

RESUMO

O principal objectivo do trabalho de investigação apresentado nesta dissertação consistiu no estudo, sistematização e implementação de metodologias de análise estrutural e de análise da fadiga em pontes metálicas ferroviárias.

Neste contexto, é apresentada uma recolha de informação de natureza histórica, incluindo alguns aspectos técnicos, relativas a pontes metálicas ferroviárias existentes na rede ferroviária portuguesa.

Posteriormente, é realizado um resumo da regulamentação europeia relativa ao estudo de pontes ferroviárias, englobando as metodologias e recomendações preconizadas na EN1991-2.

São revistos os fundamentos teóricos da análise dinâmica de estruturas, dando especial atenção às particularidades relativas à análise deste tipo de pontes. A exposição é acompanhada por exemplos, onde se aplicam as metodologias descritas com vista à validação do software utilizado.

Descrevem-se as principais metodologias de análise da fadiga em estruturas metálicas, designadamente os métodos baseados no conceito da acumulação de dano e os métodos baseados na Mecânica da Fractura. Paralelamente, expõem-se as principais disposições e recomendações existentes na norma europeia prEN1993-9, na norma britânica BS5400 e na norma americana AASHTO, relativas ao estudo da fadiga.

Em seguida, procede-se à aplicação das metodologias de análise dinâmica ao estudo da ponte de Trezói localizada na linha da Beira Alta, tendo por base um modelo numérico desenvolvido em ambiente SOLVIA, as recomendações da EN1991-2 e a informação sobre as características dos veículos reais que têm circulado sobre a ponte, fornecida pela REFER e pela CP.

Por último, realiza-se uma análise desta ponte do ponto de vista da resistência à fadiga, utilizando para tal rotinas desenvolvidas em ambiente MATLAB, vocacionadas para a aplicação das metodologias incluídas nas normas internacionais relativas a esta temática, tendo por base registos de tráfego fornecidos pelas duas entidades anteriormente referidas. Para a estimativa da probabilidade de rotura à fadiga de um elemento crítico da ponte de Trezói, foram desenvolvidas rotinas em ambiente MATLAB

no âmbito desta dissertação, que permitiram simular o crescimento de uma fenda tendo por base a lei de Paris e recorrendo ao Método de Monte Carlo.

ABSTRACT

The main aim of the present thesis is the systematization and implementation of methodologies of structural analysis and fatigue assessment in railway metallic bridges. In this context, a research on the historical background and some technical aspects of old metallic bridges in Portugal was made.

This study involved a systematization of the main aspects in the EN1991-2, namely those related to the quantification of traffic actions and dynamic effects associated.

The theoretical background of dynamic analysis of structures is presented, giving special attention to the dynamic analysis of this type of bridges. Some examples have been developed to explain those methodologies and validate the software used.

The main methodologies of fatigue analysis of metallic structures are described, the methods based on the concept of damage accumulation and the methods based on Linear Fracture Mechanics were presented. The main regulamentar aspects in the European norm prEN1993-9, British norm BS5400 and American norm AASHTO are discussed, namely those related to the study of fatigue.

The methodologies of dynamic analysis were implemented and applied to the study of the Trezói railway bridge (the main application of the present dissertation) which is a three span metallic bridge located in “Linha da Beira Alta”. A finite element model was developed in the software SOLVIA for the passage of different types of trains currently in circulation in the Portuguese railway network and trains referred in EN1991-2. The information on the characteristics of the real vehicles that circulate on the bridge was supplied by REFER and CP. The bridge response was evaluated in terms of structural safety and passengers comfort.

Finally, a fatigue analysis based on the quantification of the damage was done through the damage accumulation method using software developed in MATLAB and ANSYS. The analysis was done for the passage of real trains and regulamentar fatigue trains.

The current fatigue damage of Trezói bridge and the expected residual life was assessed using the traffic mix prescribed in EN1991-2 and the real traffic scenarios. The fatigue assessment was also developed using Linear Fracture Mechanics methods and reliability techniques, namely the Paris Law and Monte Carlo simulation method. Again, MATLAB and ANSYS were used with success in this study that involved the simulation of a fatigue crack growth.