

ABSTRACT

The work presented in this thesis was developed at the Department of Civil Engineering of University of Minho. This work is eminently experimental and intends to be a valuable contribution to a better insight on the mechanics of stone masonry.

In order to improve the knowledge on the mechanical properties of granite, the constitutive behavior of distinct granite types under tensile and compressive loading was successfully obtained through a set of experimental tests associated to suitable displacement control. Afterwards, elastic and fracture properties were derived and statistical correlations among these parameters were obtained. The selection of different types of granitic rocks made possible the analysis of the influence of some microstructural aspects, such as grain size and internal texture on the large range of elastic and fracture properties. Other aspects that can explain the variation of the tensile and compressive engineering properties, like weathering state, moisture content and physical properties were also investigated. The possibility of predicting the mechanical and physical properties of the granites by simple and economical nondestructive techniques, such as the ultrasonic pulse velocity (UPV) and the Schmidt hammer rebound number (N) was studied. A set of statistical correlations between the elastic and strength properties and the experimental data obtained through nondestructive techniques were defined. Moreover, a discussion of the factors (moisture content, weathering state and internal texture) that possibly induce variations on the velocity measurements and on the rebound number was performed.

The characterization of the composite behavior of masonry materials used in the construction of the stone masonry walls was carried out by means of a set of direct shear tests conducted on dry and mortared masonry joints and of uniaxial compressive tests conducted on masonry prisms. Besides the shear and compressive strength properties, results of the influence of the bond material on the overall compressive behavior were presented.

The analysis of the mechanical shear behavior of granitic masonry walls, considered representative of ancient masonry constructions, was carried out based on the experimental results of twenty-four static cyclic tests. The influence of the masonry bond and the axial load levels was analyzed by considering different masonry bonds and distinct levels of axial load. The analysis of the lateral cyclic performance of stone masonry walls was based on the results of the failure patterns and the force-displacement hysteresis loops. From this information, it was possible to carry out a comparative analysis of the distinct types of walls in terms of ductility, nonlinear deformability and energy dissipation capacity. In addition, the lateral resistance was assessed by using simplified formulations for prediction of the shear strength of masonry walls under combined axial and shear loads.

RESUMO

O trabalho apresentado nesta tese foi desenvolvido no departamento de Engenharia Civil da Universidade do Minho. Este trabalho é eminentemente experimental e pretende ser uma contribuição para uma melhor compreensão do comportamento mecânico da alvenaria de pedra.

Com o objectivo de melhorar o conhecimento das propriedades do granito, o comportamento constitutivo de diferentes tipos de granito foi obtido com sucesso através de um conjunto de ensaios experimentais realizados em controlo de deslocamento e com selecção da variável de controlo adequada. Os resultados destes ensaios permitiram determinar as propriedades elásticas e os parâmetros de fractura, obtendo-se posteriormente um conjunto de correlações estatísticas entre os mesmos que possibilitou uma melhor clarificação da gama de variação das propriedades. A selecção de diferentes tipos de granito permitiu a análise da influência de alguns aspectos micro-estruturais, como por exemplo a dimensão do grão e textura interna na diversidade das propriedades elásticas e de fractura. Foram também considerados aspectos como estado de alteração, humidade e propriedades físicas. A possibilidade de estimar as propriedades dos granitos através de técnicas não destrutivas económicas e de simples utilização foi analisada com base em medições da velocidade de propagação dos ultrassons e os valores de recuo de martelo de Schimdt. Para o efeito, foi estabelecido um conjunto de correlações estatísticas entre o módulo de elasticidade e a resistência à tracção e compressão e os valores obtidos nos ensaios não destrutivos. Adicionalmente, foram estudados os factores que potencialmente podem afectar as medidas dos ensaios não destrutivos, nomeadamente humidade, estado de alteração e anisotropia.

A caracterização do comportamento compósito dos materiais usados na construção das paredes de alvenaria de pedra foi realizada através de um conjunto de ensaio de corte directo realizados em juntas de alvenaria seca e argamassada e de um conjunto de ensaios de compressão uniaxial conduzidos em prismas de alvenaria. Para além das propriedades resistentes de corte e compressão, foram também apresentados os resultados da influência do tipo de material das juntas no comportamento global à compressão.

A análise do comportamento mecânico das paredes de alvenaria de granito, consideradas representativas de estruturas antigas de alvenaria, foi efectuada com base nos resultados experimentais de vinte e quatro ensaios estáticos cíclicos. A influência do aparelho e do nível de esforço axial foi analisada através da consideração de diferentes tipos de aparelho e pela variação do nível de esforço axial. A análise do desempenho cíclico das paredes de alvenaria foi realizada a partir da informação combinada dos modos de rotura e dos diagramas força-deslocamento. Através desta informação foi possível estabelecer uma análise comparativa entre os diferentes tipos de paredes em termos de ductilidade, capacidade de deformação não linear e capacidade para dissipar energia durante o carregamento cíclico. Além disso, os valores da resistência lateral obtidos experimentalmente foram comparados com os valores obtidos por aplicação de métodos analíticos simplificados.