

PTR 3322 – Exercício (Conceitual) de Dimensionamento de PCS

Emprego Sistematizado de Modelo de cálculo de tensões em Pavimentos de concreto simples, com barra de transferência de carga, *sem diferencial térmico* (Modelo incompleto de tensões da PCA de 1984) e modelos de fadiga diversos (AASHTO-2004), empregando a Hipótese de Palmgreen-Miner

Dimensionar (à fadiga) a espessura necessária das placas de concreto de cimento Portland (CCP) para suportar o tráfego descrito no quadro abaixo para um período de projeto de 30 anos, *considerando-se que não ocorrerá crescimento algum do tráfego ao longo dos anos*. O valor do módulo de reação do sistema de apoio (subleito e base granular) no local da obra resultou em 55 MPa/m. O concreto a ser utilizado na construção do pavimento terá uma resistência à tração na flexão ($f_{ct,f}$) de 4 MPa. Os seguintes tipos de eixo e cargas solicitarão diariamente (em média anual) o pavimento:

Tipo de Eixo	Carga (kN)	Quantidade de solicitações médias por dia por eixo
ESRD	80	2.500
ESRD	90	800
ESRD	100	1.400
ESRD	110	500
ESRD	120	300

A tensão crítica de tração na flexão de referência, apenas para carga do eixo ESRD de 100 kN, na placa de concreto (σ_{tf}), será calculada segundo a equação gerada a partir das tabelas de tensões equivalentes fornecida pela *Portland Cement Association (1984)*:

$$\sigma_{tf,100kN} = \frac{7500}{(e_p)^{1,4} \times (k)^{0,2}} \quad [\text{MPa}]$$

onde e_p é a espessura da placa (em milímetros) e k é o módulo de reação do sistema de apoio às placas (em MPa/m). Para a determinação das tensões causadas por outros carregamentos no ESRD diferentes de 100 kN, deve-se empregar o conceito de linearidade entre carga e tensão, descrito pela função que se segue (hipótese forte de linearidade entre carga e tensão válida para placas medianamente delgadas):

$$\sigma_j = \sigma_{100kN} \times \frac{Q_j}{Q_{100kN}}$$

Os modelos de fadiga para o concreto serão os seguintes (testar quais desejar e comparar resultados):

Autor	Modelo	Gráfico para formular a hipótese de Palmgren-Miner
AASHTO (2002)	$\log N_{k,l,m} = 2 \times \left(\frac{f_{ct,f}}{\sigma_{k,l,m}} \right)^{1,22} + 0,4371$	
PCA (1966)	Se $RT \geq 0,5$ usar $\log N_f = 11,78 - 12,11 \times \left[\frac{\sigma_f}{f_{ct,f}} \right]$ Se $RT < 0,5$ usar $N_f = \infty$	
EPUSP-PMSP-ABNT (2004; 2021)	$N_{adm,j} = \left(10^{\frac{25,858 - 25,142 \cdot \sigma_i}{f_{ct,f}}} \cdot \left(\frac{\sigma_j}{f_{ct,f}} \right)^{4,20231} \right)$	
Hipótese geral de dano cumulativo linear de Palmgren-Miner	$CRF = \sum \frac{N_{proj,i}}{N_{adm,i}} \leq 100\%$	

Simbologia:

- $f_{ct,f}$ resistência tração na flexão do concreto
- σ_{tf} tensão de tração na flexão causada por uma dada carga de eixo, também indicada por σ_i (tensão causada por uma carga qualquer) ou por $\sigma_{k,l,m}$
- Q_j Carga qualquer de um eixo
- Q_{100kN} Carga de 100 kN no eixo (ESRD)
- RT relação entre a tensão crítica de tração na placa causada pelo carregamento e a tensão de ruptura estática em flexão do concreto, $\sigma_{tf} / f_{ct,f}$
- $N_{adm,i}$ número de repetições de carga admissível
- N_{proj} número de repetições de carga estimado em projeto

Tabela de cálculo auxiliar (página seguinte)

