

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. MUROS DE CONTENÇÃO | 8 |
| 4.1. Análise da Necessidade de Muros de Contenção | 8 |
| 4.2. Definição dos Locais dos Muros de Contenção | 8 |
| 4.3. Dimensionamento dos Muros de Contenção | 9 |
| 4.4. Recomendações Executivas | 9 |
| 5. PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO | 10 |
| 5.1. Sondagens e Ensaios | 10 |
| 5.2. Cálculo do número N | 10 |
| 5.3. Dimensionamento do Pavimento | 10 |
| 5.3.1. Cálculo do ISP | 10 |
| 5.3.2. Estrutura do Pavimento | 11 |
| 5.4. Detalhes Construtivos | 12 |
| 5.4.1. Terraplenagem | 12 |
| 5.4.2. Meio Fio | 12 |
| 5.5. Seção Tipo | 12 |
| 6 PROJETO DE DRENAGEM SUPERFICIAL | 13 |
| 6.1. Estudos Hidrológicos | 13 |
| 6.2. Concepção | 13 |
| 6.3. Traçado da Rede | 14 |
| 6.4. Especificações Técnicas | 14 |
| 7. ORÇAMENTO E QUANTITATIVOS | 14 |
| 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 Nº 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 das ruas Siegfried Gunther Fischer e 3086, trecho entre a Rua Professor Cristiano Fischer até a Rua Juliano Moreira 291m adiante, bairro Jardim Botânico, Região Centro 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 julho de 2008, em conformidade com a Ordem de Serviço Nº. 006/2007. expedida em 20/3/2007.

Porto alegre, 10 de julho de 2008.

Engº. Milton Dupont
Responsável Técnico

1. Estudos Topográficos

1.1. Considerações gerais

Os estudos topográficos realizados nas ruas Siegfried Gunther Fischer e 3086, 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 Rua Prof. Cristiano Fischer, estendendo-se por aproximadamente 291m adiante. Sua pista de rolamento possui um revestimento primário de areia siltosa, silte arenoso e argila arenosa.

Altimetricamente, a Rua Siegfried segue em aclave no sentido crescente do seu estaqueamento até a Rua 3086 e continua em aclave levemente acentuado até o fim do trecho na rua Juliano Moreira.

O gabarito de projeto proposto prevê uma pista de 5 m e passeios de 1,50 m para a Rua Siegfried Gunther Fischer e pista de 6m e passeios de 1,50 m para a Rua 3086. 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 vistoria o passo inicial 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 opor processo de irradiação com ângulo e distância, contemplando toda a área de influência do projeto, de maneira a caracterizar todos os elementos indispensáveis á 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: Não havia diretrizes existentes fornecidas pela SPM, portanto foi proposto para análise o traçado de projeto para haver um alinhamento projetado oficial.
- 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 vias foram projetadas com um gabarito específico para cada uma delas, sendo para a Rua Siegfried Gunter Fischer um gabarito de 8 m com pista de 5 m e passeios de 1,50 m. Para a Rua 3086 a pista será de 6m e os passeios com 1,50m.

A pista da Rua Siegfried G. Fischer foi projetada com declividade única de 2,5% do bordo direito ao bordo esquerdo no sentido crescente do estaqueamento e os passeios com 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. Já a Rua 3086 tem passeios iguais aos da Rua Siegfried G. Fischer e pista com inclinação de 2,5% do eixo em direção aos bordos.

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.

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. MUROS DE CONTENÇÃO

4.1. Análise da Necessidade de Muros de Contenção

A análise das seções transversais do projeto sobre as seções do terreno natural, bem como através de visitas complementares a campo, levou ao estudo de necessidade de execução de muros de contenção, devido a diferença muito alta entre cotas de projeto com o terreno natural com divisas existentes no local.

Após tal estudo, concluiu-se que há necessidade de construção de pequenos muros de contenção em algumas partes do trecho projetado os quais estão nos desenhos do projeto. Os muros foram projetados como muros de gravidade (alvenaria de pedras).

4.2. Definição dos Locais dos Muros de Contenção.

Os locais onde estão previstos muros de contenção são:

- *Rua Siegfried Gunther Fischer*

- estaca 0+13 até estaca 6+1,88, altura máxima de 1,50m, lado direito;
- estaca 7+13,50 até estaca 10+10, altura máxima de 0,53m, lado direito;
- estaca 11+18 até estaca 12+8, altura máxima de 0,43, lado esquerdo.

- *Rua 3086*

- estaca 0+11 até estaca 1+17, altura máxima de 1,00m, lado esquerdo (muro praça);

- estaca 0+10 até estaca 1+10, altura máxima de 0,54m, lado direito;

Obs.: Em todos os locais onde houver acesso à moradias ou garagens o muro deverá ser interrompido e adaptado a tais acessos.

4.3. Dimensionamento dos Muros de Contenção.

A rigor, a pequena altura dos muros ($H < 1,50\text{m}$), dispensa a elaboração de extensa memória de cálculo justificativa, bastando que sejam atendidos os conceitos básicos de mecânica dos solos relativos a estruturas de contenção.

As dimensões adotadas para os muros de contenção estão apresentadas graficamente em anexo.

4.4. Recomendações Executivas.

A implantação dos muros deverá seguir os seguintes requisitos e condições de projeto:

- as pedras deverão ser de granito com dimensões conforme seção tipo de muro de arrimo em anexo.

- colocação de uma camada de regularização em concreto magro, espessura de 0,05m.

- colocação de um lastro de brita nº1, espessura 0,05m.

- juntas de assentamento de 0,03m.

5. PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

5.1. 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 5 (cinco) furos de sondagem e realizados os ensaios de caracterização do solo. A posição dos furos e os perfis geológicos estão mostrados na planta nº.1/2 do projeto geométrico.

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

5.2. 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.

5.3. Dimensionamento do Pavimento

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

5.3.1. Cálculo do ISP

Devido ao número de amostras ser inferior a nove, foi adotado um isp que fornecesse maior segurança. O resultado do cálculo foi de um **ISP=11,43**. Foi ainda adotado um isp de **11,00 para a Rua 3086**, pois os furos realizados no local, associados às sondagens realizadas na Rua Juliano Moreira definiram tal isp.

- Rua Siegfried Gunther Fischer:

$$M = 13,00$$

$$s = 3,21$$

$$ISP = 11,43$$

- Rua 3086:

$$ISP = 11,00$$

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

5.3.2. Estrutura do Pavimento

O revestimento a ser utilizado foi determinado pela fiscalização da SMOV, e será de **blocos de concreto para a Rua Siegfried G. Fischer** e de **CBUQ para a Rua 3086**. A estrutura final e seu cálculo está explicitado a seguir.

- Rua Siegfried Gunther Fischer:

ISC = 11,43

Estrutura necessária:

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

$$H_t = 8,6475 + 4,4545 \times 5 \approx 31 \text{ cm}$$

Estrutura proposta:

| Tipo de Estrutura | Espessura Geométrica (cm) | Espessura Estrutural (cm) |
|--------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| BLOCOS DE CONCRETO | 8 | 8 |
| Colchão de Areia | 5 | - |
| Base de Brita Graduada | 23 | 23 |
| Total | 36 | 31 |

Obs.: No cálculo das estruturas, o conjunto blocos de concreto e colchão de areia foi considerado como tendo 8cm.

- Rua 3086:

ISC = 11,00

Estrutura necessária:

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

$$H_t = 8,635 + 4,617 \times 5 \approx 32 \text{ cm}$$

Estrutura proposta:

| Tipo de Estrutura | Espessura Geométrica (cm) | Espessura Estrutural (cm) |
|--------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| CBUQ | 5 | 10 |
| Base de Brita Graduada | 22 | 22 |
| Total | 27 | 32 |

5.4. 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.

5.4.1. 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.

5.4.2. Pavimentação com CBUQ

A execução de revestimento com CBUQ faixa 2 será executada de acordo com a ES-P 46/84 SMOV-OV e ES-P 47/84 SMOV-OV (Porto Alegre).

5.4.3. Revestimento com Bloco de Concreto:

Será executado de acordo com a ES-P55/84.

5.4.4. Meio Fio

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

5.4.5. Seções Tipo:

Em anexo.

6. PROJETO DE DRENAGEM SUPERFICIAL

O projeto foi feito juntamente com o projeto de drenagem da Ruas Dr. Juliano Moreira, sendo este projeto, a continuação da rede projetada para a Rua Dr. Juliano Moreira, porém não necessitando que a rede projetada à montante (Juliano Moreira) seja executada.

6.1 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 8º DISME, 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:

$$I_{\text{máx}} = \frac{1297,9 \cdot Tr^{0,171}}{(td + 11,6)^{0,85}}$$

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

6.2 Concepção

O sistema de drenagem previsto para as ruas 3086 e Siegfried Gunther Fischer contempla, basicamente, a questão das águas pluviais, sua captação, condução e encaminhamento final.

O sistema poderá eventualmente, a critério do DEP, receber contribuições de esgotos domésticos, desta forma atuando como sistema unitário de esgotos.

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, é composto por uma rede com extensão de 529 m. O lançamento final das águas será feito na tubulação de $d=1,50$ m existente na Rua Professor Cristiano Fischer. A rede existente na Rua Prof. Cristiano Fischer

deverá ser substituída a partir do PV24 até o PV existente da tubulação de D=1,50m, pois a rede atual não comporta a nova contribuição.

6.3 – 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 bocas-de-lobo. A ligação entre as bocas-de-lobo e os PVs (poços de visita) será executada com tubulação de diâmetro de 30 cm. A previsão das bocas-de-lobo foi embasada na capacidade de captação das mesmas, atendidos os limites estabelecidos no Caderno de Encargos do DEP.

Para a coleta das águas superficiais da via, foram projetadas um total de vinte e seis bocas-de-lobo ao longo do trecho de projeto. O dimensionamento das bocas-de-lobo é apresentado na planilha de cálculo em anexo.

O traçado da tubulação condutora das águas pluviais das vias inicia no PV 18 (sob o passeio direito da Rua 3086), local onde está calculada a contribuição oriunda do projeto de drenagem da Rua Dr. Juliano Moreira. A rede segue sob o passeio direito das vias até o PV 16 onde inicia uma travessia até o PV 24, passando pelo PV 17. No PV 24 segue sob o passeio da Rua Prof. Cristiano Fischer até o PV existente da tubulação com D=150, onde é o local de descarga da rede. A tubulação existente na Rua Prof. Cristiano Fischer deverá ser substituída a partir do PV 24 até o local de descarga no PV existente, como indicado em planta.

O traçado foi elaborado respeitando as interferências com benfeitorias existentes. O recobrimento mínimo a ser obedecido será de 0,60m nos passeios e 1,00m na pista. Caso não seja possível atender estes critérios, as tubulações deverão ser envelopadas. Ocorrerá envelopamento nas tubulações onde houver paradas de ônibus.

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

- distância máxima consecutiva de 50 m;
- nas mudanças de diâmetro, direção e declividade da tubulação;
- nas interligações de tubulações.

6.4 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/92.

7. ORÇAMENTOS E QUANTITATIVOS

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