Fatec- Faculdade de Tecnologia de São Paulo

Fatec- Faculdade de Tecnologia de São Paulo

PROJETO DE PAVIMENTO

Dimensionamento de Pavimento

1^a. parte

2 Semestre 2024

Prof. Edson de Moura Projeto de Pavimento

1

3

Dimensionar uma estrutura de pavimento é encontrar, através do uso de métodos empíricos ou mecanísticos ou ambos, as espessuras de camadas dos diversos tipos de materiais assentes sobre terrapleno de forma a propiciar durabilidade e ao usuário conforto e segurança. Via de regra, tem-se como principal input: O tráfego que irá solicitar a via. As características de suporte do subleito e, O período de projeto da via. Se for constatado que o principal input é outro, esse deve ser o que norteará o projeto.

2

Mecânica dos solos

Fatec- Faculdade de Tecnologia de São Paulo

Exemplos de dimensionamentos de pavimentos que o tráfego não deveria ser o input principal de entrada

Um pavimento de concreto foi projeto e executado em elevada altitude no

Peru, prematuramente, apresentou trincas o que levou a ruína.

O pavimento foi dimensionado corretamente face ao tipo de tráfego solicitado, mas, o principal input o elevado gradiente térmico da região não foi considerado.

As placas apresentaram trincas de contração/retração térmica

Estrada do Una localizada na Cidade de Peruíbe, região sul de São Paulo, inserida na Mata na mata atlântica – Juréia, que liga o bairro de Guarau ao bairro Barra do Una, com 18 km de extensão em revestimento primário (terra). Em diversas localidades é cortada por cachoeiras (também conhecidas de

corredeiras) e pequenos riachos, além de muitos pontos com minas de água

Com a chuva, a água transborda e escorre sobre a via e como o nível do leito da estrada está em uma cota inferior, a água permanece sobre a via, o que acaba por formar lama dificultando e, não raras vezes, evitando a trafegabilidade dos veículos, não só de pequeno porte, mas também caminhões e principalmente ônibus.

Mecânica dos solos Prof. Edson de Moura Fatec- Faculdade de Tecnologia de São Paulo

Fatec- Faculdade de Tecnologia de São Paulo

Prof. Edson de Moura

As estruturas de pavimentos asfálticos podem ser concebidas, basicamente, por três tipos de métodos de dimensionamento de pavimentos asfálticos:

- métodos empíricos: como exemplo: Método do CBR (Murillo Lopes de Souza, 1966, 1981)
- métodos mecanísticos-empíricos: por exemplo MEPDG (AASTHO EUA), SisPav (Franco, 2007) e Medina (2018 – em desenvolvimento)
- · por catálogos de estruturas de pavimento: por exemplo de Portugal, Espanha

Mecânica dos solos Prof. Edson de Moura

4

Fatec- Faculdade de Tecnologia de São Paulo

O Método do CBR tem, inegavelmente, grande importância para o Brasil.

Muitos quilômetros foram dimensionados com sucesso, merecendo, sem dúvida, homenagens e reconhecimento. Entretanto, hoje as condições de tráfego são muito diferentes daquelas a década de 1960-70 quando o método atualmente vigente no Brasil, foi concebido.

- Aumentaram significativamente:
- o volume.
- · os tipos de veículos, os tipos de pneus,
- · velocidades,
- pesos, etc.
 - Evoluíram também:
- o conhecimento das formas de avaliar os materiais (novos ensaios),
- os processos construtivos, os materiais asfálticos,
- · as exigências de sustentabilidade, os métodos de cálculo de tensões-deformações.
- · dentre outros parâmetros de menor significância.

Mecânica dos solos Prof. Edson de Moura

Assim, se impõe como uma ação urgente o estabelecimento de um novo método de dimensionamento. Muitos projetistas já têm empregado métodos mecânico-empírico (ME) para dimensionar pavimentos asfálticos no Brasil.

MeDiNa

Método de Dimensionamento Nacional

Medina é o nome do novo método de dimensionamento nacional de pavimentos oficializado pelo DNIT.

O novo método de dimensionamento de pavimentos estabelece um procedimento de cálculo da resposta da estrutura em termos de tensões, deformações e deflexões, de acordo com o tráfego previsto ano a ano, obtendo, assim, os danos acumulados com o tempo.

Todos esses resultados são calculados com base na Mecânica dos Pavimentos aplicada ao sistema de camadas da estrutura a ser avaliada.

Mecânica dos solos Prof. Edson de Moura

Fatec- Faculdade de Tecnologia de São Paulo

Fatec- Faculdade de Tecnologia de São Paulo

MeDiNa Método de Dimensionamento Nacional

Junto com o novo procedimento de cálculo, o novo método recomenda, também, a realização de ensaios que permitam a determinação das características mecânicas dos materiais a serem utilizados no pavimento, além de critérios de desempenho a serem estabelecidos.

Mecânica dos solos Prof. Edson de Moura

Monismith (2004), professor da Universidade da Califórnia, Berkeley, apresentou extenso relato sobre o desenvolvimento histórico dos métodos de dimensionamento de pavimentos asfálticos que foi acompanhada da evolução da tecnologia dos concretos asfálticos. Diz que: a) Pavimentos asfálticos duradouros podem ser projetados fazendo uso dos métodos mecanísticos - empíricos (base analítica) desenvolvidos nos últimos 40

a) Embora já seja possível projetar pavimentos asfálticos duradouros, permanece a necessidade de dar cuidada atenção às boas práticas construtivas a fim de

assegurar o desempenho previsto no projeto.

Mecânica dos solos

8

10

Mecânica dos solos

7

9

Fatec- Faculdade de Tecnologia de São Paulo

Fatec- Faculdade de Tecnologia de São Paulo

Prof. Edson de Moura

Segundo Ahlvin (1991), atribui-se o desenvolvimento do método de dimensionamento de pavimentos flexíveis pelo uso do CBR ao engenheiro O.J.Porter do Departamento de Estradas da Califórnia -California Division Highways - (CDH), na década de 1920.

O critério básico utilizado é o de camadas granulares sobre o subleito de maneira a proteger esse de ruptura por cisalhamento.

O método consiste basicamente em se obter a espessura da camada granular sobre o subleito conhecendo-se o CBR do subleito.

Foram estudados diversos pavimentos que apresentavam tanto sucessos como insucesso, principalmente no que se refere a formação deformação permanente em trilha de roda e como resultado foi possível traçar um modelo denominado de CURVA B, assim, foi determinada a primeira curva de dimensionamento de pavimento.

Mecânica dos solos Prof. Edson de Moura

Dimensionamento de Pavimentos

Método do CBR - Histórico

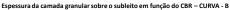
Mecânica dos solos Prof. Edson de Moura

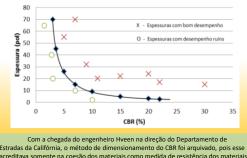
Fatec- Faculdade de Tecnologia de São Paulo

Fatec- Faculdade de Tecnologia de São Paulo

Prof. Edson de Moura







Estradas da Califórnia, o método de dimensionamento do CBR foi arquivado, pois esse acreditava somente na coesão dos materiais como medida de resistência dos materiais.

USACE - Corpo de Engenheiros dos USA

Com o advento da Il Guerra Mundial houve a necessidade de se projetar pavimentos em pistas de aeroportos com capacidade de suportar cargas elevadas de aeronaves, principalmente nas ilhas do pacífico.

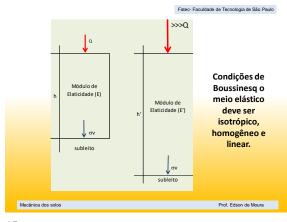
O critério deveria ser de fácil assimilação, rápido e eficiente, condições que a ocasião impunha.

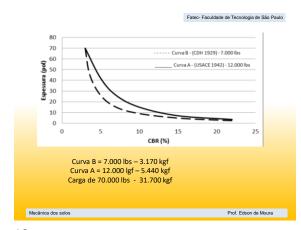
Baseado no mesmo princípio adotado por Porter na década de 20 na Califórnia, o USACE na década de 40 estabeleceu curvas de dimensionamento de pavimentos para cargas de 12.000 lbs, de trens de pouso individuais de aeronaves

Fatec- Faculdade de Tecnologia de São Paulo USACE - Corpo de Engenheiros dos USA O critério de Porter era empírico através de observações de campo em pavimentos que apresentavam tanto sucesso como insucessos. Já a extrapolação adotada pelo USACE para cargas superiores implicou na associação do conhecimento das tensões de cisalhamento calculadas em função da profundidade do meio elástico, conforme estabelecido por Boussinesq. Para as condições de Boussinesq o meio elástico deve ser isotrópico, homogêneo e linear. Assim, foi possível se obter curvas de dimensionamento para diversos tipos de cargas, desde 12.000 lbs até 70.000 lbs. Foi obtida a curva B obtida por observações em campo por Porter na década de 20 dos pavimentos californianos e a curva A obtida através dos conceitos de elasticidade. Mecânica dos solos Prof. Edson de Moura

Fatec- Faculdade de Tecnologia de São Paulo Módulo de Elaticidade (E) Mecânica dos solos Prof. Edson de Moura

13 14





15 16

Fatec- Faculdade de Tecnologia de São Paulo Critério de Cobertura utilizado pelo USACE Porter na década de 20 utilizou o critério empírico de observação de campo para estabelecer o método de espessuras em função do CBR. Já o USACE, monitorou a degradação de pavimentos de aeroportos militares e civis, verificou que as curvas de dimensionamento originais eram suficientes para determinar as espessuras de pavimentos necessárias para a passagem de aproximadamente 5.000 coberturas (C) de aeronaves na época, sem a formação de deformação permanente em trilha de roda importantes. A primeira utilização Conceito de de um conceito de cobertura durabilidade em pavimentos Mecânica dos solos Prof. Edson de Moura

Fatec- Faculdade de Tecnologia de São Paulo Transposição do conceito de Cobertura em aeroportos para pavimentos rodoviários O estudo acima exposto considerou 5.000 coberturas, ou seja, nos pousos e decolagens de aeronaves a área que ocorrem os toques, são necessárias cerca de 5.000 ocorrências para que toda a área seja solicitada pelo menos uma vez. Souza (1978), mostra que trazendo para uma rodovia o conceito de coberturas estipulado pelo USACE, o número de 5.000 coberturas em aeroportos equivale a 13.200 coberturas para uma dada rodovia. Existe uma relação de 2,64 vezes considerado um ESRD. Assim, o dimensionamento Rua local, com passagem, em média, de 3 caminhões (toco) diários. Para um período de de pavimentos pelo método do CBR tende a super dimensionar 10 anos anos temos: pavimentos de baixo volume de tráfego e subdimensiona pavimentos com elevado volume de tráfego, por conta do conceito de coberturas adotado. Prof. Edson de Moura Mecânica dos solos

17 18

Fatec- Faculdade de Tecnologia de São Paulo

Fatec- Faculdade de Tecnologia de São Paulo

Seção transversal típica de pavimento flexivel

Seção transversal típica de pavimento flexivel

Talude de Corte

111

Regularização

Sub-base

Reforço de Subleito

Mecânica dos solos

Prof. Edson de Moura

revestimento - é a camada, tanto quanto possível impermeável, que recebe diretamente a ação do rolamento dos veículos e destinada a melhorá-la, quanto à comodidade e segurança e a resistir ao desgaste ocasionados pela ação dos veículos e as intempéries;

base - é a camada destinada a resistir e distribuir os esforços oriundos do tráfego e sobre a qual se constrói o revestimento;

sub-base - é a camada complementar à base, quando por circunstâncias técnico-econômicas não for aconselhável construir a base diretamente sobre regularização;

reforço do subleito - é uma camada de espessura constante, posta por circunstâncias técnico-econômicas, acima da de regularização, com características geotécnicas inferiores ao material usado na camada que lhe for superior, porém melhores que o material do subleito;

20

regularização - é a camada posta sobre o leito, destinada a conformá-lo transversal e longitudinalmente de acordo com as especificações; a regularização não constitui, propriamente uma camada de pavimento, sendo, a rigor, uma operação que pode ser reduzida em corte do leito implantado ou em sobreposição a este, de camada com espessura variável;

greide do leito - é o perfil do eixo longitudinal do leito;

leito - é a superficie obtida pela terraplenagem ou obra-de-arte e conformada ao seu greide e perfis transversais; e,

subleito - é o terreno de fundação do pavimento – camada final da terraplanagem

Normalmente, a camada final de terraplanagem (CFT), devido as condições intrinsecas da operação de movimento de terra, a CFT apresenta-se irregular e sem condições de receber as camadas constituintes da estrutura do pavimento.

Devido a essa condição irregular da superfície torna-se necessário a regularização do subleito. Tem se praticado para a cota da CFT 40 cm abaixo da cota da camada de regularização do subleito.

O valor referência de CBR dessa camada de regularização, será o valor de CBR do subleito e que irá nortear o dimensionamento do pavimento.

21 22

Fatec- Faculdade de Tecnologia de São Paulo

Valeu!

Prof. Edson Mecânica dos solos Prof. Edson de Moura

23