
JUSTIFICATIVAS E MEMÓRIAS DO PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

OBRA: **MACRODRENAGEM DA AV. BRASIL**

TRECHO: Rua João Silveira do Amaral / Av. dos Estados - Centro

Demonstraremos abaixo, através de memórias de cálculo e justificativas, o desenvolvimento do projeto de recomposição de pavimentação devido a obras de Macrodrenagem em trecho da Av. Brasil.

As obras de Macrodrenagem visam preparar a infraestrutura pluvial da via para futura obra de duplicação de toda a Av. Brasil, da Rua Imaculada Conceição até a Rua João Silveira do Amaral, onde toda a rede pluvial será substituída por nova com maior capacidade de captação e escoamento.

Considerando a disponibilidade de recursos, esta obra será executada em um trecho a jusante, preparando e já implantando parte da rede nova, para no futuro próximo ser executada a sua execução na totalidade.

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:

A via é existente, neste trecho, em pista dupla com canteiro central, asfaltada, com largura de rolamento de aproximadamente 8,50 m cada, canteiro central com 3,00 m e passeios laterais com aproximadamente de 5,00 m cada, variando conforme alinhamentos existentes.

Alguns pontos, devido a edificações históricas ou não removidas, o alinhamento predial é descontinuado, reduzindo a largura de passeio em algumas situações específicas.

As seções transversais das pistas de rolamento existentes tem declividade de 2 a 3%, do canteiro para os passeios.

A repavimentação deverá concordar com os gabaritos existentes, mantendo a mesma planicidade das pistas.

03. TERRAPLENAGEM:

Considerando a implantação de rede nova pluvial, a terraplenagem basicamente e geralmente será de corte do pavimento, com abertura de valas para execução das canalizações e caixas. Caso a ocorrência de solos inservíveis, estes serão removidos e complementados com material pétreo. Face a existência de edificações antigas, com fundações diretas, será evitado o uso de aterros ou substituições com material argiloso e necessidade de muitas compactações em camadas.

O terreno natural exposto, após remoções, será regularizado e compactado para recebimento da rede pluvial e estrutura de pavimentação.

04. 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.

Lastro é a camada granular de assentamento do revestimento em forma de blocos ou pedras, tendo a função de ajuste entre o revestimento e a base.

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.

05. PAVIMENTO EXISTENTE:

Em projetos e trabalhos anteriores, existentes na PMCB, foram realizados alguns furos de sondagem para verificação da estrutura, composição e espessura das camadas do pavimento

A estrutura do pavimento existente, pode ser resumida como segue:

CBUQ: de 3,00, devido a capeamento;

Calçamento de Pedra Irregular;

O estado superficial é de regular, com algumas deformações plásticas, desgaste e trincas na camada de CBUQ, sendo atribuído ao desgaste natural e vida útil.

Considerando as intervenções das canalizações, será executada uma nova estrutura homogênea por sobre todas as intervenções do sub leito, concordando com o existente.

Na futura obra de duplicação este trecho deverá ser objeto de recapeamento asfáltico, de forma a uniformizar toda a pavimentação e propiciar maior estrutura para suportar o tráfego.

06. SONDAGEM SUB LEITO:

Em projetos e trabalhos anteriores, existentes na PMCB, para o reconhecimento do subleito das áreas a pavimentar, procedeu-se, inicialmente, a execução de sondagem com profundidade tal que ultrapasse no último 1,00 m o grau de terraplanagem.

Ao longo da extensão a pavimentar foram realizados furos de sondagens a cada vinte metros. Os perfis de sondagem, com a localização dos furos, profundidades, descrição dos horizontes encontrados e a classificação dos solos, encontram-se em planilha anexa.

Com as amostras coletadas em cada furo, foram realizados os ensaios de granulometria, índices físicos (limite de liquidez e plasticidade), compactação, índice de suporte Califórnia (ISC) e expansão.

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 siltsos de pouca plasticidade (baixa coesão) caracterizam-se pela sua erodibilidade e sua sensibilidade em presença de água. Nestes materiais tanto o índice de 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.

O estudo dos pontos sondados conduziu ao ISC referente as areias siltosas que, correspondem a 90%, e um ISC entre 20% e 11%, adotaremos o mínimo ISC=11% para dimensionamento da estrutura de pavimento.

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 60,00 cm por material pétreo, tipo rachão.

07. 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 a Av. Brasil com uma via de transição, que permite a ligação de uma área central do município aos bairros e outros municípios, com prioridade de utilização para transporte coletivo, tráfego geral e pedestres, classificação acima ou equivalente a uma arterial.

Em projetos e trabalhos anteriores, existentes na PMCB, chega-se a um volume diário de automóveis ou leves próximos de 9.000 e de caminhões e ônibus em torno de 800.

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: $e = 5,90$

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

e = fator de equivalência

Considerado somente o volume de caminhões e ônibus e taxa de crescimento de 5% a.a.

Para uma via urbana típica e um período de 12 anos de vida de projeto, temos:

$N = 365 \times 10 \times 900 \times 1,25 \times 1,50 = 6,2 \times 10^6$

Pelo exposto temos que a Av. Brasil encontra-se entre uma via V4 e V5, como coletora principal e arterial, de meio pesado a pesado, o que bem define o via.

Pelo DNIT, o N obtido fica na faixa de 7,50 cm de espessura mínima recomendada para o revestimento asfáltico. Em função de critério econômicos e por estar próximo ao limite inferior, adotaremos o revestimento de 6,00 cm.

Pela sondagem existem próximo ao trecho alguns pontos com ISC de 6%, o que demonstra que podem haver alguns pontos com baixa capacidade de suporte, o que será considerado para o dimensionamento de reforço.

08. 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 e Placa concreto armado: $K_r=2,00$;

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

Lastro de brita: $K_b=1,00$;

Reforço do Sub leito: $K_{ref}=0,70$.

09. DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL DAS PISTAS EM ASFALTO:

Da sondagem realizada, temos que do universo de amostras, há uma incidência maior de $ISC=11\%$, com tráfego $N=6,2 \times 10^6$. Inicialmente utilizaremos o revestimento asfáltico (CBUQ) de 5,00 cm e base de brita graduada (BBG) de 15,00 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:

$$R_r \times K_r + R_b \times K_b \geq H_{20}$$

Para $N=6,2 \times 10^6$ e $ISC=20$, teremos $H_{20} \geq 28$ cm.

Temos os seguintes coeficientes de equivalência estrutural:

Estrutura Pavimento: CBUQ 5 cm $\times 2,00 = 10,00$ cm

BBG 15 cm $\times 1,00 = 15,00$ cm

Total Pavimento = 25,00 cm, que não é suficiente sem o uso de sub base;

Para o dimensionamento da sub base teremos:

$$R_r \times K_r + R_b \times K_b + R_{sb} \times K_{sb} > H_{11}$$

Para $N=6,2 \times 10^6$ e $ISC=10$, teremos $H_{11}=39$ cm.

Temos os seguintes coeficientes de equivalência estrutural:

Estrutura Pavimento: CBUQ 5 cm $\times 2,00 = 10,00$ cm

BBG 15 cm $\times 1,00 = 15,00$ cm

MS 15 cm $\times 1,00 = 15,00$ cm

Total Pavimento = 40,00 cm, que é suficiente;

**Pavimento CBUQ 5 + BBG 15 + MS 15 = 35,00 cm,
atendendo a especificação para o $ISC=11\%$.**

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

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

Para $N=6,2 \times 10^6$ e $ISC=6$, teremos $H_6=57$ cm.

Temos os seguintes coeficientes de equivalência estrutural:

Estrutura Pavimento: CBUQ 5 cm X 2,00 = 10,00 cm

BBG 15 cm X 1,00 = 15,00 cm

MS 15 cm X 1,00 = 15,00 cm

Rachão 30 cm X 0,70 = 21,00 cm

Total Pavimento = 56,00 cm, que aproximadamente é suficiente;

**Pavimento CBUQ 5 +BBG 15 + MS 15 + RACHÃO 30 = 56,00 cm,
atendendo a especificação para o ISC=6%.**

10. PAVIMENTOS ADOTADOS:

Para o revestimento asfáltico, como demonstra acima, será utilizado CBUQ de 5,00 cm de espessura.

A espessura da base de brita graduada compactada será 15,00 cm e sub base de macadame seco compactado também de 15,00 cm, sobre leito terraplenado e regularizado ou com reforço de rachão de 30,00 cm.

Esta repavimentação é superior ao existente, o que acarretará melhor estrutura no trecho atingido pela vala dos que adjacentes.

O estudo dos pontos sondados conduziu ao ISC referente as areias siltosas, onde ocorre a presença de um ISC maior ou igual a 11%, onde adotamos nos cálculos sem a necessidade de reforços, e também verificamos a proximidade com ISC=6%, com reforço de rachão.

Adotaremos para toda a repavimentação o reforço com rachão com 30,00 cm de espessura, a ser identificado no local, experimentalmente e visualmente, quando do corte do terreno, em segmentos de trechos ou em pontos específicos, considerando que as valas aprofundam as escavações, havendo grandes chances de ocorrência de solos moles, considerando que as sondagens não aprofundaram além de 1,00 m.

Caso ocorra a necessidade de maiores volumes, todos os segmentos deverão ser identificados e ensaiados quanto a sua resistência, acompanhados de justificativa, laudo e demarcação.

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 60,00 cm por material pétreo, tipo rachão, igualmente identificados e ensaiados quanto a sua resistência, acompanhados de justificativa, laudo e demarcação.

Os aterros de valas de drenagem, com material importado de argila, deverão garantir esta resistência adotada no dimensionamento. Caso ocorram dificuldades de jazidas ou mesmo tempo

impraticável para obtenção de argila em jazidas, as valas deverão ser fechadas com saibro ou brita, de forma a não permanecer por muito tempo a exposição destas valas e propiciar capacidade de suporte para o greide sem a necessidade de reforços.

Como a avenida será futuramente duplicada, em seu trecho com pista simples, deverá ser previsto recapeamento asfáltico por toda a largura das pistas este trecho de obras de macrodrenagem, de modo a uniformizar a superfície e dotar a pista existente de maior estrutura de pavimentação, considerando que a estrutura existente e a estrutura de repavimentação serão diferentes, com possibilidades, no decorrer do tempo, de haver recalques diferenciais na interfaces destas.

11. PASSEIOS E CANTEIRO CENTRAL:

Os pavimentos dos passeios existentes serão removidos para a instalação de caixas da captação pluvial e após recompostos no padrão existente, mantendo a perfeita concordância e harmonia. Também os meios-fios serão removidos e os passíveis de aproveitamento serão recolocados ou instalados novos junto as caixas de captação pluvial novas.

No canteiro central, atingido pelo traçado da rede pluvial, serão removidas vegetação e meios-fios, devendo, após implantação da rede, serem recompostos ao padrão existente.

Campo Bom-RS, 20 de Maio de 2026.

Documento assinado digitalmente
 LEANDRO KÖCHE
Data: 20/05/2026 16:25:59-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

LEANDRO KÖCHE

eng. civil – crea/rs 050576-d