

# INDICE

	Pág.
APRESENTAÇÃO .....	3
1. ESTUDOS TOPOGRÁFICOS .....	5
1.1. Considerações Gerais .....	5
1.2. Levantamento Topográfico .....	5
1.2.1. Coleta de Dados .....	5
1.2.2. Elementos de Topografia .....	6
2. PROJETO GEOMÉTRICO .....	6
2.1. Introdução .....	6
2.2. Elementos Básicos .....	6
2.3. Planimetria .....	7
2.4. Altimetria .....	7
2.5. Apresentação do projeto .....	7
3. PROJETO DE TERRAPLENAGEM .....	7
3.1. Cálculo de volume de terraplenagem .....	7
3.1.1. Análise do Perfil Longitudinal do Projeto Geométrico e das Seções Transversais do Terreno Natural .....	8
3.1.2. Desenho das Seções Gabaritadas .....	8
3.1.3. Medição das Áreas de Corte e Aterro .....	8
3.2. Notas de Serviço de Pavimentação .....	8
4. PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO .....	9
4.1. Sondagens e Ensaios .....	9
4.2. Cálculo do número N .....	9
4.3. Dimensionamento do Pavimento.....	9
4.3.1. Cálculo do ISP .....	9
4.3.2. Estrutura do Pavimento .....	9
4.4. Detalhes Construtivos .....	11
4.4.1. Terraplenagem .....	11
4.4.2. Meio Fio .....	11
4.5. Seção Tipo .....	11
5. PROJETO DE DRENAGEM SUPERFICIAL .....	12
5.1. Estudos Hidrológicos .....	12
5.2. Concepção .....	12
5.3. Traçado da Rede .....	12
5.4. Especificações Técnicas .....	13
6. ORÇAMENTO E QUANTITATIVOS.....	13
ANEXOS	

## **APRESENTAÇÃO**

Este documento é decorrente do contrato firmado dentre o Município de Porto Alegre, através da PMPA/SMOV, e a empresa Aerogeo Aerofotogrametria, Geoprocessamento e Engenharia Ltda. , para elaboração de Projetos Geométricos, de Pavimento e de drenagem de Vias especificadas pela SMOV, referente ao Convite N° 02.081062.06.0 e Carta Contrato Livro 522 fls.221 Reg. 35535.

Este relatório em volume único, apresenta o projeto de engenharia visando a pavimentação e implantação das obras de drenagem pluvial do Beco do Pontal, trecho entre a Estrada Otaviano José Pinto até a Avenida Beira Rio Lami, bairro Lami, Região Extremo Sul da cidade de Porto Alegre – RS, conforme planta de situação constante na próxima página.

Os estudos e projetos foram desenvolvidos no período de março de 2007 a maio de 2008, em conformidade com a Ordem de Serviço N°. 006/2007. expedida em 20/3/2007.

Porto alegre, 07 de maio de 2008.

---

Eng°. Milton Dupont  
Responsável Técnico



## 1. Estudos Topográficos

### 1.1. Considerações gerais

Os estudos topográficos realizados no Beco do Pontal, objetivaram a obtenção de informações sobre o terreno natural e elementos artificiais existentes, com vistas à elaboração de seu projeto.

Pelo levantamento planimétrico, foram amarrados todos esses elementos visíveis na via, bem como em sua volta.

O trecho em questão inicia na Estrada Otaviano José Pinto, estendendo-se por aproximadamente 437m adiante até a Avenida Beira Rio Lami. Sua pista de rolamento possui um revestimento primário de areia siltosa rija.

Altimetricamente, a via tem declive moderado até a estaca 1+10 onde começa o trecho em alicive, com declividade semelhante ao trecho em declive, até o PF.

O gabarito de projeto proposto prevê uma pista de 7m e passeios de 2,00m. Segundo informações da EPTC, não há previsão de passagem de ônibus de transporte coletivo no local.

### 1.2. Levantamento Topográfico

O desenvolvimento dos trabalhos compreendeu as etapas de coleta de dados (bases cartográficas, cadastro, etc.) e elementos de topografia como cadernetas de campo, etc.

#### 1.2.1 Coleta de dados

Tendo em vista que o edital estabelecia o conhecimento do objeto por parte da empresa licitante, entende-se como essa a primeira etapa e a coleta de dados os elementos subsidiários de interesse para os trabalhos em pauta.

- a) Bases cartográficas: As bases cartográficas utilizadas foram fornecidas pela PMPA e também consultadas pela internet no portal da PMPA. Nelas constam as referências planialtimétricas do Município, reproduzidas em planta também. Tais dados estão em anexo.
- b) Cadastro: o cadastro foi realizado pelo processo de irradiação com ângulo e distância, contemplando toda a área de influência do projeto, de maneira a caracterizar todos os elementos indispensáveis à elaboração dos projetos. Foram cadastradas todas as :
  - propriedades e edificações do trecho assim como suas numerações;
  - divisas e acessos tais como cercas, muros e portões;
  - redes de serviço público;
  - cruzamentos e demais elementos que contribuam ao estudo.

- c) Definição de traçado e limites de projeto: conforme alinhamento predial projetado fornecido pela SMOV.
- d) Altimetria: para estabelecimento das referências de nível(RN), foi adotado como referência a altitude de RNs fornecidos pela PMPA, de acordo com o item a) anteriormente descrito.
- e) Cadastro de redes: foram levantados todos os dispositivos de drenagem, para estudo visando o projeto de drenagem. Para as redes de água e esgoto, foram utilizadas plantas fornecidas pela SMOV, as quais estão em anexo.

### 1.2.2 Elementos de topografia

Os elementos de topografia, tais como: cadernetas eletrônicas, relatórios da poligonal, de irradiações, do transporte das RNs, de nivelamento de eixos e seções transversais acham-se apresentados em anexo.

## 2. PROJETO GEOMÉTRICO

### 2.1. Introdução

A partir do levantamento topográfico e da análise de todos os dados fornecidos pelos órgãos municipais, elaborou-se uma definição em planimetria. A etapa seguinte abrangeu a locação do eixo, com seu nivelamento, contranivelamento e após o nivelamento das seções transversais, com os respectivos desenhos. Só então se pôde partir para o estudo altimétrico.

Participaram na definição geométrica, também os representantes da SMOV.

### 2.2. Elementos Básicos

A via foi projetada com um gabarito de 11,00m, sendo os passeios com 2,00m, respectivamente nos lados par e ímpar e com pista de 7,00m de largura.

A pista foi projetada com declividade dupla de 2,5% do eixo em direção aos bordos. Os passeios tem inclinação de 2% em direção ao meio-fio que é máxima transversal para permitir conforto na acessibilidade de pessoas portadoras de deficiência ambulatoria, conforme a NBR 9050.

### 2.3. Planimetria

Para a definição planimétrica da via foram adotados os seguintes critérios:

- Viabilizar o EVU;
- Evitar atingir postes, caixas do DEP e DMAE;
- Adotar passeios compatíveis;
- Eliminar pontos de inflexão em planimetria;
- Adotar raios máximos nas concordâncias com as vias limítrofes;

## 2.4. Altimetria

Para a definição altimétrica da via foram adotados os seguintes critérios:

- Declividade longitudinal maior que a mínima de 0,3%;
- Soleiras e passeios característicos;
- Interferência com as redes subterrâneas;
- Concordância com os pavimentos existentes;
- Estrutura do pavimento projetado.

## 2.5. Apresentação do Projeto

Os dados dos projetos planimétricos, altimétricos e terraplenagem, bem como tudo o que foi citado no relatório, aparecem graficados nas pranchas anexadas.

## 3. PROJETO DE TERRAPLENAGEM

Este projeto foi elaborado concomitantemente com o projeto altimétrico.

O greide de terraplenagem é simplesmente a cota do greide geométrico diminuído da estrutura projetada ou vice-versa.

Seções transversais de terraplenagem foram concebidas também em consonância com as seções transversais da pavimentação e nas escalas de apresentação dos projetos.

As escalas adotadas são:

- A planimetria na escala 1:500.
- Na altimetria, o perfil longitudinal nas escalas H. 1:500 e V. 1:50 e as seções transversais nas escalas H. 1:100 e V. 1:50.
- As inclinações dos taludes adotadas no presente projeto são para o talude de aterro (v/h) – 1,0/1,5 e para o talude de corte (v/h) – 1,0/1,0.

### 3.1. Cálculo de volumes de terraplenagem

O cálculo foi realizado a partir da gabaritação das seções transversais dos cortes e aterros e da avaliação dos volumes envolvidos.

Sua determinação foi dada através das etapas de análise do perfil longitudinal do projeto geométrico e das seções transversais do terreno natural; desenho das seções gabaritadas; medição das áreas de corte e aterro; e cálculo dos volumes de cortes e aterros.

### 3.1.1. Análise do Perfil Longitudinal do Projeto Geométrico e das Seções Transversais do Terreno Natural

Foram analisadas em projeto as seções transversais levantadas, o perfil projetado e sua repercussão quanto às soleiras e divisas existentes, ajustando-se o greide conforme a necessidade **de obedecer orientações do DEP referentes à cota mínima de projeto do local, o que levou a que todo o trecho de pavimentação tenha aterro projetado**. O aterro será executado com rachão até a cota inferior da estrutura do pavimento projetada, quando necessário.

### 3.1.2. Desenho das Seções Gabaritadas

Definido o greide de projeto, foi lançado os gabaritos nas seções transversais do terreno natural, conforme apresentado nos desenhos do projeto.

### 3.1.3. Medição das Áreas de Corte e Aterro

Depois de desenhadas as seções transversais com o gabarito da via, foi determinado as áreas de corte e aterro para posteriormente calcular os seus volumes respectivos, levando em consideração a pavimentação dimensionada.

### 3.2. Notas de Serviço de Pavimentação

As notas de serviço de pavimentação estão em anexo.

## 4. PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

### 4.1. Sondagens e Ensaios

Os estudos geotécnicos visaram à determinação das características físicas dos materiais constituintes do subleito, de forma a embasar a elaboração do projeto de pavimentação. Foram feitos 3 (três) furos de sondagem e realizados os ensaios de caracterização do solo. A posição dos furos e os perfis geológicos estão mostrados nas plantas do projeto geométrico nº. 1/2.

Os Boletins de Sondagem e a Planilha Resumo dos ensaios estão em anexo.

### 4.2. Cálculo do Número N

O número N para a via foi calculado levando em conta o tráfego local, considerando que não há passagem de ônibus nem frequência de veículos pesados. Para isso foi encontrado o valor de  $N=10^4$ , sendo adotado, por orientação da fiscalização da SMOV, o valor de  **$N=10^5$** .

Os dados e resultados utilizados estão em anexo.

### 4.3. Dimensionamento do Pavimento

O dimensionamento do pavimento foi feito utilizando o método do Engº. Murillo (DNER).

#### 4.3.1. Cálculo do ISP

Devido ao resultados dos ensaios das amostras ter apresentado horizontes com ISP fora do desvio padrão, foi calculado um ISP padrão para o trecho, sendo feito um estudo a parte para os ISP não utilizados no cálculo. Abaixo está apresentado o resumo e resultado do cálculo.

$$m = 21,00$$

$$s = 4,47$$

$$ISP = 13,00$$

Os dados e demais resultados intermediários utilizados estão apresentados em planilha anexa.

#### 4.3.2. Estrutura do Pavimento

O revestimento a ser utilizado foi determinado pela fiscalização da SMOV. A estrutura padrão e seus reforços estão explicitados a seguir, junto com seus cálculos. Deve ser salientado que segundo orientações do DEP em relação à cota mínima do trecho de projeto, **está projetado grande quantidade de aterro na pista, o qual será feito por meio de rachão entre as estacas 2+8 e 18+14.**

**- Estrutura Padrão (Estaca 1 a estaca 18+05):**

Estrutura necessária:

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

$$H_t = 7,735 + 3,989 \times 5 \approx 29 \text{ cm}$$

Estrutura proposta:

<b>Tipo de Estrutura</b>	<b>Espessura Geométrica (cm)</b>	<b>Espessura Estrutural (cm)</b>
CBUQ (faixa II)	5	10
Base de Brita Graduada	19	19
<b>Total</b>	24	29

**- Reforços (Estaca 18+05 a estaca 19+17,56)**  
**ISC<sub>min</sub> = 9**

Estrutura necessária:

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

$$H_t = 8,471 + 5,485 \times 5 \approx 36 \text{ cm}$$

Estrutura proposta:

<b>Tipo de Estrutura</b>	<b>Espessura Geométrica (cm)</b>	<b>Espessura Estrutural (cm)</b>
CBUQ (faixa II)	5	10
Base de Brita Graduada	26	26
<b>Total</b>	31	36

#### 4.4. Detalhes Construtivos

1 - Se no subleito for constatada a presença de material de baixa capacidade de suporte, caracterizada como borrachudo este deverá ser totalmente substituído por areia.

2 - Quando houver nível de lençol freático alto prever a execução de uma camada drenante de areia com uma espessura a ser definida pela fiscalização da SMOV.

3 - Se durante a execução das vias não for possível atender o CBR projetado do subleito (impossível atingir a umidade ótima), será implantado um reforço de areia a ser definido pela fiscalização da SMOV.

#### 4.4.1. Terraplenagem

A regularização do subleito será feita de acordo com a ES-MT 06/84.

A decapagem será de 10 cm e depositada em local definido pela fiscalização da SMOV.

#### 4.4.2. Pavimentação com CBUQ

A execução de revestimento com CBUQ faixa 1 será executada de acordo com a ES-P 46/84 SMOV-OV e ES-P 47/84 SMOV-OV (Porto Alegre).

#### 4.4.3. Meio Fio

Os meios-fios serão de concreto e executados de acordo com a ESMF22/84.

#### 4.4.4. Seções Tipo:

Em anexo.

## 5. PROJETO DE DRENAGEM SUPERFICIAL

### 5.1 Estudos Hidrológicos

O tempo de recorrência adotado na determinação da intensidade de chuva foi de 5 anos para a microdrenagem e 10 anos para a macrodrenagem, conforme orientações do DEP – Departamento de Esgotos Pluviais da PMPA.

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

$$I_{\text{máx}} = \frac{a \cdot Tr^b}{(td + c)^d}$$

Sendo:

$I_{\text{máx}}$  = intensidade máxima em mm/h;

Tr = tempo de recorrência em anos;

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

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

De acordo com o zoneamento estabelecido pelo DEP, a expressão da equação da chuva para determinação dos valores de intensidade pluviométrica deverá corresponder ao Posto IPH, onde se insere o local objeto de projeto.

Desta forma, a fórmula para a obtenção da intensidade de chuva de projeto utilizada tem a seguinte apresentação:

$$I_{\text{máx}} = \frac{509,859 \cdot Tr^{0,196}}{(td + 10)^{0,72}}$$

Para efeitos de cálculo de intensidade pluviométrica foram utilizados os resultados numéricos destas fórmulas.

### 5.2 Concepção

O sistema de drenagem previsto para a Beco do Pontal contempla, basicamente, a questão das águas pluviais, sua captação, condução e encaminhamento final. **Devido ao fato de haver cota mínima para projeto de 3,29m, informada pelo DEP, foi projetado aterro em rachão, além de três travessias ao longo do trecho aterrado. O sistema será isolado, tendo como finalidade, captar as águas da pista e de evitar represamento das habitações do lado esquerdo do estaqueamento.**

A concepção do sistema seguiu as orientações e critérios do Departamento de Esgotos Pluviais da Prefeitura Municipal de Porto Alegre - DEP, bem como seu Caderno de Encargos - CE/96.

O projeto de drenagem, objeto deste trabalho, tem uma extensão de 207 m, na Beco do Pontal entre a rua Antônio Garavello até 207m adiante. **As travessias estão localizadas nas estacas 6, 12 e 16 e a tubulação terá diâmetro de 0,80m.**

### 5.3 – Traçado da Rede

O traçado da rede coletora levou em consideração, entre outros aspectos, a existência de meio-fio junto aos passeios laterais, a localização das bacias de contribuição, condições de operação e manutenção da rede e os pontos de lançamento final.

**A captação será feita mediante a utilização de grelhas de concreto tipo farroupilha, detalhadas em planta.** A ligação entre as grelhas e os PVs (poços de visita) será executada com tubulação de diâmetro de 30 cm. A previsão das grelhas foi embasada na capacidade de captação das mesmas, atendidos os limites estabelecidos no Caderno de Encargos do DEP.

Para a coleta das águas superficiais foram projetadas um total de **seis grelhas** ligadas às **três travessias** projetadas ao longo do trecho de projeto. O dimensionamento das travessia é apresentado na planilha de cálculo em anexo.

O recobrimento mínimo a ser obedecido será de 0,60m nos passeios e 0,90m na pista, **portanto todas a travessias serão envelopadas.** Caso não seja possível atender estes critérios, as tubulações deverão ser envelopadas. Ocorrera envelopamento nas tubulações onde forem projetadas paradas de ônibus.

Os poços de visita (PV) foram previstos nas travessias projetadas.

#### 5.4 Especificações Técnicas

Os serviços de drenagem superficial projetados deverão ser executados conforme as recomendações do caderno de encargos do Departamento de Esgotos Pluviais da Prefeitura Municipal de Porto Alegre, DEP-CE/2005.

## 6. ORÇAMENTOS E QUANTITATIVOS

Os orçamentos e quantitativos relativos aos projetos deste relatório estão em anexo.