

Os objectivos essenciais deste trabalho são estabelecer critérios de projecto que visem a redução do impacto ambiental das construções de habitação em Portugal, através da optimização do peso das soluções construtivas, desde a escolha dos materiais até às opções arquitectónicas. Espera-se que possa constituir uma base de dados útil a todos os protagonistas da construção, na escolha de materiais e sistemas construtivos. Este estudo dividiu-se em sete capítulos, sendo o 1º a introdução e os objectivos já referidos, o 7º as conclusões. Os restantes são descritos seguidamente.

O 2º capítulo dá uma perspectiva energética das actividades ligadas à construção. É feita uma breve caracterização das fontes de energia disponíveis e da satisfação das necessidades energéticas ao longo da história, com especial incidência nas mudanças ocorridas nos últimos dois séculos. As consequências ambientais negativas decorrentes da exploração dos recursos naturais e da utilização de combustíveis fósseis comprometem o desenvolvimento sustentável, pelo que todas as contribuições para a redução ou reconversão dos consumos energéticos podem ser consideradas pertinentes. Desta forma discriminam-se todos os aspectos ligados aos impactos energéticos e materiais dos edifícios e seus componentes, que possam ser passíveis de redução, para que se possa intervir a nível de projecto.

O 3º capítulo pretende caracterizar o estado da arte, apresentando um enquadramento histórico aos modos de habitar e sistemas construtivos. É feita uma especial incidência nas fachadas e coberturas, que se apresentam sob o termo mais lato de pele exterior, e os diferentes entendimentos que a sua materialização tem tido, não só ao longo da história, mas também na diferente adequação aos climas e culturas. É referido especificamente o caso de Portugal e das suas habitações tradicionais.

Nos 4º e 5º capítulos faz-se a caracterização dos materiais de construção e sistemas construtivos de fachada, com uma maior incidência nas propriedades com implicações energéticas e ambientais. As questões higrotérmicas são aquelas mais detalhadamente desenvolvidas, nomeadamente pela influência da posição e características das diversas camadas na composição das fachadas.

No 6º capítulo, que constitui a essência deste trabalho, pretende demonstrar-se que a redução do peso dos materiais de construção e dos sistemas construtivos pode ter uma grande influência na construção de edifícios mais sustentáveis, se se puderem salvaguardar o desempenho higrotérmico, acústico e de iluminação natural, sem esquecer os aspectos de segurança (estrutural e resistência ao fogo) e os aspectos estéticos. Para isso foram construídas e instrumentadas duas Células de Teste, denominadas de Célula de Edifício Teste Proposta (CET 1) e Célula de Edifício Teste Convencional (CET 2), ambas com sistemas de ganho solar térmico passivo orientado a Sul, indirecto na CET 1 e directo na CET 2. Foi realizada uma terceira Célula, muito isolada e sem massa térmica, localizada entre as duas células referidas anteriormente. Esta serviu para ensaio dum sistema de armazenamento térmico não convencional, com óleo de côco. Na CET 1 foi utilizada iluminação natural Norte, devido à estratégia de ganhos térmicos solares passivos indirectos. Nesta CET foi testado um sistema de peso misto, com utilização de materiais leves na envolvente e um núcleo pesado, com paredes em adobe, estrutura e lajes alveolares em betão. Possibilita-se assim proteger os materiais pesados e estruturais, mais difíceis de substituir, muito especialmente quando não suportam tão bem a exposição às condições atmosféricas, como o caso das paredes de adobe propostas, assumindo que os materiais da envolvente exterior leve são mais fáceis de renovar periodicamente, tendo também uma menor energia incorporada e custo de construção. Pretendeu-se nesta CET avaliar a viabilidade da compartimentação dos espaços interiores, através da criação de zonas de características higrotérmicas distintas: maior inércia para o núcleo pesado - destinado à zona de dormir do quarto e de estar da sala, menor inércia nos restantes compartimentos - de trabalho, com utilização essencialmente diurna. A CET 2 simula uma construção de habitação convencional, com um sistema construtivo porticado de betão armado, lajes aligeiradas de piso e tecto e parede dupla exterior em tijolo vazado. Da análise dos resultados obtidos nos ensaios efectuados, demonstra-se que a solução proposta permite uma redução substancial da energia incorporada, ainda que os consumos energéticos de utilização, avaliados em termos de necessidades de aquecimento, não tenham chegado a um valor igual ao da célula convencional, ainda que por uma pequena diferença, devido à grande área de envidraçado, que permitiu contudo um melhor desempenho de iluminação natural. O desempenho da CET 1 poderia ser facilmente melhorado, caso se optasse por duplicar a fachada Norte, aumentando o isolamento nesta fachada. Desta forma reduzia-se a transmissão luminosa, mas mantinha-se ainda dentro dum parâmetro de conforto superior à CET 2 e com valores de custo energético de construção ainda muito inferiores. Este estudo será um possível desenvolvimento futuro deste trabalho. O desempenho em termos de necessidades de arrefecimento foi mais favorável na CET 1.

ABSTRACT

The main targets of this work are the establishment of project criteria to reduce the environmental impact of constructions by a weight reduction of the constructive solutions. This can be achieved by a correct selection of materials and architectural options, oriented mainly for the Portuguese case. It is hoped that this study can constitute a data basis for all the construction protagonists in the selection of materials and constructive systems. The thesis is divided in six chapters, the 1st being the introduction and objectives already referred, the 7th are the conclusions, and the others are as following described.

The 2nd chapter presents an energetic perspective of the activities connected with construction, in order to justify the pertinence of this work. It's made a brief characterization of the available energy sources and the satisfaction of the energetic necessities throughout history, with special incidence in the changes occurred in the past two centuries. The environmental negative consequences from the depletion of the natural resources and the use of fossil fuels jeopardize the sustainable development. These are the main reasons why all the contributions for the reduction of energy consumptions are pertinent. The material and energy consumption aspects of buildings that are pasible of reduction are described, in order to be considered at a project level.

The 3^d chapter presents the state-of-the-art, with an historical approach to the inhabiting ways and constructive systems. A special incidence is made to the façades and coverings, called over the more generic term "outer skin", and the different understandings that this concept and its materialization have had, not only in time, but also in the adjustment for different climates and cultures. A special incidence is made to the case of Portugal and its traditional housing constructions.

In the 4th and 5th chapters are made the characterization of the façade technologies, with an approach to the properties related with energy and environment. The higrothermal questions are developed in detail, by the influence of the position and characteristics of the different layers in the composition of the façades.

The 6th chapter, that constitutes the essence of this work, demonstrates that the reduction of the weight of the construction systems and materials can have a great influence on achieving more sustainable buildings. But this should be done safeguarding the higrothermal, acoustic and natural illumination performance, without forgetting the security (structural and fire resistance) and aesthetical aspects. For this research two Test Cells were constructed and monitored, denominated Proposed Building Test Cell (CET1) and Conventional Building Test Cell (CET2), both with passive solar systems thermal gaining systems oriented to South, indirect in CET 1 and direct in CET2. Located between the two referred CETs were made a third Test Cell. This is a highly insulated Cell, used to evaluate the thermal storage capacity of a Phase Change Material system - coconut oil. CET 1 is a mixed weight building system, using lightweight materials in the envelope and heavyweight materials in an interior nucleus made with adobe walls, steel reinforced concrete structure and alveolar pavements. The lightweight outer skin protects the heavy materials and structure, more difficult to replace, specially when they do not have durability under exterior exposure, as it is the case of the adobe walls proposed. The periodic renovation of a lightweight façade is easier and it also has reduced primary energy consumption and economical cost. The evaluation of a zoning strategy of the interior spaces was also made, defining different thermal characteristics: greater inertia for the sleeping zone of the bedroom and livingroom and minor inertia in the remaining compartments - essentially of working in diurnal use. On CET 1 is proposed natural illumination from the North façade, because of the indirect gain strategy for thermal gains the closes South façade. CET 2 simulates a conventional construction, made with a reinforced concrete reticular structural system, pot and slab concrete pavement and ceiling and exterior double hollow brick walls. From the analysis of the Test Cell rehearsals conducted, was demonstrated that the proposed solution allows a significant reduction of the primary energy consumption. The energetic needs in terms of heating necessities in Winter were not as good in CET 1 as in CET 2, by a small difference due to the North façade glass area that allowed to improve the performance of natural illumination. These values could be easily equaled, if this façade would be doubled, increasing its thermal insulation. This study can be a further development of this work. The refrigeration necessities were favorable to CET 1.