
JUSTIFICATIVAS E MEMÓRIAS DO PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

OBRA: **RUA SANTA MARIA – REFORÇO DE DRENAGEM PLUVIAL**

TRECHO: da Rua Cesar Maurer até a Rua 24 de Agosto – Bairros Gringos e COHAB Sul

Demonstraremos abaixo, através de memórias de cálculo e justificativas, o desenvolvimento do projeto de pavimentação das ruas.

01. ORIENTAÇÃO:

Normas técnicas da ABNT, normas do DNIT, Plano Diretor de Mobilidade Urbana de Campo Bom, Manual de Técnicas de Pavimentação, de Wlastemiler de Senço, vol.1, método do Eng. Murillo Lopes de Souza e IP 02/2004 – Classificação das Vias da Prefeitura de São Paulo.

02. GEOMÉTRICO:

As ruas são existentes, pavimentadas, com passeios e meios-fios, definidas a longo tempo no local, com a circulação local e auxiliar as adjacentes da malha viária.

O desenvolvimento da rede a ser implantada envolverá diversas ruas, com deficiência de captação de águas de chuvas, o que ocasiona diversos alagamentos atingindo o público e áreas particulares, com danos recorrentes.

A rede existente deverá permanecer ativa e será implantada nova, pela pista das ruas, com novas captações e desvios do existente, de forma a escoar as águas adequadamente.

As vias são existentes em pista simples, asfaltada, exceto uma em paralelepípedos, com largura de rolamento de 11,00, 9,00 e 8,00 m e passeios laterais existentes com meios-fios.

As seções transversais das pistas de rolamento tem declividade em torno de 2 a 3%, do centro para os passeios.

03. PAVIMENTO:

Pavimento é a estrutura construída sobre terraplenagem e destinada econômica e tecnicamente a resistir aos esforços do tráfego, melhorar as condições de rolamento e segurança e resistir aos esforços de modo a tornar durável a superfície de rolamento.

Revestimento é a camada tanto quanto possível impermeável que recebe a ação direta do tráfego, devendo ser durável e resistente ao desgaste.

Sub Base e Base são as camadas granulares destinadas a distribuir os esforços oriundos do tráfego e sobre a qual se constrói o pavimento.

Leito é a superfície acabada de terraplenagem.

Sub Leito é o terreno de fundação do pavimento.

04. PAVIMENTO EXISTENTE:

Todas as ruas envolvidas possuem pavimentação asfáltica existente, com camada degradada em torno de 5,00 cm, algumas sobre base de brita graduada e outras sobre calçamento com pedras irregulares, com exceção de uma rua com calçamento de paralelepípedos sobre camada granular de saibro.

Em todos os trechos o estado superficial é de degradação e desgaste, com algumas deformações plásticas e trincas na camada de CBUQ, sendo atribuído ao desgaste natural e vida útil.

Considerando as intervenções com a canalização, optamos por recuperar a área de vala de drenagem, com implantação de base e regularização asfáltica ao nível do existente. Futuramente deverá ser efetuada uma camada final total de recapeamento asfáltico, de forma construir uma nova estrutura homogênea por sobre todas as intervenções, evitando emendas sujeitas a recalques diferenciais, possibilitando obter a garantia dos serviços executados. Excetua-se a rua com paralelepípedos que terá seu calçamento recomposto.

05. SUB LEITO:

Através de projetos e trabalhos anteriores, existentes na PMCB, para o reconhecimento do subleito das áreas a pavimentar, utilizaremos estes para aplicar neste projeto.

Os estudos geotécnicos foram desenvolvidos com a finalidade de possibilitar a identificação dos solos do subleito e permitir a caracterização dos materiais ocorrentes, tendo em vista a sua utilização na terraplanagem e na pavimentação.

O subleito da via em questão é constituído predominantemente por solo resultante de alterações de rocha arenítica, apresentando coloração variada, vermelha, marrom, amarela e cinza. Estes solos siltosos de pouca plasticidade (baixa coesão) caracterizam-se pela sua erodibilidade e sua sensibilidade em presença de água. Nestes materiais tanto o índice suporte como o módulo de resiliência são extremamente afetados por pequenas variações de umidade. Por esta razão o uso de preenchimentos para atingir níveis de aterro com material pétreo.

Os estudos dos pontos existentes em outras vias da região, conduziu ao ISC referente as areias siltosas que correspondem a 90% e um ISC entre 12% e 9% predominante em torno de 50% dos pontos, ou seja, adotaremos o ISC=10%, com 10% de alguns pontos de ISC entre 7% e 4%, onde verificaremos ISC=6%.

Para qualquer ocorrência de material observada durante a execução com ISC igual ou inferior a 3% e expansão superior a 2%, recomenda-se a substituição do subleito em espessura mínima de 60 cm por material pétreo, tipo rachão.

06. TRÁFEGO:

A Lei Municipal 4.428/2015, que institui a política municipal de mobilidade urbana e o Plano Diretor de Transporte e Mobilidade Urbana de campo Bom, classifica as ruas como vias locais, que permite o acesso aos lotes, com prioridade de utilização para tráfego geral e pedestres.

Das diretrizes do município de São Paulo (IP 02/2004 – Classificação das Vias), através do estabelecimento de modelos matemáticos, relacionando carga útil nos eixos dos veículos de carga, de acordo com as características de cada classe de via. O parâmetro N constitui o valor final representativo dos esforços transmitidos ao pavimento na interface com o pneu.

Tipo De via	Função Predominante	Tráfego Previsto	VDM inicial na faixa mais carregada		No. 'N' Típico
			Veículos Leves	Cam. e ônibus	
V 1	via local res. s/ passag.	muito leve	< 100	< 3	10. ⁴
V 2	via local c/ passag.	leve	100 a 400	4 a 20	10. ⁵
V 3	via coletora secund.	médio	401 a 1500	21 a 100	5 x 10. ⁵
V 4	via coletora princ.	Meio pesado	1501 a 5000	101 a 300	2 x 10. ⁶
V 5	Via arterial	Pesado	5001 a 10000	301 a 1000	2 x 10. ⁷
V 6	via arterial princ.	muito pesado	> 10000	1001 a 2000	5 x 10. ⁷

(N=número de operações da carga padrão por eixo no período de projeto de 8,20 ton.).

Fatores de equivalência "e":

I – Vias urbanas típicas: e = 1,50

II – Vias urbanas com indústrias e depósitos: e = 2,30

III – Vias com ligação às rodovias marginais: e = 5,90

$N = 365 \times p \times VDM \times 1,25 \times e - p = \text{período de projeto}$

e = fator de equivalência

Para uma via urbana típica e um período de 5 anos de vida de projeto, temos:

$$N = 365 \times 5 \times 100 \times 1,25 \times 1,50 = 3,4 \times 10.^5$$

Pelo exposto temos que as ruas se encontram entre uma via V2 e V3, entre local e coletora secundária, de meio leve a médio, o que bem define o via.

Pelo DNIT, o N obtido fica na faixa de 5,00 cm de espessura mínima recomendada para o revestimento asfáltico. Em função de critério econômicos e por já existir camada asfáltica, adotaremos o revestimento novo de 4,00 cm

07. COEFICIENTE DE EQUIVALÊNCIA ESTRUTURAL (K):

As camadas do pavimento, por sua natureza e resistência, influem no dimensionamento, onde são atribuídos coeficientes de equivalência estrutural (K) em relação às camadas granulares, para as quais assume o valor K=1,0, assim definidos conforme componente do pavimento:

Revestimento asfáltico CBUQ: $K_r=2,00$;

Base e Sub base: $K_b=K_{sb}=1,00$;

Reforço do Sub leito: $K_{ref}=0,70$.

08. DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL DAS PISTAS:

Adotaremos um $ISC=10\%$, com tráfego $N=3,4 \times 10^5$. Inicialmente utilizaremos o revestimento asfáltico (CBUQ) de 4,00 cm e base de brita graduada (BBG) de 20,00 cm.

Para o dimensionamento das camadas aplicaremos o ábaco de projeto do método DNIT (Murilo L. de Souza) ou a seguinte expressão:

$$H = 77,67 \times N^{0,0482} \times ISC^{-0,598}$$

Para o revestimento e base:

$$R_r \times K_r + R_b \times K_b \geq H_{10}$$

Para $N=3,4 \times 10^5$ e $ISC=10$, teremos $H_{10} \geq 36$ cm.

Temos os seguintes coeficientes de equivalência estrutural:

Estrutura Pavimento: CBUQ Recape 4 cm X 2,00 = 8,00 cm (futuro)

CBUQ Existente 4 cm X 2,00 = 8,00 cm

(fechamento de vala ou existente)

BBG 20 cm X 1,00 = 20,00 cm

Total Pavimento = 36,00 cm, que é suficiente;

Pavimento CBUQ Recape 4 + CBUQ Exist. 4 + BBG 20 = 24,00 cm, atenderá a especificação para o $ISC=10\%$.

Para o dimensionamento onde $ISC=6\%$, teremos:

$$R_r \times K_r + R_b \times K_b \geq H_6$$

Para $N=3,4 \times 10^5$ e $ISC=6$, teremos $H_6 \geq 49$ cm.

Temos os seguintes coeficientes de equivalência estrutural:

Estrutura Pavimento: CBUQ Recape 4 cm X 2,00 = 8,00 cm (futuro)

CBUQ Existente 4 cm X 2,00 = 8,00 cm

(fechamento de vala ou existente)

BBG 20 cm X 1,00 = 20,00 cm

Total Pavimento = 36,00 cm, que não é suficiente, requerendo reforço;

Para o dimensionamento do reforço onde $ISC=6\%$, teremos:

$$R_r \times K_r + R_b \times K_b + R_{ref} \times K_{ref} \geq H_6$$

Para $N=3,4 \times 10^5$ e $ISC=6$, teremos $H_6 \geq 49$ cm.

Temos os seguintes coeficientes de equivalência estrutural:

Estrutura Pavimento: CBUQ Recape 4 cm X 2,00 = 8,00 cm (futuro)

CBUQ Existente 4 cm X 2,00 = 8,00 cm

(fechamento de vala ou existente)

BBG 20 cm X 1,00 = 20,00 cm

Reforço MS 20 cm X 0,70 = 14,00 cm

Total Pavimento = 50,00 cm, que é suficiente, com reforço de Macadame Seco;

Pavimento CBUQ Recape 4 + CBUQ Exist. 4 + BBG 20 + MS 20 = 50,00 cm, atenderá a especificação para o $ISC=6\%$.

09. PAVIMENTOS ADOTADOS:

Para o revestimento asfáltico, como demonstra acima, deverá ser utilizado recapeamento CBUQ de 4,00 cm de espessura, sobre estrutura existente de asfalto e base.

Para o fechamento de valas deverá ser executada camada de 4,00 cm, para equivaler ao pavimento existente degradado, liberando o trecho para circulação, ficando a camada final de 4,00 cm para toda a largura da pista e o acabamento final da etapa de pavimentação.

A utilização de duas camadas é adequada para tráfego. Ao aplicar em duas camadas se promove uma melhor compactação da camada como um todo, propiciando menor índice de vazios, conferindo ao conjunto maior impermeabilidade e resistência estrutural. A aplicação em duas camadas propicia estabilidade e flexibilidade compatíveis com o funcionamento elástico da estrutura.

A espessura da base de brita graduada compactada, para o fechamento de valas, será 20,00 cm, que reconstitui a base existente, e reforço de macadame seco compactado também de 20,00 cm, sobre leito terraplenado e regularizado, em locais de baixa capacidade de suporte ou solo inadequados.

Como o ponto mais fragilizado será nas valas, estas deverão ser reaterradas com saibro, brita ou argila importada, compactadas adequadamente, para que o sub leito possa atingir o ISC de projeto de 10%, ou utilizar reaterro com argila e reforço de macadame seco antes da base.

No caso da rua com paralelepípedos foi considerado manter o pavimento, recompondo a pavimentação com as mesmas pedras.

10. PASSEIOS:

Os passeios são existentes e onde ocorrerem a implantação de novas caixas em rede existentes ou novas bocas-de-lobo, deverão ser recompostos no mesmo padrão ou superior e os meios-fios reassentados ou substituídos, mantendo o mesmo nivelamento e alinhamento.

Nos cruzamentos de ruas obrigatoriamente as pistas deverão concordar entre si, podendo ocorrer desníveis ou rampas discretas que harmonizem com o entrono, ou seja, com ruas transversais, passeios, pistas e canteiro, propiciando sempre a melhor forma de acessibilidade.

Campo Bom-RS, 10 de Novembro de 2025.