficial ao longo do subtrecho em questão.

O tempo de concentração (Tc) é apresentado na coluna 10, sendo acumulados pelo tempo de percurso, calculado na coluna 18.

A vazão de dimensionamento é apresentada na coluna 11.

A coluna 12 identifica o diâmetro adotado ou a altura da galeria para o subtrecho, função de sua declividade, conforme a coluna 13.

A vazão obtida a plena seção do tubo é apresentada na coluna 14.

As velocidades, a plena seção (V DN) e de dimensionamento (V N), são apresentadas nas colunas 15 e 16.

As cotas que definem o greide da tubulação estão lançadas nas colunas 18 e 19.

A seguir, no Quadro 3.5, apresenta-se a planilha correspondente aos cálculos hidráulicos, conforme os procedimentos descritos acima.

**Quadro 3.5: Planilha de Dimensionamento Hidráulico da Rede de Drenagem – Av. Viscondessa da Graça**

| LOCAL - PV<br>MONT | VERTICES |        | L<br>(m) | AREA (ha) |       | COTA DA RUA<br>(m) |      | I<br>RUA<br>m/m | TC<br>(min) | VAZÃO<br>PROJ.<br>(l/s) | Tubulação / Galeria<br>DN ou H<br>(m) | I<br>CANAL<br>(m/m) | VAZÃO<br>CANAL<br>(l/s) | VELOCIDADE |      | Tp   | COTA DO<br>GREIDE<br>TUBULAÇÃO<br>(m) |      |
|--------------------|----------|--------|----------|-----------|-------|--------------------|------|-----------------|-------------|-------------------------|---------------------------------------|---------------------|-------------------------|------------|------|------|---------------------------------------|------|
|                    | MONT.    | JUS.   |          | TRECHO    | ACUM. | MONT.              | JUS. |                 |             |                         |                                       |                     |                         | V DN       | V N  |      | MONT.                                 | JUS. |
|                    |          |        |          |           |       |                    |      |                 |             |                         |                                       |                     |                         |            |      |      |                                       |      |
| 1                  | 2        | 3      | 4        | 5         | 6     | 7                  | 8    | 9               | 10          | 11                      | 12                                    | 13                  | 14                      | 15         | 16   | 17   | 18                                    | 19   |
| 0+015              |          |        |          |           |       |                    |      |                 |             |                         |                                       |                     |                         |            |      |      |                                       |      |
| 0+048              | PV-09    | PV-10  | 30.00    | 0.16      | 1.92  | 3.08               | 3.15 | -0.002          | 14.86       | 607                     | 0.80                                  | 0.0020              | 636                     | 1.31       | 1.34 | 0.37 | 1.38                                  | 1.32 |
| 0+073              | PV-10    | PV-11  | 25.00    | 0.54      | 2.46  | 3.15               | 3.20 | -0.002          | 15.23       | 769                     | 1.00                                  | 0.0010              | 815                     | 1.07       | 1.10 | 0.38 | 1.12                                  | 1.09 |
| 0+119              | PV-11    | PV-12  | 46.00    | 0.22      | 2.68  | 3.20               | 3.20 | 0.000           | 15.61       | 828                     | 1.00                                  | 0.0012              | 893                     | 1.17       | 1.21 | 0.64 | 1.09                                  | 1.04 |
| 0+144              | PV-12    | PV-13  | 25.00    | 0.22      | 2.90  | 3.20               | 3.12 | 0.003           | 16.25       | 881                     | 1.00                                  | 0.0014              | 965                     | 1.27       | 1.30 | 0.32 | 1.04                                  | 1.00 |
| 0+169              | PV-13    | PV-14  | 25.00    | 0.20      | 3.10  | 3.12               | 3.07 | 0.002           | 16.57       | 933                     | 1.00                                  | 0.0015              | 998                     | 1.31       | 1.35 | 0.31 | 1.00                                  | 0.97 |
| 0+216              | PV-14    | PV-15  | 47.00    | 0.53      | 3.63  | 3.07               | 3.17 | -0.002          | 16.87       | 1,083                   | 1.00                                  | 0.0019              | 1124                    | 1.48       | 1.51 | 0.52 | 0.97                                  | 0.88 |
| 0+228              | PV-15    | PV-16  | 17.00    | 0.00      | 3.63  | 3.17               | 3.11 | 0.004           | 17.39       | 1,083                   | 1.00                                  | 0.0019              | 1124                    | 1.48       | 1.51 | 0.19 | 0.88                                  | 0.85 |
| DNIT               | PV-16    | PV-17  | 28.00    | 0.25      | 3.88  | 3.11               | 3.21 | -0.004          | 17.58       | 1,136                   | 1.00                                  | 0.0021              | 1181                    | 1.55       | 1.59 | 0.29 | 0.85                                  | 0.79 |
| DNIT               | PV-17    | PV-18  | 31.00    | 0.13      | 4.01  | 3.21               | 3.08 | 0.004           | 17.87       | 1,165                   | 1.00                                  | 0.0022              | 1209                    | 1.59       | 1.63 | 0.32 | 0.79                                  | 0.72 |
| DNIT               | PV-18    | PV-19  | 36.00    | 0.15      | 4.16  | 3.08               | 3.01 | 0.002           | 18.19       | 1,199                   | 1.00                                  | 0.0024              | 1250                    | 1.64       | 1.68 | 0.36 | 0.72                                  | 0.63 |
| DNIT               | PV-19    | PV-20  | 45.00    | 0.16      | 4.32  | 3.01               | 3.11 | -0.002          | 18.55       | 1,234                   | 1.00                                  | 0.0025              | 1276                    | 1.68       | 1.72 | 0.44 | 0.63                                  | 0.52 |
| DNIT               | PV-20    | PV-21  | 35.00    | 0.10      | 4.42  | 3.11               | 3.19 | -0.002          | 18.98       | 1,248                   | 1.00                                  | 0.0025              | 1289                    | 1.69       | 1.73 | 0.34 | 0.52                                  | 0.44 |
| DNIT               | PV-21    | PV-22  | 35.00    | 0.07      | 4.49  | 3.19               | 3.18 | 0.000           | 19.32       | 1,257                   | 1.00                                  | 0.0025              | 1289                    | 1.69       | 1.73 | 0.34 | 0.44                                  | 0.35 |
| DNIT               | PV-22    | ALA-01 | 12.00    | 0.04      | 4.53  | 3.18               | 3.12 | 0.005           | 19.66       | 1,258                   | 1.00                                  | 0.0025              | 1289                    | 1.69       | 1.73 | 0.12 | 0.35                                  | 0.32 |

### 3.7 Projeto de Rede Coletora de Esgoto Sanitário

O Capítulo em questão tem por objetivo apresentar o diagnóstico realizado da situação atual da rede coletora de esgotos na Av. Viscondessa da Graça dentro dos limites de projeto.

#### 3.7.1 Dados Coletados

Dos estudos existentes e anteriores disponíveis, que foram empregados como subsídio para o desenvolvimento do Projeto da Rede Coletora, se podem citar os seguintes:

- Plano Diretor de Esgotos Sanitários, elaborado pelo Consórcio Ste/Ecsam/Engeplus;
- Desenho do Cadastro da Rede de Água – Sanep – outubro/2013;
- Desenho do Cadastro da Rede de Esgotos – Sanep – abril/2011;
- Projeto Geométrico da Via Estruturante;
- Levantamento Físico da Via.

#### 3.7.2 Situação Atual

De acordo com as informações coletadas no Plano Diretor de Esgoto Sanitário para o trecho de interesse, a Av. Viscondessa da Graça está inserida na Bacia 11 de contribuição de esgotos.

Todo o trecho de projeto possui rede coletora de esgotos devidamente cadastrada, conforme descrição abaixo:

- DN 500mm, 192m de extensão, somado 95m de Coletor Auxiliar DN 150mm, no lado direito da via – entre a Av. Saturnino de Brito e Rua Siqueira Campos;
- DN 150mm, 165m de extensão, no lado esquerdo da via – entre a Av. Saturnino de Brito e Rua Siqueira Campos;
- DN 150mm, 408m de extensão em ambos os lados da via – entre a BR-293 e Rua Siqueira Campos.

Os trechos de rede citados acima perfazem um total de 765m. Todos pertencem à Bacia 11 e seguem para a ETE Simões Lopes, onde o resíduo é tratado.

Tendo em conta que não há segmentos sem rede coletora de esgotos e que o projeto da via não terá alteração no greide existente, optou-se por manter a rede já implantada.

Importante ressaltar que durante a execução da obra caso seja verificada má condição de funcionamento da rede existente, ou ocorrer rompimento da mesma durante a implantação da via, esta deverá ser readequada conforme cadastro.

Na Figura 3.2 abaixo é possível observar o trecho da via projetada – entre a BR-293 e a Av. Saturnino de Brito, bem como os locais com rede de esgoto cadastrada (todo o trecho).



**Figura 3.2: Trecho de Projeto – Av. Viscondessa da Graça**

O cadastro da rede de esgoto na área de projeto está anexo ao final do relatório.

### **3.8 Projeto de Sinalização Viária**

O projeto seguiu as Instruções de Sinalização Rodoviária ESP-DAER, 2ª Edição Atualizada e aprovada em 16 de março de 2006, amparados na Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997, que instituiu o Código de Trânsito Brasileiro conforme Decreto nº 4.711, de 29 de maio de 2003.

O projeto também se baseou na versão atualizada do ANEXO II do CTB, conforme Resolução nº160, de 22 de abril 2004, CONTRAN:

- Volume I do Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito aprovado pela Resolução nº180, de 26 agosto 2005, referente à Sinalização vertical de regulamentação.
- Volume II do Manual Brasileiro de Sinalização, aprovado pela Resolução nº243, de 22 de junho de 2007, referente à Sinalização vertical de advertência, e revoga Resolução 599/82, Cap.IV - Vol. II S. Vertical de advertência Parte I.
- Volume IV do Manual Brasileiro de Sinalização de trânsito aprova a Resolução nº236, de 11 de maio de 2007, referente à sinalização horizontal. Revoga ao Anexo da resolução nº666/86, Parte II – Marcas Viárias. Deverão ser seguidos e aplicados no desenvolvimento do Projeto de Sinalização e, no que couber, após implantação deste.

Em particular, a sinalização proposta buscou se integrar à concepção proveniente do projeto geométrico.

A velocidade diretriz do trecho projetado é de 60 km/h.

A Av. Viscondessa da Graça tem fluxo nos dois sentidos, porém com duas pistas separadas por canteiro central, não sendo necessária linha de divisão de fluxos opostos.



Está previsto estacionamento do lado direito das pistas de projeto, em frente aos lotes. Para isto, foi projetada uma Linha de Continuidade (LCO) para separar o estacionamento da pista. A cadência é de 1 m : 1 m.

A cor é branca com largura de 10 cm.

As linhas estão dimensionadas para 10 cm em função da segurança.

Quanto à sinalização vertical, por se tratar de meio urbano, devem ser utilizados suportes metálicos altos, com altura livre igual a 2,10m.

As dimensões das placas e painéis utilizados estão baseadas nas diretrizes básicas para regulamentação de velocidade em vias urbanas, com sentido de circulação duplo em áreas urbanas, onde as dimensões mínimas são de 0,45m, do tipo quadrada e circular.

Por motivos de segurança, as placas de parada obrigatória deverão possuir lado igual a 0,35m, conforme recomenda Resolução 180/2005.

### 3.8.1 Sinalização Vertical

A sinalização vertical refere-se sinalização viária com a aplicação de placas e painéis em pontos laterais ou suspensas sobre a via. A codificação das placas apresentadas no projeto seguiu o regulamento do Código de Trânsito Brasileiro, Anexo I – Sinalização, e das Resoluções 180/2005 e 243/2007 do CONTRAN.

#### **3.8.1.1 Tipo de Placas**

As placas serão de diversos tipos, conforme sua finalidade, conforme descrito a seguir.

- Placas de regulamentação

As placas de regulamentação têm por finalidade informar aos usuários sobre as limitações, proibições ou restrições, regulamentando o uso da via.

Atende a Resolução 180/2005 (Volume I – Sinalização Vertical de Regulamentação) do CONTRAN.

- Placa octogonal (PARE)

O fundo é vermelho revestido com película retrorrefletiva Tipo I-A, com borda interna e letras de cor branca revestida com película retrorrefletiva, Tipo I-A. Dimensão L=0,35 (urbana). Código de cor: (01).

- Placa circular

O fundo é branco revestido com película retrorrefletiva Tipo I-A, com orla e diagonal vermelha retrorrefletivas, Tipo I-A, com inscrições ou símbolos preto não refletivos tipo IV, Dimensão: Ø =0,50 m. Código de cor: (02).

- Placa retangular Parada de Ônibus

Fundo azul revestido com película retrorrefletiva tipo I-A, com legendas cor branca não refletivo tipo IV, com placa interna quadrada de Ponto de Parada. Código de cor : (04) e placa retangular com dimensão de 0,40x0,60 e placa quadrada com L=0,20 m.

- Placa de Logradouro

Fundo azul revestido com película retrorrefletiva tipo I-A, com legendas cor branca não refletivo tipo IV. Código de cor : (04).

- Placas de advertência

As placas de advertência têm função de chamar a atenção dos condutores de veículos para existência e natureza de perigo na via ou adjacente a ela.

Atende a Resolução 243/2007 (Volume II – Sinalização Vertical de Advertência) do CONTRAN.

- Placa quadrada

O fundo é amarelo revestido com película retrorrefletiva, Tipo I-A, com símbolo preto não refletivo Tipo IV, Dimensão: L=0,45m. Código de cor: (03).

- Marcador de alinhamento

São placas que incrementam a percepção do condutor quanto as mudanças nos alinhamentos verticais e horizontais da rodovia.

O fundo é preto, não refletivo, Tipo IV, com seta revestidas com película retrorrefletiva cor amarela, Tipo I-A, Dim:0,50x0,60m, Código de cor (3.a).

- Marcador perigo

Placa retangular, o fundo é amarelo revestido com película retrorrefletiva, Tipo I-A, com linhas a 45° na cor preto não refletivo Tipo IV, com 10 cm de largura, Dimensão:0,30x0,90m e 0,60x0,90m, Código de cor: (3.c).

### 3.8.1.2 Materiais das placas

A manufatura das placas compreende a utilização de materiais diversos, conforme descrito a seguir.

- Chapas

As placas deverão ser confeccionadas com chapas retas de ferro galvanizados com cristais minimizados, nº 18, lisas e isentas de graxas ou manchas. Quando aéreas devem ser utilizados chapas de alumínio segundo norma ASTM-B-209M, liga AA5052-têmpera H-38, de espessura nominal de 1,5mm, cortadas nas dimensões do projeto.

- Refletividade

A sinalização vertical, conforme diretriz das Resoluções do CONTRAN, deverá contemplar placas do tipo *toda refletiva* com exceção da cor preta que será não refletiva.

- Película refletiva

Na refletividade das placas e painéis deverão ser utilizadas películas retrorrefletivas que deverão atender aos requisitos da NBR-14644/2013.

As cores das placas de sinalização deverão atender ao que determina a Resolução 160/2004 do CONTRAN.

- Suportes metálicos

Os suportes metálicos deverão atender as diretrizes da NBR-14890/2011 e NBR-14962/2013, no que se refere a requisitos e projeto e implantação deste tipo de suporte.

- Placas até 1 m²:

Usar tubo de aço galvanizado com 2" X 4,50m parede 3,00mm.

- Placas de 1 a 3 m²:

Usar tubo de aço galvanizado com 3" X 4,50m parede 3,75mm.

- Placas superiores a 3 m²:

Usar tubo de aço galvanizado com 4" X 6,00m parede 4,25mm.

- Afastamento lateral das placas

Em caso de meio-fio elevado (calçadas), as placas deverão ser colocadas a 0,30m em trecho retos e 0,40 em trechos em curva, da borda até o alinhamento vertical da placa, conforme indica a Resolução 180/2005 do CONTRAN.

- Placas laterais em zona urbana

Deverá guardar uma distância de 1,20m do bordo externo do acostamento.

- Altura livre das placas

Trechos urbanos: 2,10 metros livre.

- Letras, tipo e tamanhos

Empregam-se nas inscrições das placas os alfabetos de sinalização rodoviária das séries E(M), adaptados do Standard Alphabets for Highway Signs and Pavement Markings (EUA). Para o emprego das tabelas deverão ser utilizadas letras com altura igual a 150 mm, sendo todas as letras Maiúsculas.

- Tarjas de contorno da placa

Deverão ter todos os cantos arredondados, com 30mm de largura e estar 20mm afastadas das extremidades verticais e horizontais.

### **3.8.2 Sinalização Horizontal**

A sinalização horizontal refere-se à sinalização viária composta de linhas de canalização de fluxo, marcas, símbolos e legendas.

#### **3.8.2.1 Materiais para Sinalização Horizontal:**

Os materiais e suas aplicações deverão satisfazer às normas da ABNT, conforme terminologia descrita na NBR-7396/2011 – “Materiais para sinalização Horizontal”.

- Tipos de Pintura
  - Pintura branca

A cor branca deverá ser utilizada nas linhas que delimitam a pista de rolamento, Linhas de Borda (LBO) e, também, para regulamentar movimento sobre a pista tais como, Linhas de divisão de fluxos de mesmo sentido (LMS) tracejadas ou contínuas, Linhas de continuidade (LCO) tracejadas ou contínuas, setas, símbolos e legendas.

Os posicionamentos, comprimentos, e cadências devem obedecer as diretrizes da Resolução 236/2007 do CONTRAN..

Marcas Transversais:

- Linhas de Retenção: largura de 0,40m;
- Linhas Dê a Preferência: 0,50 x 0,30m, espaçada de 0,50m.
- Faixas Travessia de Pedestres, Linha L=0,40 espaço vazio L=0,60m;

Marcas Longitudinais:

- Linhas de Borda L=0,10m.

- Parâmetros para sinalização horizontal

Os parâmetros estão indicados nas Instruções de Sinalização Rodoviária (DAER-RS), e nas normas da ABNT, quais sejam:

- NBR-11862/2012 – Tinta para sinalização Horizontal à Base de Resina Acrílica;
- NBR-13699/2012 – Sinalização Horizontal Viária –Tinta à base de resina acrílica emulsionada em água.



▸ Tinta

A tinta para a sinalização horizontal do presente projeto deverá ser do tipo plástico a frio retro-refletiva à base de resinas acrílicas, aplicadas por "Spray", por meio de máquinas apropriadas.

▸ Duração

Para um bom desempenho deve enquadrar-se para uma duração de 2 Anos.

▸ Retrorrefletividade

Para a avaliação da retrorrefletância na sinalização horizontal deve ser considerado o método de medição: NBR-14723/2005.

A sinalização horizontal deverá ser sempre refletiva, com adição de microesferas de vidro, conforme especificação da NBR-16184/2013 – “Sinalização Horizontal Viária – Microesferas de Vidro” – Requisitos.

- Materiais das esferas de vidro

Tintas acrílicas

I-B (PREMIX, na NBR 16184) na dosagem equivalente de 200 a 250 gramas/litro;

II-A (DROP-ON, na NBR 16184) aplicação por aspersão simultaneamente a tinta, na dosagem de 200 gramas/m<sup>2</sup> de pintura.

### 3.8.3 Sinalização de Obras

As normas e padrões estabelecidos em projeto deverão ser aplicados nos trechos em obras ou em circunstâncias especiais que não permitam o trânsito em forma normal, e que justifiquem medidas visando à segurança do usuário e dos serviços na pista. O assunto é de essencial importância devido ao fato da rótula ser um ponto convergente de veículos, com alto risco de acidentes, o que determina utilização de sinalização ostensiva de obras, a ser executada e mantida de forma permanente durante todo o período de obras.

O controle do trânsito nos trechos em obras ou em circunstâncias especiais, é condicionado às situações típicas de cada local. Devem-se seguir as normas gerais, mediante a adaptação dos projetos padrões à situação real existente.

As operações de construção são normalmente temporárias, mas requerem medidas de controle de trânsito. Provisoriamente, o trânsito será ordinariamente orientado e disciplinado através dos sinais de *advertência*, *regulamentação* e *indicação*. O trânsito de “Mão única” será dirigido por sinaleiros e sinais suplementares.

- Zonas de controle de tráfego

É a distância entre o primeiro sinal de advertência e o ponto, além da área dos serviços, em que o trânsito deixa de ser afetado.

a) Área de advertência

Neste trecho utilizamos os sinais de advertência de obra e de mudanças da condição da pista, além dos sinais que regulamentam os comportamentos obrigatórios.

b) Comprimento da área de advertência

- 500m, quando a obra é executada no acostamento;
- 1.000m, quando a obra é executada na pista.

c) Áreas dos taper's

É aquela em que se dá deslocamento dos veículos da trajetória normal para faixas ou áreas contíguas.

d) Comprimento dos taper's

- 50m, quando a obra for no acostamento;
- 60m, no máximo para quando ocorrer interrupção no fluxo
- para alternância de passagem.

e) Área de proteção

É a área que antecede o trecho em obras. Sua função é garantir condições de segurança tanto para os trabalhadores quando para o tráfego.

Utilizam-se aqui dispositivos de canalização delimitando a área.

f) Comprimento da área de proteção

Seu comprimento deverá ter comprimento de 30m a 60m.

g) Área dos serviços

É a área que se desenvolve os trabalhos. Deve ser delimitada e protegida. Sua extensão é determinada apenas pela própria extensão dos serviços.

h) Área de retorno a situação normal

É a área em que o motorista é reconduzido às faixas normais da via através dos taper's e de informações sobre o fim das restrições de trânsito.

i) Comprimento do taper's

O comprimento deverá ser no mínimo de 30m.

▪ Sinalização vertical

Informam as obrigações, limitações, proibições ou restrições que regulamentam o trecho anormal da via, advertem sobre a mudança das condições da pista que possam afetar a segurança e indicam caminhos alternativos a transpor.

j) Cores da sinalização vertical

Regulamentação: - fundo branco, orla e tarja vermelhas e símbolo preto.

- Placa "PARE", legendas e orla branca/fundo vermelho.

Advertência: - fundo laranja, orlas legendas e símbolos pretos.

Indicação: - fundo laranja, orlas, legendas e símbolos pretos.

k) Dimensões

Regulamentação: - Urbano: lado = 0,25m.

Advertência: - Urbano: lado = 0,45m.

Indicativas: mínimo 2,00x1,00m.

l) Retrorrefletância das placas

A retrorrefletorização é obtida com a aplicação de películas retrorrefletivas em todas as cores dos sinais, exceto a cor preta.

m) Suportes

Os suportes nos casos de obras, serviços móveis, reparos de curta duração ou emergencial, os sinais podem ser colocados sobre cavaletes ou suportes móveis.

n) Posicionamento dos suportes

- Sem acostamento - 0,80m de afastamento, ao lado do dispositivo de canalização;

- ▶ Altura dos sinais - 1,20m da superfície da pista.

- Sinalização horizontal

Cabe à sinalização horizontal grande parte da disciplina do tráfego nos trechos de rodovias em obras, serviços ou situações de emergência. A substituição da sinalização horizontal normal deve ser eficaz para posicionar com segurança o fluxo de veículos no itinerário provisório.

- o) Linhas de borda para desvio

Cor: branco e tem forma contínua;

Afastamentos: deve ser pintada a 0,10m do limite lateral da pista ou observar a largura da faixa de trânsito projetada para o desvio;

Largura: rodovia de pista simples - 0,10m;

Largura rodovia de pista dupla - 0,10m. junto a borda externa;

- 0,20m junto aos canteiros.

- p) Linhas de borda provisória em longos trechos

Neste caso, em longas distâncias a serem sinalizadas *provisoriamente*, devem ser utilizadas linhas tracejadas na borda com cadências 3,00m, pintados para 6,00m de vazio. Recomenda-se no caso a largura da linha ser igual 0,08m.

- q) Linhas tracejadas provisórias no eixo

Nas linhas tracejadas do eixo, para fluxos opostos, deve ser utilizada uma única cadência de 3,00 x 13,00m, para os trechos em obras, com largura de linha igual a 0,008m.

- r) Linhas contínuas provisórias no eixo

As linhas de proibição de ultrapassagem em longos trechos em obras, devem ser pintadas, com o mesmo comprimento das linhas do projeto final de engenharia, alterando apenas a largura de linha igual a 0,08m.

- s) Linha de retenção

Cor: branca e forma contínua;

Posição: junto sinal "PARE";

Distância: entre 10m e 20m do grupo focal do semáforo.

Largura: 0,40m.

- t) Setas

Cor: branca

Altura: 5,00m.

- u) Zebrados

Cores: - Branca para fluxos de mesmo sentido;

- Amarelo para fluxo de sentido opostos.

Cadências: - linha pintada à 45° tem largura de 0,40m.

- Vazio entre linhas será de 1,20m.

- Linha da borda do zebrado igual a linha do eixo.

- v) Tachas

As tachas são dispositivos instalados sobre o pavimento, devendo ser posicionadas ao lado das linhas longitudinais simples ou em meio das linhas duplas.

Cor: - Amarelo quando dividir fluxos contrários;

- Branca para dividir mesmo sentido.

Cadências: - Em tangente de 8,00 em 8,00m;

- Em curvas de 4,00 em 4,00m.

▪ Dispositivos de Canalização

w) Marcadores de alinhamento

São utilizados nos taper's ou em desvios construídos fora da via que resultam em curvas horizontais acentuadas.

Cor: laranja refletivo na seta e fundo preto não refletivo;

Dimensões: 0,50 x 0,60m;

Altura: de 0,80m a 1,20 do solo ou sobre tambores.

x) Cones

Podem ser utilizados em obras de maior duração, desde que se providencie, fiscalização constante para manutenção decorrente de quedas, deslocamentos e furtos.

Cor: Possui faixas horizontais, entre 0,10 e 0,15m de altura, alternadas nas cores branca e laranja refletivo, ou no mínimo a cor branca refletiva.

y) Balizas

Recomenda-se sua utilização para canalização de situações de emergência, dispondo-os de maneira a materializar ilhas e linhas de separação de fluxos.

Cor: Laranja e branco alternados em faixas a 45 °, com 0,106 de largura.

Dimensões: 0,15m de largura e 0,75m de altura total.

z) Luz intermitente

São utilizadas para chamar a atenção dos motoristas sobre as condições anormais da rodovia a sua frente.

aa) Localização

Deve ser colocada no início da sinalização de posição, junto aos primeiros dispositivos de canalização.

bb) Acoplagem

Estes dispositivos podem ser acoplados as balizas, cavaletes, cones e tonéis.

cc) Lâmpadas

As lâmpadas devem ser amarelas e piscar 60 vezes por minuto em intervalos iguais.

dd) Tambores

Observa-se que em função dos furtos que ocorrem nos canteiros de obras (roubo de cavaletes de madeira), estão sendo utilizados tambores refletivos como elementos de alinhamento. Junto aos tambores deverão ser utilizados marcadores de alinhamento. Em segmentos de desvio provisórios poderão ser alternados entre tambores, conforme projeto do Construtor.

## 4 ANEXOS

A seguir, sob a forma de Anexos, apresentam-se os seguintes elementos:

- Referências Topográficas;
- Cadastro de Redes;
- Boletins de Sondagem;
- Ensaios Geotécnicos;
- Notas de Serviço de Pavimentação.

## 4.1 Referências Topográficas



# ORIGEM DO LEVANTAMENTO

RN 1965N – IBGE

LOCALIZADO A DIREITA DA ESTATUA DO Dr. JOAQUIM RASGADO NA PRAÇA  
JULIO DE CASTILHOS, Av. BENTO CONÇALVES.

## PONTOS RASTREADOS

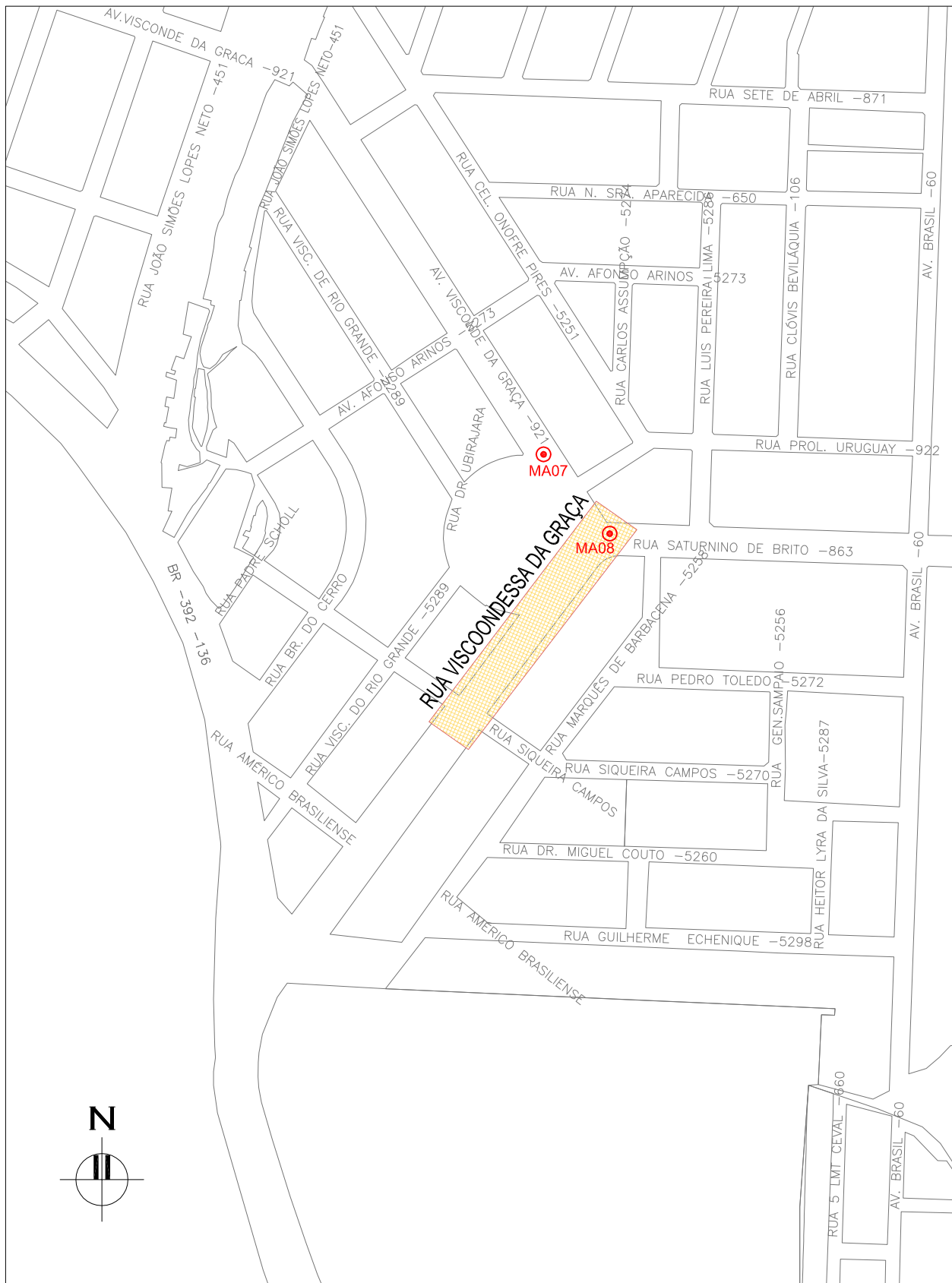
MA07:

E= 371565.0859      N= 6483849.5815

MA08:

E= 371625.7200      N= 6483776.9276

COORDENADAS UTM SIRGAS2000 (m):



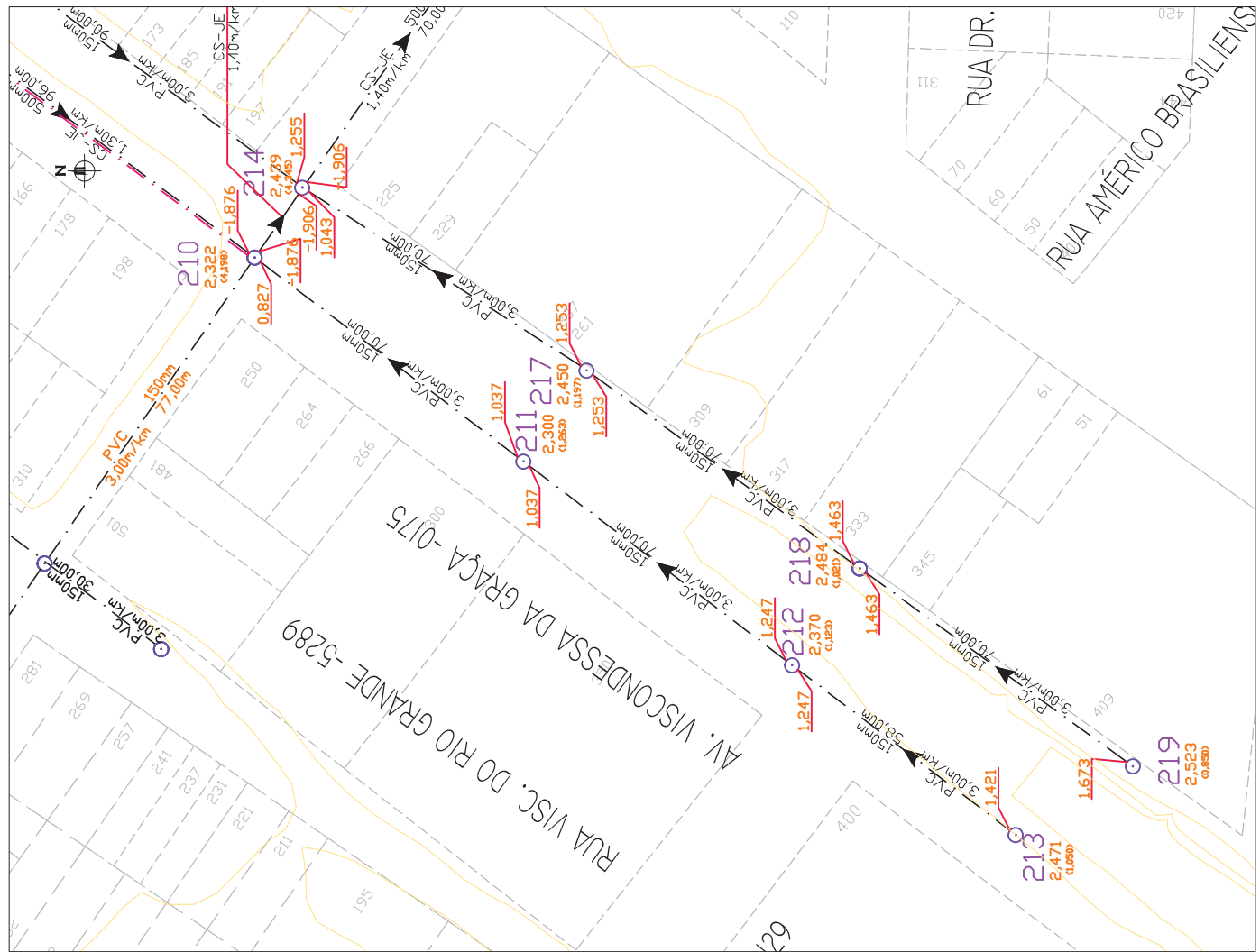
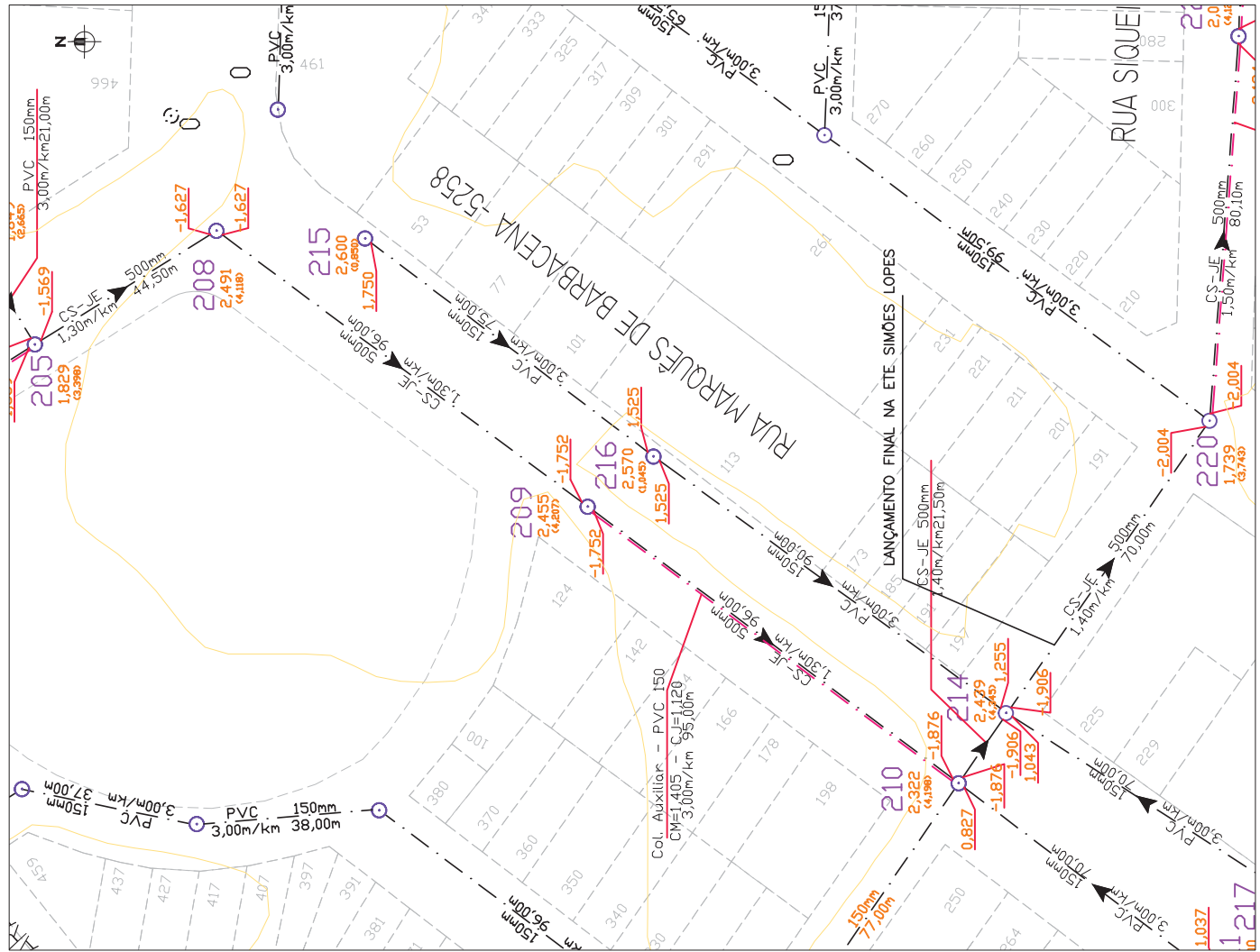
|                |           |                            |       |        |                          |
|----------------|-----------|----------------------------|-------|--------|--------------------------|
| Estação :      | 1965N     | Nome da Estação :          | 1965N | Tipo : | Referência de Nível - RN |
| Município :    | PELOTAS   |                            |       | UF :   | RS                       |
| Última Visita: | 30/6/1983 | Situação Marco Principal : | Bom   |        |                          |

| DADOS PLANIMÉTRICOS |                  | DADOS ALTIMÉTRICOS      |                        | DADOS GRAVIMÉTRICOS |  |
|---------------------|------------------|-------------------------|------------------------|---------------------|--|
| Latitude            | 31 ° 45 ' 00 " S | Altitude Ortométrica(m) | 7,7788                 | Gravidade(mGal)     |  |
| Longitude           | 52 ° 20 ' 00 " W | Fonte                   | Nivelamento Geométrico | Datum               |  |
| Fonte               | Carta 1:250000   | Sigma Altitude(m)       | 0.07                   | Data Medição        |  |
| Origem              | Transformada     | Datum                   | Imbituba               | Data Cálculo        |  |
| Datum               | SIRGAS2000       | Data Medição            | 30/6/1983              |                     |  |
| Data Medição        | 30/6/1983        | Data Cálculo            | 15/6/2011              |                     |  |
| Data Cálculo        |                  |                         |                        |                     |  |
| Sigma Latitude(m)   |                  |                         |                        |                     |  |
| Sigma Longitude(m)  |                  |                         |                        |                     |  |
| UTM(N)              | 6.486.501        |                         |                        |                     |  |
| UTM(E)              | 373.714          |                         |                        |                     |  |
| MC                  | -51              |                         |                        |                     |  |

- Ajustamento Altimétrico Simultâneo da Rede Altimétrica em 15/06/2011 - Relatório em <ftp://geofp.ibge.gov.br/documentos/geodesia/relatorioajustamento.pdf>
- Ajustamento Planimétrico SIRGAS2000 em 23/11/2004 e 06/03/2006 - Relatório em [ftp://geofp.ibge.gov.br/documentos/geodesia/re\\_sirgas2000.pdf](ftp://geofp.ibge.gov.br/documentos/geodesia/re_sirgas2000.pdf)
- Para obtenção de Altitude Ortométrica referente a levantamento SAT utilizar o MAPGEO2010 disponível em [http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/modelo\\_geoidal.shtml](http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/modelo_geoidal.shtml)
- As informações de coordenadas estão relacionadas ao sistema SIRGAS2000, em conformidade com a RPR 01/2015 de 24/02/2015.

| Localização   |  |
|---|--|
| A direita da estatua do Ddr. Joaquim Rasgado, a Praça Júlio de Castilhos e Av. Bento Gonçalves, desta cidade e 2,88 km além da RN 1965-M. |  |
| Descrição   |  |
| Marco padrão IBGE.  |  |

## 4.2 Cadastro de Redes



## 4.3 Boletins de Sondagem

## BOLETIM DE SONDAGEM A TRADO OU POÇO

| PROJETO/OBRA: DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS DE QUALIFICAÇÃO URBANA DO MUNICÍPIO DE PELOTAS |       |                   |                       |      |               |      |  |                   |                           | Data:  | SERVIÇO: PROSPECÇÃO |
|--|-------|-------------------|-----------------------|------|---------------|------|--|-------------------|---------------------------|--|---------------------|
| TRECHO: META 1 - Av. Viscondessa da Graça (Entre Av. Saturnino de Brito e BR-392)        |       |                   |                       |      |               |      |  |                   |                           | Outubro/2015   | GEOTÉCNICA          |
| FURO   | Km    | LADO<br>(D, X, E) | Próximo da<br>Casa Nº | HOR. | CAMADA<br>(m) |      | IDENTIFICAÇÃO VISUAL DO MATERIAL<br>COLETADO | CONSIS-<br>TÊNCIA | LENÇOL<br>FREÁTICO<br>(m) | OBSERVAÇÕES  |                     |
|  |       |                   |                       |      | DE            | A    |  |                   |                           |  |                     |
| F-1.01   | 0+000 | E                 | S/N                   | 1    | 0,00          | 0,06 | CBUQ   | R                 |                           | Furo executado no bordo do pavimento existente (em frente ao início da praça), próximo a esquina com a Rua Saturnino de Brito. |                     |
|  |       |                   |                       | 2    | 0,06          | 0,48 | CALIÇA COM ARGILA                            | M                 |                           |  |                     |
|  |       |                   |                       | 3    | 0,48          | 1,30 | SAIBRO ROSA                                  | L                 | 1,25                      |  |                     |
|  |       |                   |                       | 4    | 1,30          | 1,50 | AREIA COM ARGILA PRETA                       | L                 |                           |  |                     |
|  |       |                   |                       |      | 1,50          | --   | LIMITE DE SONDAGEM                           |                   |                           |  |                     |
| F-1.02   | 0+050 | D                 | 113                   | 1    | 0,00          | 0,20 | AREIA E BRITA                                | M                 |                           | Furo executado no acostamento em frente a praça.   |                     |
|  |       |                   |                       | 2    | 0,20          | 0,46 | CALIÇA.                                      | R                 |                           |  |                     |
|  |       |                   |                       | 3    | 0,46          | 0,65 | SAIBRO ROSA                                  | M                 |                           |  |                     |
|  |       |                   |                       | 4    | 0,65          | 1,50 | ARGILA ARENOSA CINZA                         | L                 | 1,45                      |  |                     |
|  |       |                   |                       |      | 1,50          | --   | LIMITE DE SONDAGEM                           |                   |                           |  |                     |
| F-1.03   | 0+100 | E                 | --                    | 1    | 0,00          | 0,05 | CBUQ   | R                 |                           | Furo executado em frente a COMAQ Agrícola.   |                     |
|  |       |                   |                       | 2    | 0,05          | 0,45 | BASE DE BRITA GRADUADA DE BASALTO            | M                 |                           |  |                     |
|  |       |                   |                       |      | 0,45          | --   | IMPRATICÁVEL - ENROCAMENTO COM PEDRAS        | R                 | SECO                      |  |                     |





**BOLETIM DE SONDAGEM A TRADO OU POÇO**

| PROJETO/OBRA: DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS DE QUALIFICAÇÃO URBANA DO MUNICÍPIO DE PELOTAS |       |                   |                       |      |               |      |  |                   |                           | Data:<br>Outubro/2015   | SERVIÇO: PROSPECÇÃO<br>GEOTÉCNICA |
|--|-------|-------------------|-----------------------|------|---------------|------|--|-------------------|---------------------------|---|-----------------------------------|
| TRECHO: META 1 - Av. Viscondessa da Graça (Entre Av. Saturnino de Brito e BR-392)        |       |                   |                       |      |               |      |  |                   |                           |   |                                   |
| FURO   | Km    | LADO<br>(D, X, E) | Próximo da<br>Casa Nº | HOR. | CAMADA<br>(m) |      | IDENTIFICAÇÃO VISUAL DO MATERIAL<br>COLETADO | CONSIS-<br>TÊNCIA | LENÇOL<br>FREÁTICO<br>(m) | OBSERVAÇÕES   |                                   |
|  |       |                   |                       |      | DE            | A    |  |                   |                           |   |                                   |
| F-1.04   | 0+150 | D                 | --                    | 1    | 0,00          | 0,30 | REVESTIMENTO PRIMÁRIO                        | R                 |                           | Furo executado no acostamento.  |                                   |
|  |       |                   |                       | 2    | 0,30          | 1,00 | SAIBRO ROSA                                  | M                 |                           |   |                                   |
|  |       |                   |                       | 3    | 1,00          | 1,50 | ARGILA CINZA                                 | M                 | 1,47                      |   |                                   |
|  |       |                   |                       |      | 1,50          | --   | LIMITE DE SONDAGEM                           |                   |                           |   |                                   |
| F-1.05   | 0+200 | E                 | S/N                   | 1    | 0,00          | 0,08 | CBUQ   | R                 |                           | Furo executado no bordo do asfalto próximo ao eixo do cruzamento com a Rua Siqueira Campos. |                                   |
|  |       |                   |                       | 2    | 0,08          | 0,40 | CALIÇA COM BASE DE BRITA GRADUADA            | R                 |                           |   |                                   |
|  |       |                   |                       | 3    | 0,40          | 0,49 | SAIBRO ROSA                                  | M                 |                           |   |                                   |
|  |       |                   |                       | 4    | 0,49          | 0,85 | ARGILA ARENOSA VERMELHA                      | M                 |                           |   |                                   |
|  |       |                   |                       | 5    | 0,85          | 1,50 | ARGILA CINZA VARIEGADA                       | L                 | SECO                      |   |                                   |
|  |       |                   |                       |      | 1,50          | --   | LIMITE DE SONDAGEM                           |                   |                           |   |                                   |
| F-1.06   | 0+250 | D                 | 300                   | 1    | 0,00          | 0,50 | CALIÇA                                       | R                 |                           | Furo executado em frente ao pavilhão da Empresa Polo Sul.                                   |                                   |
|  |       |                   |                       | 2    | 0,50          | 0,75 | SAIBRO AMARELO                               | R                 |                           |   |                                   |
|  |       |                   |                       | 3    | 0,75          | 1,50 | ARGILA PRETA                                 | M                 | SECO                      |   |                                   |
|  |       |                   |                       |      | 1,50          | --   | LIMITE DE SONDAGEM                           |                   |                           |   |                                   |

## BOLETIM DE SONDAGEM A TRADO OU POÇO

| PROJETO/OBRA: DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS DE QUALIFICAÇÃO URBANA DO MUNICÍPIO DE PELOTAS |       |                   |                       |      |               |      |  |                   |                           | Data:<br>Outubro/2015  | SERVIÇO: PROSPECÇÃO<br>GEOTÉCNICA |
|--|-------|-------------------|-----------------------|------|---------------|------|--|-------------------|---------------------------|--|-----------------------------------|
| TRECHO: META 1 - Av. Viscondessa da Graça (Entre Av. Saturnino de Brito e BR-392)        |       |                   |                       |      |               |      |  |                   |                           |  |                                   |
| FURO   | Km    | LADO<br>(D, X, E) | Próximo da<br>Casa N° | HOR. | CAMADA<br>(m) |      | IDENTIFICAÇÃO VISUAL DO MATERIAL<br>COLETADO | CONSIS-<br>TÊNCIA | LENÇOL<br>FREÁTICO<br>(m) | OBSERVAÇÕES  |                                   |
|  |       |                   |                       |      | DE            | A    |  |                   |                           |  |                                   |
| F-1.07   | 0+300 | E                 | --                    | 1    | 0,00          | 0,10 | CBUQ / BLOCOS DE CONCRETO                    | R                 |                           | Furo executado em frente ao Posto de Combustíveis, no bordo da pista de rolamento, entre o asfalto e o pavimento com blocos de concreto. |                                   |
|  |       |                   |                       | 2    | 0,10          | 0,16 | PMF MASSA SECA                               | R                 |                           |  |                                   |
|  |       |                   |                       | 3    | 0,16          | 0,28 | SAIBRO VARIEGADO                             | M                 |                           |  |                                   |
|  |       |                   |                       | 4    | 0,28          | 1,35 | ARGILA ARENOSA VARIEGADA                     | M                 |                           |  |                                   |
|  |       |                   |                       | 5    | 1,35          | 1,50 | ARGILA PRETA                                 | L                 | 1,45                      |  |                                   |
|  |       |                   |                       |      | 1,50          | --   | LIMITE DE SONDAGEM                           |                   |                           |  |                                   |
| F-1.08   | 0+400 | D                 | --                    | 1    | 0,00          | 0,15 | CBUQ   | R                 |                           | Furo executado na saída do Posto de Combustíveis, próximo ao encontro com a BR-392.  |                                   |
|  |       |                   |                       | 2    | 0,15          | 0,35 | BASE DE BRITA GRADUADA DE BASALTO            | M                 |                           |  |                                   |
|  |       |                   |                       | 3    | 0,35          | 0,64 | MACADAME                                     | R                 |                           |  |                                   |
|  |       |                   |                       | 4    | 0,64          | 1,50 | SOLO BRITA - POUCO SATURADO                  | L                 | SECO                      |  |                                   |
|  |       |                   |                       |      | 1,50          | --   | LIMITE DE SONDAGEM                           |                   |                           |  |                                   |

## 4.4 Ensaios Geotécnicos

|   |       |           |                                 |                 |      |                                       |        |     |      |      |     |      |   |       |                |                            |         |                    |                 |       |          |           |     |  |  |  |
|---|-------|-----------|---------------------------------|-----------------|------|---------------------------------------|--------|-----|------|------|-----|------|---|-------|----------------|----------------------------|---------|--------------------|-----------------|-------|----------|-----------|-----|--|--|--|
| <div><div><div><div></div><div>Engplus</div><div>engenharia e consultoria Ltda.</div></div><div>RESUMO DE ENSAIOS GEOTÉCNICOS</div></div></div> |       |           |                                 |                 |      |                                       |        |     |      |      |     |      |   |       |                |                            |         |                    |                 |       |          |           |     |  |  |  |
| PROJETO/OBRA: QUALIFICAÇÃO URBANA PELOTAS   |       |           |                                 |                 |      |                                       |        |     |      |      |     |      | DATA: 16/10/2015                                  |       |                |                            |         |                    |                 |       |          |           |     |  |  |  |
| TRECHO: Rua 1 - Viscondessa da Graça  |       |           |                                 |                 |      |                                       |        |     |      |      |     |      | SUB-TRECHO: Entre Av. Saturnino de Brito e BR-392 |       |                |                            |         |                    |                 |       |          |           |     |  |  |  |
|   |       |           |                                 |                 |      |                                       |        |     |      |      |     |      | SERVIÇO: Prospeção Geotécnica                     |       |                |                            |         |                    |                 |       |          |           |     |  |  |  |
|   |       |           |                                 |                 |      |                                       |        |     |      |      |     |      | PROCEDÊNCIA: Sondagem à trado / poço              |       |                |                            |         |                    |                 |       |          |           |     |  |  |  |
| LOCALIZAÇÃO   | LADO  | PROF. (m) | MATERIAL (CLASSIFICAÇÃO VISUAL) | LIMITES FÍSICOS |      | GRANULOMETRIA % PASSANDO NAS PENEIRAS |        |     |      |      |     |      |   | I.G.  | CLASSIFI CAÇÃO | COMPACTAÇÃO PROCTOR NORMAL |         | CBR ENERGIA NORMAL |                 |       |          |           |     |  |  |  |
| FUO   | Km    | E/D/X     |                                 | L.L             | I.P  | 2"                                    | 1 1/2" | 1"  | 3/4" | 3/8" | Nº4 | Nº10 | Nº40  | Nº200 |                | H.R.B                      | Hot (%) | D.máx (g/cm3)      | D. seca (g/cm³) | H (%) | EXP. (%) | I.S.C (%) |     |  |  |  |
| F-1.01  | 0+000 | E         |                                 | 30,7            | 13,5 |                                       |        | 100 | 95   | 74   | 57  | 48   | 35  | 1     |                | A2-6                       | 19,3    | 1,617              | 1,646           | 18,8  | 0,72     | 7,4       |     |  |  |  |
|   |       |           |                                 |                 |      |                                       |        |     |      |      |     |      |   |       |                | A1-b                       | 7,0     | 1,809              | 1,849           | 7,5   | 0,00     | 19,9      |     |  |  |  |
| F-1.02  | 0+050 | D         |                                 | NP              | NP   |                                       |        | 100 | 98   | 96   | 80  | 48   | 30  | 17    | 0              | A2-4                       | 11,3    | 1,876              | 1,886           | 11,7  | 0,00     | 15,2      |     |  |  |  |
|   |       |           |                                 | 24,1            | 10,4 |                                       |        |     | 100  | 99   | 97  | 80   | 53  | 35    | 15             | 0                          | A1-b    | 10,0               | 1,803           | 1,771 | 10,7     | 0,74      | 7,4 |  |  |  |
| F-1.04  | 0+150 | D         |                                 | NP              | NP   |                                       |        | 100 | 100  | 94   | 85  | 71   | 29  | 18    | 0              | A1-b                       | 10,6    | 1,891              | 1,909           | 10,8  | 0,18     | 14,0      |     |  |  |  |
|   |       |           |                                 | 27,9            | 13,1 |                                       |        |     | 100  | 99   | 95  | 61   | 25  | 1     |                | A2-6                       | 13,1    | 1,776              | 1,810           | 13,5  | 1,02     | 6,7       |     |  |  |  |
| F-1.05  | 0+200 | E         |                                 | NP              | NP   |                                       |        |     | 100  | 98   | 91  | 69   | 38  | 15    | 0              | A2-4                       | 11,6    | 1,905              | 1,922           | 11,1  | 0,17     | 12,3      |     |  |  |  |
|   |       |           |                                 | 28,4            | 12,3 |                                       |        |     | 100  | 98   | 92  | 68   | 43  | 30    | 0              | A2-6                       | 10,1    | 1,799              | 1,810           | 10,4  | 0,10     | 11,3      |     |  |  |  |
| F-1.07  | 0+300 | E         |                                 | NP              | NP   |                                       |        | 100 | 95   | 98   | 77  | 65   | 33  | 25    | 0              | A2-4                       | 8,6     | 1,823              | 1,854           | 8,9   | 0,31     | 12,8      |     |  |  |  |
|   |       |           |                                 | 38,4            | 15,5 |                                       |        |     | 100  | 98   | 93  | 68   | 55  | 41    | 3              | A6                         | 23,7    | 1,459              | 1,502           | 22,5  | 1,18     | 6,1       |     |  |  |  |
| F-1.08  | 0+400 | D         |                                 | NP              | NP   |                                       |        |     | 100  | 93   | 70  | 39   | 27  | 9     | 0              | A1-a                       | 8,2     | 1,894              | 1,880           | 8,3   | 0,00     | 31,8      |     |  |  |  |
|   |       |           |                                 |                 |      |                                       |        |     |      |      |     |      |   |       |                |                            |         |                    |                 |       |          |           |     |  |  |  |

## 4.5 Notas de Serviço de Pavimentação

NOTAS DE SERVIÇO DE PAVIMENTAÇÃO  
AVENIDA VISCONDESSA DA GRAÇA

| km                           | LADO ESQUERDO                                       |       |         |       |      |          |      |         |       |      | EIXO  |        |        |         | LADO DIREITO                         |        |       |   |        |       |       |       |         |                     |      |       |       |      |         |  |  |
|------------------------------|---|-------|---------|-------|------|----------|------|---------|-------|------|-------|--------|--------|---------|--------------------------------------|--------|-------|---|--------|-------|-------|-------|---------|---------------------|------|-------|-------|------|---------|--|--|
|                              | PISTA (ALARGAMENTO)                                 |       |         |       |      | CANTEIRO |      |         |       |      | PISTA |        |        |         | COTAS                                |        |       |   | PISTA  |       |       |       |         | PASSEIO C/ CANTEIRO |      |       |       |      | OFF-SET |  |  |
|                              | DIST.   | COTA  | INC (%) | DIST. | COTA | DIST.    | COTA | INC (%) | DIST. | COTA | DIST. | SE (%) | COTA   | TERRENO | GREIDE                               | DIF.   | TIPO  | DIST.   | SE (%) | COTA  | DIST. | COTA  | INC (%) | DIST.               | COTA | DIST. | COTA  | TIPO |         |  |  |
| AVENIDA VISCONDESSA DA GRAÇA |   |       |         |       |      |          |      |         |       |      |       |        |        |         |                                      |        |       |   |        |       |       |       |         |                     |      |       |       |      |         |  |  |
| 0+000                        | CONCORDANCIA COM A VISCONDESSA DA GRAÇA (EXISTENTE) |       |         |       |      |          |      |         |       |      | 9.65  | 2.50   | 3.435  | 3.060   | 3.194                                | -0.134 | A     | 4.50  | -2.50  | 3.082 | 4.50  | 3.252 | 2.00    | 6.70                | 3.30 | 6.75  | 3.260 | A    |         |  |  |
| 0+020                        | CONCORDANCIA COM A VISCONDESSA DA GRAÇA (EXISTENTE) |       |         |       |      |          |      |         |       |      | 9.08  | 2.98   | 3.405  | 2.915   | 3.134                                | -0.219 | A     | CONCORDANCIA COM OUTRO RAMO DA AV. VISCONDESSA DA GRAÇA |        |       |       |       |         |                     |      |       |       |      |         |  |  |
| 0+040                        | 8.62  | -3.33 | 0.93    | 6.00  | 3.35 | 6.00     | 3.52 | 10.02   | 4.50  | 3.37 | 3.199 | 3.091  | 0.108  | C       | 4.50                                 | -2.50  | 2.979 | 4.50  | 3.15   | 2.00  | 6.70  | 3.193 | 6.97    | 3.012               | A    |       |       |      |         |  |  |
| 0+060                        | 8.28  | 3.22  | 1.61    | 6.00  | 3.18 | 6.00     | 3.35 | 5.23    | 4.50  | 3.28 | 3.095 | 3.106  | -0.011 | A       | 4.50                                 | -2.50  | 2.994 | 4.50  | 3.164  | 2.00  | 6.70  | 3.21  | 7.16    | 2.900               | A    |       |       |      |         |  |  |
| 0+080                        | 8.12  | 3.15  | 2.06    | 6.00  | 3.11 | 6.00     | 3.28 | 3.79    | 4.50  | 3.22 | 3.002 | 3.162  | -0.160 | A       | 4.50                                 | -2.50  | 3.050 | 4.50  | 3.220  | 3.00  | 6.70  | 3.29  | 7.17    | 2.951               | A    |       |       |      |         |  |  |
| 0+100                        | 7.91  | 3.19  | 4.19    | 6.00  | 3.11 | 6.00     | 3.28 | 3.03    | 4.50  | 3.23 | 2.973 | 3.177  | -0.204 | A       | 4.50                                 | -2.50  | 3.065 | 4.50  | 3.235  | 2.00  | 6.70  | 3.28  | 7.28    | 2.889               | A    |       |       |      |         |  |  |
| 0+120                        | 7.90  | 3.18  | 3.86    | 6.00  | 3.11 | 6.00     | 3.28 | 5.73    | 4.50  | 3.19 | 2.950 | 3.134  | -0.184 | A       | 5.23                                 | -2.50  | 3.003 | 5.23  | 3.173  | -2.00 | 10.76 | 3.06  |         |                     |      |       |       |      |         |  |  |
| 0+140                        | 7.92  | 3.16  | 3.24    | 6.00  | 3.09 | 6.00     | 3.26 | 8.83    | 4.50  | 3.13 | 3.081 | 3.074  | 0.007  | C       | 4.50                                 | -2.50  | 2.962 | 4.50  | 3.012  | 2.00  | 6.70  | 3.06  | 6.74    | 3.092               | C    |       |       |      |         |  |  |
| 0+160                        | 7.95  | 3.09  | 3.84    | 6.00  | 3.02 | 6.00     | 3.19 | 7.29    | 4.50  | 3.08 | 3.150 | 3.022  | 0.128  | C       | 4.50                                 | -2.50  | 2.910 | 4.50  | 3.080  | 2.00  | 6.70  | 3.12  | 6.77    | 3.194               | C    |       |       |      |         |  |  |
| 0+180                        | 7.89  | 3.10  | 3.37    | 6.00  | 3.04 | 6.00     | 3.21 | 8.69    | 4.50  | 3.08 | 3.117 | 3.022  | 0.095  | C       | 4.50                                 | -2.50  | 2.910 | 4.50  | 2.960  | 2.00  | 7.28  | 3.02  | 7.42    | 3.155               | C    |       |       |      |         |  |  |
| 0+200                        | 7.84  | 3.15  | 3.02    | 6.00  | 3.09 | 6.00     | 3.26 | 8.85    | 4.50  | 3.13 | 3.013 | 3.074  | -0.061 | A       | 4.50                                 | -2.50  | 2.962 | 4.50  | 3.132  | 2.00  | 6.70  | 3.18  | 6.73    | 3.080               | A    |       |       |      |         |  |  |
| 0+207.44                     | 7.79  | 3.17  | 3.12    | 6.00  | 3.12 | 6.00     | 3.29 | 6.54    | 4.50  | 3.19 | 2.970 | 3.131  | -0.177 | A       | 4.50                                 | -2.50  | 3.019 | 4.50  | 3.189  | 2.00  | 6.70  | 3.23  | 6.72    | 3.214               | A    |       |       |      |         |  |  |
| 0+220                        | CONCORDANCIA COM RUA SIQUEIRA CAMPOS                |       |         |       |      |          |      |         |       |      | 3.009 | 3.126  | -0.117 | A       | CONCORDANCIA COM RUA SIQUEIRA CAMPOS |        |       |   |        |       |       |       |         |                     |      |       |       |      |         |  |  |
| 0+240                        | SEÇÃO EM CONFORMIDADE COM O PROJETO DO DNIT         |       |         |       |      |          |      |         |       |      |       |        |        |         |                                      |        |       |   |        |       |       |       |         |                     |      |       |       |      |         |  |  |
| 0+250                        | SEÇÃO EM CONFORMIDADE COM O PROJETO DO DNIT         |       |         |       |      |          |      |         |       |      |       |        |        |         |                                      |        |       |   |        |       |       |       |         |                     |      |       |       |      |         |  |  |