

Abstract

The past decades have seen a renewed interest in timber research related topics. As instance, timber engineering is not only confined to the design of new construction with innovative wood based products, but also an increasing awareness for the preservation of existing timber structures is visible in nowadays society. Therefore, arises the need for a better understanding of timber performance as a construction material aiming at a better safety assessment of existing timber structures and possible necessary actions to maintain its integrity.

It is important to provide methods and tools to assess the safety level of existing timber structures by describing and evaluating each of its components. However, timber is a rather complex material and its mechanical properties present large variation within and between elements of the same structure. In that scope, this work was proposed regarding the assessment of existing timber elements with the purpose of establishing a methodology for structural safety evaluation. To that aim, initially a multi-scale experimental campaign was made regarding 20 timber chestnut (*Castanea sativa* Mill.) beams taken from an old building's floor. After, the database resulting from that experimental campaign allowed for the correlation between mechanical properties of timber between and within elements and in different size scales.

In a second phase, the results of non-destructive tests and local mechanical sampling are used to predict and infer about reference key properties of timber. The results of visual grading and local bending tests were used to predict the global stiffness of a structural size element. Random sampling was also taken into account in the prediction models. Moreover, the use of Bayesian methods was considered to update the mechanical properties of timber based on non-destructive tests and different levels of belief. Posterior distributions for bending stiffness and strength were also obtained, through use of Bayesian Probabilistic Networks with different combinations of prior information. The proposed networks consider information from different size scales and results from different types of tests. Example cases were considered to illustrate the different methods and to demonstrate their applicability and value in the context of safety evaluation.

The main outcomes of the present work are related to the prediction and inference of reference properties of timber, using a hierarchical model that combines information from visual grading and non-destructive testing with local mechanic testing information, attending to possible onsite conditions and available data.

The work presented in this thesis was carried out at the Civil Engineering Department of University of Minho, Portugal.

Resumo

As últimas décadas presenciaram um interesse renovado da investigação em diversas áreas da construção em madeira. Por exemplo, em engenharia, a investigação não é restrita à construção nova recorrendo aos mais recentes derivados de madeira, como também se verifica na sociedade atual uma crescente consciencialização para a preservação de estruturas existentes em madeira. Assim, surge a necessidade de uma melhor compreensão do desempenho da madeira como material de construção, visando uma melhor avaliação de segurança das estruturas existentes para uma adequada previsão das conseqüentes ações de manutenção necessárias à sua integridade estrutural.

Dessa forma, é de extrema importância disponibilizar métodos e ferramentas que permitam aferir o nível de segurança de estruturas existentes em madeira através da avaliação de cada componente. No entanto, a madeira é um material complexo, cujas propriedades apresentam grande variabilidade tanto entre elementos como ao nível do próprio elemento. Nesse âmbito, este trabalho foi proposto para definir uma metodologia de avaliação de segurança para estruturas existentes de madeira. Inicialmente, apresenta-se uma campanha experimental com base em 20 vigas de piso em castanho (*Castanea sativa* Mill.) retiradas de um edifício antigo em remodelação. Posteriormente, a base de dados obtida nessa campanha experimental permitiu a realização de correlações entre diversas propriedades mecânicas da madeira entre elementos e em diferentes escalas dimensionais.

Numa fase seguinte, os resultados de ensaios não destrutivos e de testes a pequenas amostras são utilizados na previsão e inferência de propriedades de referência da madeira. Os resultados de classificação visual e de ensaios de flexão localizados são utilizados na previsão do módulo de elasticidade de um elemento estrutural. Os modelos de previsão consideram também a amostragem aleatória de dados. Para além disso, foram considerados métodos Bayesianos na atualização das propriedades mecânicas, através de informação de ensaios não destrutivos com diferentes níveis de confiança. A utilização de redes probabilísticas Bayesianas permitiu também a obtenção de distribuições posteriores para a resistência e rigidez à flexão considerando diferentes combinações de informação. As redes propostas consideram informação proveniente de diferentes escalas dimensionais e de resultados de ensaios. Os diferentes métodos são apresentados através de exemplos por forma a evidenciar a sua potencialidade de uso no contexto da verificação de segurança.

Os principais resultados deste trabalho são a previsão e inferência de propriedades de referência de madeira, utilizando para esse efeito um modelo hierárquico que combina classificação visual e ensaios não-destrutivos com informação de ensaios mecânicos, atendendo a possíveis dados disponíveis e condições no local da estrutura.

O presente trabalho foi realizado no Departamento de Engenharia Civil da Universidade do Minho, Portugal.