

**PAVIMENTAÇÃO E DRENAGEM DE RUAS NOS BAIRROS
PARQUE SÃO PAULO E ITINGA, NO MUNICÍPIO DE LAURO
DE FREITAS-BA, COM APLICAÇÃO DE CONCRETO
BETUMINOSO USINADO A QUENTE (CBUQ)**

RUA THEOTÔNIO VILELA – ITINGA
RUA SÃO DAMIÃO – PARQUE SÃO PAULO

PREFEITURA MUNICIPAL DE LAURO DE FREITAS

DÉBORA REGIS DOS SANTOS FILHA
PREFEITA

JOSELENE CARDIM BARBOSA SOUZA
SECRETÁRIA MUNICIPAL DE INFRAESTRUTURA E SERVIÇOS PÚBLICOS - SEINFRA

- 1. APRESENTAÇÃO**
- 2. ESTUDOS TOPOGRÁFICOS**
- 3. PROJETO GEOMÉTRICO**
- 4. PROJETO DE TERRAPLENAGEM**
- 5. CONCEITUAÇÃO DAS CAMADAS DO COMPONENTES DO PAVIMENTO**
- 6. PROJETO DE SINALIZAÇÃO**
- 7. DRENAGEM PLÚVIAL**

1. APRESENTAÇÃO

A Secretaria Municipal de Infraestrutura e Serviços Públicos – SEINFRA, apresenta o Memorial Descritivo dos serviços de pavimentação e drenagem de ruas nos bairros Parque São Paulo e Itinga, no município de Lauro de Freitas-BA, com aplicação de concreto betuminoso usinado a quente CBUQ

As vias objeto das Intervenções deste relatório estão localizadas no bairro de Itinga e Parque São Paulo, município de Lauro de Freitas, conforme relacionado a seguir:

1. Rua Theotônio Vilela;
2. Rua São Damião;

2. ESTUDOS TOPOGRÁFICOS

2.1 OBJETIVO

Elaboração de planta topográfica com a finalidade de servir de base para projetos de infraestrutura.

2.2 EQUIPAMENTOS UTILIZADOS

Estações total TOPCON modelo 102 N, LEICA modelo 239 W e GPS 5700 da Trimble.

2.3 ORIGEM DOS LEVANTAMENTOS

O transporte de coordenadas foi feito com 1 par de GPS Geodésico modelo 5700 da TRIMBLE, para processamento foi utilizado o software PPP DO IBGE conforme relatórios em anexo.

O levantamento foi georreferenciado por coordenadas reais UTM – DATUM SIRGAS 2000 e altimetria com elevações relativas ao nível do mar.

• Cadastro

O cadastro e pontos de níveis foram obtidos através do método de irradiações a partir dos 02 pontos de apoio implantados no interior do terreno.

O cadastro consta de localização de meios-fios, postes, sistemas de drenagem, arvóres, testadas de edificações, taludes.

- **Altimetria**

Os pontos coletados nas irradiações serviram de base para o processamento dos pontos de nível e criação do DTM (modelo digital do terreno) e geração das curvas de nível de metro a metro.

Para elaboração dos cálculos e desenhos utilizou-se o software Topograph. Os desenhos finais estão sendo apresentados em AutoCAD na escala de 1:500.

Em anexo deste Memorial encontram-se as peças gráficas – Planta Topográfica, bem como as cadernetas de campo e relatório dos marcos de apoio geodésicos.

3. PROJETO GEOMÉTRICO

3.1 METODOLOGIA E ESTUDOS DA SOLUÇÃO

Sendo o Projeto Geométrico a base do Projeto Global, pois dele decorre uma série de condicionantes para outros projetos complementares da via, procurou-se como regra geral escolher soluções sempre compatíveis com os demais projetos.

Dessa forma, os dados de hidrologia e drenagem forneceram as larguras das valetas consideradas na determinação da largura da plataforma. Os elementos geotécnicos forneceram parâmetros para a determinação de taludes dos cortes e aterros.

De maneira geral, as condições de tratar-se de uma via já existente induzem a um projeto de greide, conformando as cotas existentes do terreno natural.

A seção transversal, adotada de 5,0 m (cinco) metros de largura com passeio e guia de meio-fio de 1,20 m (um metro e vinte centímetros) sendo construído de ambos lados, foi aprovada pela SEINFRA e é suficiente para atender aos níveis de serviço previstos para a via, no período de vida útil, para comportar os elementos de drenagem necessários e acomodar os passeios.

Para a elaboração do Projeto Geométrico foram utilizados os softwares TOPOGRAPH e AutoCAD CIVIL 3D. O projeto é apresentado em planta e perfil.

3.2 ELEMENTOS BÁSICOS PARA O PROJETO

Os principais elementos usados na execução do Projeto Geométrico foram:

- Desenho do traçado em planta na Escala 1:1000, obtidos na fase de traçado e estudos topográficos;
- Desenho do perfil da locação nas Escalas Horizontal 1:1000 e Vertical 1:100, obtidos na fase de estudos topográficos;
- Desenho da faixa topográfica levantada, na Escala 1:1000, com curvas de nível de 1,00 em 1,00m, obtida na fase de estudos topográficos;

- Dados hidrológicos e de drenagem;
- Dados geotécnicos;
- Cotas finais dos níveis das casas e vias onde os acessos deveriam encaixar.

3.3 APRESENTAÇÃO DO PROJETO GEOMÉTRICO

3.3.1 Em Planta

- Indicação dos eixos projetados com estacas marcadas a cada 20 (vinte) metros, ou menos quando necessário;
- Definição dos elementos cadastrais contidos na faixa do projeto;
- Tabela com coordenadas de todas as estacas por Rua projetada.

3.3.2 Em Perfil

- Comprimento e percentagens das rampas;
- Comprimento das projeções horizontais e verticais de concordância;
- Estaqueamento da linha locada, com estacas indicadas de 20 em 20 metros;
- Perfil do terreno natural e greide projetado.

3.4 NOTAS

Os meios-fios e passeios existentes serão mantidos, quando indicado em planta. O projeto seguiu os alinhamentos existentes apenas dando continuidade aos mesmos.

4. PROJETO DE TERRAPLENAGEM

Os elementos básicos utilizados na elaboração do Projeto de Terraplenagem foram oriundos de:

- Perfil e desenho das seções transversais do projeto geométrico;
- Ordenadas e abscissas da figura geométrica de cada seção transversal do projeto e do terreno;
- Características geotécnicas por inspeção visual.

4.1 METODOLOGIA E ESTUDOS DA SOLUÇÃO

O projeto de terraplenagem foi elaborado a partir das informações do projeto geométrico. A característica do traçado estar sobre via existente, declividades transversais e longitudinais, além dos estudos geotécnicos que forneceram a classificação dos materiais e suas qualidades. O greide foi projetado de forma tal a seguir o greide existente das vias, corrigindo apenas pequenas irregularidades ao longo do estaqueamento. Sendo assim, definiu-se satisfatório

apenas a regularização e compactação do subleito, de espessura de 20 cm (vinte centímetros). Os volumes encontrados na planilha de cubação foram irrisórios e os serviços de movimentação de terra não se fazem obrigatórios, ocasionando apenas em um acréscimo significativo do custo da obra em si.

4.2 APRESENTAÇÃO DO PROJETO DE TERRAPLENAGEM

As seções transversais a utilizar na execução do terraplenagem estão apresentadas em anexo, juntamente com as planilhas de cubação com o cálculo dos volumes de cortes e aterros e notas de serviço.

4.3 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

A execução dos Serviços de Terraplenagem projetados se norteará pelas Especificações Gerais do DNIT.

Serão adotadas as seguintes especificações:

- DNIT 104/2009 – ES – Serviços Preliminares;
- DNIT 106/2009 – ES – Execução de Cortes;
- DNIT 108/2009 – ES – Execução de Aterros.

5. CONCEITUAÇÃO DAS CAMADAS DO COMPONENTES DO PAVIMENTO

No que diz respeito à distribuição dos esforços oriundos do tráfego, há de se considerar a estratificação do corpo do pavimento em camadas assentadas sobre o terrapleno, conforme conceituação a seguir:

- **Subleito:** Terreno de fundação do pavimento.
- **Regularização do Subleito:** Camada de espessura irregular, construída diretamente sobre o subleito, com adição ou remoção de material de modo a conformá-lo geometricamente em acordo com o projeto (larguras, greides, cotas e inclinações).
- **Sub-Base:** Camada apoiada diretamente sobre o subleito regularizado e compactada ou sobre o reforço do subleito, quando este se justificar, com comprometimento estrutural complementar à base.
- **Base:** Camada assente sobre a sub-base, destinada a receber e distribuir os esforços oriundos do tráfego e sobre a qual se constrói o revestimento.
- **Revestimento:** Capa de rolamento, que recebe diretamente a ação do tráfego e destinada a melhorar a superfície de rolamento quanto às condições de conforto e segurança, promovendo também, resistência ao desgaste.

5.1 PARÂMETROS DE PROJETO ADOTADOS

5.1.1 Capacidade de Suporte do Subleito

A capacidade de suporte do subleito é determinada através da realização de ensaios geotécnicos realizados com o material do subleito coletado. O “**índice de Suporte Califórnia**” (ISC) ou “**Califórnia Bearing Ratio**” (CBR) relaciona a pressão necessária para produzir a penetração de um pistão num corpo-de-prova de solo e a pressão necessária para produzir a mesma penetração numa brita padronizada. Com o valor dessa relação é possível determinar a espessura total de pavimento flexível em função do tráfego.

Para o Projeto em questão, considerando que os resultados de Ensaios de CBR obtidos variaram de **10% a 20% (vide resultados em anexo)**, adotou-se um valor de **14% para o CBR do Subleito**.

Na ocasião das obras de implantação da Plataforma da Via Projetada, deverá ser realizada uma campanha de sondagens e ensaios laboratoriais do material do subleito, a cargo da Construtora encarregada ou da Contratante das obras, a fim de validar o valor do CBR adotado no presente Projeto.

Caso os resultados dessa campanha de investigações e ensaios revelem a presença de um material com valores de CBR inferiores ao indicado, o material de subleito deverá ser substituído por outro de melhor qualidade, com o qual se obtenha no mínimo valores de CBR iguais ao especificado no Projeto ora apresentado.

5.1.2 Vida Útil do Projeto

Este período é normalmente definido pela Contratante ou fixado pelo Projetista em função das características do Sistema Viário Proposto ou Existente. De acordo com a Instrução de Projeto da Prefeitura Municipal de São Paulo (**IP-02/2004-PMSP - Classificação de Vias**), os valores usualmente utilizados variam conforme indicado no **Quadro 2.1**, a seguir:

QUADRO 5.1 - VIDA ÚTIL DO PROJETO DE ACORDO COM A TIPOLOGIA DA VIA

CONDIÇÃO DE UTILIZAÇÃO DO SISTEMA VIÁRIO	VIDA ÚTIL EM ANOS
Acessos Locais	5
Vias Locais	10
Vias Coletoras	10
Vias Arteriais	12

Fonte: IP-02/2004 CLASSIFICAÇÃO DAS VIAS (PMSP)

No caso em questão adotou-se um período de **Vida Útil de 10 anos**, admitindo tratar-se de um Sistema Viário Coletor. Para que a Vida Útil prevista neste Projeto seja atingida é necessário que o pavimento seja executado conforme o Projeto e que, periodicamente, seja promovida a inspeção e realizada a manutenção da mesma pelos Órgãos competentes.

5.1.3 Classificação das Vias e Definição do Número “N”

Para a classificação das vias foram utilizados os parâmetros e características funcionais das vias estabelecidos pela Instrução de Projeto da Prefeitura Municipal de São Paulo (**IP-02/2004-PMSP - Classificação de Vias**), que correlaciona as características de tráfego da via com o Número de Operações de Eixo Padrão, definindo-se assim o número característico **N** de Projeto.

- **Classificação Quanto ao Tipo/Função:**

De acordo com a IP-02/2004, quanto à tipologia e função, as Vias apresentam as principais classificações:

Vias Locais - Vias cuja finalidade primordial é o acesso às propriedades, sendo desencorajado o tráfego direto.

Via Coletora II (Secundária) - Tem a função de coletar e distribuir os volumes de tráfego local dos núcleos dos bairros.

Via Coletora I (Principal) - Tem a função principal de coletar e distribuir os volumes de tráfego local e de passagem em percursos entre bairros.

Via Arterial II (Arterial) - Com a mesma função da Via Arterial I, diferindo apenas pelas suas características geométricas, em razão da impossibilidade de implantação de via marginal e contando, sempre que possível, com faixas exclusivas ou preferenciais para o transporte coletivo.

- **Quanto as Condições de Tráfego:**

Conforme define a IP-02/2004 a via urbana a ser pavimentada, para fins de dimensionamento de pavimento, de acordo com as condições de tráfego previstas, terá a seguinte classificação:

Tráfego Leve - Ruas de características essencialmente residenciais, para as quais não é previsto o tráfego de ônibus, podendo existir ocasionalmente a passagens de caminhões e ônibus não superior a 20 por dia. Por faixa de tráfego;

Tráfego Médio - Ruas e Avenidas para as quais é prevista a passagem de caminhões e ônibus em número de 21 a 100 por dia por faixa de tráfego;

Tráfego Meio Pesado - Ruas e Avenidas para as quais é prevista a passagem de caminhões e ônibus em número de 101 a 300 por dia por faixa de tráfego;

Tráfego Pesado - Ruas e Avenidas para as quais é prevista a passagem de caminhões e ônibus em número de 301 a 1.000 por dia por faixa de tráfego;

De acordo com o Método de Dimensionamento adotado, faz-se necessário o conhecimento do tráfego representado pelo número "N", isto é, número de operações equivalentes do eixo padrão de 8,2 t durante o período de Vida Útil considerado.

O **Quadro 2.2**, a seguir, apresenta a Classificação da Via e os Parâmetros de Tráfego correspondentes, incluindo o Número "N", conforme preconizado pela **Instrução IP-02/2004** da Prefeitura Municipal de São Paulo (PMSP).

QUADRO 5.2 - CLASSIFICAÇÃO DAS VIAS E PARÂMETROS DE TRÁFEGO CORRESPONDENTES

FUNÇÃO PREDOMINANTE	TRÁFEGO PREVISTO	VIDA ÚTIL DE PROJETO (ANOS)	VOLUME INICIAL FAIXA MAIS CARREGADA		EQUIVALENTE POR VEÍCULO	N	N CARACTERÍSTICO
			VEÍCULO LEVE	CAMINHÃO E ÔNIBUS			
Via Local	Leve	10	100 a 400	4 a 20	1,5	2,70 x 10 ⁴ a 1,40 x 10 ⁵	105
Via Coletora Secundária	Médio	10	401 a 1.500	21 a 100	1,5	1,40 x 10 ⁵ a 6,80 x 10 ⁵	5,00 x 10 ⁵
Via Coletora Principal	Meio Pesado	10	1.501 a 5.000	101 a 300	2,3	1,40 x 10 ⁶ a 3,10 x 10 ⁶	2,00 x 10 ⁶
Via Arterial	Pesado	12	5.001 a 10.000	301 a 1.000	5,9	1,00 x 10 ⁷ a 3,30 x 10 ⁷	2,00 x 10 ⁷
Via Arterial Principal / Expressa	Muito Pesado	12	> 10.00	1.001 a 2.000	5,9	3,30 x 10 ⁷ a 6,70 x 10 ⁷	5,00 x 10 ⁷
Faixa Exclusiva de Ônibus	Volume Médio	12	-	< 500	-	3,00 x 10 ⁶	107
	Volume Pesado	12	-	> 500	-	5,00 x 10 ⁷	5,00 x 10 ⁷

Fonte: IP-02/2004 CLASSIFICAÇÃO DAS VIAS (PMSP)

Assim, com base em observações realizadas e nas características das vias, diante das informações explicitadas no **Quadro 2.2**, fica definido que as vias em tela podem ser

classificadas como sendo **Vias Coletoras Secundárias de Tráfego Médio**, cujo **Número N** considerado em Projeto foi **$N = 5,00 \times 10^5$** .

5.2 DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO DAS VIAS EM TERRENO NATURAL TERRAPLANADO

Para o dimensionamento da Estrutura do Pavimento das Vias em terreno natural terraplenado, foi utilizado o Método Empírico proposto pelo Engenheiro Murilo Lopes de Souza (DNER atual DNIT), com base no Ensaio Califórnia Bearing Ratio (CBR) ou Índice de Suporte Califórnia (ISC), de O. J. Porter, no Método do Índice de Grupo (IG) de Steele e modificado com base em trabalhos de W. J. Turnbull, C. R. Foster e R. G. Ahlvin.

Este Método coaduna-se com as diretrizes preconizadas pela Instrução de Projeto **IP-04/2004-PMSP - Dimensionamento de Pavimentos Flexíveis para Tráfego Leve e Médio**, da Prefeitura Municipal de São Paulo, bem como com o **Manual de Infraestrutura Urbana do Ministério das Cidades**, Gestão da Política de Desenvolvimento Urbano, Programa 0310. Os elementos relativos aos Coeficientes de Equivalência Estrutural são baseados nos resultados de pista experimental da American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO).

5.2.1 Coeficientes de Equivalência Estrutural

O **Quadro 2.3**, a seguir apresenta os Coeficientes de Equivalência Estrutural para os diferentes materiais, quais sejam:

- **K_R** - Coeficiente de Equivalência Estrutural dos Revestimentos;
- **K_B** - Coeficiente de Equivalência Estrutural das Bases;
- **K_S** - Coeficiente de Equivalência Estrutural das Sub-bases;
- **$K_{Ref.}$** - Coeficiente de Equivalência Estrutural dos Reforços.

QUADRO 5.3 - COMPONENTES DO PAVIMENTO X COEFICIENTES DE EQUIVALÊNCIA ESTRUTURAL

COMPONENTES DO PAVIMENTO	COEFICIENTE K
Concreto Betuminoso	$K_R = 2,00$
Base Granular	$K_B = 1,00$
Sub-base Granular	$K_S = 0,77 \text{ a } 1,00$

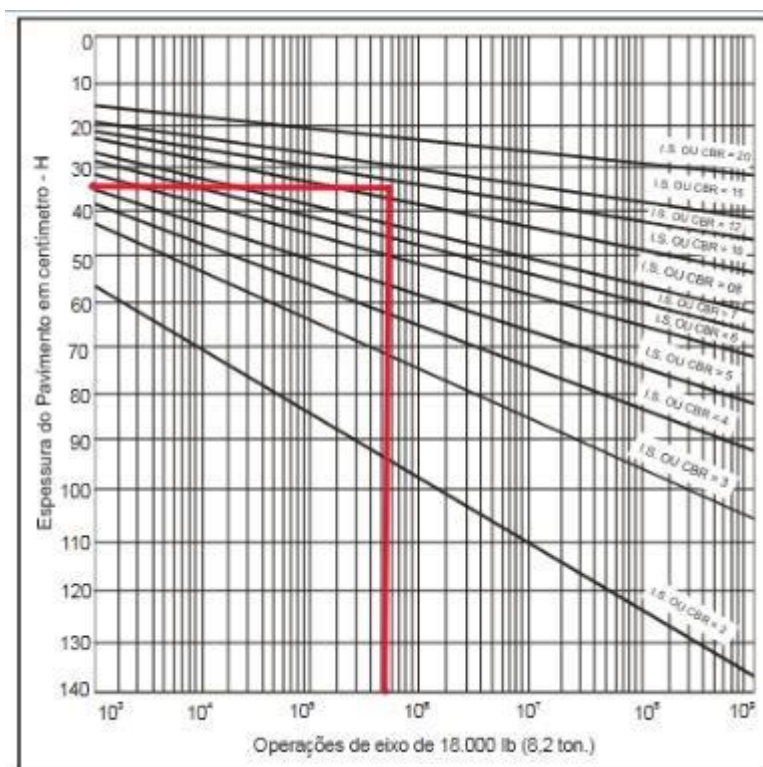
5.2.2 Dimensionamento e Resultados

A sequência adotada para o dimensionamento é a seguinte:

- 1) Determinação do Número N;
- 2) Verificação do Índice de Suporte;
- 3) Seleção e escolha do tipo de revestimento e dos materiais de Base e Sub-base;
- 4) Cálculo das espessuras das Camadas do Pavimento.

No caso em questão temos:

- **$N = 5,00 \times 10^5$** (Em função da classificação das vias como Coletora Secundária);
- CBR ou ISC do Subleito = **14%**;
- Coeficiente Estrutural do CBUQ: **$K_R = 2,00$** ;
- Coeficiente Estrutural da Base: **$K_B = 1,00$** ;
- Coeficiente Estrutural da Sub-base: **$K_S = 1,00$** .



Tendo os parâmetros e índices encontrados previamente, estes, foram inserido no ábacus afim de encontrar a altura total do corpo do pavimento (Ht), com o resultado, obteve-se **35cm**.

De acordo com o Método de Dimensionamento adotado a espessura da camada de Base é determinada através da Inequação a seguir:

$$(R \times K_R) + (B \times K_B) \geq H_{20}$$

Onde:

- **R** - Espessura da Camada de Revestimento;
- **K_R** - Coeficiente Estrutural do CBUQ;
- **B** - Espessura da Camada de Base;
- **K_B** - Coeficiente Estrutural da Base;
- **H₂₀** - Espessura da Camada de Pavimento sobre a Sub-Base.

Assim, considerando $K_R=2$, $K_B=1$ e $R=5$ cm (IP-04/2004-PMSP), tem-se que:

$$B = [H_{20} - (R \times K_R)] / K_B$$

$$B = [20 - (5 \times 2)] / 1 = 10 \text{ cm.}$$

Adotou-se B = 15 cm (Mínimo Recomendado pela IP-04/2004-PMSP).

Para camada de Base será empregada Brita Graduada estabilizada granulo metricamente enquadrada na Faixa “C” da especificação correspondente, podendo o agregado proveniente da britagem de pedra ou escória.

De acordo com o Método de Dimensionamento adotado a espessura da camada de Sub-base é determinada através da Inequação a seguir:

$$(R \times K_R) + (B \times K_B) + (S_b \times K_s) \geq H_T$$

Onde:

- **R** - Espessura da Camada de Revestimento;
- **K_R** - Coeficiente Estrutural do CBUQ;
- **B** - Espessura da Camada de Base;
- **K_B** - Coeficiente Estrutural da Base;
- **S** - Espessura da Camada de Sub-base;
- **K_s** - Coeficiente Estrutural da Sub-base;
- **H_T** - Espessura Total do Pavimento.

Assim, considerando $K_R=2$, $K_B=1$, $K_S=1$, $R=5$ cm, $B=15$ cm e $H_T=35$ cm (Mínimo Recomendado pela IP-04/2004-PMSP), tem-se que:

$$S_b = [H_T - (R \times K_R) - (B \times K_B)] / K_S$$

$S_b = [35 - (5 \times 2) - (15 \times 1)] / 1 = 10 \text{ cm}$. **Adotou-se S = 15 cm** (Espessura mínima recomendada).

Para conformação da Camada de Sub-base deverá ser empregado material com CBR $\geq 20 \%$, podendo ser utilizado o solo do próprio subleito local, mistura de solos, mistura de solo e areia ou pó de pedra. Neste caso, por se tratar de material com resultado satisfatório.

Diante disso, o **Quadro**, a seguir, ilustra a seção transversal do Pavimento proposto para as Vias em terreno natural terraplenado resultante do dimensionamento, com a descrição do material constituinte de cada camada de pavimentação, o CBR mínimo necessário para cada material e a espessura de cada camada que compõe a altura total da Estrutura do Pavimento.

QUADRO 5.4 - ESTRUTURA DO PAVIMENTO - VIAS EM TERRENO NATURAL TERRAPLENADO

CAMADAS DO PAVIMENTO	CARACTERÍSTICAS DA CAMADA	ESPESSURA
REVESTIMENTO	CBUQ	5,00 cm
IMPRIMAÇÃO	EMULSSÃO ASFÁLTICA	3,00 mm
BASE	BRITA GRADUADA SIMPLES	15,00 cm
SUBBASE	MATERIAL GRANULAR CBR \geq 20%	15,00 cm
SUBLEITO	TERRENO NATURAL	

5.2.3 Outras Considerações

Conforme orientação da fiscalização e viabilidade técnica, o subleito deverá ser escarificado e gradeado e compactado na umidade ótima até 100% da densidade aparente máxima seca correspondente a energia do Proctor Normal.

A drenagem superficial do pavimento deverá ser executada obedecendo ao Projeto específico ora apresentado capaz de promover o escoamento rápido das águas de chuva;

Os serviços de pavimentação devem ser executados com controle tecnológico, inclusive dos materiais empregados, em conformidade com as especificações técnicas do Projeto.

5.3 MEIOS-FIOS, CALÇADAS E RAMPAS (PNE)

5.3.1 Meios-Fios

Os meios-fios serão constituídos por peças pré-moldadas de concreto simples, nas dimensões (13 x 15 x 30 x 100) cm (chanfrado), promovendo a transição entre a caixa de rolagem das vias e as calçadas. Serão assentados sobre colchão de areia e rejuntados com argamassa com traço 1:4 (Cimento: Areia), com juntas espaçadas e rebaixadas.

5.3.2 Calçadas e Rampas

As calçadas serão executadas em concreto com espessura de 7cm, armado em toda a extensão do projeto, com acabamento convencional, junta de dilatação plástica a cada segmento de 2,0 m, e implantação de piso tátil direcional e/ou alerta, colorido, com medidas de 25x25 cm.

Para execução das calçadas e rampas será realizado previamente um aterro com espessura de 20 cm, compactado mecanicamente.

As Rampas para PcD (Pessoas com Deficiência) também serão executadas em concreto com acabamento convencional de modo similar às calçadas e implantação de piso tátil de alerta, com medidas de 25x25cm sendo previstas no Projeto Executivo de Sinalização e Acessibilidade.

5.4 CINTAS E VERGAS DE AMARRAÇÃO

5.4.1 Cinta em Concreto Armado

Serão executadas cintas em concreto armado pré-moldado, $f_{ck}=15$ mpa, com seção 9x12cm em toda extensão transversal da Rua São Damião nos limites indicados em projeto para confinamento do novo pavimento executado.

6. PROJETO DE SINALIZAÇÃO

6.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

O Projeto de Sinalização foi desenvolvido com base nas Normas de Sinalização Vertical de Regulamentação, Advertência e Orientação, estabelecidas pelos Manuais de Sinalização do Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN), Código de Trânsito Brasileiro (CTB) e complementados pelos Manuais de Sinalização Urbana editados pela Companhia de

Engenharia de Tráfego de São Paulo (CET/SP), além das Normas aplicáveis da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

A sinalização proposta tem como objetivo principal disciplinar as ações de trânsito de veículos e pedestres nas Ruas que sofreram intervenção, tendo como princípios:

- Ordem e atendimento da regulamentação vigente;
- Orientação do tráfego;
- Redução de conflitos, dúvidas e acidentes de trânsito, principalmente envolvendo condutores e pedestres;
- Promover a segurança do trânsito das pessoas, sejam: pedestres, passageiros, condutores de veículos não motorizados e motorizados; e
- Informar e orientar os deslocamentos dos usuários das vias.

6.2 SINALIZAÇÃO VERTICAL

A sinalização vertical pode ter 03 (três) funções distintas: Regulamentação, Advertência e Indicação. O quadro a seguir apresenta as principais características de cada uma delas.

CARACTERÍSTICA	FUNÇÃO		
	Regulamentação	Advertência	Indicação
Definição	Informam proibições, obrigações ou restrições no tráfego.	Alertam para as condições potencialmente perigosas.	Identificam os destinos e opções de deslocamentos.
Cores	Fundo – Branco	Fundo - Amarelo	Fundo - Verde ou Azul
	Tarja – Vermelho	Orla Interna - Preto	Orla Interna - Branco
	Orla – Vermelho	Orla Externa - Amarelo	Orla Externa - Verde
	Símbolos - Preto	Símbolos - Preto	Legendas - Branco
	Letras - Preto	Legendas - Preto	
Forma	Circular	Quadrada	Retangular
	Exceção: Octogonal		
Dimensões	Diâmetro: 0, 50 m	Lado: 45 cm	Variável
	Orla e Tarja: 0,050m		
	L: 0,25m (Octogonal)		

6.2.1 Sinalização de Regulamentação

Este tipo de Sinalização estabelece as obrigações, restrições e proibições para os condutores das vias. A desobediência às indicações deste grupo de placas é considerada infração de trânsito, podendo gerar multa e pontuação negativa no cadastro dos condutores dos veículos notificados.

R-1 (Parada Obrigatória)

Fundo: Vermelho

Letras: Brancas

Orla Interna: Branca

Orla Externa: Vermelho

Dimensão: 0,60x0,60/H 2,50m

6.2.2 Sinalização de Indicação:

A sinalização de indicação é usada para identificação de regiões de interesse de tráfego e logradouros, bairros e avenidas. Ela tem função de



indicar ao condutor a direção que este deve seguir para alcançar seu lugar de objetivo, orientando assim o percurso e/ou distâncias.

As placas são de dois tipos:

- Indicativas de Destino e Sentido; e
- De identificação de Regiões de Interesse de Tráfego e Logradouros.

Identificação de Logradouro

Fundo: Azul

Letras: Brancas

Orla Interna: Branca

Dimensão: 0,45x0,25/H 2,50m



Em anexo encontram-se apresentados os Desenhos com o Projeto de Sinalização desenvolvido para as vias projetadas, bem como a Planta Geral dos Detalhes de Sinalização e Acessibilidade.

6.3 SINALIZAÇÃO HORIZONTAL

Sinalização deve ser implantada levando em conta padrões de posicionamento estabelecidos para os dispositivos, admitindo-se eventuais ajustes decorrentes de condicionantes específicas de cada local, nem sempre passíveis de serem consideradas no projeto.

O emprego de materiais, tanto na sinalização vertical quanto na horizontal, deve estar de acordo com o projeto e as Normas da ABNT para chapas, estruturas de sustentação, tintas, películas e dispositivos auxiliares. A especificações de projeto são:

- SINALIZAÇÃO HORIZONTAL COM TINTA RETRORREFLETIVA A BASE DE RESINA ACRÍLICA COM MICROESFERAS DE VIDRO (EIXO), COR AMARELA EIXO

Consiste na execução de linhas longitudinais que tem a função de definir os limites da pista de rolamento e de orientar a trajetória dos veículos, ordenando-os por faixas de tráfego, e ainda a de regulamentar as possíveis manobras laterais, na cor amarela, espessura de 0,6 mm e

padrão 3,09 da ABNT. No eixo da pista deverá ser executada uma sinalização horizontal na cor amarela, simples e contínua (conforme projetos em anexo), com 0,10m de largura. A sinalização horizontal deverá ser executada por meio mecanizado, e por pessoal habilitado. A tinta a ser utilizada deve ser acrílica a base de solvente e executada por aspersão simples, pois apresentam características de rápida secagem, homogeneização, forte aderência ao pavimento, flexibilidade, ótima resistência à abrasão, perfeito aspecto visual diurno e excelente visualização noturna devido à ótima retenção de esferas de vidro. A execução dos serviços deve atender os requisitos da NBR 11862. Os serviços de sinalização serão medidos por m² aplicados na pista.

- SINALIZAÇÃO HORIZONTAL COM TINTA RETRORREFLETIVA A BASE DE RESINA ACRÍLICA COM MICROESFERAS DE VIDRO, COR BRANCA BORDOS

Consiste na execução de linhas longitudinais que tem a função de definir os limites da pista de rolamento e de orientar a trajetória dos veículos, ordenando-os por faixas de tráfego, e ainda a de regulamentar as possíveis manobras laterais, na cor branca, espessura de 0,6 mm e padrão 3,09 da ABNT. Nos bordos da pista deverá ser executada uma sinalização horizontal na cor branca, simples e contínua (conforme projetos em anexo), com 0,10m de largura. A sinalização horizontal deverá ser executada por meio mecanizado, e por pessoal habilitado. A tinta a ser utilizada deve ser acrílica a base de solvente e executada por aspersão simples, pois apresentam características de rápida secagem, homogeneização, forte aderência ao pavimento, flexibilidade, ótima resistência à abrasão, perfeito aspecto visual diurno e excelente visualização noturna devido à ótima retenção de esferas de vidro. A execução dos serviços deve atender os requisitos da NBR 11862. Os serviços de sinalização serão medidos por m² aplicados na pista.

8.3. SINALIZAÇÃO HORIZONTAL NÃO MECANIZADA (ÁREAS ESPECIAIS), TINTA ACRÍLICA

Consiste na execução de faixas que tem a função de definir e orientar os pedestres ordenando-os e orientando os locais de travessia na pista, sendo estas executadas com tinta acrílica na cor branca para faixa de pedestres (4,00m x 0,40m com espaçamento de 0,40m) e

faixas de retenção, espessura de 0,6mm e padrão 3,09 da ABNT. A sinalização deverá ser executada por meio manual e por pessoal habilitado. Os serviços de sinalização serão medidos por metro m² aplicado na pista.

7. DRENAGEM PLUVIAL

1.1 GENERALIDADES

No dimensionamento do sistema que drene toda a água de origem pluvial da região é imprescindível que se tenham valores hidrológicos que permitam ter conhecimento sobre a vazão afluyente de chuva à região e que, conseqüentemente, permita embasar a locação de dispositivos e saber qual a vazão afluyente a cada.

1.2 VAZÃO DE PROJETO

Para definição das vazões de projeto é preciso saber qual a área de contribuição ao trecho em estudo. Na hidrologia estabelece-se que para regiões com áreas de contribuição pequenas, ou seja, com menos de 300ha, deve-se adotar o Método Racional para efeito de cálculo.

Este método é conceituado na área da hidrologia e é diretamente proporcional a área afluyente ao sistema. Para se obter as vazões de pico no trecho em estudo assume-se a seguinte expressão:

$$Q = C . I . A$$

Onde:

Q é a vazão, em L/s;

C é o coeficiente de escoamento superficial ou de Run-off;

I é a intensidade da chuva, em L/s.ha

A é a área de contribuição, em ha.

Tomando-se que a região de estudo corresponde à uma baixa área de contribuição, para cálculo das vazões utiliza-se, neste projeto, o Método Racional.

1.3 COEFICIENTE DE DEFLÚVIO (RUN-OFF)

Tomando-se que Método Racional é o mais ideal para a área a sofrer intervenção, estabelece-se um coeficiente de Run-off para efetivar o cálculo de vazão.

O coeficiente de escoamento superficial é escolhido em função de fatores como a natureza geológica do solo, relevo topográfico, intensidade e tipo de vegetação, utilização da terra e condições meteorológicas da região.

Deve-se também levar em consideração para definição deste parâmetro o grau de impermeabilização da área em função do Projeto e da projeção de aumento da ocupação urbana.

Neste Projeto define-se, diante da análise de todos os fatores supracitados, que o valor do coeficiente que mais corresponde à situação de Projeto é $C=0,75$, tendo em vista que no terreno cuja água será drenada prevalece a presença de galpões e edificações e ocorrerá a sua expansão urbanística em curto a médio prazo.

O diagnóstico desses fatores para as diversas bacias contribuintes foi obtido da bibliografia e da cartografia coletadas a respeito da região, e de observações de campo.

Na tabela a seguir, encontram-se respectivamente os valores dos coeficientes de deflúvio "C" para aplicação no Método Racional.

Quadro 1 – Coeficiente de Deflúvio (C) para uso no Método Racional

CARACTERÍSTICAS DA SUPERFÍCIE	COEFICIENTE DE DEFLÚVIO
Ruas	
Pavimento asfáltico	0,70 a 0,95
Pavimento em concreto	0,80 a 0,95
Passeios	0,75 a 0,85
Telhados	0,75 a 0,95
Terrenos relvados, solos arenosos	
Baixa declividade (até 2%)	0,05 a 0,10
Declividade média (de 2 a 7%)	0,10 a 0,15
Forte declividade (acima de 7%)	0,15 a 0,20
Terrenos relvados, solos argilosos	
Baixa declividade (até 2%)	0,15 a 0,20
Declividade média (de 2 a 7%)	0,20 a 0,25
Forte declividade (acima de 7%)	0,25 a 0,30

Fonte: ASCE (1969)1

1 American Society of Civil Engineers (ASCE). Design and Construction of Sanitary and Storm
Sewers. 1969.

1.4 INTENSIDADE DA CHUVA

Além de se estabelecer a área de contribuição e o coeficiente de escoamento, é necessário, para se obter a vazão máxima afluente ao projeto, definir a Intensidade da chuva na região.

Os estudos hidrológicos visam o conhecimento do regime hídrico da área onde se situa a intervenção proposta. O presente estudo foi desenvolvido utilizando-se os dados fornecidos pelo software “PLUVIO 2.1”, elaborado pelo Grupo de Pesquisa em Recursos Hídricos – DEA da Universidade Federal de Viçosa - Minas Gerais.

Este programa foi desenvolvido a partir de estudos realizados pelo Engenheiro Otto Pfafstetter, publicados em “Chuvas Intensas do Brasil”, para 97 estações pluviográficas no Brasil.

Para execução do programa adotou-se, dentre os pontos ofertados, a cidade de Lauro de Freitas/BA, que é a cidade onde está inserida a área de estudo do projeto.

O estudo do engenheiro Otto Pfafstetter consiste na elaboração de equação analítica onde apresentam-se parâmetros específicos a cada região. Na expressão apresentada a seguir enuncia-se cada um dos parâmetros componentes que se necessita para definir a Precipitação Máxima a ser adotada em projeto.

$$P = TK_R \cdot [a \cdot t + b \cdot \log(1 + c \cdot t)]$$

Sendo que, define-se K como:

$$K = \frac{\beta}{\left(\alpha + \frac{1}{t}\right)^c}$$

Onde:

P é a precipitação máxima, em mm;

TR é o período de retorno, em anos;

tc é o tempo de concentração, em horas;

α e β são valores que dependem da duração da precipitação;

γ , a, b, c são valores constantes relativos a cada Posto de Observação.

A intensidade da chuva será definida a partir do programa que oferece a seguinte equação:

$$I = \frac{K \cdot Tr^a}{(tc + b)^c} \quad \Rightarrow \quad I = \frac{1288,957 \cdot Tr^{0,20}}{(tc + 22,003)^{0,81}}$$

Onde:

I é a intensidade, em l/s.ha;

TR é o período de retorno, em anos;

tc é a duração da chuva, em min.

K, a, b, c = parâmetros relativos a uma determinada localidade

1.5 TEMPO DE CONCENTRAÇÃO

Para definir, todavia, a intensidade da chuva, deve-se levar em consideração o tempo de concentração do trecho em análise. Para o cálculo do Tempo de Concentração das seções de descargas, onde começa o trecho de canalização, utilizou-se a Equação de Kirpich, dada pela seguinte expressão analítica:

$$t_c = 0,95. \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0,385}$$

Onde

tc é o tempo de concentração, em horas;

L é o comprimento do talvegue, em km;

H é o desnível entre o ponto mais afastado da bacia e a seção considerada, em m.

Como trata-se de uma rede de micro drenagem, estabelece-se que o tempo de concentração inicial do projeto é de 10 minutos e para os dispositivos consequentes define-se que deve ser acrescentada a parcela de tempo em função das características geométricas e hidráulicas dos dispositivos condutores da água de chuva, utilizando-se a equação da cinemática.

1.6 PERÍODO DE RETORNO

O período de retorno ou tempo de recorrência representa o intervalo de tempo médio, em anos, em que se espera que um determinado evento venha a ser igualado ou superado, pelo menos uma vez.

Para este projeto define-se que, como abordado em literatura, o período de retorno para obras de microdrenagem desta magnitude devem ter período de retorno de 10 anos.

2. PROJETOS DE DRENAGEM

2.1 CONCEPÇÃO E ELEMENTOS BÁSICOS

A concepção do projeto de drenagem propriamente dito, em sua essência caracterizou-se no dimensionamento de estruturas de drenagem com vistas a escoar todo o caudal protegendo o trecho rodoviário em intervenção, para tanto é apresentado neste tópico a metodologia, os parâmetros, as plantas e planilhas de cálculos com indicação de tipo, dimensões, localização e extensão das obras previstas.

O projeto tipo dos dispositivos utilizados seguiu o padrão do álbum de projetos – tipos de dispositivos de drenagem, 4ª edição, Publicação IPR - 736 do DNIT.

Para o desenvolvimento dos estudos e concepção do projeto, utilizaram-se os elementos básicos presentemente disponíveis, que estão relacionados a seguir:

- As descargas máximas para cada bacia;
- Traçado em planta e perfil;
- Seções transversais adotadas;
- A planta do levantamento topográfico;
- Os estudos hidrológicos para região; e,
- Informações e observações de campo sobre o comportamento das obras existentes.

2.2 METODOLOGIA E ESTUDOS DAS SOLUÇÕES

O levantamento topográfico possibilitou a determinação dos elementos geométricos necessários à definição das características hidráulicas das estruturas singulares propostas.

Os estudos hidrológicos permitiram mensurar as vazões, descargas de projeto, baseando o dimensionamento hidráulico.

Desta forma o sistema de drenagem de acordo com a natureza e função de cada dispositivo será do tipo superficial.

2.3 REDE DE DRENAGEM PLUVIAL

O projeto se compõe de uma série de dispositivos com fins específicos. Esses dispositivos constituem as Estruturas Singulares, adiante indicadas de forma genérica com referências metodológicas de dimensionamento ou de funcionamento.

Os dispositivos que compõem o sistema foram dimensionados pelos critérios usuais de hidráulica. Outros foram detalhados em consonância com a padronização do DNIT - DNER.

De modo geral, constam os seguintes:

Sarjetas - dispositivos destinados a conduzir a água até as estruturas de entrada ou caixas coletoras, também conhecidas como bocas de lobo. As caixas utilizadas foram do tipo sarjeta com abertura na guia, dispositivos estes mais eficientes na captação de deflúvios.

Bocas de lobo - dispositivos que captam águas conduzidas pelas sarjetas através de grelhas e/ou aberturas e as conduzem aos poços de visita que dão acesso às galerias.

Galerias - são obras de condução dos deflúvios que funcionam em regime de livre escoamento e recebem, através das caixas, as contribuições provenientes da área de influência.

2.4 DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO

Uma vez definidos e conhecidos todos os parâmetros necessários para cálculo da vazão de projeto, esta é calculada para cada dispositivo onde deve estar em concordância com a capacidade hidráulica do dispositivo. Para isto, faz-se uso da Equação da Continuidade associada à Fórmula de Manning.

$$Q = \frac{1,49}{n} A \times R^{\frac{2}{3}} \times \sqrt{I}$$

$$Q = A \cdot V \quad V = \frac{1}{n} \cdot R_H^{\frac{2}{3}} \cdot I^{\frac{1}{2}}$$

Onde:

Q é a vazão, em m³/s;

V é a velocidade, em m/s;

A é a área, em m²;

RH é o raio hidráulico, em m;

I é a declividade, em m/m;

n é o coeficiente de rugosidade de Manning, usado 0,010 para tubos de PEAD.

- **MEMÓRIA DE CÁLCULO**

Em ANEXO, são apresentadas as planilhas de cálculo do dimensionamento hidráulico dos dispositivos projetados.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

É importante ressaltar que para o bom funcionamento dos dispositivos é necessário que estes estejam com estrutura plena, ou seja, limpos, conservados. Deste modo, fazem-se algumas recomendações a fim de que o sistema proposto possa funcionar.

- Realizar manutenção frequentemente onde deve ser efetivada a limpeza de cada dispositivo removendo-se areia e demais materiais que possam vir a minimizar a seção dos tubos e/ou caixas;
- Executar as caixas de modo que se possibilite a remoção das tampas para efetuar a limpeza e manutenções que venham a ser requisitadas;
- Deve-se executar a locação da obra a partir do ponto de descarga para garantir que durante a locação a água consiga alcançar o destino final respeitando a cota limite como condição de contorno para possíveis eventualidades que possam ocorrer.

No dimensionamento da Rede de Drenagem, foram consideradas as diretrizes preconizadas pelas seguintes Referências Técnicas:

Manual de Drenagem de Rodovias do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes - DNIT, 2006;

NBR 12266/1992 - Projeto e Execução de Valas para Assentamento de Tubulações de Água, Esgoto ou Drenagem Urbana.

SEINFRA - Secretaria de Infraestrutura

Engº Jeferson Costa Marinho

Crea 050886782-7 MAT:121027-0