



Águas Mornas, 08 de novembro de 2020.

Projeto PMAM2016-INF

MEMORIA DE CÁLCULO¹

PAVIMENTAÇÃO COM LAJOTAS DE CONCRETO

Localização: Trecho da Estrada Geral de Cubatão

ÁGUAS MORNAS/SC

Obra: Pavimentação com lajotas, drenagem pluvial e sinalização

Extensão: 170,00m (935,00m²)

1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A pavimentação com blocos pré-moldados de concreto de cimento Portland constitui-se em alternativa estrutural de pavimento de modelo flexível, que apresenta muitas vantagens em relação aos modelos com maior rigidez. Este tipo de pavimento é uma versão moderna e grandemente aperfeiçoada dos antigos calçamentos de blocos de cantaria (paralelepípedos).

O projeto em causa tem por objetivo a pavimentação com lajotas sextavadas de concreto, de trecho da Estrada Geral do Cubatão, e se inicia no ponto de coordenadas geográficas 27.752056 S / 48.926404 O (estaca 0=PP).

O trecho é praticamente plano, e revestido com macadame granular/argiloso compactado ao longo dos anos pelo tráfego, que depois de regularizado de acordo com o greide de projeto será utilizado como sub-base da pavimentação pretendida.

2. DOS PROJETOS

A Estrada Geral do Cubatão é uma rodovia coletora secundária, classe II, com 5,50 metros de largura na pista de rolamento. O tráfego é pouco intenso e de carga média/leve, constituído por automóveis, ônibus e caminhões leves e médios, conforme são classificados pelo DNIT na IPR-719.

¹ Os direitos autorais sobre este documento estão garantidos pela legislação vigente (leis 5194/66 e 9610/98) e não estão autorizadas cópias integrais e parciais do mesmo para fins distintos daquele para o qual foi elaborado, qual seja a aprovação pelo SEINFRA/SC do projeto de Drenagem Superficial, Pavimentação e Sinalização Vertical das Estrada Geral do Cubatão, no Município de Águas Mornas/SC



A estrutura do pavimento tradicionalmente é dimensionada em função do número “N” de equivalentes de operações de eixo simples padrão de rodas duplas de 80 kN, que corresponde à intensidade de carga teórica transmitida pelos veículos ao pavimento, adotado durante o período de projeto da via. Esse número é determinado pelo volume diário médio de tráfego, pela taxa anual de crescimento e pelo período de projeto. Com estes dados e sabendo-se a resistência da sub-base (Índice Suporte Califórnia – ISC, ou California Bearing Ratio – CBR), podemos proceder ao dimensionamento. Os dados disponíveis são:

- Na falta de dados estatísticos, e por se tratar de zona rural do município, o tráfego médio diário foi superestimado em 100 veículos por dia, sendo 60% leves e 40% médios (comerciais).
- O período de projeto da via foi estabelecido em 10 anos, como é o caso padrão para pavimentos flexíveis.
- A taxa de crescimento anual do tráfego foi estimada em 2%, em progressão linear (aritmética).
- Adotamos um CBR para o leito existente, que será a sub-base do pavimento depois de regularizada, em 12% (dentro da faixa de observação empírica, porém a estimativa é conservadora, já que o leito existente é de grande espessura e fortemente compactado).
- Consideramos a carga legal máxima estabelecida pelo DNIT, de 8,0 toneladas por eixo simples de rodagem dupla - ESRD (80kN), que é o equivalente na transformação de todos os tipos de eixos e cargas dos veículos comerciais.

3. DIMENSIONAMENTO

Iniciamos pelo cálculo do VTi – volume total acumulado de veículos comerciais por sentido na faixa de projeto, durante o ano “i” (ano de início do projeto):

$$VTi = VDMc * 365 * D * Fp$$

onde: VDMc = Volume diário médio de veículos comerciais – 100 veículos

D = Distribuição direcional (%) – 50%

Fp = Percentagem de veículos comerciais de projeto (%) – 40%

$$VTi = 100 * 365 * 0,5 * 0,4 = 4.700 \text{ veículos}$$



O número equivalente de operações de eixo simples padrão de rodas duplas de 80kN acumulado no ano “i” é dado por:

$$Ni = VTi * FV * FR$$

onde: FV = Fator de veículo (considerado 1,98 para o caso)²

FR = Fator climático regional (média no Brasil = 1,00)

$$Ni = 4700 * 1,98 * 1,0 = 9.306 \text{ operações ESDR}$$

O número equivalente de operações de ESRD de 80kN acumulado para o período de projeto é:

$$N = Ni * 10 = 93.060 \text{ operações ESDR}$$

De posse deste número “N”, podemos utilizar o Manual de Pavimentação do DNIT (IPR-719) – Rev. de 2006, página 149, Figura 43 – Ábaco para determinação de espessura do pavimento, ou resolver a equação que calcula essa espessura a partir do número “N” e do CBR da sub-base:

$$H_t = 77,67 * N^{0,0482} * CBR^{-0,598}$$

$$H_t = 77,67 * 93060^{0,0482} * 12^{-0,598} = 30,506 \text{ cm}$$

A espessura total para o revestimento, a base e a sub-base, necessária para a estabilidade estrutural da pavimentação é de 30,506cm. Somente a sub-base existente e resistente já possui espessura maior que a calculada, e distribuiremos as camadas da seguinte forma:

Revestimento – Lajota sextavada de concreto, 8cm

Base – colchão de areia grossa ou pedrisco, 10cm

Sub base regularizada, CBR 12%, espessura > 12,506cm

² O fator de veículo FV multiplicado pelo volume de veículos comerciais fornece o número de eixos equivalentes de operação de eixo padrão. Recomendações do DNIT, com base em estudos da American Association of State Highway and Transportations Officials – AASHTO, estabelecem em tabelas que utilizamos para o caso, o valor de 1,98.



As lajotas sextavadas de concreto de cimento Portland, devem obedecer ao que prescreve as normas brasileiras NBR 9780 e NBR 9781, ter resistência mínima à compressão de 35Mpa (350 kgf/cm²) e boa padronização de dimensões na fabricação. A espessura recomendada pelo dimensionamento é de 8cm.

Com relação ao material da base, este deve ser preferencialmente a areia quartzosa, que atenda a NBR 7211, e sugerimos a adoção das granulometrias das Zonas 2, 3 e 4 (fina, média e grossa) sempre que possível.

Miguel Rodrigues Orofino

Engº Civil – CREA/SC 005797-9