

THERMAL INERTIA WALLS IN PORTUGUESE TRADITIONAL ROCK FOR PASSIVE SOLAR HEATING OF BUILDINGS

Luís Araújo – luis21@sapo.pt

Manuela Almeida – malmeida@civil.uminho.pt

University of Minho, Civil Engineering Department
Campus de Azurém, 4800-050 Guimarães, Portugal

Resumo. *A situação de Portugal é conhecida como de extrema dependência das energias fósseis, com as fraquezas próprias de tal situação. Neste contexto e tendo em conta o peso crescente do consumo de energia doméstica no total nacional em especial para o aquecimento dos edifícios, torna-se premente começar a equacionar, seriamente, o aumento do uso doméstico da energia solar.*

Impõe-se que uma nova abordagem da questão do aproveitamento da energia solar, deva ser feita do ponto de vista da construção do edifício ou seja do uso passivo da energia solar. Mais ainda, propõe-se, neste estudo, uma abordagem da energia solar passiva do ponto de vista da utilização de materiais nacionais tradicionais como as rochas de granito, xisto ou calcário, procurando simultaneamente um aumento da inércia térmica dos edifícios, e o retorno a valores tradicionais da nossa arquitectura, tornando-a mais sustentável quer do ponto de vista energético quer do ponto de vista construtivo. Um maior uso da madeira e a aplicação da cortiça no isolamento, como materiais renováveis em substituição do alumínio e do poliestireno.

Procura-se demonstrar, por comparação com os edifícios onde foi usado o betão, como se comportariam esses mesmos edifícios se, em vez do betão, fossem aplicadas as rochas tradicionais e como adaptar os modelos arquitectónicos solares à arquitectura portuguesa, originando uma arquitectura solar passiva, capaz de conter em si valores da arquitectura tradicional e usando materiais tradicionais renováveis, recicláveis e reutilizáveis. O estudo foi feito com recurso a um modelo de simulação informática.

Palavras-chave: *aquecimento solar passivo de edifícios, arquitectura tradicional, pedra na construção, paredes de elevada inércia térmica, simulação computadorizada de modelos.*

Abstract. *It is known that Portugal is extremely dependent on fossil energy creating well-known weaknesses. In this context, and taking into account that residential buildings strongly contribute for the total energy consumption of the country, it becomes strictly required to seriously contribute for the use of solar energy in Portuguese homes. However, it is important that new approaches are considered in the design and choice of materials in construction in order to take advantage of solar energy. Furthermore, in this study it is proposed a passive approach to solar energy, through the use of traditional native materials such as granite, schist, or limestone, targeting simultaneously the increase of thermal inertia of buildings and the coming-back to the conventional values of traditional architecture, making it sustainable both energetically, as well as from the construction point of view. It is also suggested to increase the use of recyclable materials such as wood and cork, replacing non-ecological materials such as aluminium and polystyrene.*

This work tries to demonstrate how similar buildings would behave if, instead of concrete, traditional rocks were used, and how to adapt architectural models to traditional architecture in order to develop a passive solar architecture, which shall be able of containing traditional architecture itself, and shall also make use of renewable, recyclable, and reusable traditional materials.

The study was performed with the support of a computing simulation model.

Keywords: *passive solar heating of buildings, traditional architecture, rock in construction, high thermal inertia walls, computing simulation model.*

1. INTRODUÇÃO

Pretende-se, ao orientar um estudo nesta direcção, tratar dois problemas: por um lado o facto de o consumo doméstico de energia ter aumentado muito nos últimos anos em Portugal, tal como em todo o sul da Europa. Este facto, tende a agravar-se, tanto no sector doméstico como no dos serviços, devido, em grande parte, às cada vez maiores exigências em termos de climatização dos espaços interiores. O segundo problema tem a ver com a cada vez maior destruição do património arquitectónico tradicional, pelo crescente adoptar de um estilo único, ditado muitas vezes por materiais e processos construtivos normalizados e modelos de construção importados.

Estes factores levantam problemas crescentes na preservação de paisagens arquitectónicas rurais, centros urbanos históricos e espaços construídos em geral. Neste trabalho propõe-se o desafio de incorporar novas tecnologias de aproveitamento passivo da energia solar nas habitações, sem as descaracterizar arquitectonicamente e mantendo o uso de materiais tradicionais e ecológicos portugueses como a pedra, a madeira e a cortiça.

Paralelamente a este facto, a União Europeia aponta no “Livro Branco das Energias Renováveis” uma meta ambiciosa em termos do aproveitamento da energia solar passiva que deverá crescer de 0 para 406.977 GWht até 2010.



Figura 1 – Edifícios solares têm imagem pouco tradicional e de difícil integração.

A realidade porém é que a maior parte dos edifícios que se constroem actualmente aparecem como elementos estranhos à paisagem construída e os seus modelos aparecem pouco atractivos a clientes e construtores, que assim os evitam (Figura 1).

São edifícios que apelam muito às grandes superfícies vidradas, e às altas tecnologias, muitas vezes, fora do alcance dos técnicos locais e cujos custos de conservação e manutenção assustam e afastam os consumidores/utilizadores.



Figura 2 – Arquitectura descaracterizada com acrescento de elementos solares.

Mesmo quando se procura integrar elementos de captação da energia solar em edifícios existentes, estes surgem como elementos justapostos, desintegrados da imagem global do edifício, quer na forma, quer nos materiais (Figura 2). Desvirtuam muitas vezes os próprios modelos arquitectónicos tornando difícil a sua integração harmoniosa em centros Históricos, zonas rurais ou onde, em geral, se pretende preservar a paisagem construída.

Tudo isto tem sido um importante entrave à rápida difusão destas tecnologias, atrasando em geral a implementação e aceitação da energia solar nas habitações em Portugal e um pouco em todo o espaço Mediterrânico.

2. AS REFERÊNCIAS

O aproveitamento da energia solar nos edifícios é algo que há muitos séculos é comum na construção tradicional portuguesa, estando presente em diversos edifícios, principalmente, embora não exclusivamente, em edifícios na zona rural.



Figura 3 – Casas tradicionais com paredes em xisto ou pintadas de negro.

Na realidade, um breve olhar por alguns exemplos da arquitectura tradicional, permite sem dificuldade encontrar e identificar, nas suas formas e materiais, os elementos de captação solar pretendidos, com a devida transformação e sem a actual descaracterização (Figura 3). As paredes com painéis pintados de negro ou em pedras mais escuras aparecem um pouco por toda a arquitectura vernácula portuguesa de Norte a Sul do país.



Figura 4 – Sequeiros, destinados e secar cereal com a energia do Sol.

Os sequeiros do Minho (Figura 4) são outro exemplo de uma Arquitectura com aproveitamento passivo da energia solar com fins agrícolas perfeitamente integrada na paisagem natural e construída.



Figura 5 – A importância do factor solar na distribuição das varandas abertas ou envidraçadas.

As varandas envidraçadas (Figura 5) são ainda outro exemplo de como a arquitectura de raiz tradicional contém em si elementos de captação passiva da energia solar.

Estes elementos da construção, que se tornaram envidraçados a partir do século XIX, aproveitam o efeito de estufa para aumentar o rendimento térmico das habitações.

Pode-se observar também na Figura 5 que as varandas aparecem apenas nas fachadas que possuem melhor orientação solar (a Sul) sendo praticamente inexistentes nas outras, ou então, apresentando uma tipologia completamente diferente.

3. A PROPOSTA

Definiu-se como objectivo deste trabalho, provar que é possível um aproveitamento eficaz da energia solar passiva em edifícios, usando materiais tradicionais, numa arquitectura também ela de imagem tradicional, recorrendo ao uso da pedra, material privilegiado da construção do norte de Portugal, nomeadamente o granito e o xisto (Figura 6). Nestas situações, as técnicas de construção usadas são simples e amplamente dominadas por uma maioria de artesãos locais para além de possuírem uma manutenção fácil e económica.



Figura 6 – Núcleos urbanos e rurais com a imagem tradicional da sua arquitectura.

Trata-se, na essência, de obter uma construção sustentável, quer do ponto de vista económico e da mão-de-obra empregue, quer do ponto de vista arquitectónico e paisagístico (Figura 6), integrando sistemas de aproveitamento solar passivo com paredes de captação e acumulação de calor em pedra tradicional. Poder-se-á, pois, a partir destes elementos em pedra tradicional, criar edifícios que, cumprindo os padrões de conforto actual, mantenham as características gerais da arquitectura local e regional, integrando simultaneamente características de captação passiva da energia solar.

Neste trabalho, partindo de elementos da arquitectura tradicional como os mostrados nas Figuras 7 a 9, fazem-se propostas de adequação/transição/adaptação destes elementos, de modo a tirar o máximo partido da energia solar disponível sem, contudo, alterar drasticamente a leitura arquitectónica do edifício.



Figura 7 – Elementos de parede em pedra tradicional com características de captação e armazenamento passivo da energia solar.

Da observação da Figura 7, pode concluir-se que certas paredes, construídas em alvenarias de pedra próprias de cada região, como o granito ou o xisto, devidamente escolhidas tendo em conta a sua área e orientação, poderiam funcionar como elementos de captação da energia solar, armazenando-a em paredes de elevada inércia térmica. Tendo em conta a fachada mostrada nesta figura, a proposta seria criar paredes formadas por um muro de alvenaria em pedra, com cerca de 30 cm de espessura, envidraçado pelo exterior com um vidro duplo, como também aí representado. Necessariamente, de modo a precaver os sobreaquecimentos de Verão, estas paredes exigem um elemento sombreador que se propõe que seja em madeira, de preferência da cor da respectiva pedra de modo a reduzir o impacto visual.

Os parapeitos das janelas são também outros elementos com possibilidade de serem transformados. As janelas tradicionais possuem muitas vezes uma única pedra como parapeito (Figura 8).

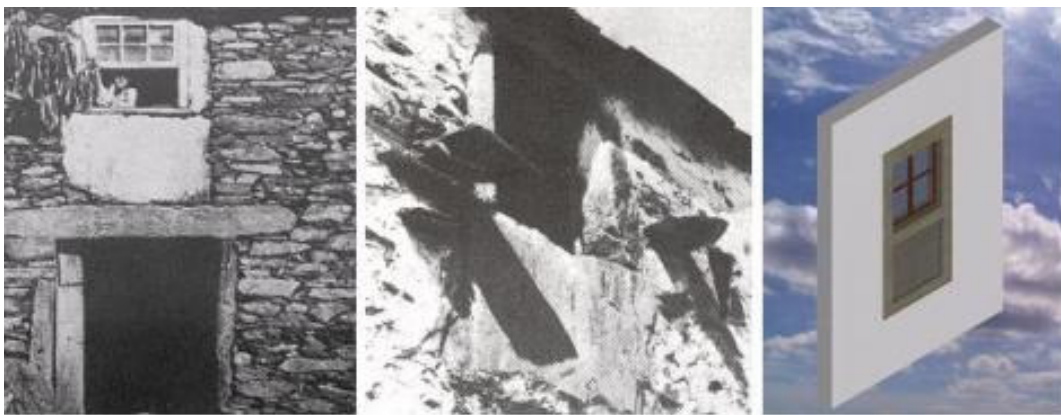


Figura 8 – Janelas com parapeito em pedra tradicional com características de captação e armazenamento passivo da energia solar.

A proposta deste trabalho seria associar a este elemento construtivo o factor arquitectónico que preserva com a possibilidade de, mediante a colocação de um envidraçado, para tirar partido do efeito de estufa, acumular o calor proveniente da radiação solar, funcionando de modo semelhante ao de uma parede de armazenamento térmico.

As varandas são elementos arquitectónicos que reflectem para o exterior a vida familiar, existindo em grande número e variedade de norte a sul do País.

Orientadas de modo a receberem maior insolação no Inverno e abrigadas dos ventos, apresentam geralmente grandes dimensões, constituindo, na construção tradicional, corredores que ligam a entrada da casa aos quartos.

A vulgarização das varandas encaixilhadas e envidraçadas remonta ao século XIX e o envidraçado reflecte geralmente à boa situação económica dos seus proprietários.

A proposta deste trabalho vai no sentido de adaptar e transformar estas varandas, de modo que as paredes do fundo funcionem como elementos de captação e acumulação da energia solar (Figura 9).



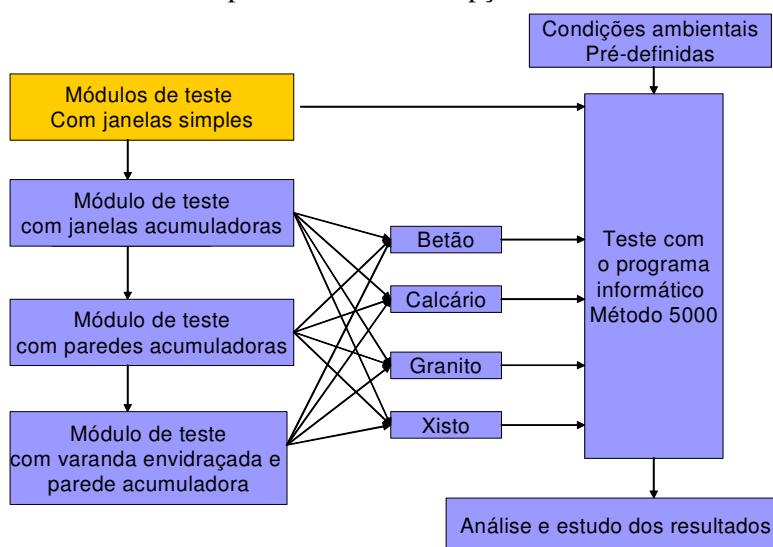
Figura 9 – Varandas envidraçadas com parede solar de fundo em pedra tradicional.

4. A METODOLOGIA DE TRABALHO

De acordo com o que foi exposto anteriormente procedeu-se à concepção de módulos de teste de acordo com o organigrama apresentado na Figura 10, de modo a se proceder à avaliação de três soluções: parapeito acumulador (Figura 14), parede de armazenamento térmico (Figura 16) e varanda fechada envidraçada (Figura 18).

O estudo foi feito para três tipos de pedra (granito, xisto e calcário) procedendo-se, sempre, a uma comparação de referência com o comportamento das mesmas soluções com a utilização do betão.

Figura 10 – Organigrama da metodologia de trabalho.

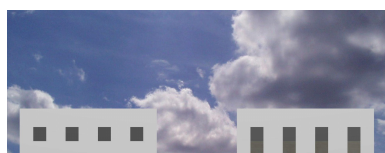


Fez-se, igualmente um estudo para avaliar o montante da contribuição solar no total da energia necessária ao módulo dos três tipos de soluções comparadas com as soluções tradicionais.

5. TESTES EM MÓDULOS VIRTUAIS E ANÁLISE DOS RESULTADOS

5.1. Módulos 1 e 2 com parapeitos acumuladores

De acordo com a metodologia proposta, se se analisar comparativamente os resultados dos testes do modelo tradicional com o das janelas com parapeito de captação solar (Figura 11), podem-se observar os resultados mostrados na Figura 12. No modelo com janelas simples, observa-se que os ganhos térmicos de origem solar têm um peso de 34% no total da energia necessária para manter o espaço dentro da temperatura de conforto de 18° C.



Primeiro par de Módulos

1 – Módulo com janelas simples e construção tradicional em alvenaria de tijolo e isolamento

2 – Módulo com janelas com o parapeito de captação solar em pedra

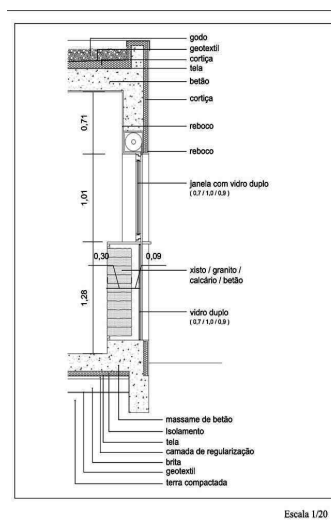


Figura 11 – Dois módulos de teste, um com janelas simples e o outro com as janelas propostas com parapeito de captação solar.

Com a pedra de xisto foi obtido o melhor resultado, mais 6% de ganhos do que com o betão. O granito teve um comportamento similar ao do betão, com menos 1%. O calcário registou um comportamento pior, com menos 4% de ganhos térmicos do que o betão. Esta solução simples praticamente não altera esteticamente a imagem do módulo com quatro janelas, nem altera a superfície envidraçada em contacto directo com o interior. Permite, no entanto, otimizar os ganhos em cada uma das janelas até cerca de 30%, possibilitando, ao longo da estação fria, uma poupança substancial de energia no aquecimento do módulo testado.

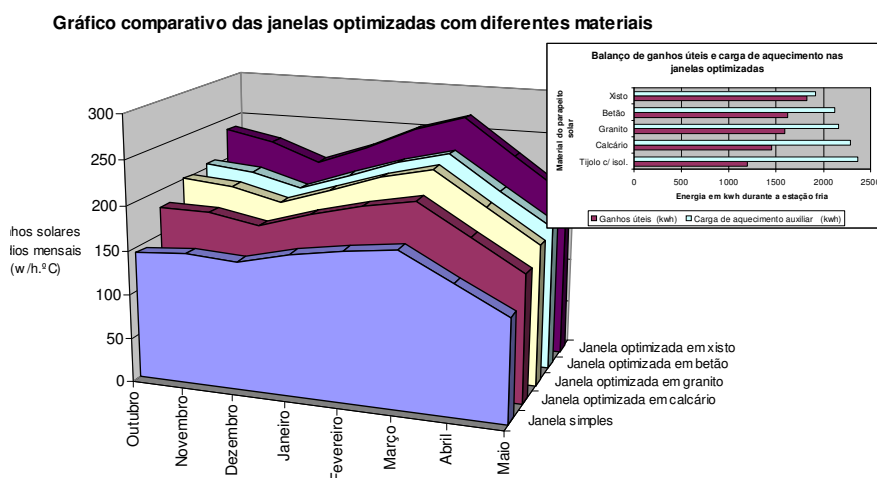


Figura 12 –Ganhos solares úteis consoante a pedra usada, ao longo da estação fria.

5.2. Módulos 1 e 3 com paredes acumuladoras

Na análise do resultado dos testes efectuados ao módulo com paredes acumuladoras solares (Figura 13), pode-se constatar um aumento substancial do rendimento do mesmo em relação ao modelo de comparação. Neste, a energia solar pode contribuir com cerca de 34% da energia total anual consumida pelo espaço, enquanto que se no mesmo forem colocadas cerca de 9 m² de paredes Trombe orientadas a Sul, o contributo solar passará para 53%, se o material usado for o betão.

Comparando agora o mesmo modelo mas com diferentes tipos de pedra em vez do betão, observam-se os valores apresentados na Figura 14.

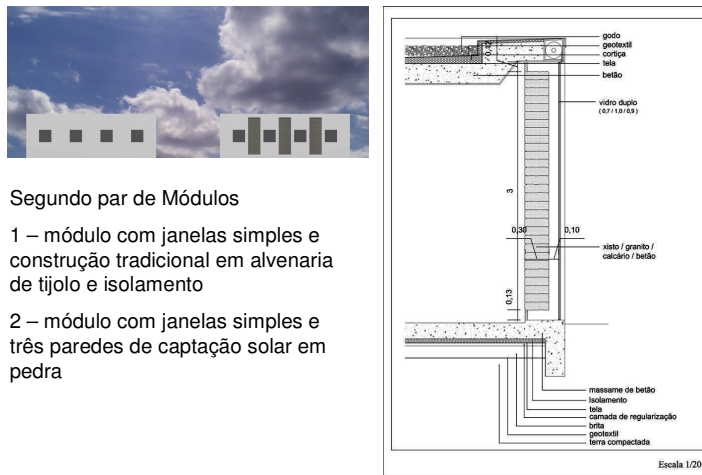


Figura 13 – Dois módulos de teste, um com janelas simples e o outro com janelas simples e paredes de captação solar.

Comparando os resultados dos testes efectuados pode-se observar-se que para a parede em Calcário, a percentagem de contributo solar para o aquecimento interior do módulo de teste seria de 44%, inferior à do betão em cerca de 9%. Para a parede em Granito, passa-se para os 51 %, ou seja, praticamente igual ao do betão, apenas 2% inferior. Para o Xisto, este contributo solar passa a ser de 65% do total da energia necessária ao módulo, durante a estação fria. No caso do Xisto observa-se uma clara melhoria em relação ao betão, em cerca de 12%, baixando significativamente o consumo de energia.

Gráfico comparativo do comportamento das paredes acumuladoras térmicas com diferentes materiais

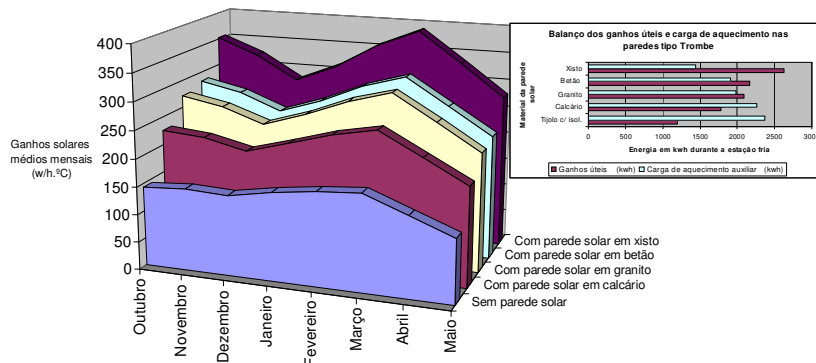
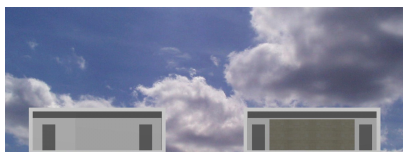


Figura 14 – Ganhos solares úteis para os diferentes tipos de pedra ao longo da estação de aquecimento.

5.3. Módulos 4 e 5 com varanda envidraçada e parede acumuladora

De acordo com o estabelecido, procedeu-se à comparação entre o módulo 5 de varanda envidraçada (Figura16) com o módulo 4 tradicional com uma varanda aberta que é o estereótipo da tipologia actualmente mais utilizado na construção em Portugal. Optando-se por encerrar esta varanda com um envidraçado de vidro duplo, sem caixilho, obter-se-iam, com a varanda voltada a Sul, ganhos térmicos substanciais devido ao efeito de estufa (Figura 17).



Terceiro par de Módulos

1- varanda aberta com paredes de alvenaria de tijolo isoladas.

2 - varanda envidraçada (vulgarmente conhecida por marquise) com paredes de acumulação térmica em pedra no seu interior.

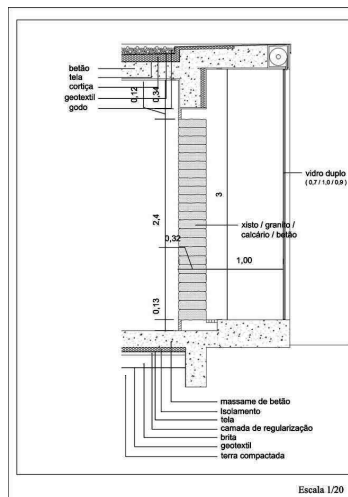


Figura 16 – Dois módulos de teste, um com uma varanda aberta e o outro com uma varanda envidraçada com parede de captação solar em pedra.

Para o módulo com varandas abertas e 4 m² de envidraçados a Sul, registou-se que os ganhos solares úteis cobririam apenas cerca de 22% das necessidades totais de aquecimento durante a estação fria (Outubro a Maio). Se a mesma varanda for envidraçada com vidro duplo e nela colocada uma parede de massa térmica de 16,5 m² de superfície e 0,30 m de espessura, obter-se-ia um aumento de ganhos solares que permitiria passar, consoante o material utilizado nessa parede acumuladora, para um grau de cobertura, em termos energéticos, da ordem das percentagens seguidamente expressas: parede em Calcário – 65%, parede de Betão – 71%, parede de Granito – 73%, parede de Xisto – 73% (Figura17).

Gráfico comparativo do comportamento térmico das varandas envidraçadas com paredes de massa em diferentes materiais

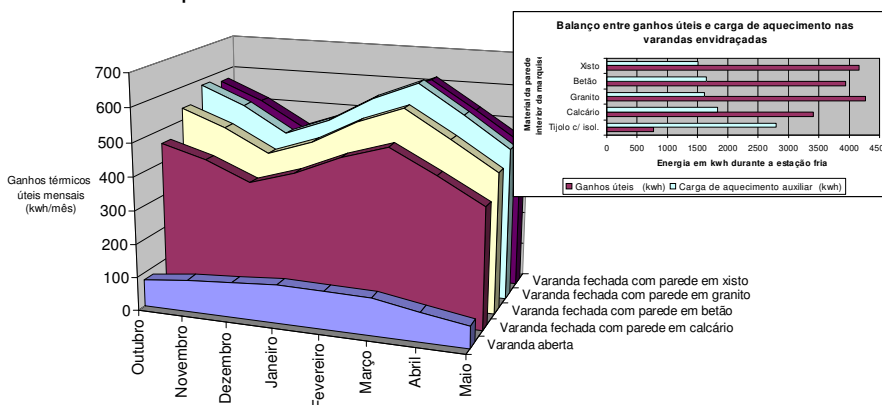


Figura 17 – Gráfico dos ganhos solares úteis nas varandas para os diferentes tipos de pedra na parede acumuladora, ao longo do da estação de aquecimento.

Pode pois constatar-se, que ao fechar uma varanda, se regista um aumento muito significativo do contributo da energia térmica de origem solar, de cerca de 200%.

Verifica-se também que, contrariamente ao que aconteceu nos módulos de teste com paredes acumuladoras do tipo Trombe, não é muito significativa a diferença entre os ganhos obtidos com os diferentes tipos de rocha e com o betão. O diferencial, entre o material de pior comportamento em termos de ganhos solares (calcário) e o de melhor comportamento (granito), é de apenas 8 % da energia total consumida.

6. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos no presente estudo, permitem concluir que a aplicação de rochas, tradicionalmente utilizadas na construção em Portugal, na execução edifícios solares passivos, é possível, podendo os mesmos apresentar comportamentos muito interessantes do ponto de vista da manutenção do seu conforto interno.

Demonstrou-se que a elevada inércia térmica das rochas é um factor positivo na manutenção desse mesmo conforto e na poupança de energia nos edifícios.

Relativamente às simulações comparativas efectuadas, pode-se afirmar que o xisto, é o tipo de rocha que apresenta melhores resultados.

Este resultado indica que, esta rocha, apresenta boas características para ser usada na execução de paredes acumuladoras da energia térmica de origem solar, paredes de massa termoacumuladora no interior de varandas envidraçadas e outros elementos de captação passiva da energia solar.

Foi possível ainda inventariar a existência, na arquitectura tradicional portuguesa, de situações integrais ou parciais de aproveitamento passivo da energia solar e ainda demonstrar as suas potencialidades no que concerne à possibilidade de transformar esses elementos arquitectónicos para a captação passivas da energia solar.

7. REFERÊNCIAS

- Mazria, Edward 1979, The passive solar energy book Rodale Press, Incemmaus, PA, USA
- Moita, Francisco, 1988, Energia Solar Passiva, Imprensa Nacional – Casa da Moeda, Lisboa
- Gonçalves, Hélder, 1997, Edifícios Solares Passivos em Portugal I.N.E.T.I. / DER, Lisboa
- Amaral, Francisco Keil do, e outros 1961, Arquitectura Popular em Portugal, Associação dos Arquitectos Portugueses, Lisboa
- Florensa, Rafael Serra Roura, Helena Coch, 1991, Arquitectura y Energia natural Edicions Universitat Politècnica de Catalunya
- Frederico, Daniela e outros, Manual do Método 5000, Universidade Nova de Lisboa
- Coucello, Vasco e outros, 1990, Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios – Decreto- Lein.º 40/90 de 6 de Fevereiro, Direcção Geral de Energia, Lisboa
- Santos, C. A. Pina dos. Paiva, José A. Vasconcelos, 1990, Coeficientes de Transmissão Térmica de Elementos da Envolvente dos Edifícios Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa
- Broto, Charles e outros, 1999, Architectural design- houses, Instituto Monsa de Ediciones, SA. , Barcelona
- Fadigas, Leonel, 1987, Sebenta da Cadeira de Energias Alternativas, Faculdade de Arquitectura da Universidade Técnica de Lisboa
- Cerver, Francisco Asensio, 1993, Instalaciones Domésticas e Industriales - Energia Solar, vol.4, Instituto Monsa de Ediciones, SA. Barcelona
- Sara Balcomb e outros, 1980, Guia para projectos solares passivos em Portugal Gabinete de Fluidos e Calor – Faculdade de Eng. Mecânica Universidade do Porto