



MEMÓRIA DE CÁLCULO E MEMORIAL DESCRITIVO

CONTRATANTE:	MUNICÍPIO DE CAMPO MOURÃO / PR
OBRA:	PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA DE VIAS URBANAS
LOCAL:	CAMPO MOURÃO – PR
ASSUNTO:	MEMORIAL DE CÁLCULO E DESCRITIVO
DATA DE EMISSÃO:	21/11/2025
EXPEDIDO POR:	José Augusto Davanço Eng. Civil CREA PR-166.826/D
REFERENCIAL	DNIT, MANUAIS TÉCNICOS E ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇOS DO DER/PR
Código do Documento:	2025-CM-PAV-001-00
Título do Relatório:	PAVIMENTAÇÃO DE VIAS URBANAS
Data de Aprovação Inicial:	
Controle de Revisões:	00-00



Município de **CAMPO MOURÃO**

Cidade Escola

TRABALHO PRA VALER

1.	INTRODUÇÃO	3
2.	PLACA DE OBRA	3
3.	DADOS GERAIS	3
4.	MEMORIAL DESCRITIVO	4
4.1	LEVANTAMENTOS PRÉVIOS.....	4
4.2	ESTUDOS GEOTÉCNICOS.....	4
4.2.1	<i>Metodologia</i>	4
4.2.2	<i>Estudos do Subleito</i>	4
4.2.3	<i>Conclusões</i>	5
4.3	ESTUDO TOPOGRÁFICO	7
4.3.1	<i>Levantamento de Campo</i>	7
4.4	PROJETO GEOMÉTRICO.....	7
4.5	PROJETO DE TERRAPLANAGEM	8
4.6	PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO	8
4.6.1	<i>Camadas do Pavimento</i>	9
4.6.2	<i>Subleito</i>	9
4.6.3	<i>Regularização do Subleito</i>	9
4.6.4	<i>Sub-base</i>	10
4.6.5	<i>Base</i>	10
4.6.6	<i>Revestimento</i>	11
4.7	DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO	11
5.	PROJETO DE RECAPEAMENTO ASFÁLTICO	13
5.1	METODOLOGIA	13
5.2	DIMENSIONAMENTO DO REFORÇO	15
6.	ESPECIFICAÇÕES EXECUTIVAS.....	17
6.1	TERRAPLENAGEM	17
6.1.1	<i>Serviços Preliminares</i>	17
6.1.2	<i>Cortes</i>	18
6.1.3	<i>Empréstimos</i>	18
6.1.4	<i>Aterros</i>	18
6.1.5	<i>Caminhos de Serviço</i>	18
6.2	REGULARIZAÇÃO E COMPACTAÇÃO DO SUBLEITO	19
6.3	SUB-BASE EM MACADAME A SECO.....	19
6.4	BASE EM BRITA GRADUADA SIMPLES	20
6.5	PINTURAS ASFÁLTICAS	20
6.6	CAMADA DE ROLAMENTO EM CBUQ	21
7.	SINALIZAÇÃO.....	21
7.1	SINALIZAÇÃO HORIZONTAL	21
7.2	SINALIZAÇÃO VERTICAL	23
8.	ENLEIVAMENTO	26
9.	RECOMENDAÇÕES.....	27



1. INTRODUÇÃO

O presente volume refere-se aos projetos de pavimentação, terraplenagem e drenagem da Avenida 27 de Dezembro, pertencente ao município de Campo Mourão – PR.

Este volume consiste em fornecer orientações de cálculo e diretrizes para facilitar a execução das obras. A execução da obra obedecerá aos projetos, aos memoriais descritivos, às normas do DER, DNIT e às normas da ABNT.

Considerando a existência de usinas de Asfalto nas proximidades do município de Campo Mourão, e principalmente que o tráfego principal de utilização das vias a serem pavimentadas é constituído por caminhões oriundo da safra local, o revestimento da pavimentação da via será em Concreto Asfáltico Usinado a Quente - CAUQ.

2. PLACA DE OBRA

Deverá ser instalado no início e final do trecho placa de obra com dimensões de 4,00 x 2,00 metros, conforme manual disponível em <https://paranainterativo.pr.gov.br/placas/index.html>

3. DADOS GERAIS

OBRA: Pavimentação asfáltica e obras complementares

TRECHO 01: Avenida 27 de Dezembro – Est. 0+00 a 92+05,727

EXTENSÃO: 1.845,727 m

Coordenadas UTM – DATUM SIRGAS 2000 – MC 51° W				
TRECHO	PI (Ponto Inicial)		PF (Ponto Final)	
	Este	Norte	Este	Norte
Av. 27 de Dezembro	356.452,604	7.338.754,996	357.263,189	7.337.096,789

Tabela 01 – Tabela de Coordenadas



4. MEMORIAL DESCRITIVO

4.1 Levantamentos prévios

Para análise prévia da via existente e de projeto foram realizados os seguintes estudos: levantamento topográfico planialtimétrico cadastral, sondagens geológicas de simples reconhecimento, ensaios laboratoriais de caracterização do solo.

Ainda, a título de reconhecimento e estimativa das características do tráfego atual no trecho pavimentado e a ser pavimentado, não foi realizado contagem de tráfego, visto que trata-se de uma região atualmente agricultável e no futuro será realizado a expansão urbana para esta região, porém durante visita e inspeção do trecho apresentou um tráfego elevado de veículos.

Considerando que trata-se de uma rota de desvio, ou até mesmo, um contorno viário no sentido Oeste / Sul, devido a conexão da rodovia BR272 com a BR369, assim será considerado para o presente dimensionamento o valor de $N = 5 \times 10^6$.

4.2 Estudos Geotécnicos

O Estudo Geotécnico objetivou o detalhamento das condições do subleito, visando à caracterização qualitativa e quantitativa das condicionantes e problemas geotécnicos existentes, para fins de dimensionamento do pavimento. Para o estudo geotécnico do presente trecho, foi previsto coleta de amostra para ensaios laboratoriais de caracterização e compactação com determinação do ISC.

4.2.1 Metodologia

A metodologia empregada no desenvolvimento dos Estudos Geotécnicos constou das seguintes etapas de trabalho:

- Inspeção de campo;
- Reconhecimento das fontes de materiais locais;
- Elaboração de programação de sondagem;
- Execução de sondagens, coletas de amostras e ensaios “in situ”;
- Execução dos ensaios de laboratório, com as amostras coletadas do subleito.

4.2.2 Estudos do Subleito

As amostras coletadas foram processadas no laboratório, tendo sido executados ensaios de granulometria por peneiramento, limite de liquidez, limite de plasticidade, compactação, expansão, I.S.C e CBR. Foram realizados os seguintes ensaios:

- Análise granulométrica simples;



Município de **CAMPO MOURÃO**

Cidade Escola

TRABALHO PRA VALER

- Curva granulométrica;
- Limite de Plasticidade e Liquidez;
- Ensaio de compactação;
- Ensaio de expansibilidade;
- Ensaio de ISC.

4.2.3 Conclusões

Foram coletadas 03 (três) amostras do trecho de a ser pavimentado a fim de obter-se um CBR médio de projeto para cada trecho. O CBR adotado para fim de dimensionamento está discriminado na Tabela 02 e os ensaios realizados serão apresentados no Anexo 01 deste memorial.

				ENSAIO GEOTÉCNICO TRECHO: Av. 27 de Dezembro - Campo Mourão/PR				
				CAMADA Subleito		MATERIAL: Argila Siltosa Marrom		
				BOLETIM DE SONDAGENS				
Localização				Profundidade (m)	Classificação Expedita	NA	Observações	
Amostra	Local de coleta		Lado					Data
1	Av. 27 de Dezembro - Est. 20+00		EIXO	13/nov	0 - 0,25 metros	Expurgo / Cascalho	NÃO	
					0,25 - 1,50 metros	Argila Siltosa Marrom		
2	Av. 27 de Dezembro - Est. 45+00		EIXO	13/nov	0 - 0,25 metros	Expurgo / Cascalho	NÃO	
					0,25 - 1,50 metros	Argila Siltosa Marrom		
3	Av. 27 de Dezembro - Est. 70+00		EIXO	13/nov	0 - 0,25 metros	Expurgo / Cascalho	NÃO	
					0,25 - 1,50 metros	Argila Siltosa Marrom		

Tabela 02 – Boletim de Sondagens

ENSAIO GEOTÉCNICO				TRECHO Av. 27 de Dezembro - Campo Mourão/PR															MATERIAL Argila Siltosa Marrom			
CAMADA Subleito				RESUMO DE ENSAIOS																		
Localização				Granulometria						Ensaio Físicos			Classificação			Laboratório						
Amostra	Local de coleta	Lado	Data	1"	3/8"	nº 4	nº 10	nº 40	nº 200	LL	LP	IP	I.G.	T. R. B.	D. Máx	H.O.	I.S.C.	Exp.				
1	Av. 27 de Dezembro - Est. 20+00	EIXO	13/nov	100,0	100,0	100,0	100,0	99,3	96,7	50,8	34,0	16,8	13,0	A-7-5	1.457	30,20	12,60	0,13				
2	Av. 27 de Dezembro - Est. 45+00	EIXO	13/nov	100,0	100,0	100,0	100,0	99,3	96,5	50,8	32,8	18,0	13,0	A-7-5	1.463	30,20	12,50	0,08				
3	Av. 27 de Dezembro - Est. 70+00	EIXO	13/nov	100,0	100,0	100,0	100,0	98,5	92,4	49,8	32,8	17,0	13,0	A-7-5	1.441	29,80	14,50	0,08				
Média - X				1"	3/8"	nº 4	nº 10	nº 40	nº 200	LL	LP	IP	I.G.	T. R. B.	D. Máx	H.O.	I.S.C.	Exp.				
				100,00	100,00	100,00	100,00	99,03	95,20	50,47	33,20	17,27	13,00	A-7-5	1.454	30,07	13,200	0,10				
Desvio Padrão - S				-	-	-	-	0,46	2,43	0,58	0,69	0,64	-	A-7-5	0,011	0,23	1,127	0,03				
X mín.				100,00	100,00	100,00	100,00	98,50	92,40	49,80	32,80	16,80	13,00	A-7-5	1.441	29,80	12,500	0,08				
X máx.				100,00	100,00	100,00	100,00	99,30	96,70	50,80	34,00	18,00	13,00	A-7-5	1.463	30,20	14,500	0,13				

Tabela 03 – Resumo dos Ensaios de Sondagens



4.3 Estudo Topográfico

Os estudos topográficos foram realizados a partir do levantamento dos pontos de interesse, sendo estes locados a cada 20 (vinte) metros no eixo estradal em tangente, 10 (dez) metros em trechos de curva que abrangem aproximadamente 15 (quinze) metros para cada lado a partir do ponto de coleta no eixo.

Os dados obtidos em campo foram processados em softwares específicos, indicando a precisão obtida em cada um dos levantamentos topográficos.

Entre estes pontos foi realizada uma poligonal enquadrada. Este enquadramento permitiu verificar a precisão planimétrica e altimétrica do levantamento, tendo sido alcançada precisão superior à exigida pela norma NBR 13133 execuções de levantamento topográfico.

As coordenadas geográficas obtidas neste processamento, foram transformadas em coordenadas de origem UTM, a partir do DATUM oficial brasileiro (SIRGAS-2000), para permitir a locação de qualquer ponto do projeto, de maneira rápida, durante a construção.

O Estudo Topográfico teve como objetivo, a elaboração da base cartográfica necessária ao desenvolvimento dos projetos.

4.3.1 Levantamento de Campo

Esta fase compreendeu a materialização do traçado estudado em campo, abrangendo a locação dos eixos das vias e o respectivo nivelamento direto e contra, bem como os levantamentos planialtimétricos cadastrais em locais específicos de Obras de Arte Correntes.

Foram levantadas características do terreno (planimetria e altimetria) através de irradiações necessárias à sua total configuração. Nestes levantamentos foram cadastradas as seguintes informações: cercas, edificações, entradas residenciais e comerciais, taludes, caixas, bordo de pistas, postes, tubulações, árvores e pontos notáveis para garantir a correta representação do relevo, concluída assim a etapa de campo.

4.4 Projeto Geométrico

O Projeto Geométrico foi definido de acordo com a diretrizes do plano diretor do município de Campo Mourão, o qual preconiza as larguras das vias a ser implantadas.

Nota-se nos ensaios geotécnicos que a classificação TRB ("Transportation Research Board") do solo presente no subleito trata-se do material A-7-5.

No estudo do greide final da via projetada foi necessário principalmente a realização de cortes a fim de remover o revestimento primário existente e mantido ao longo dos anos.



O eixo de projeto da via foi traçado em planta e perfil com estaqueamento de 20 em 20 metros, preliminarmente para fins de análise geral do projeto na geometria horizontal da via não foram alteradas as características das curvas (raio, largura, superelevação, etc.).

4.5 Projeto de Terraplanagem

O Projeto de Terraplenagem foi desenvolvido a partir de informações fornecidas pelos seguintes projetos e estudos:

- Estudo Topográfico: determinação do greide de terraplenagem;
- Estudo Geotécnico: determinação da capacidade estrutural do solo;
- Projeto Geométrico: fixação dos elementos geométricos básicos;
- Projeto de Pavimentação: determinação das camadas e espessura da estrutura do pavimento asfáltico flexível.

Sendo assim a obtenção dos volumes de terraplenagem foram obtidos através da comparação de superfícies entre o levantamento primitivo (através do levantamento topográfico) e a superfície da camada de terraplenagem acabada através da modelagem BIM (Building Information Modeling) utilizando-se o software AutoCad CIVIL 3D.

As dimensões do perfil transversal da estrada projetada seguem as seguintes tipologias:

- Subleito compactado;
- Base em BGS e sub-base em Macadame;
- Pista de rolamento em CBUQ;
- Inclinação transversal da pista de rolamento em 2%.
- Taludes de corte com rampa de 1:1 metro;
- Taludes de aterro com rampa de 1,50:1 metro.

Genericamente é indicada no projeto geométrico a seção transversal da pista traçada e definido nas seções de terraplanagem a cada 20 metros em trechos de tangente e 10 metros em trechos de curva.

4.6 Projeto de Pavimentação

O pavimento é uma estrutura com uma ou mais camadas, com características para receber as cargas aplicadas na superfície e distribuí-las de maneira que as tensões resultantes fiquem abaixo das tensões admissíveis dos materiais que constituem sua estrutura.

4.6.1 Camadas do Pavimento

O pavimento flexível é caracterizado por camadas que sofrem uma deformação elástica sob o carregamento aplicado e, portanto, a carga se distribui em parcelas aproximadamente equivalentes entre as camadas. A Figura 03 ilustra todas as camadas possíveis para a estrutura de um pavimento flexível.

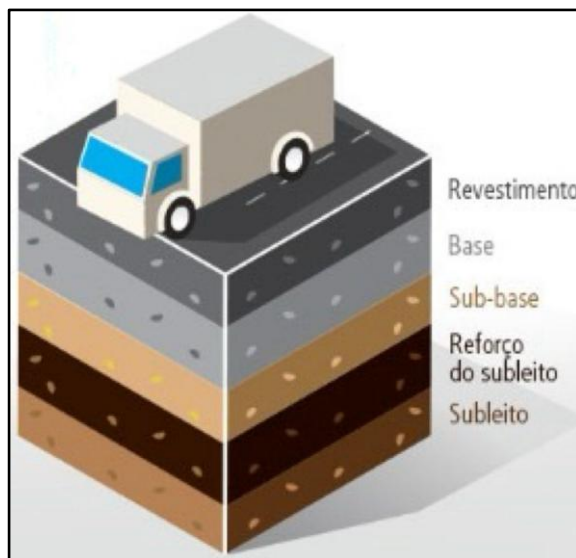


Figura 03 – Camadas do Pavimento

Todas as camadas têm a função de resistir e distribuir os esforços verticais, com exceção do subleito que deve absorver definitivamente esses esforços. Quanto mais superior estiver a camada, maiores serão as suas características tecnológicas na medida em que maiores serão as solicitações incidentes.

4.6.2 Subleito

É o terreno de fundação do pavimento. A camada próxima da superfície (aprox. 1,5m de prof.) é considerada subleito, pois, à medida que se aprofunda no maciço, as pressões exercidas pelo tráfego são reduzidas a ponto de serem consideradas desprezíveis.

4.6.3 Regularização do Subleito

É a camada de espessura irregular, construída sobre o subleito e destinada a conformá-lo, transversal e longitudinalmente, de acordo com o projeto geométrico. Deve ser executada preferencialmente em aterro evitando cortes em material já compactado pelo tráfego de anos e substituição de uma camada já compactada naturalmente por outra a ser compactada. O preparo do



subleito pode comprometer todo o trabalho de pavimentação, caso não seja executado corretamente, principalmente com relação ao grau de compactação exigido.

4.6.4 Sub-base

Camada complementar à base, quando, por circunstâncias técnicas e econômicas, não for aconselhável construir a base diretamente sobre a regularização ou reforço do subleito. A sub-base, além de funções estruturais, apresenta outras secundárias como:

- Prevenir a intrusão ou bombeamento do solo (que depende da frequência de cargas pesadas, presença de solo de granulometria fina que possa ser carregado pela água e presença de água livre no pavimento, geralmente oriunda de infiltrações) do subleito na base, levando o pavimento à ruína;
- Prevenir o acúmulo de água livre no pavimento;
- Proporcionar uma plataforma de trabalho para os equipamentos pesados utilizados na fase de construção do pavimento.

A sub-base deve ter: estabilidade, capacidade de suporte, ótima capacidade drenante e reduzida suscetibilidade às variações volumétricas. Tem sido mais frequente o emprego de materiais granulares ou estabilizados na sub-base.

Para efeito de cálculo de transporte, foi adotado a densidade de material de 2,20 ton/m³, conforme recomendado pelo órgão de aprovação do recurso.

4.6.5 Base

É a camada destinada a resistir aos esforços verticais oriundos do tráfego e distribuí-los.

A base deve reduzir as tensões de compressão no subleito e na sub-base a níveis aceitáveis, de modo a minimizar ou eliminar as deformações de consolidação e cisalhamento no subleito e/ou sub-base.

Além disso, deve garantir que a magnitude das tensões de flexão no revestimento não o leve ao trincamento prematuro. Portanto, as especificações para os materiais dessa camada são mais rigorosas em termos de resistência, plasticidade, graduação e durabilidade.

Para efeito de cálculo de transporte, foi adotado a densidade de material de 2,40 ton/m³, conforme recomendado pelo órgão de aprovação do recurso.



4.6.6 Revestimento

É a camada final do pavimento que fica na superfície e recebe diretamente a ação do tráfego. Tem como função melhorar a superfície de rolamento quanto às condições de conforto e segurança, além de resistir ao desgaste.

É importante que os revestimentos sejam adequadamente compactados durante a construção, evitando-se defeitos posteriores como afundamento nas trilhas de rodas, desagregação e deterioração devido ao excesso de infiltração de água. É necessário cuidado na fixação da espessura do revestimento, pois representa a camada de maior custo unitário, com grande margem de diferença em relação às demais.

Para efeito de cálculo de transporte, foi adotado a densidade de material de 2,40 ton/m³.

4.7 Dimensionamento do Pavimento

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 DNER, que se baseia no valor do CBR do solo e parâmetros de tráfego para determinação das espessuras das camadas do pavimento.

O método tem como base o trabalho “Desing of Flexible Paviments Considering Mixed Loads and Traffic Volume” da autoria de W.J. Turnbull, C.R. Foster e R.G. Ahlvin, do Corpo de Engenheiros do Exército os E.E.U.U. e conclusões obtidas na Pista experimental a AASHTO.

Relativamente aos materiais integrantes do pavimento, são adotados coeficientes de equivalência estrutural tomando por base os resultados obtidos na Pista Experimental da AASHTO, com modificações julgadas oportunas.

As recomendações para a composição do pavimento são:

- Os materiais do subleito devem apresentar uma expansão, medida no ensaio C.B.R., menor ou igual a 2% e um C.B.R. $\geq 2\%$;
- Materiais para reforço do subleito, os que apresentam C.B.R. maior que o do subleito e expansão $\leq 1\%$;
- Materiais para sub-base, os que apresentam C.B.R. $\geq 20\%$, I.G. = 0 e expansão $\leq 1\%$;
- 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 $\leq 6\%$;
- Para os materiais para base granular a fração que passa na peneira n° 200 deve ser inferior a 2/3 da fração que passa na peneira n° 40. A fração graúda deve apresentar um desgaste Los Angeles igual ou inferior a 50;



Município de **CAMPO MOURÃO**

Cidade Escola

TRABALHO PRA VALER

- No caso de ocorrência de materiais com C.B.R. ou I.S. inferior a 2 é recomendado fazer a substituição do material por um de maior resistência, na espessura de pelo menos 1,00 m;
- As espessuras máximas e mínimas de compactação das camadas granulares são de 20,00 cm e 10,00 cm, respectivamente;
- A espessura construtiva mínima para a camada da base + sub-base é de 15,00 cm.

Para utilização de revestimento em CBUQ (concreto betuminoso usinado a quente), levando em consideração a análise das características do solo local, adotou-se inicialmente a seguinte constituição das camadas do pavimento:

- Revestimento em CBUQ;
- Base em BGS (Brita graduada simples);
- Sub-base em Macadame seco;
- Regularização e compactação do Sub-leito.

O dimensionamento do projeto em questão resultou a espessura total de 57cm, constituídas das seguintes camadas especificadas na Figura 04.

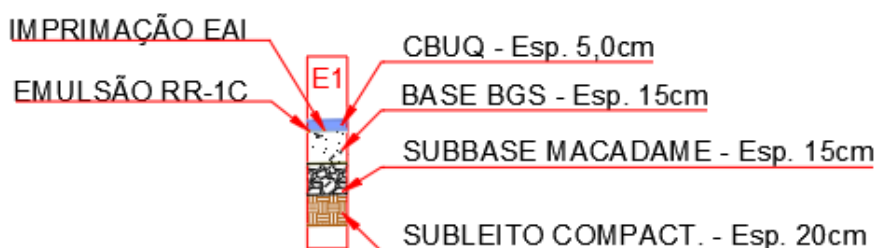


Figura 04 – Constituição das camadas



Município de **CAMPO MOURÃO**

Cidade Escola

TRABALHO PRA VALER

Cálculo Hm e H20

N	5E+06
CBR	13,2
H20	28 cm
Hm	35 cm

a) Revestimento

R =	5,00 cm
-----	---------

b) H₂₀ - Sobre a sub-base

H ₂₀ =	h 20 =	28,00 cm
-------------------	--------	----------

c) H_n - Sobre o Reforço

H _n =	h =	35,00 cm
------------------	-----	----------

d) H_m - Sobre o Subleito

H _m =	H 13,2 =	35,00 cm
------------------	----------	----------

CONFERÊNCIA : Hm obtido

H _m =	obtido	60,00 cm
------------------	--------	----------

K _R =	2,00
K _B =	1,00
K _{SB} =	1,00
K _{ref} =	1,00

Uma vez adotada a espessura do pavimento "R",
calculamos a seguir a espessura mínima para a BASE ("B")

Adotado : R = 5,00 cm

$$R \cdot K_R + B \cdot K_B \geq H_{20}$$

donde, B (mín) = 18,00 cm Adotado : B = 15,00 cm

calculamos a seguir a espessura mínima para a Sub-base (SB)

$$R \cdot K_R + B \cdot K_B + SB \cdot K_{SB} \geq H_n$$

donde, SB (mín) = 10,00 cm Adotado : SB = 15,00 cm

calculamos a seguir a espessura mínima para o Reforço do Subleito (SB)

$$R \cdot K_R + B \cdot K_B + SB \cdot K_{SB} + Ref \cdot K_{Ref} \geq H_m$$

donde, Ref (mín) = 0,00 cm Adotado : Ref = 20,00 cm

5. PROJETO DE RECAPEAMENTO ASFÁLTICO

5.1 Metodologia

A avaliação estrutural do pavimento dá-se pelo método não-destrutivo, realizado por meio de levantamento deflectométrico da estrutura existente, o ensaio é realizado com o equipamento denominado viga Benkelman. Adotou-se a Metodologia Argentina desenvolvida pelo Engenheiro Celestino Rui (1964) e conciliação das normas DNER-ME 024/94, DNER-PRO 11/79 - PROC. B e NBR 8547.

A deflexão do pavimento no ponto de prova é calculada por meio da formula:

$$D0 = (L0 - Lf) \times a/b$$



Sendo:

Do = Deflexão real ou verdadeira, em centésimos de milímetro;

Lo = Leitura inicial, em centésimos de milímetro;

Lf = Leitura final, em centésimos de milímetro;

a e b = Dimensões da Viga Benkelman;

A deflexão intermediária (distante a 25 cm do ponto de aplicação da carga) é calculada por meio da formula: **D25 = (L25 – Lf) x a/b**

Sendo:

D25 = Deflexão a 25 cm do ponto de aplicação, em centésimos de milímetro;

Lf = Leitura final, em centésimos de milímetro;

a e b = Dimensões da Viga Benkelman;

Para determinar o raio de curvatura, com a medida de deflexão a 25 centímetros da aplicação de carga e utiliza-se a fórmula:

$$R = \frac{10 \times (25)^2}{2 \times (D_0 - D25)} = \frac{6250}{2 \times (D_0 - D25)}$$

Sendo:

R = Raio de curvatura da bacia de deformação em metros;

D0 = Deflexão máxima – 1/100mm;

D25 = Deflexão a 25 cm da aplicação de carga – 1/100mm;

A deflexão característica “Dc” de um conjunto de medidas de deflexão individuais é dada pela seguinte fórmula:

$$\underline{DC = D + \sigma}$$

Sendo:

D = Deflexão média das “n” determinações individuais, em centésimos de mm (mm.10-2);

σ = Desvio padrão;

A deflexão admissível é a deflexão que um pavimento pode apresentar para suportar uma carga de tráfego conhecida ou projetada antes de entrar na fase de fadiga. O valor da deflexão admissível é dado pela seguinte expressão:



NORMA RODOVIÁRIA	EQUAÇÃO
DNER-PRO 11/79 – PROC. B	$\log D = 3,01 - 0,176 \times \log N$

Sendo:

D = Deflexão máxima admissível;

N = Número de operações do eixo padrão de 8,2 tf, método de obtenção do numero “N” visto anteriormente;

Fator de correção sazonal:

Para a escolha de um fator deve-se levar em consideração a umidade do subleito, sua natureza e características. Devido as condições climáticas no dia do ensaio e particularidades, o fator de correção sazonal adotado é $F_s = 1,0$.

Para efeito de calculo do reforço de CBUQ, considerou a via como

5.2 Dimensionamento do Reforço

De acordo com a Metodologia Argentina desenvolvida pelo Engenheiro Celestino Rui (1964), determinou-se a espessura do reforço do pavimento, com a equação abaixo:

$$\underline{HCAUQ = R/0,434 \times \text{LOG} (D_p / Dadm)}$$

Sendo:

HCAUQ = Espessura do recape em CAUQ, em centímetros;

R = Coeficiente relativo a capacidade do material utilizado no reforço (utilizou-se 17,36 o qual é recomendado pela norma DNER – PRO 11 – 79;

D_p = Deflexão da base de projeto, em 10^{-2} (o pavimento consolidado de pedra irregular e camada de reperfilamento, será considerado como base);

Dadm = Densidade admissível em 10^{-2} ;

Ainda conforme recomendação da literatura, tendo em vista o número N estipulado, nota-se que Dadm (Deflexão Admissível) para o estudo de caso é:



Município de **CAMPO MOURÃO**

Cidade Escola

TRABALHO PRA VALER

Tabela 04 - Deflexões Admissíveis (Fonte: DNER-PRO 11/79 – Fig 04)

N	Dadm
10^5	135
10^6	90
10^7	60
10^8	40

Considerando o tráfego local, consolidação via existente, bem como os levantamentos realizados “in loco”, nota-se que o pavimento existente (situado entre a estaca 0+00 e 17+3,00) do projeto, necessita-se de um reforço para que sua vida útil seja postergada e atenda as necessidades da população local, não sendo definido nesse estudo, a sua demolição e recomposição em todo ou em partes.

Através dos estudos de deflectometria (ANEXO I), percebe-se que o pavimento existente se rejuvenescido de maneira adequada e com parâmetros de qualidade mínimos exigidos, atendem a demanda municipal e rege pelos princípios da economicidade do dinheiro público.



24,0593S 52,4107W
lar parana



24,0578S 52,4115W
Campo Mourão
lar parana

Situação atual do revestimento existente e execução do ensaio de deflectometria	Situação atual do revestimento existente e execução do ensaio de deflectometria
	
Situação atual do revestimento existente e execução do ensaio de deflectometria	Situação atual do revestimento existente e execução do ensaio de deflectometria

6. ESPECIFICAÇÕES EXECUTIVAS

6.1 Terraplenagem

6.1.1 Serviços Preliminares

Os serviços de desmatamento, limpeza e destocamento ocorrerão entre os off-sets acrescidos de 1,00m para cada lado, nos locais do projeto com previsão de corte os primeiros 60 cm a baixo do greide terraplenagem deverá estar isentos de materiais como raízes e tocos, nas regiões com previsão de aterro quando superiores a 2,00m as árvores poderão ser cortadas a nível do terreno do contrário deverão ser destocadas e removidas as raízes. Também deverão ser podadas as árvores que se projetarem sobre a plataforma construída.



6.1.2 Cortes

Serão utilizados para os cortes de 1º categoria escavadeiras hidráulicas com esteiras, caminhões basculantes e motoniveladoras já nos cortes de 2º categoria deverão ser considerados ainda compressores de ar e martelos pneumáticos. Para os locais com corte classificados como 3º categoria deverão ser utilizados na equipe mecânica caminhões basculantes para rocha, perfuratrizes sobre esteiras, martelos pneumáticos, escavadeiras hidráulicas e compressores de ar.

O serviço não poderá ser realizado em dias de chuva e dará início com a demarcação dos offsets. Para cortes em rocha em rocha sã ou em decomposição, será executado rebaixo de no mínimo 40 cm da cota de greide de terraplenagem, quando ocorrer solos com expansão maior que 2%, solos orgânicos e baixo índice de suporte o rebaixo será de 60 cm.

As inclinações de talude devem seguir os valores indicados no projeto de terraplenagem. Será executado a escavação em degraus na transição do corpo de corte para aterro.

6.1.3 Empréstimos

As áreas de empréstimos serão previamente limpas, a escavação será executada com escavadeira hidráulica, motoniveladora e caminhões basculantes a plataforma final deverá ser conformada e com declividade satisfatória para drenagem e taludes resultantes do corte com declividade compatível com o projeto.

6.1.4 Aterros

Os aterros serão executados com motoniveladoras, trator agrícola, grade de disco, caminhão irrigador e rolos compactadores auto propelidos. As cotas de aterro deverão seguir a nota de serviço de terraplenagem, deverão ser observados os critérios construtivos indicados na especificação de serviço para cada contexto em que o aterro será executado, como alargamentos de aterro e aterro sobre encostas. As camadas de aterro serão executadas em camadas de até 30 cm e as três camadas finais com 20 cm.

6.1.5 Caminhos de Serviço

Os caminhos de serviço deverão possuir plataformas que atendam adequadamente a drenagem com o mínimo de declividade e deverá proceder de forma rotineira a manutenção do caminho de serviço.



6.2 Regularização e Compactação do Subleito

Os equipamentos utilizados para execução do serviço serão a motoniveladora com escarificador, caminhão irrigador, trator agrícola, grade de discos, enxada rotativa, rolo compactador de pneu autopropelido, rolo compactador vibratório autopropelido, pá-carregadeira e caminhões basculantes.

O serviço iniciará com a verificação das cotas da camada final de terraplenagem com as cotas previstas em projeto, a seguir será realizada a conformação e escarificação da última camada de terraplenagem até a espessura total de 20 cm, o material deve estar isento de raízes, pedras com $\varnothing > 76$ mm e qualquer outro material estranho. Após a conformação e escarificação o material deverá ser homogeneizado até a alcançar o seu teor de umidade ótimo para assegurar um subleito com no mínimo um valor igual ao ISC de projeto, após o material alcançar as características pertinentes ao projeto ele estará preparado para compactação. Inicialmente será conformada a camada e posteriormente executada a compactação com ordem de execução no sentido do bordo mais baixo para o bordo mais alto da seção, garantido em cada passada o recobrimento de 50% da faixa anteriormente compactada. O acabamento da camada será com motoniveladora e rolo de pneus, nessa fase deverão ser removidas as leiras oriundas dos processos anteriores o refugo desse material deverá ser em local apropriado como bota-foras ou locais aprovado pela fiscalização.

6.3 Sub-base em Macadame a Seco

O serviço de execução de Sub-base em Macadame será executado com os seguintes equipamentos: Pá carregadeira, caminhão basculante, motoniveladora, trator de esteiras, rolo compactador liso.

O agregado graúdo, constituído por pedra britada resultante de britagem primária (pedra pulmão) de rocha sã ou, em casos especiais, oriundos de materiais pétreos naturais desmontados pela ação de lâmina e escarificador de trator de esteiras ou por simples detonações (basaltos vítreos), deve apresentar fragmentos duros, limpos e duráveis, livres de excesso de partículas lamelares ou alongadas, macias ou de fácil desintegração e de outras substâncias ou contaminações prejudiciais.

O agregado para enchimento deve ser constituído por finos de britagem com as mesmas características físicas especificadas para o agregado graúdo (forma, resistência ao desgaste e isenção de impurezas), devendo atender a uma das seguintes faixas granulométricas.



Peneiras		Porcentagem passando, em peso				
ASTM	Abertura, mm	Faixa I	Faixa II	Faixa III	Faixa IV	Faixa V
1"	25,4	100	-	-	-	-
3/4"	19,1	-	100	100	-	-
3/8"	9,5	50 – 85	69 – 100	-	100	100
n.º 4	4,8	-	-	55 – 100	70 – 100	60 – 80
n.º 10	2,0	25 – 50	40 – 70	-	-	-
n.º 40	0,42	-	-	20 – 50	30 – 60	15 – 25
n.º 200	0,074	5 – 15	5 – 20	6 – 20	8 – 25	0 - 12

Tabela 03 – Faixas de material para preenchimento de Macadame

6.4 Base em Brita graduada simples

O serviço de execução de base de brita graduada será executado com os seguintes equipamentos: Pá carregadeira, caminhão basculante, caminhão irrigador, motoniveladora, vibro acabadora ou distribuidor de agregado, rolo compactador liso e de pneus.

A superfície a ser aplicada a camada de brita graduada deve estar limpa, isenta de materiais que possam contaminar a base ou sub-base, o material será distribuído com motoniveladora. As camadas executadas deverão ter espessuras entre 10 a 17 cm, para espessura com intervalo de 15 a 20 cm só poderão ser executadas em camada única, a compactação será do bordo externo para o eixo nos trechos em tangente já nas curvas do bordo interno para o bordo externo. Não poderá ser estocado o material, após usinagem ele deve ser diretamente transportado para a pista.

6.5 Pinturas asfálticas

Promover a aderência ou ligação da superfície com a camada de base ou camada asfáltica a ser sobreposta.

O material utilizado para imprimação deverá ser o EAI, sendo que sua taxa deverá impreterivelmente determinada experimentalmente entre 1,00 a 1,30 litros/m².

O material utilizado para a pintura de ligação deverá ser a emulsão asfáltica RR-1C, sendo que sua taxa deverá impreterivelmente determinada experimentalmente entre 0,5 a 0,8 litros/m² acrescentando-se proporcionalmente água variando 0,5 l/m² a 0,2 l/m², de forma que a taxa total de emulsão e água seja sempre igual a 1,0 l/m².

Verificar Norma DER-PR ES-P 17-17 para execução do serviço.



6.6 Camada de Rolamento em CBUQ

O pavimento asfáltico deverá ser executado em CBUQ Faixa “C” do DER/PR, conforme espessura determinada em projeto. Lembrando que, para execução da capa de rolamento é imprescindível a execução da pintura de ligação para a perfeita aderência entre o pavimento novo e o antigo.

Os equipamentos a serem utilizados para execução dos serviços são:

- Espargidor com barra de espargimento;
- Vibroacabadora;
- Rolo de pneus com pressão dinâmica;
- Rolo duplo tandem vibratório;

Deverá ser observado o completo resfriamento do pavimento executado para abertura ao tráfego. Verificar norma DER/PR ES-P 21/17 para a execução do serviço.

Para efeito de cálculo e elaboração de planilha quantitativa, a densidade média utilizada é de 2,40 ton/m³ e o teor de CAP 50/70 a ser empregado na mistura asfáltica é de 5,25%.

7. SINALIZAÇÃO

7.1 Sinalização Horizontal

Para o serviço de sinalização horizontal, devem ser respeitados as diretrizes apresentadas no Manual de Sinalização Horizontal do Contran – Resolução 236/2007 Volume IV como também a normativa do DER/PR ES-OC 03/18.

DEFINIÇÃO

- Sinalização horizontal tem a finalidade de transmitir e orientar os usuários sobre as condições de utilização adequada da via, compreendendo as proibições, restrições e informações que lhes permitam adotar comportamento adequado, de forma a aumentar a segurança e ordenar os fluxos de tráfego.
- Sinalização horizontal com tinta à base de resina acrílica, retrorrefletiva: é o conjunto de marcas viárias, símbolos e legendas aplicadas em rodovias de tráfego leve a médio com $2.000 < VDM < 6.000$ veículos, e durabilidade estimada de 24 meses, para atender às condições de segurança e conforto do usuário.

EQUIPAMENTOS



Município de **CAMPO MOURÃO**

Cidade Escola

TRABALHO PRA VALER

Os equipamentos de limpeza devem incluir aparelhagem necessária para limpar e secar devidamente a superfície a ser demarcada, sendo constituídos por vassouras mecânicas, compressores de ar, escovas e outras ferramentas manuais.

As máquinas para aplicação de tinta à base de resina acrílica devem conter, no mínimo, os equipamentos a seguir descritos:

- motor para autopropulsão, com potência aproximada de 30 HP;
- compressor com tanque pulmão de ar, com capacidade aproximada de 60 HP;
- tanque pressurizado para material, com capacidade mínima de 100 litros;
- misturadores mecânicos para material;
- quadro de instrumento e válvulas para regulagem, controle e acionamento;
- sistema de limpeza das mangueiras e pistolas, com tanque de solvente, válvulas e registros;
- sistema sequenciador para atuação automática das pistolas na pintura de eixos tracejados;
- sistema de pistolas para a distribuição do material, atuando pneumáticamente, permitindo a variação na largura das faixas;
- sistema espalhador de microesferas por aspersão;
- sistema de discos limitadores ou dispositivos que permitam o perfeito acabamento das faixas;
- depósitos para microesferas de vidro;
- sistema de braços suportes para pistolas;
- sistema de pistolas manuais, atuando pneumáticamente, para a demarcação de extensões fracionadas, em locais que impeçam o uso do equipamento principal;

MATERIAIS

Nos locais indicados, e conforme detalhamentos apresentados em projeto, serão pintadas faixas horizontais com as respectivas cores, para demarcação do pavimento, à base de resina acrílica (0,034m²/m²) com microesferas de vidro, em observância as normas técnicas.

Dosagem dos materiais

A espessura da película úmida de tinta deve ser igual ou superior a 0,6mm e igual ou maior que 0,3mm, para espessura de película seca, sem adição de microesferas de vidro aplicadas por aspersão.



A taxa de aplicação da tinta é função da densidade do material, da largura da faixa de sinalização e da espessura de película, devendo satisfazer no mínimo, às taxas especificadas:

Taxa mínima = $0,6 \text{ l/m}^2$ - 1 litro de tinta a cada 16,7m de faixa de 0,10m de largura.

A taxa de aplicação de microesferas de vidro aplicadas por aspersão deve se situar no intervalo de 250 a 300 g/m².

O padrão de retrorrefletância inicial, avaliado pela NBR 14723, deve ser igual ou maior que 250 mcd/lux/m² para demarcação na cor branca e igual ou maior do que 200 mcd/lux/m², para demarcação na cor amarela.

Execução

Previamente à execução do serviço de sinalização horizontal deve ser executada a pré-marcação de pintura, consistindo na locação e alinhamento das marcas longitudinais, transversais, de canalização, de delimitação e inscrições do pavimento, indicadas no projeto de sinalização.

Para a aplicação de sinalização em superfície com revestimento asfáltico ou de concreto novos, deve ser respeitado o período de cura do revestimento. Caso não seja possível, a sinalização poderá ser executada com material temporário, tal como tinta de durabilidade reduzida.

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.

Na reaplicação da sinalização deve haver total superposição entre a antiga e a nova marca/inscrição viária. Caso não seja possível, a marca/inscrição antiga deve ser definitivamente removida.

Quando aplicada sobre superfície de revestimento asfáltico a tinta não deve apresentar sangria nem exercer qualquer ação que danifique o pavimento.

A tinta deve manter integralmente a sua coesão e cor, após sua aplicação.

7.2 Sinalização Vertical

O serviço de sinalização vertical deve atender as diretrizes apresentadas na resolução do CONTRAN 180/2007 e pela normativa do DER/PR 09/18.

DEFINIÇÃO

Sinalização vertical: é o conjunto de sinais de trânsito, laterais à pista ou suspensos sobre ela (aéreos), montados sobre suportes fixos ou móveis e dispostos no plano vertical, por meio dos quais se dão avisos oficiais através de legendas ou símbolos com o propósito de regulamentar, advertir, indicar ou educar quanto ao uso das vias pelos veículos e pedestres, da forma mais segura



e eficiente. Quando forem mensagens de caráter permanente, definem-se como placas. Quando forem mensagens variáveis, definem-se como painéis de mensagens variáveis.

CONDIÇÕES GERAIS

As formas, cores e dimensões que formam os sinais de regulamentação são objeto de resolução do CONTRAN e devem ser rigorosamente seguidos, para que se obtenha o melhor entendimento por parte do usuário. Os detalhes dos sinais aqui apresentados constituem um padrão coerente com a legislação vigente.

As dimensões das placas são padronizadas, devendo, para as placas de advertência e de regulamentação, ser obedecido o mínimo estabelecido nos manuais de sinalização, de regulamentação e advertência do CONTRAN. Seguir as dimensões especificadas em projeto.

Não é permitida a execução dos serviços objeto desta especificação:

- sem a pré-marcação da localização dos dispositivos conforme indicações de projeto;
- sem apresentação pela executante de certificado de análise por lote de fabricação, emitido por laboratório credenciado, que ateste a boa qualidade da chapa de aço;
- sem apresentação pela executante de certificado de análise por lote de fabricação, emitido por laboratório credenciado, que ateste a boa qualidade das películas refletivas;
- sem apresentação pela executante de certificado de análise por lote de fabricação, emitido por laboratório credenciado, que ateste a boa qualidade dos suportes metálicos;
- sem a provação prévia da diagramação dos sinais, pela fiscalização.

MATERIAIS

Chapa de aço

- As chapas de aço devem ser revestidas com zinco pelo processo contínuo de imersão a quente, conforme NBR 7008, grau ZC, revestimento mínimo Z275. Devem, ainda, ser perfeitamente planas, lisas, sem empolamento e isentas de rebarbas ou bordas cortantes, laminadas, resistentes à corrosão atmosférica, devidamente tratadas, sem manchas e sem oxidação, prontas para receber o revestimento com película refletiva, e com o verso pintado em preto semi-fosco;



Município de **CAMPO MOURÃO**

Cidade Escola

TRABALHO PRA VALER

- As chapas a utilizar devem ter a espessura mínima de 1,25 mm

Suporte tubular galvanizado 2 1/2":

Devem ser atendidas as premissas constantes nas seguintes normas: NBR 14890, NBR 1496, NBR 8855, NBR 10062. Os suportes de aço devem ser confeccionados com as seguintes características:

- Devem ser dobrados ou laminados, respectivamente com perfil em "I" ou "C" normais, unidos por meio de parafusos.
- Aço carbono conforme norma ASTM-A-36 ou NBR 6650, Classe CF-24 da ABNT, ou equivalente;
- Tensão admissível: 1400 kg/cm²;
- Limite de escoamento mínimo: 2400 kg/cm²;
- Coeficiente de arrasto: 1,7;
- Resistência a pressão de obstrução correspondente ao vento de 126 km/h, no mínimo;
- Os parafusos, porcas e arruelas devem ser confeccionados de aço carbono conforme norma ASTM-A-307.

Todos os componentes dos postes de sustentação devem ser galvanizados por imersão à quente para proteção contra corrosão.

A zincagem das peças laminadas ou dobradas deve proporcionar uma camada de zinco de espessura mínima de 50 micra, correspondendo aproximadamente a deposição mínima de 350 gramas de zinco por metro quadrado de superfície zincada.

A zincagem dos parafusos, porcas e arruelas devem proporcionar uma camada de zinco de espessura mínima de 30 micra, correspondendo aproximadamente à deposição mínima de 200 gramas de zinco por metro quadrado de superfície zincada.

Os materiais devem estar protegidos contra ações externas, galvanizadas por imersão à quente, de acordo com a NBR 6323.

As películas utilizadas na sinalização vertical viária devem atender às características mínimas especificadas na NBR 14644.

Execução

- Previamente, deve ser feita a marcação da localização dos dispositivos a serem implantados de acordo com o projeto;



Município de **CAMPO MOURÃO**

Cidade Escola

TRABALHO PRA VALER

- Os suportes metálicos devem ser implantados no solo para placas laterais fixas, por processo de percussão ou através de escavação com posterior reaterro apiloado e concreto. Nos suportes de seção circular deve ser evitada a rotação do mesmo no solo, através de dispositivos de travamento ou processos de ancoragem;
- Fixação das placas aos suportes metálicos e às travessas através de parafusos, porcas e arruelas, ou outros sistemas de fixação, previstos em 4.3 da NBR 14891;
- Implantação da placa de forma que os suportes fixados mantenham rigidez e posição permanente e apropriada, evitando que balancem, girem ou sejam deslocados. Seguir detalhe de fixação do suporte apresentado em detalhe no projeto;
- Normalmente as placas de sinalização devem ser colocadas em posição vertical, fazendo um ângulo de 90° a 95° com o sentido do fluxo (levemente viradas para fora da via), a fim de não prejudicar a legibilidade da placa. No caso de curvas, no entanto, a determinação desse ângulo de colocação da placa deve levar mais em consideração a posição dos condutores no fluxo que se aproxima do que o ponto onde deve ser colocada a placa;
- A borda inferior da placa ou do conjunto de placas colocada lateralmente à via, deve ficar a uma altura livre entre 2,0 e 2,5 metros em relação ao solo, inclusive para a mensagem complementar, se esta existir. As placas assim colocadas se beneficiam da iluminação pública e provocam menor impacto na circulação dos pedestres, assim como ficam livres do encobrimento causado pelos veículos;
- O afastamento lateral das placas, medido entre a borda lateral da mesma e da pista, deve ser, no mínimo, de 0,30 metros para trechos retos da via, e 0,40 metros nos trechos em curva;

8. ENLEIVAMENTO

Foi previsto o plantio de grama em leivas, em toda a extensão dos novos trechos a serem pavimentados, com largura de 1,00 metro para cada lado da via e no canteiro central, as especificações, bem como áreas de plantio seguem descritas no projeto geométrico/pavimentação.



9. RECOMENDAÇÕES

É dever do executor da obra a execução dos ensaios, testes e demais provas exigidas por normas técnicas oficiais para a boa execução do objeto do contrato, o custeamento dos seguintes ensaios correm por conta do contratado pois o mesmo não está incluso na planilha orçamentaria da obra.

Cabe ao município a contratação de empresa qualificada para elaboração de contra-prova, caso os ensaios apresentados pelo executor apresentem resultados duvidosos.

Os ensaios a serem exigidos para o perfeito funcionamento da obra projetada, estão relacionados abaixo e as quantidades mínimas para cada ensaio é determinado conforme INSTRUÇÃO NORMATIVA do DER/PR em vigor.

- Projeto de dosagem de brita graduada;
- Projeto de mistura asfáltica;
- Ensaios de densidade “in situ” da camada de reforço do subleito;
- Ensaios de deflectometria com viga Benkelman da camada de Sub-base em Macadame;
- Ensaios de densidade “in situ” da camada de base em BGS;
- Ensaios de deflectometria com viga Benkelman da camada de Base em BGS;
- Granulometria da BGS;
- Taxas de pintura de imprimação e ligação;
- Teor de betume;
- Granulometria da mistura;
- Ensaio Marshall;
- Grau de compactação e densidade de pista do CBUQ utilizado;
- Entre outros ensaios exigidos em normas técnicas;



Município de
CAMPO MOURÃO
Cidade Escola

TRABALHO PRA VALER

ANEXO I – ENSAIOS GEOTÉCNICOS