



## **PAVIMENTOS MISTOS MADEIRA-BETÃO – SOLUCAO PARA O REFORÇO E REABILITAÇÃO DE PAVIMENTOS DE MADEIRA**

**<sup>1</sup>Alfredo M. P. G. Dias** (alfgdias@dec.uc.pt), <sup>1</sup>

**<sup>1</sup>Universidade de Coimbra,**  
Departamento de Engenharia Civil, CICC

**RESUMO:** As soluções mistas madeira-betão são uma das soluções mais eficazes para o reforço e reabilitação de pavimentos de madeira, quer se trate construções novas ou antigas. Esta solução apresenta vantagens, estruturais e construtivas importantes. Neste artigo serão discutidas essas vantagens e inconvenientes nas várias vertentes relevantes em termos de construção, nomeadamente: isolamento acústico, comportamento dinâmico, deformabilidade, capacidade de redistribuição transversal de cargas e capacidade de carga. Esta discussão será baseada em resultados de estudos numéricos e ensaios experimentais em estruturas reais que têm sido levados a cabo nos últimos anos no Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Coimbra. Os resultados numéricos e experimentais serão apresentados e discutidos neste artigo. Estes permitem concluir sem margem para quaisquer dúvidas que quer em termos construtivos quer em termos estruturais esta solução apresenta vantagens significativas relativamente a soluções baseadas somente em madeira.

**Palavras Chave:** pavimentos de madeira, estruturas mistas madeira-betão, reabilitação, reforço.

## **COMPOSITE TIMBER-CONCRETE FLOORS – SOLUTION FOR THE STRENGTHENING AND RETROFITTING OF TIMBER FLOORS**

**ABSTRACT:** Timber - concrete composite solutions are one of the most effective solutions for the strengthening and retrofitting of wooden floors, both in modern or historic constructions. This solution has important advantages, not only structural but also constructive. This paper discusses these advantages and disadvantages in the various relevant aspects in terms of construction, including: acoustic insulation, dynamic behaviour, deformability, load carrying capacity and ability to distribute point loads in the transverse direction. The analysis and discussion will be based on results from numerical studies and experimental tests on real structures that have been undertaken in recent years in the Department of Civil Engineering, University of Coimbra. The numerical and experimental results are presented and discussed in the paper. The analysis clearly shows that either in constructive matters as well as in structural ones this solution has significant advantages over alternative solutions based on wood based products.

**Keywords:** timber floors, timber-concrete composite structures, retrofitting, strengthening

## **1. INTRODUÇÃO**

Os pavimentos tradicionais de madeira apresentam muitas vezes patologias significativas e maus funcionamentos que conduzem a condições inadequadas de uso e que em situações limite podem mesmo colocar em causa a segurança. Exemplos dessas patologias são por exemplo, deformações excessivas, vibrações e transmissão excessiva de ruído (Dias, Monteiro et al. 2013). Existem diversas abordagens possíveis para ultrapassar estes problemas, sendo que uma das mais utilizadas é a adição de uma camada de betão acima do piso de madeira existente. Geralmente, o sistema é concebido como uma estrutura mista, em que o elemento de betão está sujeito essencialmente a tensões de compressão, enquanto os elementos de madeira estão sujeitos essencialmente a tensões de tracção. Esta técnica tem várias vantagens, não só em termos de desempenho mecânico (por exemplo, deformações inferiores, maior capacidade de carga) mas também em termos de desempenho construtivo (por exemplo, transmissão mais baixo ruído, diminuir as vibrações) (Ceccotti 2002, Dias 2012).

Outra importante vantagem desta solução é o reforço da capacidade para distribuir as cargas concentradas na direção transversal à direção das vigas de madeira. Esta característica pode ser muito pertinente em certas situações, tais como, por exemplo, quando o piso suporta o peso próprio de paredes orientadas paralelamente às vigas de madeira, ou quando são aplicadas cargas pontuais, tais como, por exemplo, as rodas dos veículos em um tabuleiros de pontes. Na verdade, mesmo para camadas de betão relativamente finas podem ser esperadas distribuições de carga importantes, em relação à situação original em que as vigas de madeira e o solho de piso são os únicos elementos a conferir rigidez e resistência (Dias, Ferreira et al. 2011, Dias, Jorge et al. 2011).

Com exceção dos aspetos relacionados com a capacidade de carga e deformabilidade deste tipo de estruturas, existe pouca informação disponível na bibliografia. Esta falta de conhecimento é também reflectida nos regulamentos (ex: Eurocódigo 5 (CEN 2004, CEN 2004)) em que, a pouca informação que tem sobre aspetos específicos desta temática, está, essencialmente, relacionada com aspetos de resistência e rigidez das ligações.

## **2. CAPACIDADE DE CARGA E DEFORMABILIDADE**

Na reabilitação, o aumento da capacidade de carga e diminuição das deformações terão sido uma das primeiras motivações para o uso desta técnica de reforço e reabilitação. Estes dois aspetos estão diretamente relacionados com a verificação de requisitos de segurança (Estados limites últimos) e de uso (Estados limites de serviço).

Em relação ao pavimento de madeira, o pavimento misto madeira-betão apresenta melhor desempenho estrutural, traduzido por maior capacidade de carga, até 2 ou 3 vezes superior, e maior rigidez, até 3 ou 4 vezes superior. Apesar disso, o aumento do peso só por si constitui uma desvantagem pelo ligeiro aumento das cargas transmitidas ao resto da estrutura. Todavia, o maior peso próprio do pavimento é largamente compensado pelo respectivo aumento da capacidade de carga (Ceccotti 1995).

Verifica-se que a rigidez do elemento misto pode, em situações ótimas, até 4 vezes superior em relação à rigidez dos elementos isolados, madeira e betão tal como se mostra nos gráficos da Figura 1.