

**MEMORIAL DESCRITIVO**  
**PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA**  
**RUA RODOLFO WOLF**  
**E**  
**RUA NEY AMINTAS DE BARROS BRAGA**  
**TRECHO: ENTRE RUA RODOLFO VON LINSINGEN E BR-476**

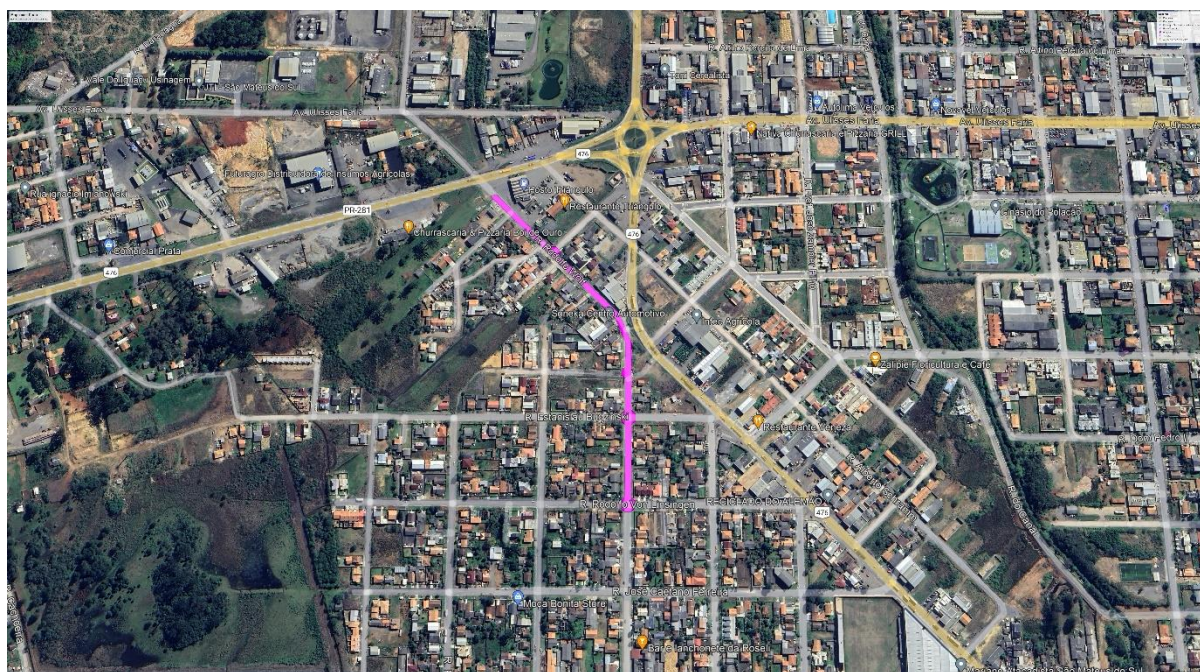
**São Mateus do Sul, novembro/2022**

## 1. MAPA DE LOCALIZAÇÃO / SITUAÇÃO

MAPA POLÍTICO DO BRASIL



MAPA POLÍTICO DO PARANÁ



## 2. ESTUDO GEOTÉCNICO

### 2.1 INTRODUÇÃO

O Estudo Geotécnico elaborado consistiu da programação e execução de furos de sondagem, como também da realização dos ensaios de laboratório necessários ao desenvolvimento dos projetos correlatos. Os estudos geotécnicos desenvolvidos objetivaram a identificação das características e classificação dos materiais ocorrentes. Estes estudos foram realizados visando proporcionar aos demais projetos, conhecimento das propriedades dos materiais, características dos materiais constituintes dos aterros, fundação destes, bem como permitir uma avaliação qualitativa e quantitativa dos materiais ocorrentes na região, passíveis de utilização na construção da obra.

### 2.2 METODOLOGIA

A metodologia empregada no desenvolvimento dos estudos geotécnicos constou das seguintes etapas de trabalho:

- inspeção de campo pela equipe de geotecnia;
- reconhecimento das fontes de materiais locais;
- elaboração e execução da programação de sondagem.

#### 2.2.1 Estudo do Subleito

A caracterização do subleito consistiu da programação e execução de furos de sondagem a trado, executados ao longo do eixo, alternados com os bordos da pista existente, programados para atingirem a profundidade de 1,50 metros abaixo do terreno natural, com espaçamento máximo de 200,00 metros, e da realização dos ensaios de laboratório necessários ao desenvolvimento dos projetos, como:

Caracterização Granulométrica, Índices L.L/I.P/I.G, Classificação H.R.B., Densidade Máxima, Umidade Ótima, Expansão, I.S.C e C.B.R.

### **3. PROJETO GEOMÉTRICO**

#### **3.1 INTRODUÇÃO**

O Projeto Geométrico foi desenvolvido com embasamento no Estudo Topográfico, constituído de levantamentos que possibilitaram caracterizar fielmente o terreno e elementos urbanos da região em estudo. Desta forma, o projeto elaborado buscou características planialtimétricas que melhor se adaptassem às condições das Ruas e edificações adjacentes, como também estabeleceu um novo plano funcional integrando a nova via ao sistema existente.

#### **3.2 ESTUDOS TOPOGRÁFICOS**

Os estudos topográficos necessários à execução do projeto consistem em levantamentos pelos quais se caracterizam fielmente o terreno, alvo do estudo, pela ótica planialtimétrica.

Os serviços foram programados de forma a se obter:

- Materialização dos eixos de locação;
- Nivelamento direto e contra nivelamento do eixo;
- Levantamento de seções transversais;
- Levantamento cadastral;
- Levantamentos complementares e;
- Processamento dos dados.

### 3.3 METODOLOGIA

Os levantamentos foram realizados a partir dos eixos das vias urbanas existentes e seguem a metodologia da topografia convencional, com a utilização de aparelhos com precisão adequada a cada tipo de serviço.

#### 3.3.1 Materialização dos Eixos de Locação

A materialização do eixo de locação da via a ser pavimentada foi executada através de estaqueamento de cem em cem metros com piquetes de madeira cravados no terreno. Os pontos notáveis foram materializados com piquetes com tachas cravadas nos terrenos ou tachas cravadas diretamente no próprio pavimento existente.

##### **3.3.1.1 Nivelamento direto e contra nivelamento do eixo**

Foram nivelados e contra nivelados os piquetes implantados nos eixos de locação e também alguns pontos intermediários que se achou necessários à plena caracterização do perfil.

Adotou-se como referência os RN implantados pela IBGE e adotados o sistema de ordenadas existente.

##### **3.3.1.2 Levantamento de seções transversais**

Por tratar-se de Ruas já revestidas, só foram levantadas seções transversais de pontos notáveis ou críticos.

##### **3.3.1.3 Levantamento cadastral**

Foram cadastradas ao longo do eixo locado, as edificações e benfeitorias existentes, postes, bueiros, valas, redes de água e coleta de esgoto e outros elementos existentes ao longo do trecho que interferem no projeto.

### **3.3.1.4 Levantamentos complementares**

Para a elaboração dos projetos geométricos e de drenagem, se fazem necessários alguns levantamentos complementares, tanto planimétricos como altimétricos dos cruzamentos, boca e fundo de caixas coletoras, boca de lobo e etc.

## **3.4 PLANIMETRIA**

A via em questão apresenta 551,775 metros de extensão, desenvolvendo-se em pista simples com duplo sentido de tráfego.

Definiu-se que a via terá pista de rolamento com 9,00 metros de largura e passeios com calçada e enleivamento de ambos os lados.

## **3.5 ALTIMETRIA**

Sobre a planimetria cadastral obtida pelos estudos topográficos, o eixo do projeto foi lançado obtendo-se o perfil longitudinal.

As características altimétricas foram definidas a partir do lançamento de um greide de pavimentação que objetivou a correção da situação existente na maioria dos segmentos, acomodando-se à nova plataforma, bem como determinou as condições geométricas dos cruzamentos com outras vias.

## **3.6 APRESENTAÇÕES DO PROJETO**

### **3.6.1 Em Planta**

Estão representados na escala 1:250 o eixo de projeto estaqueado de 20,00 em 20,00 metros, plataforma contendo largura da pista e passeio, elementos das curvas horizontais, cadastro das interferências ao projeto como bueiros existentes, postes, etc.

### 3.6.2 Em Perfil

Estão representados na escala 1:250 o terreno natural, o greide de pavimentação, declividade de rampas e seus comprimentos, comprimentos das projeções horizontais das curvas de concordância vertical, cotas de PCV e PTV de cada curva vertical e estaqueamento.

## **4. PROJETO DE TERRAPLENAGEM**

### 4.1 INTRODUÇÃO

A Terraplenagem foi elaborada com base nos subsídios coletados junto aos Estudos Geotécnicos desenvolvidos no presente trabalho, bem como nos Projetos Geométrico e de Drenagem.

O projeto de terraplenagem, executado em associação ao projeto geométrico, consistiu, no presente caso, em desenhar as seções transversais ao eixo projetado, para a confecção das Notas de Serviço e Cálculos de Volumes.

Tendo-se em vista a necessidade de descarte dos materiais proveniente destes cortes, bem como a necessidade de rebaixamento do greide, quando da execução da obra, deverão ser indicados pela Fiscalização, locais adequados à sua deposição. O material descartado deverá ser depositado de forma a seguir a topografia local, sendo revestido com camada vegetal, evitando assim, possíveis ocorrências de erosões.

A classificação dos materiais a serem escavados, baseou-se nos resultados dos estudos geotécnicos apresentados, bem como nas inspeções realizadas em campo. Estas classificações estão incorporadas aos estudos geotécnicos, e suas quantidades, no item de serviço de terraplenagem.

Com relação à homogeneização de volumes, será considerada que a relação entre a densidade média dos aterros em solo compactados e a densidades dos solos em estado natural nos cortes, seja de 40%, sendo embutido neste, um coeficiente de perdas.

## 4.2 CLASSIFICAÇÕES DOS MATERIAIS

Os trabalhos de escavação se desenvolverão em solos argilosos e silte. Os materiais a escavar foram classificados em 1.<sup>a</sup> categoria.

## 4.3 GREIDE

O greide calculado e apresentado no projeto é o greide de pavimentação. O greide de terraplenagem será obtido pela subtração da espessura do pavimento.

## 4.4 PLATAFORMAS DE TERRAPLENAGEM

A plataforma de terraplenagem em corte, para encaixe do pavimento, deverá possuir a largura da pista projetada acrescida de 0,30m para cada lado. A plataforma total deverá possuir a largura da pista mais os passeios.

## 4.5 TALUDES

Os taludes para execução das escavações para acomodação do pavimento deverão ser executados verticalmente no estilo corte em caixão, devido a pequena altura, geralmente inferior a 1,00m e ao fato de seu preenchimento com as camadas do pavimento ser executado em curto espaço de tempo. Os cortes e aterros ao final do passeio deverão ser executados com as seguintes declividades:

Cortes (H:V). 1:1

Aterros (H:V). 3:2

## 4.6 FATORES DE CORREÇÃO DE VOLUMES

Os volumes geométricos de aterro foram acrescidos através da consideração de um fator de empolamento fixado em 1,30, tendo em vista a redução do volume pelo efeito de compactação e perdas normais no processo construtivo.

#### 4.6.1 Bota-Foras

Quando se tratar de solo local, os bota-foras deverão ser depositados em áreas de livre escolha do empreiteiro, desde que disponham da licença ambiental, quando necessária, ou em local indicado pela Prefeitura Municipal de São Mateus do Sul. No entanto, para efeito de orçamento, considerou-se o transporte até uma distância de 5,00km.

#### 4.7 CÁLCULO E ORIENTAÇÃO DA TERRAPLENAGEM

Os volumes de corte e aterro foram calculados através do método da média de suas áreas consecutivas, em função da seção transversal-tipo prevista, greide de terraplenagem e cotas do terreno natural.

Pelo produto da soma das áreas de seções contíguas com a semi-distância entre as mesmas, obteve-se os volumes de corte e aterro.

Os eventuais aterros deverão ser formados com os materiais de boa qualidade oriundos dos cortes que apresentem  $IS > 5\%$  e expansão  $< 2\%$ . Os volumes escavados em excesso, bem como os de materiais imprestáveis, deverão ser destinados a bota-fora.

Caso sejam interceptados canos de distribuição de água e de coleta de esgotos, dutos elétricos e ramais de gás durante as escavações deverão ser feita uma proteção dos mesmos, conforme as normas da concessionária destes serviços.

## **5. PROJETO DE DRENAGEM E OBRAS DE ARTE CORRENTES**

### **5.1 INTRODUÇÃO**

O objetivo deste relatório é a apresentação da metodologia de cálculo utilizada no Projeto de Drenagem e Galerias de Águas Pluviais. Estas obras de drenagem urbana deverão ser executadas concomitantemente com as de pavimentação e paisagismo.

Este estudo é composto dos seguintes itens:

- Coleta dos dados cartográficos e topográficos
- Lançamento da rede de drenagem
- Determinação das áreas das bacias
- Estudo hidrológico
- Estudo hidráulico

O Projeto de Drenagem tem por objetivo a indicação de dispositivos que visam:

Interceptação das águas provenientes das áreas adjacentes;

Remoção das águas superficiais para fora da plataforma da rodovia, controlando-as e dirigindo-as de modo a evitar a saturação das camadas do pavimento e proporcionar estabilidade e proteção contra a erosão do corpo estradal;

### **5.2 COLETAS DOS DADOS CARTOGRÁFICOS E TOPOGRÁFICOS**

Foram coletadas cartas aerofotogramétricas na escala 1:2.000 para a determinação das áreas das bacias adjacentes aos eixos de locação, que caracteriza a rede de micro drenagem.

### **5.3 LANÇAMENTOS DA REDE DE DRENAGEM**

A rede de drenagem foi lançada a partir de estudos preliminares efetuados no campo, na rede de galerias existentes implantadas de forma definitiva, ou buscando-se as soluções que conduzissem os fluxos principais com menores distâncias até os canais efluentes.

O espaçamento entre bocas de lobo é definido em função da capacidade de engolimento dos mesmos, aproximadamente 50 l/s, o que determinou um espaçamento máximo de 35,00 metros entre elas.

Com a finalidade de facilitar a limpeza da rede de drenagem, são previstos poços de visita espaçados de no máximo 100,00 metros.

Quando a rede de drenagem ficar próxima da boca de lobo, a caixa de ligação deverá ser executada acoplada à boca de lobo.

Este projeto compreenderá, em função das necessidades e particularidades observadas, a indicação das sarjetas para condução das águas provenientes do escoamento superficial para as respectivas caixas de captação através de bocas de lobo.

## 5.4 ESTUDOS HIDROLÓGICOS

Os estudos hidrológicos têm por objetivo a avaliação, não só das vazões de dimensionamento dos diferentes dispositivos que em seu conjunto compõem o sistema de drenagem superficial do segmento urbano como, também, das ondas de cheia, necessárias ao dimensionamento hidráulico das transposições dos cursos d'água.

A elaboração desses estudos baseou-se em dados pluviométricos, adequadamente selecionados na região e nas bacias hidrográficas estudadas, restituição aerofotogramétrica da cidade, escala 1:2.000 dados referentes ao solo e à cobertura florística regional, complementados por observações locais.

### 5.4.1 Regime Pluviométrico

Para a concepção do quadro Altura/Duração/Frequência foi utilizada a expressão:

$$I = \frac{99,157 \cdot T^{0,217}}{(T_c + 26)^{1,15}}$$

onde:

I = intensidade pluviométrica, em mm/min

T<sub>r</sub> = tempo de recorrência, em anos

t<sub>c</sub> = tempo de concentração em min

#### 5.4.2 Vazões de Dimensionamento

As vazões de dimensionamento das galerias foram calculadas pelo método racional, adotando-se os seguintes parâmetros:

$$Q = C \cdot I \cdot A$$

- C => coeficiente de deflúvio ou “Run Off” adotando C = 0,60
- I => intensidade de precipitações com duração igual ao tempo de concentração em mm/min
- A => área da bacia de contribuição em ha (hectares)

#### 5.4.3 Freqüência de precipitações em anos

T<sub>r</sub> => 5 anos, para bacias com área inferior a 1 km<sup>2</sup>

T<sub>r</sub> => 10 anos, para bacias com área superior a 1 km<sup>2</sup>

Para o caso de travessias com área à montante não canalizada (bueiros de grotas), os tempos de concentração foram obtidos a partir da equação:

$$T_c = 57 \left( \frac{L^3}{H} \right)^{0,385}$$

onde:

$T_c$  = Tempo de concentração em min

$L$  = Comprimento de talvegue em km (quilômetros)

$H$  = Diferença de nível entre o ponto mais afastado da bacia e o ponto considerado em m (metros)

Para os demais casos, o tempo de acesso mínimo foi considerado 10 minutos.

Os tempos de concentração acumulados foram calculados a partir do tempo de acesso, adicionando-se o tempo de galeria em função da velocidade média do fluxo em cada trecho.

$$T_c = t_a + t_{g1} + t_{g2} + t_{g3} + \dots + t_{gn}$$

## 5.5 ESTUDOS HIDRÁULICOS

A velocidade máxima admitida nos condutos foi 5 m/s e a velocidade mínima de arrastamento de 1 m/s.

Foi projetado para a travessia entre a caixa de captação, tubos de diâmetro 0,40m e declividade de 1,00%, o que também foi considerado para rede principal, para os demais diâmetros maiores do que 0,40m foram consideradas a velocidade mínima de arrastamento.

A resolução da Equação de Manning  $Q = K_s \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2}$  nos fornece, em função da declividade de assentamento dos tubos, as características de vazão e velocidades esperadas para cada trecho.

$Q =$  Vazão do tubo em  $m^3/s$

$K_s =$  Coeficiente de rugosidade do concreto

$S =$  Área da seção molhada em  $m^2$

$R =$  Raio hidráulico da seção molhada em  $m$

$I =$  Declividade de assentamento dos tubos no trecho em  $m/m$

O projeto de drenagem e de galerias de águas precipitadas na plataforma, nos terrenos lindeiros (drenagem superficial) ou que possam atingir o sub-leito (drenagem subsuperficial e subterrânea) conduzindo-as adequadamente para promover o afastamento das mesmas do corpo da via urbana.

A elaboração do projeto das obras de drenagem pautou-se nos estudos hidrológicos e geotécnicos e nas inspeções locais.

Para alcançar tal detalhamento, foi necessário o tratamento analítico dos modelos para cálculo das capacidades das vazões propostas, cujos resultados estão destacados nas planilhas de cálculo de dimensionamento.

## 5.6 MÉTODOS DE DIMENSIONAMENTO DOS COLETORES

Para o dimensionamento dos coletores foi utilizada a fórmula de Manning.

$$V = \frac{(R^{\frac{2}{3}} \cdot i^{\frac{1}{2}})}{n}$$

onde:

V = velocidade de escoamento em m/s;

R = raio hidráulico da seção de vazão em um;

i = declividade superficial de linha d'água;

n = coeficiente de rugosidade ( n = 0,015 p/ tubos de concreto).

Os tubos são dimensionados a seção plena, e as velocidades limites adotadas são:

**Velocidade mínima:** 1,00 m/s (nos tubos de diâmetro de 0,40m e 0,60m, em regiões de solos facilmente carreáveis, porém adotou-se declividade mínima de 1% para impedir o assoreamento dos mesmos).

**Velocidade máxima:** 5,00 m/s (pesquisa contratada junto a Universidade Católica do Paraná, conclui que o limite pode ser aumentado para 7 m/s). O aumento deste limite máximo acarreta a redução do diâmetro e conseqüentemente dos acessórios das redes galerias de águas pluviais a serem implantadas, reduzindo os custos das obras.

#### 5.6.1 Sarjetas

O cálculo de verificação de superfície das sarjetas foi desenvolvido para os casos críticos e consiste numa comparação entre a vazão de solicitação, determinada pelo método Racional, e a vazão correspondente à cota máxima de alagamento, definida como sendo aquela a partir da qual poderia ocorrer extravasamento, calculada com base numa fórmula de canal, como a de Izzard, a seguir apresentada:

$$Q = 0,375 \cdot y^{8/3} \cdot z/n \cdot i^{1/2} \quad \text{onde:}$$

$y$  = altura da água na sarjeta em centímetros

$z$  = inverso da declividade transversal do fundo da sarjeta

$n$  = coeficiente de rugosidade

$i$  = declividade longitudinal da sarjeta em m/m.

## 5.6.2 Estruturas do Sistema

### 5.6.2.1 Rede Coletora

Para a rede coletora serão empregados tubos classe CA-1, simples (sob a calçada) ou armados (nas travessias), com variações de diâmetro conforme projeto em anexo.

### 5.6.2.2 Poços de Visita/queda

Foram ser utilizados poços de visita nos seguintes casos:

- Extremidades de montante.
- Mudanças de direção da galeria.
- Junções de galerias.
- Mudanças de declividade.
- Trechos longos, de maneira que à distância entre dois poços consecutivos fique em torno de 120 metros, para efeitos de limpeza e inspeção das galerias.

Esses poços foram aproveitados como caixas de recepção das águas das bocas de lobo, suportando no máximo quatro junções. Para maior número de ligações

ou quando duas conexões tiverem que ser feitas numa mesma parede, adotar-se-á uma caixa de coleta sem visita para receber estas conexões.

Quando da mudança de diâmetro nos poços, foram previstos rebaixamentos nos tubos de jusante, de modo a coincidir a geratriz superior da tubulação.

A fim de evitar velocidades excessivas nas galerias, onde a declividade do terreno é muito alta, foram previstos poços de queda.

### **5.6.2.3 Bocas-de-lobo**

As bocas-de-lobo foram localizadas em ambos os lados das Ruas, nas partes mais baixas das quadras, a montante das esquinas e, em situações intermediárias com a finalidade de se evitar o escoamento superficial em longas extensões de ruas.

As canalizações de ligação entre boca-de-lobo e destas aos poços de visita terão um diâmetro de 0,40m e declividade mínima de 1,5%. Quando não existir possibilidade dessas ligações serem feitas diretamente, as bocas-de-lobo são ligadas às caixas de ligações acopladas ao coletor.

A capacidade de engolimento da boca-de-lobo é função da inclinação longitudinal da Rua, da forma de seção transversal, da depressão ou não junto à boca-de-lobo, das aberturas destinadas ao engolimento tanto laterais como verticais, da existência de defletores, etc.

A verificação da vazão de solicitação, com a capacidade de engolimento, determinados através de ábacos, fornecidos por laboratórios de pesquisa, como os apresentados pela John Hopkins University.

É conveniente notar que um excesso, que passe para a boca-de-lobo seguinte de 10% da vazão de engolimento, é considerado condição econômica.

Na prática, devido a falhas de execução e falta de manutenção adequada, adotou-se um espaçamento entre as bocas-de-lobo, de maneira que a capacidade de engolimento de cada unidade não ultrapasse de 60 L/s.

#### **5.6.2.4 Caixas de ligação**

Nos casos onde a ligação das bocas-de-lobo no coletor não puder ser feita através dos poços de visita/queda, foi especificada caixas de ligação.

## **6. SEÇÃO TIPO TRANSVERSAL**

### **6.1 INTRODUÇÃO**

O Projeto da Seção Tipo Transversal foi desenvolvido com base nos resultados dos Estudos Geotécnicos elaborados e parâmetro de tráfego e tem como objetivo definir a estrutura do pavimento com o respectivo dimensionamento de cada camada que compõe, a fim de que possa receber e suportar os esforços transmitidos pelo tráfego.

### **6.2 PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO EM CBUQ**

De acordo com o levantamento topográfico verifica-se que a apresenta *in loco* as seguintes características:

- Extensão - 551,775 metros;
- Largura da seção transversal existente variável ao longo da extensão da via;
- Conforme definição da prefeitura municipal de São Mateus do Sul o projeto da via foi elaborado para uma pista de rolamento com 9,00 metros de largura e calçadas com 2,50 metros de largura nos dois lados da via, devendo a pavimentação da pista de rolamento ser em Concreto Betuminoso Usinado a Quente - CBUQ.

A partir do greide da via existente, foi realizado o estaqueamento de 20m em 20m, medidas as cotas e calculadas as cotas vermelhas, áreas de corte e aterro, para obter os volumes de movimentação de terra.

Assim a espessura da camada para efeito de cálculo do volume de movimento de terra (corte/aterro) para serviço de terraplenagem será de acordo com o greide projetado.

Devido às inclinações de rampa excessivas, com valores superiores aos máximos recomendados em norma, foi realizada adequação no perfil longitudinal da via, otimizando sempre que possível os volumes de movimentação de terra.

O projeto de pavimento foi desenvolvido de acordo com os resultados dos ensaios de solo realizados em amostras coletadas *in situ*, com dimensionamento das camadas realizado através do método do D.N.E.R, que se baseia no valor do C.B.R. do solo e parâmetros de tráfego para determinação das espessuras das camadas do pavimento.

As recomendações para a composição do pavimento são:

- a) Os materiais do subleito devem apresentar uma expansão, medida no ensaio C.B.R., menor ou igual a 2% e um C.B.R.  $\geq 2\%$ ;
- b) Materiais para reforço do subleito, os que apresentam C.B.R. maior que o do subleito e expansão  $\leq 1\%$ ;
- c) Materiais para sub-base, os que apresentam C.B.R.  $\geq 20\%$ , I.G. = 0 e expansão  $\leq 1\%$ ;
- d) Materiais para base, os que apresentam: C.B.R.  $\geq 80\%$  e expansão  $\leq 0,5\%$ .  
Limite de liquidez  $\leq 25\%$  e Índice de plasticidade  $\leq 6\%$ ;
- e) Para os materiais para base granular a fração que passa na peneira nº 200 deve ser inferior a 2/3 da fração que passa na peneira nº 40.  
A fração graúda deve apresentar um desgaste Los Angeles igual ou inferior a 50;
- f) No caso de ocorrência de materiais com C.B.R. ou I.S.C inferior a 2 é recomendado fazer a substituição do material por um de maior resistência, na espessura de pelo menos 1,00 m;
- g) As espessuras máximas e mínimas de compactação das camadas granulares são de 20,00 cm e 10,00 cm, respectivamente;
- h) A espessura construtiva mínima para a camada da base + sub-base é de 15,00cm.

### 6.2.1 Reforço do Subleito em Camada Granular. Dimensionamento do Pavimento

#### Parâmetros de Tráfego

Utilizando a contagem quantitativa e classificatória dos veículos que utilizam a via, adotou-se a classificação em tráfego meio pesado para projeção futura de tráfego na via, no décimo ano da abertura e número “N” de solicitações previstas no período operacional de  $2 \times 10^6$  solicitações do eixo simples padrão.

#### Suporte do Subleito - ISC

Os valores de ISC, obtidos nos estudos geotécnicos para cada classificação de materiais, foi verificada a ocorrência de material argilosilto com ISC= 10,7 %.

#### Coeficientes de Equivalência Estrutural - k

Os coeficientes de equivalência estrutural considerados para cada camada do pavimento, de acordo com o tipo de material empregado, são indicados na Tabela 2.

Tabela 2 - Coeficientes equivalência estrutural em função dos materiais.

| <b>Componentes do Pavimento:</b>    | <b>Coeficiente k</b>                              |
|-------------------------------------|---------------------------------------------------|
| Revestimento de concreto betuminoso | Kr - 2,00                                         |
| Base em Brita Graduada              | Kb - 1,00                                         |
| Sub-Base em Macadame Seco           | Kbs - 0,875                                       |
| Reforço do Subleito                 | Kref - calculado com base no $CBR_{ref}/CBR_{sl}$ |

#### Espessura Mínima de Revestimento Betuminoso

Em função do número N adotado a espessura mínima para o revestimento do pavimento será de 5,00 cm, conforme parâmetros apresentados na tabela 3.

Tabela 3 - Espessura mínima de revestimento betuminoso

| <b>Número N</b>              | <b>Espessura mínima de revestimento betuminoso</b> |
|------------------------------|----------------------------------------------------|
| $N \leq 10^6$                | Tratamentos superficiais betuminosos               |
| $10^6 < N \leq 5 \cdot 10^6$ | Concreto betuminoso com 5,00 cm de espessura       |
| $5 \cdot 10^6 < N \leq 10^7$ | Concreto betuminoso com 7,50 cm de espessura       |
| $10^7 < N \leq 5 \cdot 10^7$ | Concreto betuminoso com 10,00 cm de espessura      |
| $N > 5 \cdot 10^7$           | Concreto betuminoso com 12,50 cm de espessura      |

Fonte: Manual de Pavimentação do DNIT (2006).

### **Determinação da Espessura das Camadas do Pavimento**

Com os valores de ISC, N e dos coeficientes estruturais adotados e através do gráfico representado na Figura 3, e das inequações abaixo foram dimensionadas as espessuras do pavimento.

$$(1) R.K_R + B.K_B \geq H_{20}$$

$$(2) R.K_R + B.K_B + h_{20}.K_s \geq H_n$$

$$(3) R.K_R + B.K_R + h_{20}.K_s + h_n.K_{ref} \geq H_m$$

Sendo:

- R = Altura da camada de revestimento;
- B = Altura da base;
- H<sub>20</sub> = Espessura da base mais revestimento;
- h<sub>20</sub> = Altura da sub-base;
- H<sub>n</sub> = Espessura da base mais revestimento mais sub-base;
- h<sub>n</sub> = Altura do reforço do subleito;
- H<sub>m</sub> = A espessura total de pavimento necessário para proteger um subleito de material com CBR ou IS= CBR ou IS=m

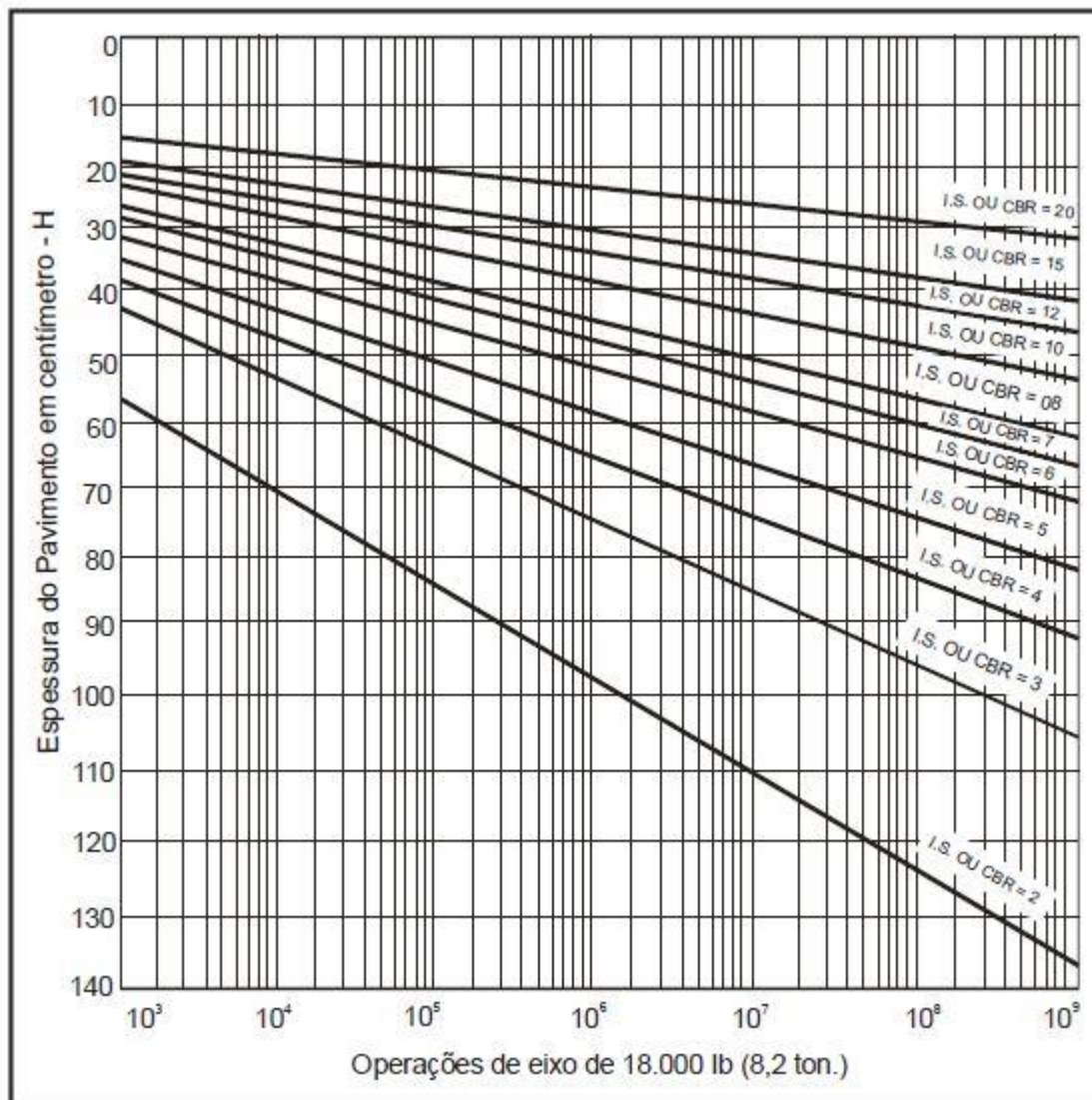


Figura 3 - Gráfico de dimensionamento do método DNER  
Fonte: Manual de Pavimentação do DNIT (2006).

### **Camada de Base**

Entrando no gráfico com os valores do número  $N=2 \cdot 10^6$  e  $ISC\% = CBR\%$  para cada faixa de classificação de material, resulta em  $H_{20} = 25$  cm e resolvendo a inequação abaixo temos:

$$\begin{aligned} (1) \quad R \cdot K_R + B \cdot K_B &\geq H_{20} \\ 5 \cdot 2 + B \cdot 1 &\geq 25 \\ B &\geq 15 \text{ cm} \end{aligned}$$

Adotando  $B = 15$  cm

### **Camada de Sub-base**

A camada de Sub-Base foi obtida para ISC superior ao do reforço do Subleito, entrando no gráfico com os parâmetros obteve  $H_n = 45$  cm, resolvendo a inequação temos:

$$(2) R.K_R + B.K_B + h_{20}.K_S \geq H_n$$

$$5*2 + 15*1 + h_{20}*0,875 \geq 45$$

$$B \geq 22,85 \text{ cm}$$

Adotando  $B = 25$  cm.

### **6.2.2 Quadro Resumo da Estrutura do Pavimento**

Quadro 2 - Quadro resumo da estrutura do pavimento

| <b>Camadas do Pavimento</b> | <b>Espessura Adotada (cm)</b> | <b>Material</b>         |
|-----------------------------|-------------------------------|-------------------------|
| Revestimento                | 5                             | CBUQ faixa "C"          |
| Base                        | 15                            | Brita Graduada          |
| Sub-base                    | 25                            | Macadame Seco           |
| Imprimação                  | 1,3 L/m <sup>2</sup>          | Emulsão asfáltica RR-2C |
| Pintura de Ligação          | 0,4 L/m <sup>2</sup>          | Emulsão asfáltica RR-2C |

### **6.2.3 Especificações e Recomendações Executivas**

#### **Regularização e Compactação do Subleito à 100% p.n.**

Compreende a regularização, nivelamento, escarificação, homogeneização e compactação do subleito para pavimentação, até a profundidade de 20 cm com rolo compactador a 100% P.N.

Este serviço deve ser executado de acordo com as especificações de serviço DER/PR ES-P 01/91 - Regularização do Subleito.

#### **Execução da Sub-base e Base de Brita Graduada**

Execução da sub-base e base de brita graduada com fornecimento, espalhamento e posterior uniformização e compactação.

Estes serviços devem ser executados de acordo com as especificações de serviço DER/PR ES-P 05/18 – Brita Graduada.

### Imprimação com RR-2C

A imprimação ligante betuminosa consistirá na aplicação de material betuminoso RR-2C, diretamente sobre a superfície, para assegurar sua perfeita ligação com revestimento betuminoso.

Este serviço deve ser executado de acordo com as especificações de serviço DER/PR ES-P 17/17 – Pavimentação: Pinturas Asfálticas

### Capa C.B.U.Q. espessura 5,0 cm

O revestimento em concreto asfáltico consistirá de uma camada de mistura, devidamente dosada e usinada a quente, constituída de agregado mineral graduado e material betuminoso, esparramado e comprimido a quente.

Este serviço deve ser executado de acordo com as especificações de serviço DER/PR ES-P 21/17 – Pavimentação: Concreto Asfáltico Usinado à Quente.

## **6.3 CALÇADA**

O revestimento das calçadas foi especificado em paver com 0,06m de espessura para toda a extensão, nas entradas de veículos (meio fio rebaixado).

## **6.4 ESPECIFICAÇÕES EXECUTIVAS**

As especificações listadas encontram-se no Manual de Especificações de Serviços Rodoviários do DER/PR. Os particulares à esta obra foram descritos na sequência.

### **6.4.1 SERVIÇOS DE TERRAPLENAGEM**

DER/PR ES-T 01/05 – Serviços preliminares;

DER/PR ES-T 02/05 - Cortes;

DER/PR ES-T 03/05 - Empréstimos;

DER/PR ES-T 06/05 – Aterros.

### **6.4.2 SERVIÇOS DE PAVIMENTAÇÃO**

DER/PR ES-P 01/05 - Regularização do Subleito; DER/PR ES-P 03/05–Pedra 4A;

DER/PR ES-P 16/05–Brita Graduada;

DER/PR ES-P 07/05 - Camadas Estabilizadas Granulometricamente (Sub-base);

DER/PR ES-P 17/17 - Pinturas Asfálticas;

DER/PR ES-P 21/17 - Concreto Asfáltico Usinado à Quente;

#### **6.4.3 SERVIÇOS DE DRENAGEM**

DER/PR ES-D 11/05 – Demolição de Dispositivos de Concreto;

DER/PR ES-D 01/05 - Sarjetas e Valetas;

DER/PR ES-D 05/05– Bocas e Caixas para Bueiros Tubulares;

DER/PR ES-D 04/05– Dissipadores de Energia;

DER/PR ES-D 09/05 - Bueiros Tubulares de Concreto;

DER/PR ES-D 11/05 – Demolição de Dispositivos de concreto;

DER/PR ES-D 12/05 - Dispositivos de Drenagem Pluvial Urbana.

#### **6.4.5 SERVIÇOS DE OBRAS COMPLEMENTARES**

DER/PR ES-OC 13/05 - Meios-Fios;

DER/PR ES-P 07/05 - Camadas Estabilizadas Granulometricamente (Sub-base);

#### **6.4.6 SERVIÇOS DE SINALIZAÇÃO VIÁRIA**

DER/PR ES-OC 02/05 – Sinalização Horizontal com Tinta à Base de Resina Acrílica Emulsionada em Água, Retrorefletiva;

DER/PR ES-OC 09/05 – Fornecimento e Instalação de Placas Laterais para Sinalização Vertical;

### **6.5 PROJETO DE SINALIZAÇÃO VIÁRIA URBANA**

Para a via em estudo a sinalização viária a ser implantada trata-se da Sinalização Horizontal e Vertical, conforme projeto em Anexo.

Devendo o projeto ser aprovado e aceito pelo município, assim como solicitados alterações quando necessárias.

#### **6.5.1 Sinalização Horizontal**

Sinalização horizontal prevista para vias consiste em Faixas de Travessias para Pedestres - FTP e Linhas de Retenção - LRE, que devem ser executadas com pintura mecânica, tinta acrílica para sinalização viária, nas cores e dimensões especificadas

em projeto, com aplicação de microesferas de vidro imediatamente após a pintura. Deve apresentar nas LRE um desgaste equivalente a 15% da área de sinalização aplicada no prazo final de 12 meses.

As LRE devem ter início a 1,60 metros distantes das FTP, com largura de 0,40m.

As FTP serão do tipo 1 (zebrada) - FTP-1, devendo ocupar toda a largura da pista de rolamento e com extensão de acordo com especificado nos projetos de cada via. A largura de cada linha deve ser de 0,40 m e o espaçamento entre linhas será de 0,65 m.

### **6.5.2 Sinalização Vertical**

#### **PLACAS**

Deverá ser confeccionada em chapa de aço fina fria 1010/1020, bitola 18 (1,25mm) e com:

Tratamento: A chapa deverá ser cortada e perfurada nas dimensões exigidas, e posteriormente submetida a tratamento superficial químico (decapagem e fosfatização). A pintura deverá ser à base de pó com aplicação eletrostática. A cor em ambos os lados deverá ser “preto fosco”.

Película refletiva: Sobre a chapa pintada, será aplicado adesivo refletivo “Grau Técnico”, de modo que a placa seja totalmente refletiva. Os processos de aplicação do símbolo poderão ser:

1. Processo de silkscreen, utilizando pasta de primeira qualidade, sobre a película refletiva de “Grau Técnico”, de modo a garantir total refletividade, tanto do fundo quanto do símbolo.
2. Processo de recorte, utilizando para a confecção dos símbolos, a mesma película de Grau Técnico recortada e adesivada sobre o fundo também de película refletiva de Grau Técnico.

Serão utilizadas as seguintes medidas:

R1 - Pare: Arestas de 25 cm.

R19 - Velocidade Máxima (20km/h): diâmetro de 50cm.

A32b-2 - Passagem de Pedestres com Faixa Elevada: lado maior 75cm, lado menor 50cm

A32b - Passagem Sinalizada de Pedestres: Arestas de 50cm

Deverá ser exigida garantia de 05 anos, tanto para as chapas, como para a pintura de fundo, para a película e para o silkscreen.

O fornecedor deverá apresentar juntamente com o material, o comprovante de garantia dos produtos aplicados (película refletiva e pasta para silkscreen).

No verso das placas deverá estar gravado de modo permanente o nome do fornecedor, seu telefone o mês e ano de fabricação das placas e o nome Setran.

### **6.5.3 Especificações e Recomendações Executivas**

#### **Sinalização Horizontal**

As recomendações gerais para execução da sinalização horizontal são:

- Para a aplicação de sinalização em superfície com revestimento asfáltico, deve ser respeitado o período de cura do revestimento.
- A superfície a ser sinalizada deve estar seca, livre de sujeira, óleos, graxas ou qualquer outro material que possa prejudicar a aderência da sinalização ao pavimento;
- Deve ser feita a pré marcação acordo com o projeto;
- Deve ser executada somente quando o tempo estiver bom, ou seja, sem ventos excessivos, sem neblina, sem chuva e com umidade relativa do ar máxima de 90%;
- E quando a temperatura da superfície da via estiver entre 5° C e 40° C.

Ainda deverá ser observada dos manuais de sinalização horizontal elaborados pelo CONTRAM/DENATRAM.

#### **Sinalização Vertical**

O posicionamento das placas de sinalização consiste em fixação ao lado direito da via no sentido do fluxo de tráfego que devem regulamentar. As placas de sinalização devem ser colocadas na posição vertical, fazendo um ângulo de 93° a 95° em relação ao sentido do fluxo de tráfego, voltadas para o lado externo da via.

O afastamento lateral das placas, medido entre a borda lateral da mesma e da pista, deve ser no mínimo, e 0,40m

#### **6.5.4 Declaração de Projeto de Sinalização Viária**

O projeto de sinalização viária das vias foi desenvolvido em consonância com Código de Transito Brasileiro – CTB, da Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997, do Anexo II do Código de Transito Brasileiro, aprovado pela Resolução do CONTRAN nº 160 e manuais de sinalização viária horizontal e vertical, regulamentados pelo CONTRAN, conforme descrito na Declaração de Atendimento à Legislação de Sinalização Viária.

### **7. CONTROLE TECNOLÓGICO DAS OBRAS DE PAVIMENTAÇÃO**

Deverá ser realizado, pela empresa executora, o controle tecnológico da execução das obras de pavimentação asfáltica e em blocos de concreto sextavados, que devem ser apresentados como critério para medição da execução das camadas dos pavimentos.

#### Regularização e Compactação do Subleito

A regularização do subleito dos pavimentos dimensionados para as vias será constituída do próprio solo do subleito, localizado abaixo das profundidades de escavações indicadas dos itens 2.2.3 e 2.3.3. Para assegurar a qualidade da camada de subleito deverá ser realizado o controle dos materiais e da execução, realizando os ensaios descritos na NORMA DNIT 137/2010 – ES, conforme indicados abaixo.

#### **Controle dos Materiais:**

- Ensaios de caracterização do material espalhado na pista, em locais escolhidos aleatoriamente. Deve ser coletada uma amostra, para cada 200 m de pista ou por jornada diária de trabalho. A frequência destes ensaios pode ser reduzida, a critério da Fiscalização, para uma amostra por segmento de 400 m de extensão, no caso de materiais homogêneos;
- Ensaios de compactação pelo método DNER-ME 129/94, para o material coletado na pista, em locais escolhidos aleatoriamente. Deve ser coletada uma amostra para

cada 200 m de pista ou jornada diária de trabalho. A frequência destes ensaios pode ser reduzida a critério da Fiscalização, para uma amostra por segmento de 400 m de extensão, no caso de materiais homogêneos;

- Ensaios de Índice de Suporte Califórnia (ISC) e Expansão, pelo método DNER-ME 049/94, com energia de compactação, para o material coletado na pista, a cada 400 m em locais escolhidos aleatoriamente, onde foram retiradas amostras para o ensaio de compactação. A frequência destes ensaios pode ser reduzida, a critério da Fiscalização para uma amostra a cada 800 m de extensão, no caso de materiais homogêneos;
- A frequência indicada para a execução de ensaios é a mínima aceitável.

Para pistas de extensão limitada, com área de até 4.000 m<sup>2</sup>, devem ser coletadas pelo menos 5 amostras, para execução do controle dos insumos.

### **Controle da Execução:**

- Ensaio de umidade higroscópica do material (DNER-ME 052/94 ou DNERME 088/94), imediatamente antes da compactação, para cada 100m de pista a ser compactada, em locais escolhidos aleatoriamente. A tolerância admitida para a umidade higroscópica deve ser de  $\pm 2\%$  em relação à umidade ótima;
- Ensaio de massa específica aparente seca “in situ” (DNER-ME 092/94 ou DNER-ME 036/94) em locais escolhidos aleatoriamente. Para pistas de extensão limitada, com volumes de, no máximo, 1.250m<sup>3</sup> de material, devem ser feitas, pelo menos, cinco determinações para o cálculo de grau de compactação (GC);
- O cálculo de grau de compactação deve ser realizado utilizando-se os valores da massa específica aparente seca máxima obtida no laboratório e da massa específica aparente seca “in situ” obtida na pista. Não devem ser aceitos valores de grau de compactação inferiores a 100% em relação à massa específica aparente seca máxima, obtida no laboratório.

### **Sub-base e Base**

Deverá ser realizado na obra o controle dos materiais e da execução das camadas de sub-base e base.

## **Materiais**

- Ensaios de granulometria (DNER-ME 080/94) e de equivalente de areia (DNER-ME 054/98) do material espalhado na pista, em locais determinados aleatoriamente. Deve ser coletada uma amostra por camada, para cada 300m de pista. Na usina de solos deve ser coletado o mesmo número de amostras, na saída do misturador;
- Ensaios de compactação (DNER-ME 129/94), com energia indicada no projeto, adotando-se no mínimo a do Proctor Modificado, com material coletado na pista em locais definidos aleatoriamente. Deve ser coletada uma amostra por camada, para cada 300m de pista. Na usina de solos deve ser coletado o mesmo número de amostras, na saída do misturador;
- Ensaios de Índice Suporte Califórnia, ISC e expansão (DNER-ME 049/94), na energia de compactação indicada no projeto para o material coletado na pista, em locais definidos aleatoriamente. Deve ser coletada uma amostra por camada, para cada 300m de pista, ou por camada por jornada diária de trabalho. Na usina de solos, deve ser coletado o mesmo número de amostras, na saída do misturador.

## **Execução**

- Ensaio de umidade higroscópica do material (DNER-ME 052/94 e DNER-ME 088/94), imediatamente antes da compactação, por camada, para cada 100m de pista a ser compactada, em locais aleatórios. A tolerância admitida para a umidade higroscópica é de  $\pm 1,0\%$  em relação à umidade ótima;
- Ensaio de massa específica aparente seca “in situ” (DNER-ME 092/94 e DNER-ME 036/94) para cada 100m de pista, por camada, em locais definidos aleatoriamente. Devem ser feitas, pelo menos, 5 determinações por camada para o cálculo do grau de compactação, GC;
- Os cálculos de grau de compactação devem ser realizados utilizando-se os valores da massa específica aparente seca máxima obtida no laboratório e da massa específica aparente seca “in situ” obtida na pista.

## **Imprimação com RR-2C**

Deverá ser realizado na obra o controle dos materiais e da execução das camadas de Pintura de Ligação conforme descrito abaixo:

## **Materiais**

• O ligante betuminoso deverá ser examinado em laboratório, obedecendo a metodologia indicada pelo DNER e satisfazer as especificações em vigor. Para todo carregamento que chegar à obra deverão ser executados os seguintes ensaios da emulsão:

- Ensaio de Viscosidade “Saybolt-Furol” a 50 °C (DNER-ME 004);
- Ensaio de Viscosidade “Saybolt-Furol” a 50 °C (DNER-ME 004) a diferentes temperaturas para estabelecimento de relação viscosidade x temperatura;
- Ensaio de resíduo por evaporação (ABNT NBR 6568);
- Ensaio de peneiramento (DNER-ME 005);
- Ensaio de carga de partícula (DNER-ME 002);
- Deverá ser executado ensaio de sedimentação para emulsão, para cada 100 t (DNER-ME 006);

## **Execução**

- Temperatura

A temperatura do ligante betuminoso deve ser medida no caminhão distribuidor, imediatamente antes da aplicação, afim de verificar se satisfaz o intervalo de temperatura definido pela relação viscosidade x temperatura.

- Taxa de Aplicação (T)

O controle da quantidade do ligante asfáltico aplicado deve ser efetuado aleatoriamente, mediante a colocação de bandejas de peso e área conhecidos, na pista onde está sendo feita a aplicação. Por intermédio de pesagens, após a passagem do carro distribuidor, tem-se a quantidade de ligante aplicada (taxa de aplicação – T).

Para trechos de pintura de ligação de extensão limitada, ou com necessidade de liberação imediata, com área de no máximo 4000 m<sup>2</sup>, deverão ser feitas cinco determinações para o controle.

Capa C.B.U.Q. espessura 5,0 cm

Deve ser executado o controle tecnológico com no mínimo os ensaios abaixo especificados.

- Ensaio MARSHALL – apresentar projeto especificações da massa antes de iniciar o revestimento;
- Extração de amostra do revestimento – DNIT (ME138/94) e (053/94) – CBUQ mínimo duas amostras por rua (determinar a espessura da amostra, resistência à tração por compressão diametral e teor de betumes);
- Verificar a temperatura da mistura, para todas as cargas, no momento da distribuição na pista e rolagem. A temperatura da mistura não deve ser inferior a 120°C. DER (ES-P 21-05 CBUQ). Todo laudo técnico deverá vir acompanhado de ART, conforme estabelece o CREA-PR.

Qualquer outro teste ou análise de especificação de materiais e serviços, poderá ser solicitado pela Fiscalização Municipal ou pelo Órgão fiscalizador, no momento que julgarem necessário, para o acompanhamento da obra e avaliação de aceitação dos serviços.

*A empresa executora das obras deverá realizar todos os ensaios de controle tecnológico dos materiais e execução dos serviços de pavimentação asfáltica e apresentar os laudos com os resultados para medição e aceitação dos serviços.*

## **8. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Para tráfego médio será obrigatória a verificação das tensões e deformações na estrutura final projetada, por meio de métodos mecanicistas, conforme a Instrução de Projeto IP. 08. Análise Mecanicista à Fadiga de Estruturas de Pavimento, da SIURB/PMSP.

Para tráfego leve, não é obrigatória a verificação das tensões e deformações através dos métodos mecanicistas, porém recomenda-se, quando necessário, o uso do procedimento para a escolha de alternativas diferentes de estrutura de pavimento.

Para cargas excepcionais que porventura tenham que trafegar em vias públicas da PMSMS, deverá ser avaliado, por engenheiro especialista na área, o possível dano na estrutura do pavimento projetado segundo esse procedimento.

Caso haja necessidade de passagem de cargas excepcionais, deverão ser tomadas providências legais junto ao DSV-CET, e os custos de reforço do pavimento e/ou reconstrução, se necessários, deverão ser discutidos entre os órgãos da PMSMS e o responsável pela carga excepcional. Não se recomenda a passagem de cargas excepcionais em vias de características de tráfego leve e médio.

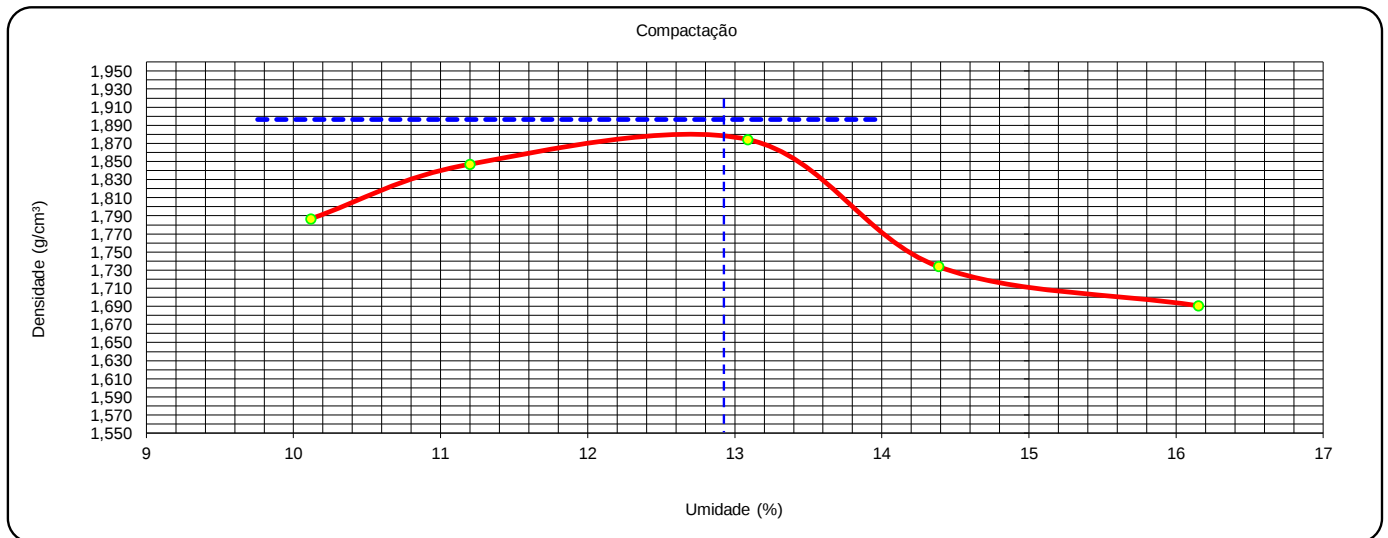
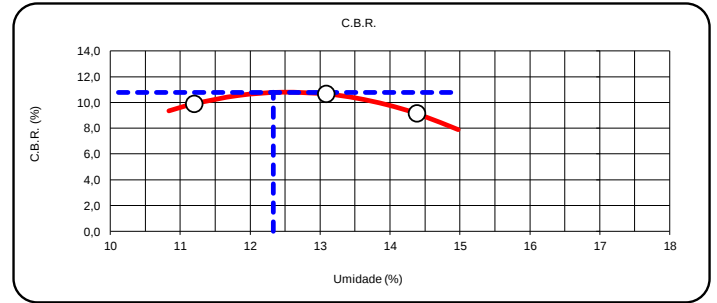
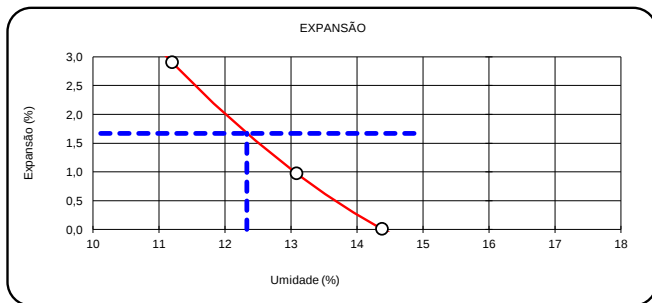
ART nº 1720226287088

Carlos Henrique Sielski Marquardt  
Engenheiro Civil  
CREA-PR 65783/D

# Ensaio de Compactação e CBR

|                                                            |         |            |                                         |                                   |       |
|------------------------------------------------------------|---------|------------|-----------------------------------------|-----------------------------------|-------|
| OBRA<br><b>Projeto de Pavimentação - São Mateus do Sul</b> |         |            |                                         | MATERIAL<br><b>Argila + Xisto</b> |       |
| FURO<br><b>1</b>                                           | TRECHO: | HORIZONTE  | OPERADOR(ES)<br><b>Leandro - Joarez</b> | DATA<br><b>24/09/22</b>           |       |
| ESTACA/LOCAL<br><b>Rua João Rodolfo Wolf</b>               |         | APLICAÇÃO: | ESTUDO:<br><b>Projeto</b>               | REGISTRO                          | FOLHA |

|                       |        |        |        |       |       |                                    |        |
|-----------------------|--------|--------|--------|-------|-------|------------------------------------|--------|
| ÁGUA ACRESCENTADA     | 300    | 400    | 500    | 600   | 710   | CONDIÇÕES DO ENSAIO                |        |
| CILINDRO No.          | 18     | 49     | 35     | 21    | 145   |                                    |        |
| CILINDRO + SOLO ÚMIDO | 9832   | 9990,5 | 10128  | 9955  | 9105  | ENERGIA                            | Normal |
| PESO DO CILINDRO      | 5700,2 | 5700   | 5666,3 | 5800  | 4785  | N. GOLPES                          | 12     |
| SOLO ÚMIDO            | 4131,8 | 4290,5 | 4461,7 | 4155  | 4320  | N. CAMADAS                         | 5      |
| VOLUME DO CILINDRO    | 2100   | 2089   | 2105   | 2095  | 2200  | H. INICIAL                         |        |
| DENSIDADE ÚMIDA       | 1,968  | 2,054  | 2,120  | 1,983 | 1,964 | SOQUETE                            | Grande |
| CÁPSULA No.           | -      | -      | -      | -     | -     | DISCO                              | 1 1/2" |
| CÁPSULA + SOLO ÚMIDO  | 754,9  | 766,9  | 810,5  | 748,8 | 766,4 | NORMA<br>DNER 49-74<br>NBR 7182/86 |        |
| CÁPSULA + SOLO SECO   | 739,3  | 748,6  | 784,4  | 728,2 | 741,2 |                                    |        |
| PESO DA ÁGUA          | 15,6   | 18,3   | 26,1   | 20,6  | 25,2  |                                    |        |
| TARA DA CÁPSULA       | 585,1  | 585,2  | 585    | 585   | 585,2 |                                    |        |
| PESO DO SOLO SECO     | 154,2  | 163,4  | 199,4  | 143,2 | 156   |                                    |        |
| TEOR DE UMIDADE       | 10,12  | 11,20  | 13,09  | 14,39 | 16,15 |                                    |        |
| DENSIDADE SECA        | 1,787  | 1,847  | 1,874  | 1,734 | 1,691 |                                    |        |



|            |  |      |       |       |        |      |   |
|------------|--|------|-------|-------|--------|------|---|
| RESULTADOS |  | Hot  | 12,5  | %     | I.S.C. | 10,7 | % |
|            |  | Dmax | 1,873 | g/cm3 | Exp.   | 2,90 | % |

|      |                                                                                                                                                                                                     |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Obs. | <div> <div>LEANDRO ANDRADE</div> <div>ALVES:03116251932</div> </div> <div> Assinado de forma digital por<br/> LEANDRO ANDRADE<br/> ALVES:03116251932<br/> Dados: 2022.09.28 17:44:40 -03'00' </div> |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

| Índices Físicos - Granulometria |                              |                             |                    |                 | Folha: 1 de 1     |                     |
|---------------------------------|------------------------------|-----------------------------|--------------------|-----------------|-------------------|---------------------|
| TRECHO:                         |                              |                             |                    | MATERIAL        |                   |                     |
| São Mateus do Sul               |                              |                             |                    | Argila          |                   |                     |
| FURO                            | CAMADA                       | PROFUNDIDADE                | OPERADOR(ES)       |                 | OPERADOR          |                     |
|                                 |                              |                             | Leandro - Joarez   |                 | Equipe            |                     |
| ESTACA/LOCAL                    |                              | ESTUDO                      |                    | DATA            |                   |                     |
| Rua Rodolfo Wolf                |                              | Pavimentação                |                    | 24/09/2022      |                   |                     |
| LIMITE DE LIQUIDEZ              |                              |                             | DNER-ME 44-71      |                 | NBR 6459/84       |                     |
| CAPSULA No.                     | Peso da capsula e solo úmido | Peso da capsula e solo seco | Peso da capsula    | Peso da água    | Peso do solo seco | Porcentagem de água |
| 35                              | 29,90                        | 27,30                       | 14,30              | 2,60            | 13,00             | 20,0                |
| 69                              | 48,30                        | 45,00                       | 29,90              | 3,30            | 15,10             | 21,9                |
| 125                             | 35,50                        | 31,10                       | 13,80              | 4,40            | 17,30             | 25,4                |
| 145                             | 36,30                        | 31,90                       | 13,80              | 4,40            | 18,10             | 24,3                |
| 189                             | 38,30                        | 33,20                       | 13,40              | 5,10            | 19,80             | 25,8                |
| LIMITE DE PLASTICIDADE          |                              |                             | DNER-ME 82-63      |                 | NBR 7180/84       |                     |
| CAPSULA No.                     | Peso da capsula e solo úmido | Peso da capsula e solo seco | Peso da capsula    | Peso da água    | Peso do solo seco | Porcentagem de água |
| 05                              | 11,95                        | 11,20                       | 6,80               | 0,75            | 4,40              | 17,0                |
| 07                              | 11,25                        | 10,60                       | 6,90               | 0,65            | 3,70              | 17,6                |
| 21                              | 13,00                        | 12,50                       | 10,70              | 0,50            | 1,80              | 27,8                |
| 68                              | 18,00                        | 17,67                       | 14,90              | 0,33            | 2,77              | 11,9                |
| 76                              | 11,80                        | 11,10                       | 6,60               | 0,70            | 4,50              | 15,6                |
| DNER 80-64                      |                              |                             |                    |                 |                   |                     |
| PREPARAÇÃO DO MATERIAL          |                              |                             | PENEIRAMENTO       |                 |                   |                     |
| UMIDADE                         |                              |                             | PENEIRA            | PESO DA AMOSTRA |                   | % PASSANDO          |
| Capsula nº                      |                              |                             |                    | RETIDO          | PASSADO           | PARCIAL             |
| Amostra + tara + água (g)       | 107,50                       |                             | 2"                 |                 |                   |                     |
| Amostra + tara (g)              | 103,30                       |                             | 1"                 |                 |                   |                     |
| Tara (g)                        | 17,50                        |                             | 3/4"               |                 |                   |                     |
| Umidade (%)                     | 4,89%                        |                             | 3/8"               |                 |                   |                     |
| PENEIRAMENTO GROSSO             |                              |                             | 4                  |                 |                   |                     |
| Amostra total úmida (g)         | 100,00                       |                             | 10                 | 0,00            | 0,0               | 0,0                 |
| Solo seco ret. # 10 (g)         | 0,00                         |                             | 40                 | 3,10            | 92,24             | 96,75               |
| Solo úmido passado # 10 (g)     | 0,00                         |                             | 200                | 57,30           | 38,04             | 39,90               |
| Solo seco pass. # 10 (g)        | 0,00                         |                             |                    |                 |                   |                     |
| Amostra total Seca (g)          | 95,34                        |                             |                    |                 |                   |                     |
| PENEIRAMENTO FINO               |                              |                             |                    |                 |                   |                     |
| Peso da amostra úmida (g)       |                              |                             |                    |                 |                   |                     |
| Peso da amostra seca (g)        |                              |                             |                    |                 |                   |                     |
| RESULTADOS                      |                              |                             |                    |                 |                   |                     |
| ÍNDICES FÍSICOS                 |                              |                             | Tipo do material   |                 |                   |                     |
| LL                              | 24,5                         |                             | SOLO ARGILOSILTOSO |                 |                   |                     |
| LP                              | 18,0                         |                             |                    |                 |                   |                     |
| IP                              | 6,5                          |                             |                    |                 |                   |                     |
| GRANULOMETRIA                   |                              |                             |                    |                 |                   |                     |
| # 10                            | 0,0                          |                             |                    |                 |                   |                     |
| # 40                            | 96,7                         |                             |                    |                 |                   |                     |
| # 200                           | 39,9                         |                             |                    |                 |                   |                     |
| IG                              | 1,0                          |                             |                    |                 |                   |                     |
| HRB                             | A - 4                        |                             |                    |                 |                   |                     |
| Obs.                            |                              |                             |                    |                 |                   |                     |

|                 |
|-----------------|
| Índice de grupo |
| A =             |
| B =             |
| C =             |
| D =             |
| IG =            |

LEANDRO  
ANDRADE  
ALVES:03116251  
932

Assinado de forma digital  
por LEANDRO ANDRADE  
ALVES:03116251932  
Dados: 2022.09.28  
17:46:44 -03'00'