

Itapoá (SC) 30 de Agosto de 2023.

JUSTIFICATIVA TÉCNICA

Prezadas (os)

Cumprimentando-o a todas(os) cordialmente, iniciamos o processo corrente, pensando uma **Justificativa Técnica**, elaborada pela Secretaria de Planejamento Urbano, com objetivo de fundamentar uma das necessidades do Município de Itapoá, em ampliar a oferta de infraestruturas básicas, dentre elas, a **Pavimentação de Ruas Urbanas e /ou Rurais**.

A necessidade está em consonância com o crescimento que o Município vem apresentado nos últimos anos, especialmente na última década, inclusive lhe rendendo a menção, do Município que mais cresceu demograficamente no litoral em Santa Catarina, em comparação entre o censo do ano de 2010 com o ano de 2022, houve um aumento de 108,29%, segundo o IBGE. Contudo esta boa notícia, vem acompanhada com um desafio ainda maior para a Administração Pública, **em sempre fazer mais com os poucos e escassos recursos**, porém sem perder o foco na qualidade e vida útil das infraestruturas que pretende-se viabilizar.

Os efeitos do “pós pandemia” ainda são sentidos em todos os setores, inclusive na Administração Pública, forçando os agentes públicos, buscarem soluções diferenciadas, para otimizar os recursos e muitas vezes inovar nos processos executivos, principalmente na viabilização das obras de infraestrutura, fugindo assim um pouco do trivial.

A etapa executiva da pavimentação, seja ela asfáltica ou em blocos de concreto intertravados, em ambos casos, geralmente são precedidos pelas etapas executivas, da drenagem pluvial, terraplenagem, para então chegarmos a etapa de pavimentação.

O dimensionamento das camadas da pavimentação, se inicia após a obtenção dos resultados e campo, quanto à qualidade de suporte do solo natural, que ocorre por meio da coleta das amostras de solo no trecho de interesse, onde são realizados ensaios geotécnicos e de caracterização.

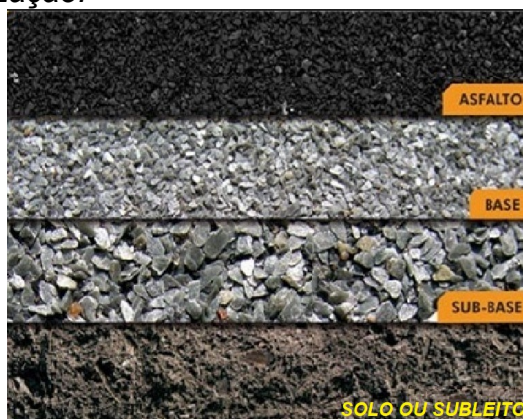


Imagem 01 – Representação das camadas sequenciais e gradativas que integram uma seção típica de pavimentação asfáltica.

A imagem acima representa de forma didática apenas as camadas gradativas da estrutura, não visa representar na prática as reais espessuras proporcionais de cada uma destas camadas.

O dimensionamento do pavimento consiste basicamente no cálculo dos seguintes parâmetros:

a) Uso das **informações qualitativas** obtidas nos ensaios laboratoriais geotécnicos, quanto a **capacidade de suporte do subleito(solo)**;

b) **Determinação do número “N”**, trata-se da etapa que exige a obtenção de muitos parâmetros que devem ser calculados a partir de dados obtidos pela contagem do volume do tráfego, para o trecho de projetos, que abrange vários aspectos, onde ao final visa-se prever as ações geradas pelo tráfego atual e futuro, ao longo da vida útil do pavimento a ser projetado. Lembrando que o tráfego de carga em que um pavimento é solicitado, é constituído por uma diversidade muito grande de veículos, sendo assim, os veículos circulam através de variados tipos de eixos.

Para equacionar esta questão, foi padronizado um **EIXO PADRÃO**, que é um eixo simples de rodado duplo, com pneus calibrados com 80 PSI ou 80 Libras e carga atuante de 8,2 toneladas, deste modo é possível correlacionar os variáveis tipos de eixos.

Desta forma, o **tráfego previsto** para um pavimento é definido **em função do número equivalente de operações do eixo padrão**, durante o período de projeto. Esta quantidade de passagens do eixo padrão é o conhecido número “N”.

Mas antes de prosseguirmos, temos a questão da vida útil do pavimento, que é o período da sua implantação/execução até o primeiro recape, chamado também de expectativa de vida útil. A questão é saber quando devemos fazer o primeiro recape.

Alguns estudos realizados na Inglaterra em 1989 (Whason), **apontam que o melhor momento para a intervenção (recape), é quando são detectáveis as formações das trilhas das rodas com profundidade de 10mm, ou quando ocorrerem fissuras nestas trilhas antes mesmo dos 10mm aparecem.**

O mesmo estudo define que a “vida útil” para um projeto de pavimento novo, é o período de **tempo provável** no qual deverá ocorrer esta condição crítica (recapeamento), ainda, este estudo conclui relatando que quando são considerados os custos de construção e manutenção, um período de vida útil do pavimento de 20 anos seria o ideal.

Por outro lado se considerarmos a vida útil de um pavimento como o tempo de uso transcorrido até a sua primeira restauração ou entre restaurações, este período foi ampliado pela AASHTO em 1993, por recomendações do Guide for Design of Paviment Structures, onde o que era chamado de “expectativa de vida útil do pavimento”, agora é tratado como “período de análise”.

Atualmente como base nos estudos de custos totais (implantação + manutenções), recomenda-se adoção de períodos maiores do que 20 anos, inclusive prevendo mais de uma vez o recape. Como orientação são indicados os seguintes “períodos de análises”;

Para **vias urbanas pavimentadas** de alto volume diário médio de veículos (VDM +/- 50.000), orienta-se uso entre 30 a 50 anos;

Para **vias rurais pavimentadas** com alto VDM > 10.000, orienta-se uso entre 20 a 50 anos;

Já para as **vias rurais pavimentadas** com baixo VDM +/- 2.000, orienta-se uso entre 15 a 25anos;

Os estudos internacionais são muito importantes, porém para aplicação no Brasil, devemos considerar apenas como orientativos, por diversos fatores, dentre eles as condições climáticas diferenciadas entre Brasil e Europa ou USA, até mesmo cultura da realização dos controles/monitoramento dos pavimentos e as manutenções, que no Brasil não são tão rigorosos, quanto nos países onde os estudos foram realizados.

No Brasil, o Método de Projeto das Pavimentações Flexíveis do DNER (1979), atual DNIT, considera que **um pavimento será dimensionado em função do número equivalente N de operações de um eixo padrão.**

Em geral os órgãos rodoviários definem períodos de projeto de no mínimo 10 anos,

b1) Cálculo do Volume Total de Tráfego

$$V_t = 365 \cdot V_m \cdot P$$

(P) Corresponde ao período ou vida útil estimada em anos;

(vm) Volume diário médio de veículos no sentido (faixa solicitada no ano médio do P.

b2) Volume Diário Médio de Veículos

$$V_m = \frac{v_p + V_p}{2}$$

(vp) Volume de tráfego no início do 1º ano de P;

(v1) Volume de tráfego no final do 1º ano de P;

(Vp) Volume de tráfego ao final de P.

b)2.1 Quando o Crescimento do Volume do tráfego é Linear

$$v_p = V_0 (1 + pt)$$

(V0) É o Volume de tráfego levantado. Normalmente toma-se como VDM0 / 2 para distribuição pendular (*)

(t) Taxa de crescimento (normalmente) linear ao ano;

(p) Número de anos até a entrada em operação da via considerando, (projeto+licitação+obras).

$$V_p = v_p (1 + Pt)$$

(vp) Volume de tráfego no início do 1º ano de P;

(t) Taxa de crescimento (normalmente) linear ao ano;

(P) Corresponde ao período ou vida útil estimada em anos;

NÚMERO DE FAIXAS DE TRÁFEGO	VOLUME DE TRÁFEGO NA FAIXA DE PROJETO (% DO VDM NOS 02 SENTIDOS) – Fonte MDPF -DNER 1981
2	50
4	35 - 48
6	25 - 48

Lembrando que no Município de Itapoá, sendo no perímetro urbano ou no perímetro rural, prevalecem arruamentos com 01 via em cada um dos sentidos.

() Distribuição pendular, se refere quando ocorre um volume de tráfego gerado, por veículos de pessoas que trabalham ou estudam em uma cidade ou região fora da área de projeto, porém ao final do dia, fazem o retorno pelo mesmo trajeto, por esta razão chamado de pendular e devemos dividir o VDM0 /2.*

b)2.2 Quando o Crescimento do Volume do tráfego é Exponencial

Devemos empregar para o cálculo de V_t (Volume Total de Tráfego), a seguinte expressão:

$$V_t = \frac{365.V_0[(1+g)^P - 1]}{g}$$

(V₀) Volume de tráfego inicial (por dia);

(g) Taxa de crescimento anual (%);

(P) Corresponde ao período ou vida útil estimada em anos;

O DNIT admite taxas máximas de 4,0% para projeto de rodovias planejadas que irão atender áreas de expansão agrícola, para as demais rodovias/vias a taxa de crescimento recomendada é 3,00%.

Calculados os parâmetros acima, pode-se dar sequência para o cálculo do número do "N", para ser aplicado ao Projeto de Pavimentação, vale registrar que, para o cálculo do número "N" considera-se somente os veículos comerciais.

$$N = V_t . FE . FC$$

(V_t) É o volume total de tráfego

(FE) Fator de Eixo

(FC) Fator de Carga

Para a obtenção do FE (Fator de Eixos), devemos determinar o número de eixos correspondentes, que na prática o FE é o coeficiente que multiplicado por V_{tc} fornece o número de eixos correspondentes.

$$n = V_{tc}.FE$$

(V_{tc}) É o volume do tráfego comercial.

Para os veículos comerciais, retira-se do volume total de veículos, os veículos de passeio, Por esta razão a ênfase na realização da contagem de tráfego, para trabalhar com dados reais de fluxo.

$$FE = n/V_{mc}$$

IMPORTANTE: Na falta de dados, a boa prática orienta adoção para $FE=2,07$.

Quanto ao **Fator de Carga (FC)**

Nada mais é que o número (N_i) de operações de uma carga qualquer (W_i), que é equivalente ao número de operações (N_p) de uma carga padrão (W_p), que corresponde (8,20 Toneladas por eixo).

$$FEC = \left(\frac{W_i}{W_p} \right)^b$$

(b) É um coeficiente que pode ser determinado em laboratório ou de forma experimental. Valores adotados pela AASHTO $b=4,2$ e USACE estabelece $b=6,00$.

Na falta de dados da contagem de tráfego, orienta-se o uso de dados da SENÇO (1997), onde recomenda-se adoção de $FC=1,7$. Seguindo em frente, temos que determinar o próximo fator que é o Fator de Veículo (FC).

Quanto ao **Fator de Veículo (FV)**

Trata-se do produto entre outros 02 fatores, que são eles:

$$FV = FE \times FC$$

(FV) É um fator que multiplicado pelo número de veículos, nos fornece o número equivalente de passagens do eixo padrão.

Não havendo os dados da contagem de tráfego, o DNER atual DNIT tem aceitado o usos dos dados de passagens feitas no Rio Grande do Sul, realizadas pela DAER – Enecon / Ingeroute. De posse de todos os fatores calculados, finalmente podemos calcular o número “N”.

$$V_{tc} = 365 * V_{mc} * P$$

No Brasil, normalmente, adotamos para a vida útil (P), para o pavimento de 10 ou 12 anos.

Portanto o número “N”, é quem determina esta espessura do CBUQ com base de valor encontrado para o “N”, inclusive é uma recomendação do DNIT a sua aplicação.

Número “ N “	ESPESSURA MÍNIMA DE REVESTIMENTO
$N \leq 10^6$	Tratamento Superficial 2,50 cm;
$10^6 \leq N \leq 5 \times 10^6$	Revestimento Betuminoso 5,00 cm;
$5 \times 10^6 \leq N \leq 10^7$	Concreto Asfáltico 7,50 cm;
$10^7 \leq N \leq 5 \times 10^7$	Concreto Asfáltico 10,00 cm;
$N > 5 \times 10^7$	Concreto Asfáltico 12,50 cm;

Toda esta explanação teórica anteriormente apresentada, embora um pouco maçante se faz necessária para chegarmos ao **objeto a ser licitado**, que é o CBUQ – (Concreto Betuminoso Usinado à Quente).

Conforme descrito apresentado anteriormente, o cálculo do número “N” se torna muito importante na determinação da camada de pavimentação asfáltica, sendo que esta camada é a última camada do pavimento, também chamada usualmente no “trecho” de obras, como “capa” ou “camada de acabamento”.

Nós chamaremos esta camada, apenas como CBUQ.

Na prática o Município de Itapoá, visa a **Contratação de empresa de Engenharia, especializada na prestação de serviços para fornecimento, transporte e aplicação de Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ), no Acesso a Localidade Rural Saí Mirim, com extensão de 942,50m,**

Pelas características do tráfego no perímetro urbano ou rural do Município de Itapoá, o “N” calculado, ficará possivelmente neste intervalo, $10^6 \leq N \leq 5 \times 10^6$, deste modo seguindo as recomendações do DNIT, a espessura para a camada de asfalto (CBUQ), deverá ser de no mínimo $e=5,00\text{cm}$.

Tomando esta camada mínima de $e=5,00\text{cm}$ de CBQU, de forma didática $1,00\text{m}^3$ de CBUQ, fornece $20,00\text{m}^2$ de pavimentação asfáltica, com espessura de 5cm. Como o volume total a ser licitado é de 1000m^3 de CBUQ, este volume nos permite pavimentar até $20.000,00\text{m}^2$ de área de arruamentos, independentemente das larguras das vias a serem pavimentadas.

Cabe aos Gestores a árdua tarefa em avaliar onde estão os maiores gargalos pela demanda desta infraestrutura, de modo a definir as vias a serem preparadas de forma prévia, tanto na implantação da drenagem pluvial (dispositivos complementares, ou a execução da rede nova), assim quanto a preparação das camadas inferiores da pavimentação, para só no final realizar aplicação da camada de pavimentação asfáltica.



Lembrando que, eventuais dispositivos da drenagem pluvial, extensões de rede, ou até mesmo a implantação de redes novas, todos devem estar concluídos na sua totalidade, para o início da etapa de pavimentação.

Antes da execução da camada asfáltica, todas as camadas inferiores da pavimentação, como regularização do subleito (terraplenagem), execução da sub base e a base da pavimentação, todas estas camadas também devem estar prontas e liberadas pela Equipe de Fiscalização designada do Contrato.

Reforçando, não será iniciada a etapa de pavimentação asfáltica, sem a liberação e o acompanhamento pela Fiscalização designada para o contrato.

Por este motivo, tecnicamente é muito acertada a decisão do Município em ter um contrato exclusivo para aplicação da camada asfáltica(CBUQ), pois trata-se de uma etapa da pavimentação que demanda pelo uso de equipamentos específicos, assim como uma equipe minimamente treinada para a execução das tarefas executivas, o que reflete na qualidade e nos custos finais da infraestrutura pronta. Lembrando que, para o Município manter uma estrutura desta em seu quadro, embora seja possível, demandaria de grandes investimentos para a sua operacionalização.

Seriam estas as considerações e justificativas técnicas que entendemos serem importantes para a viabilização do objeto do a ser licitado, uma vez que atende aos interesses do Município de Itapoá, principalmente por ampliar a malha viária existente pavimentada dentro do Município.

Itapoá(SC), 30 de Agosto de 2023.

Sem mais para o momento,

*Luis Irineu Denes
Eng.º Civil 059.813-1
Matrícula 11933593*