



**ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL  
MUNICÍPIO DE MAXIMILIANO DE ALMEIDA**

**PROJETO BÁSICO DE ENGENHARIA**

**RUA 15 DE NOVEMBRO**

**FEVEREIRO/ 2014**

## **INTRODUÇÃO**

O presente volume, denominado Projeto de Pavimentação Asfáltica em Pré-Misturado a Frio – PMF, tem por objetivo descrever as atividades a ser desenvolvido na RUA 15 DE NOVEMBRO, localizada no Município de Maximiliano de Almeida, que visam beneficiar os munícipes e usuários desta cidade.

## **INFORMATIVO DA OBRA**

O presente volume refere-se às condições gerais e tem por objetivo descrever as atividades desenvolvidas, o mesmo compõe-se de:

Plantas, desenhos, detalhes construtivos e quadros necessários à execução do projeto.

Características:

RUA 15 DE NOVEMBRO,

- Extensão: 312,93 metros;
- Área da pista de rolamento: 5.110,27m<sup>2</sup>.

## **ESTUDOS TOPOGRÁFICOS**

Os estudos topográficos baseiam-se integralmente, nos levantamentos efetuados pela Prefeitura Municipal de Maximiliano de Almeida.

A locação foi efetuada de acordo com os processos clássicos, todas elas em 90 graus, lançando-se as tangentes para a definição dos Pontos de Intersecção (PIS).

O eixo foi piqueteado de 20 em 20 metros; o levantamento foi executado com estação total.

## **PROJETO GEOMÉTRICO**

O projeto geométrico foi desenvolvido tendo por base as características técnicas preconizadas nas Normas para Projetos Geométricos de Logradouros Urbanos, e foi ordenado aos elementos básicos reconhecidos pelos estudos Topográficos.

## **PROJETO PLANIALTIMÉTRICO**

O projeto Planialtimétrico constitui-se na representação gráfica dos dados obtidos nos Estudos Topográficos, resultando da exploração realizada em campo com Estação Total.

## **PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO**

O Projeto de pavimentação tem por finalidade definir as espessuras das camadas do pavimento, o tipo de pavimento, o tipo de material a ser

empregado, de acordo com o tipo de material existente no sub-leito, bem como a topografia da região.

#### PARÂMETROS ENVOLVIDOS NO MÉTODO DE DIMENSIONAMENTO:

##### ÍNDICE DE SUPORTE:

Será constituído de base, sub-base e pré-misturado a frio.

##### COEFICIENTE DE EQUIVALÊNCIA ESTRUTURAL:

São recomendados pelo manual de projeto de pavimentos flexíveis, os seguintes coeficientes para os diferentes materiais indicados para constituírem a estrutura do pavimento.

##### TIPO DE PAVIMENTO COEFICIENTES.

Base ou revestimento de concreto betuminoso .....	2,00
Base ou revestimento pré-misturado à quente, graduação densa .....	1,70
Base ou revestimento pré-misturado à frio, graduação densa .....	1,40
Base ou revestimento betuminoso por penetração .....	1,20
Camadas granulares .....	1,00

Adotamos, genericamente, para designação dos coeficientes estruturais a simbologia a seguir apresentada:

KR – Coeficiente estrutural do revestimento betuminoso

KB – Coeficiente estrutural da base

KS – Coeficiente estrutural da sub-base

KREF – Coeficiente estrutural do reforço do sub-leito

##### ESPESSURA MÍNIMA DO REVESTIMENTO BETUMINOSO:

A espessura mínima a adotar para o revestimento betuminoso é um dos pontos ainda em aberto na engenharia, quer se trate de proteger a camada de base do reforço imposto pelo tráfego, quer se trate de evitar a ruptura do próprio revestimento por esforços de tração na flexão. As espessuras a seguir recomendadas, visam especificamente as bases do comportamento puramente granular e são ditados pelo que se tem observado.

##### N ESPESSURA DO REVESTIMENTO

$N < 10^6$  Tratamentos superficiais betuminosos

$10^6 < N < 5 \times 10^6$  Revestimento betuminoso com 5cm de espessura

$5 \times 10^6 < N < 10^7$  Concreto betuminoso com 7,5cm de espessura

$10^7 < N < 5 \times 10^7$  Concreto betuminoso com 10,0cm de espessura

$5 \times 10^7 < N$  Concreto betuminoso com 12,5cm de espessura

#### MÉTODO DE DIMENSIONAMENTO:

O método de dimensionamento do pavimento flexível do Eng.<sup>º</sup> Murilo Lopes de Souza, adotado pelo DNER, vale-se de um gráfico, com auxílio do qual se obtém a espessura total do pavimento, em função do número “N” e do “ISC”; Tal espessura total é obtida no gráfico, e em termos de K=100, ou seja, de camada granular; Para outros constituintes há que se multiplicá-los pelos respectivos valores de “K”.

Mesmo que o “ISC” do material de sub-base seja maior que 20%, a espessura do pavimento necessária para protegê-los, é determinada como se fosse esse valor igual a 20%.

A espessura da base (B), sub-base (H<sub>20</sub>), o reforço de sub-leito (H<sub>m</sub>), são obtidos pela resolução sucessiva das inequações:

$$R \cdot Kr + B \cdot Kb > H_{20}$$

$$R \cdot Kr + B \cdot Kb + H_{20} \cdot Ks > H_m$$

$$R \cdot Kr + B \cdot Kb + H_{20} \cdot Ks + H_m \cdot Kref > H_m$$

Quando o CBR (ISC) da sub-base for maior ou igual a 40% e para “N” < 10<sup>6</sup>, admite-se substituir, na inequação H<sub>20</sub>, por 0,80 H<sub>20</sub>.

Para “N” > 10<sup>7</sup>, recomenda-se substituir, na equação H<sub>20</sub> por 1,20 H<sub>20</sub>.

#### DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO:

O dimensionamento do pavimento foi executado seguindo-se as recomendações do método do Eng.<sup>º</sup> Murilo Lopes de Souza, adotado pelo DNER.

Em função do ISC característico do sub-leito e do n.<sup>º</sup> equivalente ao eixo padrão, são determinados:

A espessura total do pavimento acima do sub-leito, representado por H<sub>m</sub>;

A espessura mínima acima da camada do reforço sub-leito representado por H<sub>n</sub>;

A espessura mínima acima da camada da sub-base, representado por H<sub>20</sub>.

Com a utilização do número N = 1x10<sup>6</sup>, determinado pelo estudo de tráfego, ISC<sub>p</sub>=10%, determinado pelo estudo do leito, e as inequações propostas pelo método, chegamos ao seguinte dimensionamento:

Em nosso projeto, a rua a ser pavimentada está situada no Centro do Município, que terá tráfego médio, portanto chegamos às seguintes camadas do pavimento:

$$N = 1 \times 10^6$$

$$R \cdot Kr + B \cdot Kb > H_{20}$$

$$R \cdot Kr + B \cdot Kb + Km \cdot Kref > H_m$$

Neste caso o dimensionamento de um pavimento flexível sobre uma rua que possui tráfego médio, chegamos nas seguintes espessuras, conforme recomendações do Engº Cyro de Freitas Nogueira Batista.

- a) Leve – 50 veículos comerciais diários;
- b) Médio – 50 a 300 veículos comerciais diários;
- c) Pesado – mais de 300 veículos comerciais diários;

Estes tipos correspondem às seguintes espessuras do pavimento:

Tráfego leve – 6" ou 15cm de espessura;  
Tráfego médio – 9" ou 23 cm de espessura;  
Tráfego pesado – 12" ou 30cm de espessura

Assim, obtemos as seguintes camadas de pavimento:

**Determinou-se para esta Rua, sub-base em macadame seco com espessura de 15cm, base em macadame hidráulico com espessura de 8cm, camada de brita graduada com espessura de 5cm e camada de Pré-Misturado a Frio (PMF) com espessura de 5cm, ambas as camadas com espessuras já compactadas.**

- Imprimação, taxa 1 l/m<sup>2</sup>; CM-30
- Pintura de ligação, taxa 1 l/m<sup>2</sup>; RR-1C
- Camada de capa de rolamento com brita graduada 50% 3/4" e 50% 3/8" – emulsão taxa de 5,0% 100l/m<sup>3</sup>, RM-1C

#### **RUA 15 DE NOVEMBRO,**

- **Extensão: 312,93 metros;**
- **Área da pista de rolamento: 5.110,27m<sup>2</sup>.**

O PMF na pista de rolamento será espalhado com motoniveladora. Terá um abaulamento transversal de 3%.

#### **EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS.**

##### **BASE E SUB-BASE OU REFORÇO:**

Sobre o leito existente, após o nivelamento e compactação, será lançado o macadame seco numa espessura de 15 cm compactado, após será lançado a camada de macadame hidráulico numa espessura de 8 cm compactado e após será executado o travamento com camada de brita graduada numa espessura de 5cm compactado.

**IMPRIMAÇÃO:** Consiste em dar um banho na base granular ou base de brita graduada através do equipamento espargiador numa proporção de 1 litro de emulsão asfáltica CM-30 por metro quadrado.

##### **BASE BRITA GRADUADA**

Será lançada após a execução da sub-base, a brita graduada com 5 cm de espessura utilizando brita 2 na proporção de 30%, brita 1 com 25% e pó mais pedrisco com 45%. Os materiais para a elaboração da Brita graduada deverão obedecer ao que passa nas peneiras:

PENEIRA	%
2"	100%
1,5"	90-100%
3/4'	50-85%
3/8	34-45%
4	25-45%
40	8-22%
200	2-9%

#### **– CONTROLES**

A fiscalização dos serviços deverá manter uma equipe especializada munida do instrumental necessário com a finalidade de proceder todos os ensaios e controles tecnológicos nos materiais a serem utilizados, conforme preconizado nestas especificações e metodologia vigente em obras de pavimentação asfáltica, conforme segue:

##### **- CONTROLE DE QUALIDADE DO MATERIAL BETUMINOSO:**

O controle de qualidade do material betuminoso será constituído dos seguintes ensaios:

- a) um ensaio de viscosidade Caybolt Furol, para todo o carregamento de material asfáltico que chegar à obra;
- b) um ensaio de resíduo por evaporação ou destilação para todo o carregamento que chegar à obra;
- c) um ensaio de temperatura.

##### **– CONTROLE DE QUALIDADE DOS AGREGADOS:**

O controle de qualidade dos agregados para a elaboração da massa asfáltica constará do seguinte:

- a) dois ensaios de granulometria do agregado, de cada silo, por dia de trabalho;
- b) um ensaio de sanidade a Abrasão Los Angeles quando houver variação da natureza do material pétreo;
- c) um ensaio de laminalidade para cada 500 (quinhentos) metros cúbicos de massa asfáltica;
- d) um ensaio de equivalente de areia do agregado miúdo, por dia.

##### **– CONTROLE DE QUANTIDADE DE LIGANTE NA MISTURA:**

O controle de quantidade de ligante na mistura será feito através de duas extrações de betume, de amostras coletadas na pista, depois do espalhamento e antes da compactação, pelo menos a cada 700,00m<sup>2</sup> de superfície revestida. A porcentagem de ligante poderá variar no máximo, mais ou menos 0,5 da fixada no projeto.

#### - CONTROLE DE GRADUAÇÃO DA MISTURA AGREGADOS

Deverá ser procedido o ensaio de granulometria da mistura dos agregados resultantes das extrações citadas no item anterior. A curva granulométrica deve manter-se continua, enquadrando-se dentro das tolerâncias especificadas no item 3.5.2 desta especificação.

#### - CONTROLE DA CARACTERÍSTICA MARSHALL DA MISTURA:

Um ensaio Marshall, com três corpos de prova cada, devem ser realizados por dia de produção da mistura. Os valores de estabilidade e de fluência deverão satisfazer ao especificado no item 3.5.2 desta especificação. As amostras devem ser retiradas após a passagem da acabadora e antes da compressão.

#### - CONTROLE DA COMPACTAÇÃO:

O controle da compactação da mistura betuminosa deverá ser feito, preferencialmente, medindo-se a densidade aparente de corpos de prova extraídos da mistura compactada na pista, por meio de broca rotativa.

Deve ser realizada uma determinação a cada 700 m<sup>2</sup> de superfície revestida, não sendo permitido valor mínimo inferior a 95% da densidade aparente do projeto da massa asfáltica a ser elaborado pela licitante vencedora.

### **MASSA ASFÁLTICA – PMF- 5CM**

Para o PMF-Pré-Misturado a Frio, o traço proposto é o seguinte:

Brita 3/4"- 50%  
Brita 3/8"- 50%

Qualquer alteração do Traço deverá ser comunicado a fiscalização antecipadamente com os devidos ensaios em laboratório.

A densidade de compactação do PMF é de:

Densidade: 2,0 t/m<sup>3</sup> = 2000 Kg/m<sup>3</sup>.

O material betuminoso utilizado à frio é a EMULSÃO ASFÁLTICA RM-1C, numa taxa de 5,0%, o que fornece uma relação de 100 l/m<sup>3</sup> de RM-1C.

#### - ENSAIOS EXECUTADOS PARA O CONTROLE TECNOLÓGICO DOS SERVIÇOS:

**PMF:** Teor de Betume (5,0% de RM-1C)

Qualquer alteração do Traço deverá ser comunicado a fiscalização antecipadamente com os devidos ensaios em laboratório.

A densidade de compactação do PMF é de:

Densidade:  $2,0 \text{ t/m}^3 = 2000 \text{ Kg/m}^3$ .

O material betuminoso utilizado frio, numa taxa de 5,0%, o que fornece uma relação de  $100 \text{ l/m}^3$  de RM-1C.

**CAPA SELANTE:** Consiste em distribuir 1 litro de Emulsão Asfáltica RR-2C com espargiador sobre a massa asfáltica e lançamento de pó de brita sobre esta. Após será passado o rolo vibratório sem vibrar.

## PROJETO DE DRENAGEM

O projeto de drenagem foi elaborado com vistas ao estabelecimento dos dispositivos necessários para a captação, intercepção e condução das águas superficiais, objetivando conduzi-las a local de deságües seguro, sem comprometer o pavimento, residências e terrenos que margeiam a rua.

Características Gerais:

Fica desde já esclarecido que o critério usado para classificar e quantificar as micro bacias para sua respectiva avaliação foi feio "in loco" por corpo técnico.

Isso ocorre devido a impossibilidade da prefeitura realizar ensaios geológicos e pedalógicos, estudos geotécnico do local e levantamento hidrográficos das bacias hidrográficas.

Para justificar a decisão de projetar utilizando como coeficiente de escoamento superficial "runoff", arbitrou-se, com respeito ao tipo de descrição da área, sendo caracterizado por áreas sem melhoramentos, com respectivo coeficiente de escoamento superficial adotado a favor da segurança sem correr riscos no dimensionamento dos tubos.

Dimensionamento:

$$Q = C \times im \times A$$

onde

$Q$  = vazão de dimensionamento em  $\text{lts/segundo}$

$C$  = coeficiente de escoamento

$Cm$  = intensidade média das chuvas

$A$  = Área da bacia de contribuição

Definição dos dados

$im$  = Valor das precipitações para 60mm de decorrência, tirado de mapas de isóetas da região= $60\text{mm/h}=0,06\text{m/h}$

$C$  = coeficiente de deflúvio, para regiões onduladas = 0,40

$A$  = Área da bacia de contribuição, em nosso projeto fizemos um trabalho em campo para dimensionarmos as tubulações para a situação mais crítica, o que proporcionará uma segurança com tempo de recorrência de 10 anos.

O diâmetro da tubulação, para a rua esta demonstrada no projeto específico em anexo.

Os deságües das águas esta demonstrado no projeto em anexo.  
No local projetado a tubulação será aterrada com material drenante brita nº 2.

## TUBULAÇÃO

Os tubos da drenagem urbana deverão ser assentados sobre uma base de brita com espessura de 0,10m. Esta base de brita deverá ser distribuída uniformemente em toda largura da vala. A profundidade da vala varia de acordo com o diâmetro da tubulação utilizada em cada trecho. Sendo que o recobrimento mínimo sobre a tubulação não poderá ser inferior a 0,80m, e a largura da vala de verá ser de no mínimo 0,60m.

Os corpos de bueiros deverão seguir a especificação DNER-ES 04/92. **Estes serão do tipo macho-fêmea de concreto simples.**

O assentamento da tubulação deverá seguir rigorosamente a abertura de vala, observando-se o afastamento da parede da mesma com o tubo, no sentido da jusante para a montante, com a bolsa voltada para a montante.

No assentamento da tubulação deverá ser empregado o processo da cruzeta ou topográfico, para o perfeito alinhamento das valas indicadas no projeto, ou seja, alinhamento em planta e perfil.

O detalhe das valas encontra-se em anexo ao memorial.

## MEIO-FIO

A finalidade dos meio-fios, tem a permitir que as águas pluviais tomem orientações definidas por estes, às caixas coletoras e bueiros, a fim de não causar danos à superfície pavimentada. Estes serão em concreto 15 MPa nas dimensões de 12x15cm e deverão ser moldados inloco por extrusão.

## BOCAS-DE-LOBO

Serão executadas com tijolos de barro maciços, assentados com argamassa de cimento e areia, rebocados internamente com cimento, areia e cal no traço 1:2:8 na espessura de 1,50cm.

Sua dimensão interna será de (96x50)cm conforme projeto em anexo. Em sua parte superior, ao nível do passeio, deverá ser colocada uma tampa de concreto que terá a finalidade de ser removida quando for necessária a realização de limpezas periódicas, para que não cause entupimento da tubulação. Esta tampa deverá ser fabricada nas dimensões de (136x81cm) conforme detalhe no projeto em anexo.

Na parte inferior será executado concreto magro na resistência de 15Mpa com espessura de 10 cm e na parte superior uma cinta de concreto de (15x10)cm com resistência de 15Mpa

### Tubulação

Os tubos da drenagem urbana deverão ser assentados sobre uma base de brita com espessura de 0,10m. Esta base de brita deverá ser distribuída uniformemente em toda largura da vala.

Os corpos de bueiros deverão seguir a especificação DNER-ES 04/92.

O assentamento da tubulação deverá seguir rigorosamente a abertura de vala, observando-se o afastamento da parede da mesma com o tubo, no sentido da jusante para a montante, com a bolsa voltada para a montante.

No assentamento da tubulação deverá ser empregado o processo da cruzeta ou topográfico, para o perfeito alinhamento das valas indicadas no projeto, ou seja, alinhamento em planta e perfil.

## PASSEIOS

A pavimentação dos passeios será com Bloco de Concreto Pré-Moldado Intertravado de 4cm assentado sobre colchão de pedrisco com espessura de 5cm. Será feita a regularização/ nivelamento do subleito, sendo que deverão ser observados os níveis demarcados no projeto topográfico.

Onde ocorrer a necessidade de enchimento para o nivelamento, o mesmo deverá ser feito com saibro de boa qualidade e compactado mecanicamente. Onde ocorrer a necessidade de remoção de rochas, estas deverão ser removidas e/ou implodidas mecanicamente.

Após o nivelamento será colocada uma camada de cinco centímetros de pó de pedra, para servir de base para o assentamento do bloco de concreto.

- **Dimensões dos Blocos = 20,00cm x 10,00cm - Espessura 4,00cm.**

Bloco de Concreto Pré-Moldado Intertravado, vibro prensado tipo Holandês tamanho comprimento 20 cm, largura 10 cm e espessura de 4cm, com FCK 25 Mpa.

Os blocos de concreto serão pré-moldados, com FCK 25 Mpa e deverão ser assentados das bordas do meio fio para a lateral, observando-se que o alinhamento das juntas fique em concordância com o alinhamento do logradouro, e alternadas conforme as fiadas vizinhas.

Estas peças devem ainda ser fortemente comprimidas por percussão através de processos mecânicos. A parte superior das juntas não deverá exceder a 1,5 mm.

O rejuntamento consistirá no espalhamento de uma camada de 1,5 cm de areia grossa, sobre as peças assentadas, para preenchimento dos vazios. Após o rejuntamento deverá ser efetuada nova compactação mecânica.

Compete à contratada realizar pano de 20m<sup>2</sup>, a título de ensaio, a fim de a mesma obter visto da fiscalização municipal, antes da sequência dos serviços. Esses serviços serão executados pela contratada.

## SINALIZAÇÃO VIÁRIA VERTICAL E HORIZONTAL

Sinalização Horizontal:

Material:

Tinta acrílica, retrorrefletiva a base de resina acrílica com micro esferas de vidro.

Estes materiais atendem as especificações do DNER.

As placas deverão obedecer as dimensões e modelos conforme normas e critérios estabelecidas pelo DNER E DNIT. Placas metálicas galvanizadas, chapa 2mm, ortogonais e redondas com 50cm. Os postes deverão ser tubular, galvanizados, diâmetro 2", espessura mínima de 3mm e altura mínima de 2,70m.

Execução dos serviços de sinalização horizontal:

Será executada a delimitação da pista com faixas brancas contínuas e/ou tracejadas na largura de 10cm.

As faixas de segurança serão de 2,5 (dois e meio) metros por 40 cm (comprimento e largura).

#### ACESSIBILIDADES (rampas de deficientes)

Será executada um lastro de brita fina ou pó de brita com espessura de 10 cm e após uma camada de concreto magro de 5cm de espessura, com dimensões e detalhes conforme projeto arquitetônico em anexo.

## MEMÓRIA DE CÁLCULO DO ORÇAMENTO

- Escavação de valas para drenagem profunda:

$88,00\text{m} \times 1,30\text{m} \times 0,60\text{m} = \mathbf{68,64\text{m}^3}$  - extensão de corpo de BSTC diâmetro de 40cm x profundidade x largura da vala.

- Reaterro e apiloamento em camadas de 20cm.

$88,00\text{M}^3 \times 0,4\text{cm} \times 0,4\text{cm} = 14,08\text{m}^3$  - comprimento de corpo de BSTC x espaço que será ocupado pelo BSTC (tubo de 0,40cm).

Resultado -  $68,64\text{m}^3 - 14,08\text{m}^3 = \mathbf{54,56\text{m}^3}$

- 1.2 - Base pavimentação – Rachão =  $5110,27\text{m}^2$  (área de pavimentação) x  $0,15\text{m}$  (camada de rachão compactado) =  $\mathbf{766,54\text{m}^3}$ .
- 1.3 - Base pavimentação – Macadame Hidráulico =  $5110,27\text{m}^2$  (área de pavimentação) x  $0,08\text{m}$  (camada de macadame compactado) =  $\mathbf{408,82\text{m}^3}$ .
- 1.4 - Base pavimentação – Brita Graduada =  $5110,27\text{m}^2$  (área de pavimentação) x  $0,05\text{m}$  (camada de brita compactada) =  $\mathbf{332,17\text{m}^3}$ .
- 1.5 – Imprimação =  $\mathbf{5110,27\text{m}^2}$  (área de pavimentação).
- 1.7 – PMF =  $5110,27\text{m}^2$  (área de pavimentação) x  $0,05\text{m}$  (camada de massa PMF compactada) =  $\mathbf{255,51\text{m}^3}$ .
- 2.2 – Meio Fio 12x15cm =  $\mathbf{1.125,00\text{m}}$  (extensão de meio fios laterais (junto aos passeios) e centrais (junto aos canteiros)).

Maximiliano de Almeida, 05 de Fevereiro de 2014.

Lenir Moterle Bessegato  
Prefeita Municipal

Thiago de Souza  
Arq. CAU A35799-5