

reVer

seminário

Contributos da arquitetura vernácula portuguesa para a sustentabilidade do ambiente construído

Editores:

Ricardo Mateus, Jorge Fernandes, Luís Bragança, Manuela Almeida, Sandra Silva, Paulo Mendonça, Helena Gervásio

Organização



Universidade do Minho 1974-2014



Centro de Território
Ambiente e Construção



A influência das estratégias vernáculas de adaptação ao clima no comportamento térmico dos edifícios - Beira Alta e Alentejo

Jorge Fernandes, MSc
Luís Bragança, PhD

Carlos Pimenta, MSc
Sandra Monteiro Silva, PhD

Ricardo Mateus, PhD

C-TAC – Centro de investigação para o Território, Ambiente e Construção, Universidade do Minho
jepfernandes@me.com; ricardomateus@civil.uminho.pt

RESUMO

A heterogeneidade do território português originou uma profusa manifestação de distintas formas arquitetónicas vernáculas, i.e., construções que se caracterizam por apresentarem uma estreita relação com as condições dos locais onde se encontram inseridas (clima, materiais, economia, cultura, etc.). As estratégias passivas de adaptação ao meio envolvente presentes nestas construções, caracterizadas pela simplicidade, funcionamento passivo e reduzido impacte ambiental, são particularmente relevantes para os desafios que a construção contemporânea enfrenta, permitindo a redução da dependência em energia de fontes não-renováveis. Neste artigo é apresentado o contraste climático entre as regiões a norte e a sul de Portugal, nomeadamente a Beira Alta e o Alentejo, e a relação com as diferentes estratégias climáticas passivas usadas na arquitetura vernácula para assegurar condições de conforto. Na Beira Alta destacam-se as varandas envidraçadas como estratégia para captar ganhos solares, enquanto no Alentejo o enfoque é nas estratégias de arrefecimento passivo (forte inércia térmica, uso de cores claras, pátios, etc). Para compreender a eficácia destas estratégias são avaliadas as condições de conforto térmico em dois casos de estudo. Dos resultados obtidos, é possível afirmar que nos períodos analisados as condições de conforto térmico no edifício foram asseguradas apenas por meios passivos sem recurso a sistemas mecânicos de climatização, com exceção de alguns períodos no inverno.

INTRODUÇÃO

A indústria da construção é um dos maiores e mais ativos sectores da economia mundial. No que concerne aos impactes ambientais, é um dos maiores consumidores de recursos naturais (Berge 2009) e é responsável por cerca de um terço das emissões de carbono (Ürge-Vorsatz *et al.* 2007). Para mitigar estes impactes, a nível europeu definiram-se metas de médio e longo prazo para alcançar uma construção mais eficiente, tais como: reutilizar/reciclar/recuperar 70% dos resíduos de construção e demolição até 2020; reduzir em 80-95% as emissões de CO₂ até 2050 (EEE 2012).

Para alcançar os objetivos supracitados é premente desenvolver formas de construir mais sustentáveis. Atualmente, percebe-se que um dos caminhos para sustentabilidade dos edifícios deverá procurar reduzir a importância dos sistemas ativos e dar maior primazia à forma arquitetónica e aos sistemas passivos (Abalos 2009, Passer *et al.* 2012). Este tópico é particularmente relevante quando Passer *et al.* (2012) demonstraram que os equipamentos técnicos têm uma influência significativa nos impactes ambientais dos edifícios ao longo do seu ciclo de vida. Neste sentido, é importante também

realçar que, na avaliação de ciclo de vida, os edifícios passivos são os que apresentam menores impactes associados aos equipamentos, principalmente porque têm necessidades reduzidas de equipamentos mecânicos para ventilação e climatização (Passer *et al.* 2012).

Neste sentido, a arquitetura vernácula é um tipo de construção que importa analisar, já que as estratégias que são agora a base da construção sustentável derivam de aspetos e características deste tipo de arquitetura (Cardinale *et al.* 2013). Nestas construções, as estratégias usadas para mitigar os efeitos do clima e assegurar as condições de conforto térmico possuem, normalmente, um funcionamento passivo, baixo índice tecnológico e não dependem de energia fóssil para operar, o que as torna particularmente adequadas para aplicações em edifícios contemporâneos, principalmente na conceção de edifícios-passivos. Por este motivo, a arquitetura vernácula continua atualmente a ser objeto de diversos estudos, cujos resultados procuram contribuir para o desenvolvimento de um ambiente construído mais sustentável. Destas conclusões destaca-se que a utilização das técnicas vernáculas e materiais locais na conceção de edifícios, desenvolvidos na necessidade de adaptação a um território e clima específicos, contribuirá para a redução do desperdício, dos consumos energéticos e conseqüentemente das emissões de carbono, entre outros impactes ambientais (Kimura 1994, Cañas and Martín 2004, Singh *et al.* 2011). Adicionalmente, num contexto de crise económica, o estudo e valorização do património vernáculo, e do conhecimento a si inerente, contribuirá não só para a sua preservação mas também para a dinamização das economias locais (ICOMOS 1999). A importância destas foi recentemente realçada pelo anúncio do Governo Português de fundos europeus especificamente destinados à valorização e dinamização de territórios de baixa-densidade, nomeadamente através do programa PROVER.

ESTRATÉGIAS DE ADAPTAÇÃO AO CLIMA NA ARQUITETURA VERNÁCULA DA BEIRA ALTA E ALENTEJO

A arquitetura vernácula é grandemente influenciada pela sua localização geográfica, o que originou que as construções adquirissem diferentes características de região para região. Das condicionantes geográficas, uma das mais relevantes é o clima. Para além da latitude, as características mais relevantes a afectar o clima de Portugal continental são a orografia e a influência do oceano Atlântico (Santos *et al.* 2002). Embora Portugal seja um país relativamente pequeno, possui um território cheio de contrastes. E apesar de a variação nos factores climáticos ser pequena, é suficiente para justificar variações significativas na temperatura do ar e precipitação (Santos *et al.* 2002).

Para responder a condições climáticas específicas, a arquitetura vernácula portuguesa desenvolveu diferentes estratégias de mitigação dos efeitos do clima. De uma forma geral, é possível verificar que no norte do país as estratégias adoptadas visam incrementar os ganhos solares e reduzir as perdas de calor, enquanto no sul as estratégias são mais focadas no arrefecimento passivo durante o verão (Figura 1).

Por forma a responder aos rigorosos invernos, reduzir as perdas de calor e tirar partido da radiação solar, os edifícios vernáculos do norte do país usavam frequentemente coberturas de colmo – devido às suas propriedades isolantes – e varandas orientadas no quadrante sul. As varandas envidraçadas são uma característica da identidade arquitetónica da região da Beira Alta e, devido às suas vantagens, ainda hoje são utilizadas. As varandas beirãs são elementos normalmente bem orientados entre sul e poente, quadrante que durante o inverno recebe o maior número de horas de sol com a radiação mais intensa, sendo também o mais abrigado dos ventos dominantes. Apesar de pressuporem um tipo de funcionamento mais vocacionado para a estação de aquecimento, o avanço do volume da varanda e a possibilidade de abertura das janelas permitem também um funcionamento adequado durante a estação quente, nomeadamente através dos sombreamento dos paramentos e da promoção da ventilação natural. O uso contemporâneo deste tipo de estruturas é viável, como demonstrado por Küess *et al.* (2011) na reabilitação com princípios de eficiência energética realizada no Complexo habitacional de Dornbirn, Austria.

No sul do país, por forma a minimizar os ganhos de calor, foi desenvolvido um conjunto de estratégias, tais como (Figura 1 (b)): reduzir a dimensão dos vãos abertos ao exterior; sistemas construtivos com forte inércia térmica; o uso dos pátios; e o uso de cores claras para reflectir o excesso de radiação solar.

As estratégias acima mencionadas são relevantes na discussão sobre a eficiência energética dos edifícios porque podem contribuir para assegurar as condições de conforto térmico apenas por meios passivos. Apesar das vantagens das estratégias passivas apresentadas, para o contexto português há ainda um hiato de dados quantitativos sobre a eficácia destas estratégias no desempenho térmico dos edifícios vernáculos das diferentes zonas climáticas. Não obstante, da interpretação dos resultados de estudos semelhantes conduzidos noutros países europeus, algumas das técnicas da arquitetura vernácula portuguesa têm potencial de adaptação à contemporaneidade.

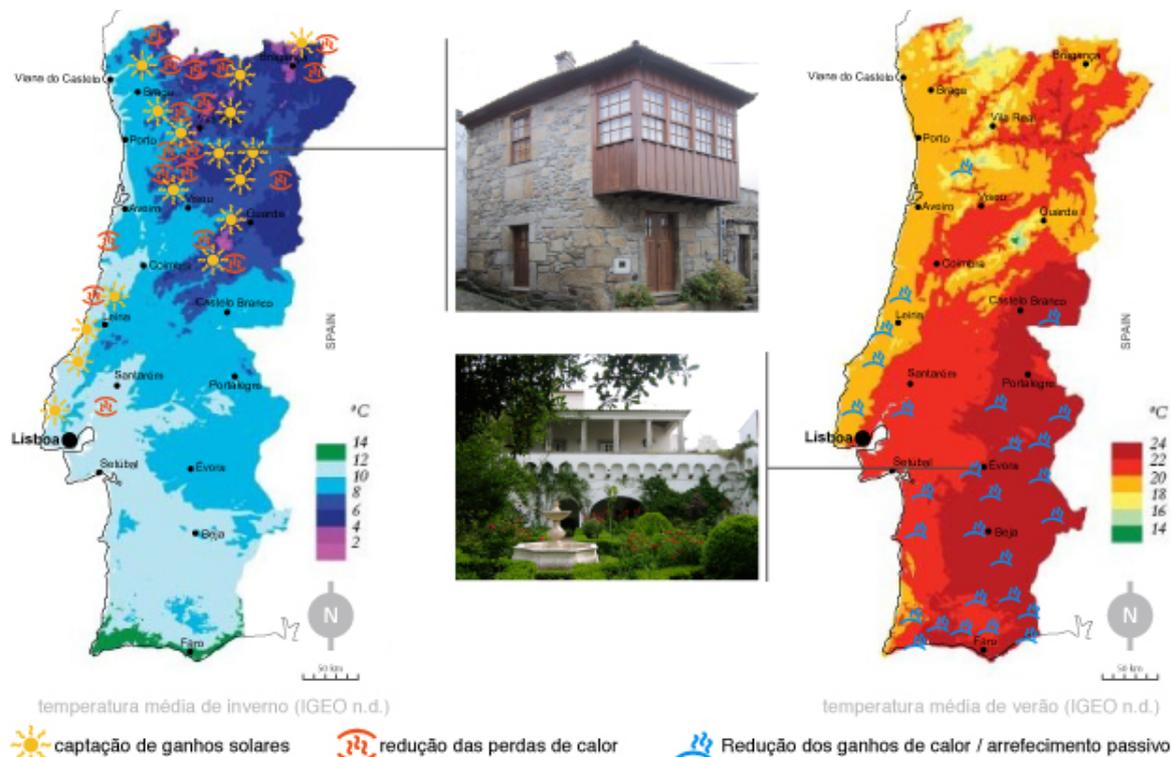


Figura 1 – Mapas com as temperaturas médias no inverno e no verão (IGEO 2013), e distribuição de três estratégias passivas vernáculas; (a) edifício com varanda envidraçada; (b) arquitetura em terra e pátio.

CASOS DE ESTUDO

a) Caso de estudo – Beira Alta

O edifício em estudo encontra-se implantado na freguesia de Granja do Tedo, concelho de Tabuaço. O clima da região é temperado mediterrânico, caracterizado por invernos chuvosos e verões quentes e secos (IPMA n.d.). A fachada principal do edifício encontra-se orientada para sudoeste, no sentido de maximizar os ganhos solares durante a estação de aquecimento (Figura 2a). O edifício desenvolve-se em dois pisos com uma área total de aproximadamente 50m² e, após a reabilitação, o piso térreo foi convertido em cozinha e sala; e no piso superior situam-se dois quartos e uma instalação sanitária. As envolventes opacas exteriores são em granito, com uma espessura média de cerca de 50cm. Os restantes elementos estruturais são em madeira e a varanda envidraçada possui vidro simples incolor.

b) Caso de estudo – Alentejo

O caso de estudo situa-se na freguesia de Safara, concelho de Moura. O clima da região, de acordo com sistema de classificação de Köppen, é do tipo Csa (Mediterrâneo temperado), com verões quentes e secos e temperaturas elevadas durante Julho e Agosto (com temperaturas máximas entre 30°C e 40°C, atingindo ocasionalmente os 45°C) (AEMET and IM 2011). Em Julho e Agosto são normais os períodos de seca severa e fraca precipitação (AEMET and IM 2011). O edifício encontra-se integrado numa banda de edifícios e possui as fachadas, principal e tardoz, orientadas para sudeste e noroeste, respectivamente (Figura 2b). A habitação possui uma área bruta aproximada de 200 m² e desenvolve-se em dois pisos, sendo o 2º piso uma pequena área de sótão. No piso térreo, a sul encontram-se as áreas de estar e dormir, e

a norte as áreas de cozinha e instalações sanitárias. As envolventes opacas exteriores são em taipa, com uma espessura média de cerca de 60 cm, caiadas de branco. Vários dos espaços interiores são abóbadados e o pavimento é em baldosa. A cobertura é em telha cerâmica sobre forro de caniços.



Figura 2 (a) Caso de estudo 1 - Habitação com varanda envidraçada orientada no quadrante sul, Beira Alta. (b) Caso de estudo 2 - Habitação no Alentejo.

METODOLOGIA E EQUIPAMENTOS

A avaliação das condições de conforto de um edifício depende de vários parâmetros ambientais, da adaptabilidade e percepção humana, entre outros fatores. Para o efeito, este estudo assentou na recolha *in situ* de dados objetivos e subjetivos. As medições objetivas tiveram como principal objetivo perceber a influência das estratégias passivas de controlo de temperatura e humidade dos espaços interiores. Os parâmetros físicos quantificados foram: temperatura ($^{\circ}\text{C}$) e humidade relativa (RH%) do ar, no interior e exterior do edifício. Os equipamentos utilizados possuem alcance de medição de -40°C a 70°C e uma precisão de $\pm 0,5-1^{\circ}\text{C}$ de temperatura e de $\pm 1,2-3\%$ de humidade relativa. Para caracterizar as condições de conforto no interior do edifício, foi utilizada uma estação de conforto que mede simultaneamente vários parâmetros físicos (temperatura e humidade relativa do ar, temperatura do bolbo húmido e do bolbo seco, temperatura do bolbo negro e velocidade do ar) que influenciam a sensação de conforto térmico. As monitorizações foram conduzidas por um período superior a 25 dias para cada estação do ano. As condições de conforto térmico foram avaliadas usando um modelo de conforto térmico adaptativo, o mais adequado para edifícios com ventilação natural. Para ser mais representativo da realidade portuguesa, foi escolhido o modelo desenvolvido por Matias (2010), que é a adaptação para Portugal do modelo descrito na norma internacional ASHRAE 55 (2010). As medições subjetivas da sensação de conforto térmico foram realizadas através de inquéritos aos ocupantes. O inquérito teve por base o *Thermal Environment Survey* da norma internacional ASHRAE 55 (2010). Os inquéritos foram realizados em simultâneo com as avaliações objetivas nos espaços em que os ocupantes permaneciam mais tempo.

ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Caso de estudo 1 – Beira Alta

a) Monitorização de Verão

Na análise dos resultados, apresentados na Figura 3, verifica-se que durante o período de verão as temperaturas exteriores rondaram em média os 23°C , apresentando uma amplitude térmica diária de aproximadamente 17°C .

No interior do edifício, o espaço sala/cozinha apresentou um comportamento, em geral, estável e uniforme, afetado unicamente pela abertura de portas e janelas. Durante todo o período de monitorização a temperatura rondou em média os 24°C e as amplitudes médias diárias permaneceram inferiores a 5°C . Este comportamento demonstra a forte inércia térmica proporcionada pelas paredes de alvenaria em granito, que concedem a este espaço uma capacidade de estabilização da temperatura interior.

Os compartimentos do piso superior, nomeadamente os quartos e a casa de banho, apresentam uma

média de temperaturas mais elevada, sendo esta de 26°C. As amplitudes térmicas diárias, nos espaços casa de banho e quarto/varanda, foram as mais acentuadas, oscilando em média os 6°C e os 8 °C, respetivamente. A grande área envidraçada da varanda que abrange os dois espaços, exposta ao exterior e orientada a poente, é a razão para que estes espaços registem maiores ganhos solares. O elevado coeficiente de transmissão térmica das janelas de vidro simples e a ausência de dispositivos de sombreamento exterior são a razão mais plausível para a relativa suscetibilidade às variações de temperatura exterior.

O outro quarto apresenta um comportamento intermédio com amplitudes térmicas diárias menos acentuadas, em média próxima dos 3°C. O facto de as envolventes exteriores deste compartimento estarem orientadas para norte e nascente, possuindo apenas uma janela, é provavelmente a razão deste compartimento exibir um perfil de temperaturas mais ameno que os restantes compartimentos do piso superior.

No que concerne à humidade relativa (Figura 3), verificou-se que a ação dos ocupantes, nomeadamente na abertura de portas e janelas, influenciaram a humidade relativa interior. Contudo permaneceram em valores inferiores e mais estáveis, comparativamente aos exteriores. A média no interior foi de aproximadamente 50%.

A avaliação das condições de conforto da estação de verão foi realizada a 10 de setembro de 2014, nos compartimentos sala/cozinha e quarto/varanda. Na análise dos gráficos da Figura 4, verifica-se que ambos os espaços apresentaram um ambiente térmico confortável. Na avaliação subjetiva das condições de conforto, os inquiridos afirmaram-se confortáveis com o ambiente térmico dos espaços analisados.

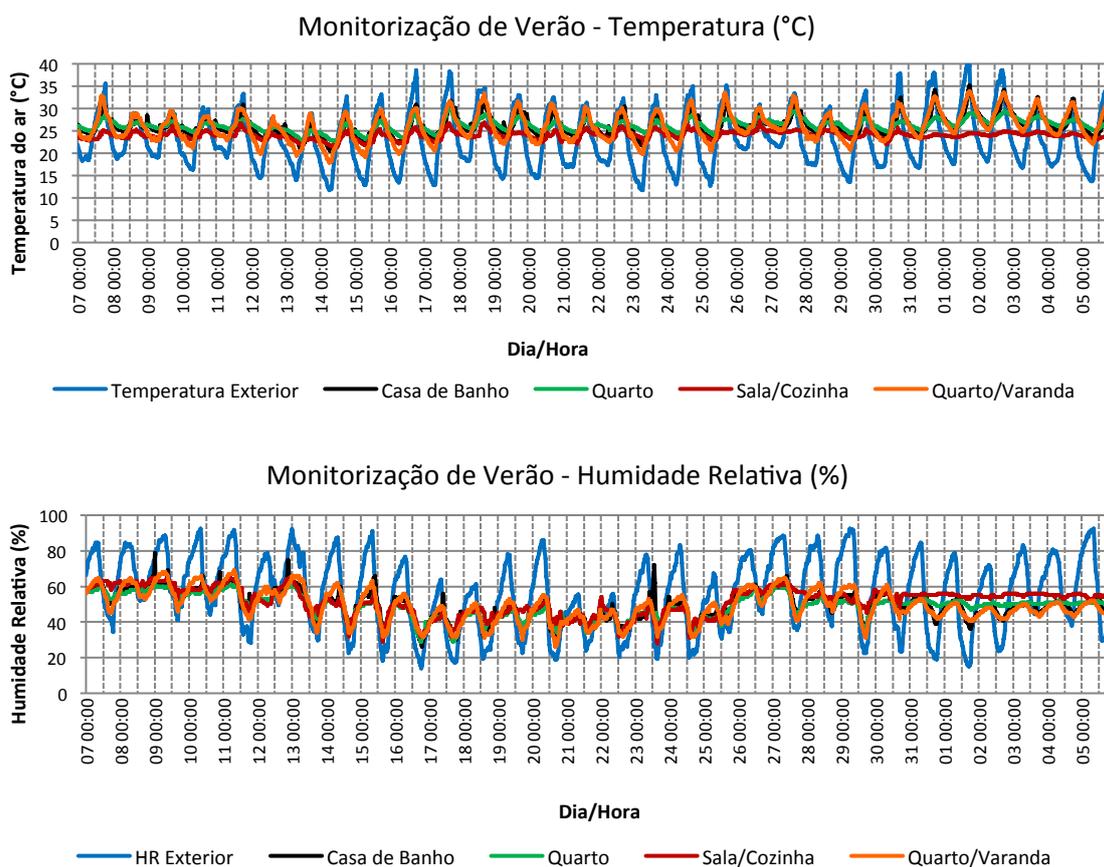


Figura 3 – Gráficos dos perfis de temperatura e humidade relativa - monitorização de verão entre os dias 07/08/2014 e 05/09/2014.

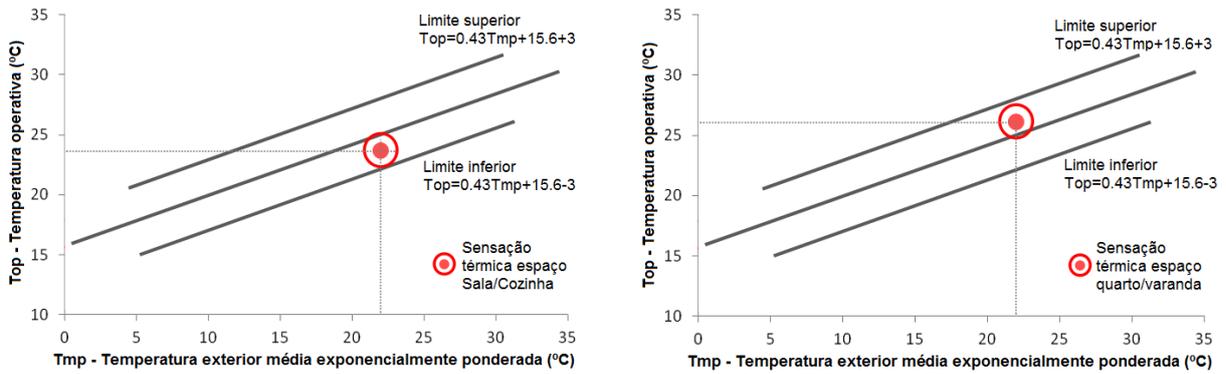


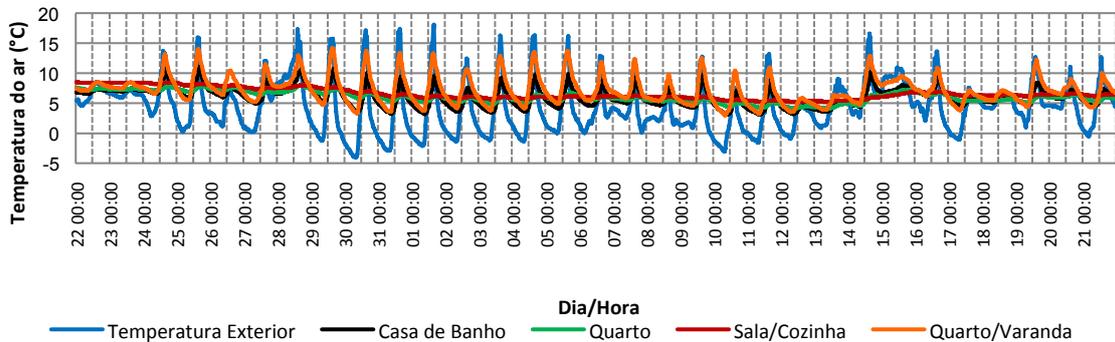
Figura 4 – Gráficos da relação entre os limites da Top dos compartimento em função da Tmp – estação de verão; (esquerda) sala/cozinha; (direita) quarto/varanda.

b) Monitorização de Inverno

Na monitorização de inverno a temperatura do ar exterior rondou em média os 5°C e apresentou uma média de amplitudes térmicas diárias próximas dos 12°C (ver Figura 5).

Os perfis de temperatura dos espaços sala/cozinha e quarto mantiveram, em geral, um comportamento estável e uniforme durante todo o período de monitorização, com reduzidas amplitudes térmicas diárias (em média inferiores a 1°C). Os espaços quarto/varanda e casa de banho apresentaram amplitudes térmicas diárias acentuadas (entre os 4°C e os 6°C), uma vez mais influenciadas pela grande área envidraçada. Uma vez que durante todo o período de monitorização o edifício não contou com a presença de ocupantes, nenhuma alteração foi efetuada ao ambiente térmico interior. As temperaturas médias no interior do edifício permaneceram próximas da média exterior, entre os 6°C e os 7°C.

Monitorização de Inverno - Temperatura (°C)



Monitorização de Inverno - Humidade Relativa (%)

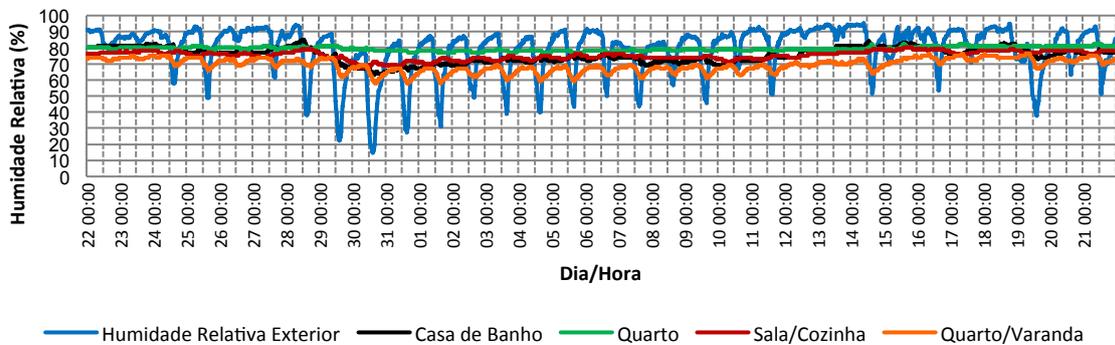


Figura 5 – Gráfico dos perfis de temperatura e Humidade Relativa – monitorização de inverno entre os dias 22/12/2014 e 21/01/2015.

A humidade relativa exterior foi em geral elevada e próxima dos 80% (ver Figura 5). No interior do edifício a humidade relativa, de todos os espaços, acompanhou a tendência da humidade relativa exterior, mantendo-se no entanto mais estável e com valores inferiores. A humidade relativa interior rondou em média entre os 70% no Quarto/Varanda e os 77% no Quarto.

A análise das condições de conforto do espaço sala/cozinha (ver Figura 6), na estação de inverno, foi realizada em dois momentos. Este espaço foi analisado com e sem recursos a equipamentos de aquecimento (lareira), a fim de determinar o seu efeito. Na análise dos gráficos verifica-se que, nos momentos antes de acender a lareira, a sensação térmica era de desconforto, condição corroborada pelos inquéritos de conforto. Na segunda situação, referente à lareira acesa, verificou-se que a lareira permite atender às necessidades de conforto térmico dos seus ocupantes. Em resposta aos inquéritos de conforto, os ocupantes qualificaram as condições de conforto como neutro (confortável). Na análise da Figura 7 verifica-se que o ambiente térmico no quarto/varanda reflete condições de conforto para os ocupantes, com os inquiridos a qualificarem as condições de conforto térmico como confortáveis.

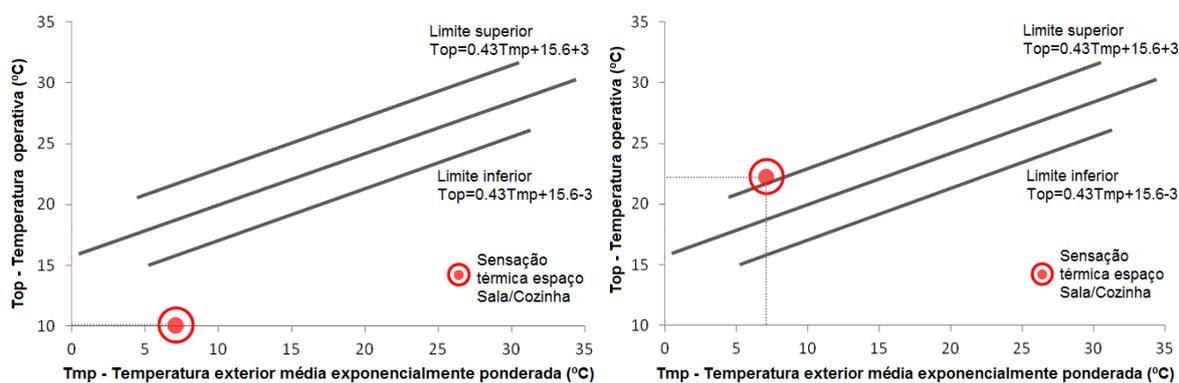


Figura 6 – Gráficos da relação entre os limites da Top dos compartimento em função da Tmp – estação de inverno; (esquerda) sala/cozinha sem lareira acesa; (direita) sala/cozinha com a lareira acesa

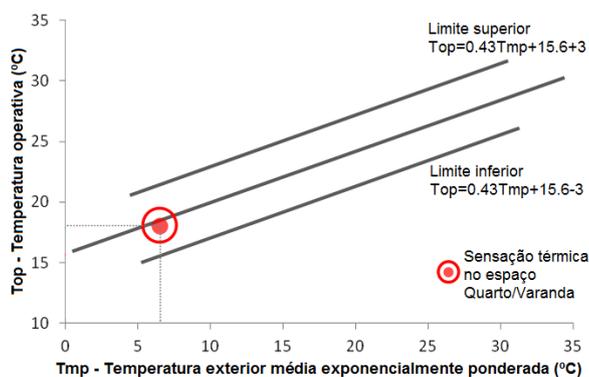


Figura 7 – Gráfico da relação entre os limites da Top do compartimento quarto/varanda em função da Tmp – medição de inverno.

Caso de estudo 2 – Alentejo

a) Monitorização de Verão

Da análise dos resultados, apresentados na Figura 8, verifica-se que durante o período de verão as temperaturas exteriores rondaram em média os 24°C. Nos períodos diurnos a temperatura máxima foi frequentemente superior a 35°C atingindo em alguns dias quase 40°C. Apesar da amplitude térmica diária no exterior ser acentuada, verifica-se que a temperatura dos espaços interiores se mantém muito estável ao longo do período de monitorização, com valores a rondar os 25°C. O espaço interior que registou a

temperatura mais elevada, devido à sua localização próximo da cobertura, foi o sótão com a temperatura ligeiramente superior a 27°C, enquanto no exterior o pico rondava os 40°C. Este comportamento demonstra a forte inércia térmica proporcionada pela envolvente do edifício, nomeadamente as espessas paredes em taipa, que concedem uma grande capacidade de estabilização da temperatura interior.

No perfil da humidade relativa, verifica-se também que no exterior há grande oscilação dia/noite com valores máximos na ordem dos 80% e mínimos inferiores a 20%. Na comparação com o perfil exterior (Figura 8), os espaços interiores apresentam perfis de humidade relativa mais estáveis com oscilações entre os 40 e os 60% – o nível mais adequado para o conforto e saúde humanos (Morton, 2008). A diferença de valores entre exterior e interior deve-se capacidade dos sistemas construtivos, pela sua inércia higroscópica, regularem a humidade do ar (Berge, 2009), i.e., absorvendo quando a humidade é excessiva e libertando quando o ar se torna demasiado seco.

No que concerne às condições de conforto térmico, verifica-se pelos gráficos da Figura 9 que nas duas medições realizadas durante o verão, que o salão (espaço onde os ocupantes permanecem mais tempo) apresentou condições de conforto térmico dentro dos limites definidos. Nos questionários respondidos pelos ocupantes, as respostas corroboraram as medições, tendo estes indicado que se sentiam confortáveis. É de salientar também o comportamento activo dos ocupantes em relação à melhoria das suas condições de conforto, promovendo o arrefecimento passivo por ventilação natural dos espaços interiores durante a noite e primeiras horas da manhã.

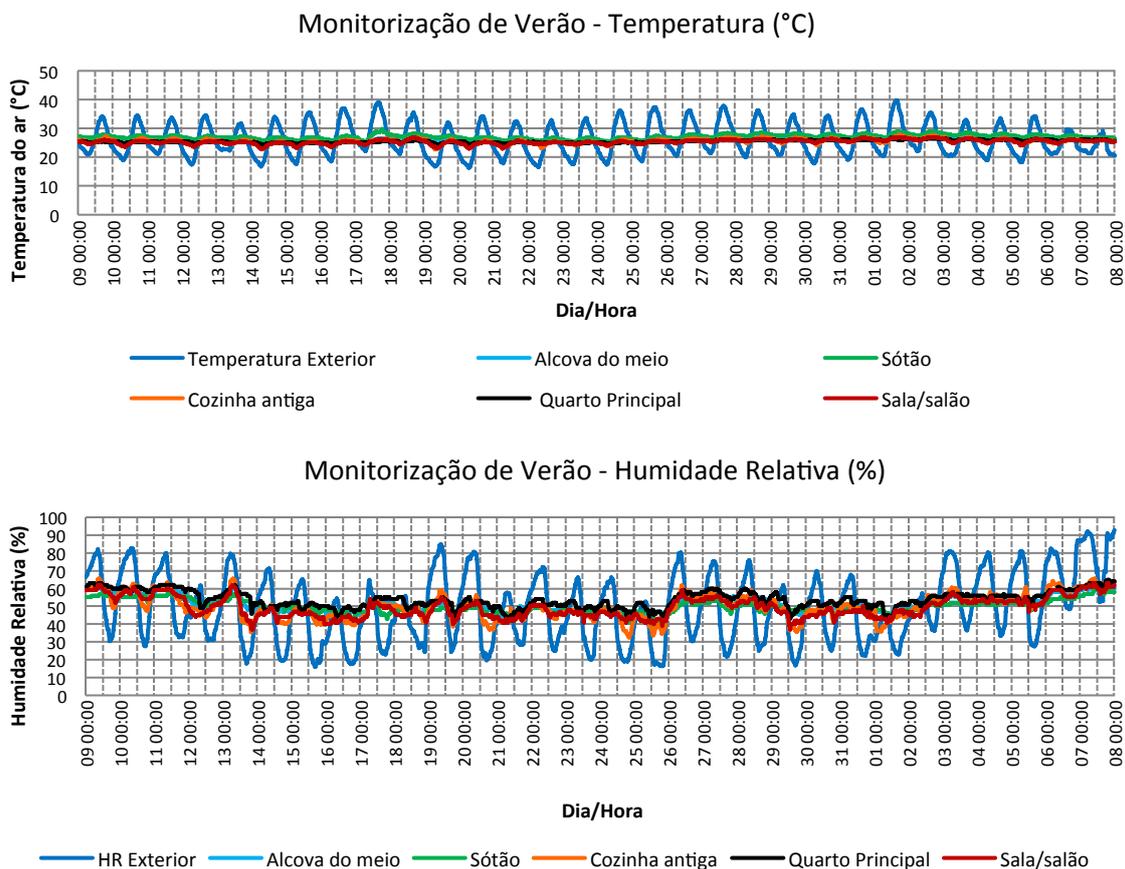


Figura 8 – Gráfico dos perfis de temperatura e humidade relativa – monitorização de inverno entre os dias 09/08/2014 e 08/09/2014

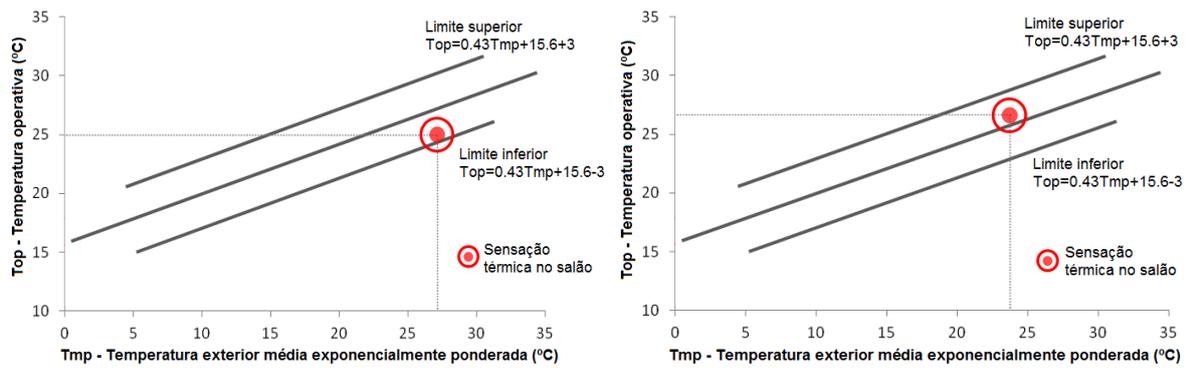


Figura 9 – Gráficos da relação entre os limites da Top dos compartimentos em função da Tmp – estação de verão; (esquerda) salão – medição em agosto; (direita) salão – medição em setembro.

b) Monitorização de Inverno

Da análise dos dados, apresentados na Figura 10, verifica-se que durante o período de monitorização de inverno a temperatura exterior média foi inferior a 7°C. Nos períodos diurnos a temperatura máxima exterior raramente atingiu os 15°C, sendo as mínimas frequentemente inferiores a 5°C. Tal como acontecia no verão, apesar da oscilação da temperatura exterior, verifica-se que a temperatura dos espaços interiores se mantém muito estável ao longo do período de monitorização, com valores a rondar os 15°C. Os espaços interiores com maior oscilação de temperatura coincidem com os espaços onde os ocupantes usam periodicamente um equipamento para aquecimento, nomeadamente, uma salamandra a lenha no salão e um termoventilador elétrico na cozinha. No gráfico é possível verificar que com pequenos dispositivos de aquecimento, os ocupantes conseguem rapidamente aquecer os compartimentos até aos 25°C. Após o período em que os equipamentos estiveram ligados verifica-se que a temperatura desce acentuadamente até a um ponto em que começa a estabilizar e se mantém mais constante. Os espaços situados na zona sul da habitação registam temperaturas ligeiramente superiores aos espaços a norte.

No perfil da humidade relativa, verifica-se que os valores referentes aos espaços interiores são muito estáveis, no entanto com valores acima dos 60%, excepto no salão e numa alcova (cerca de 50%). A utilização periódica da lareira neste espaço pode ser a razão para que os valores registados sejam inferiores aos dos restantes espaços (Figura 11).

Monitorização de Inverno - Temperatura (°C)

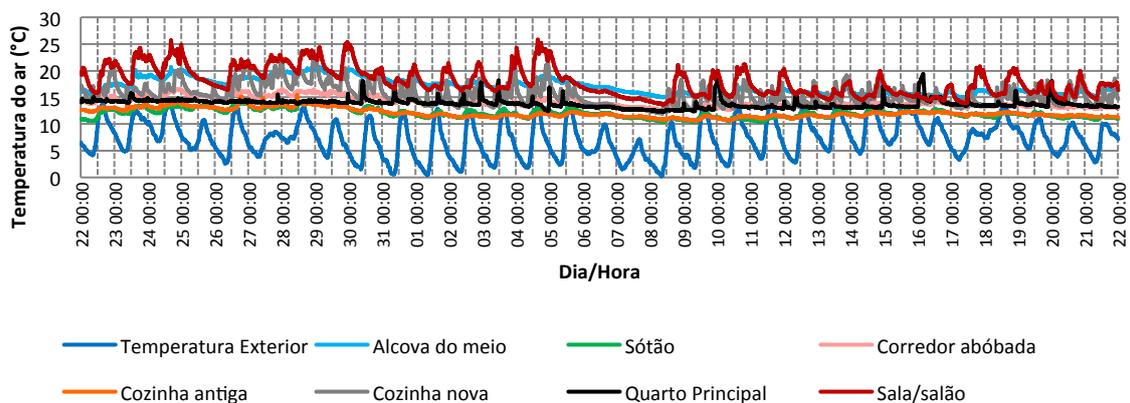


Figura 10 – Gráfico dos perfis de temperatura – monitorização de inverno entre os dias 22/12/2014 e 22/01/2015

Monitorização de Inverno - Humidade Relativa (%)

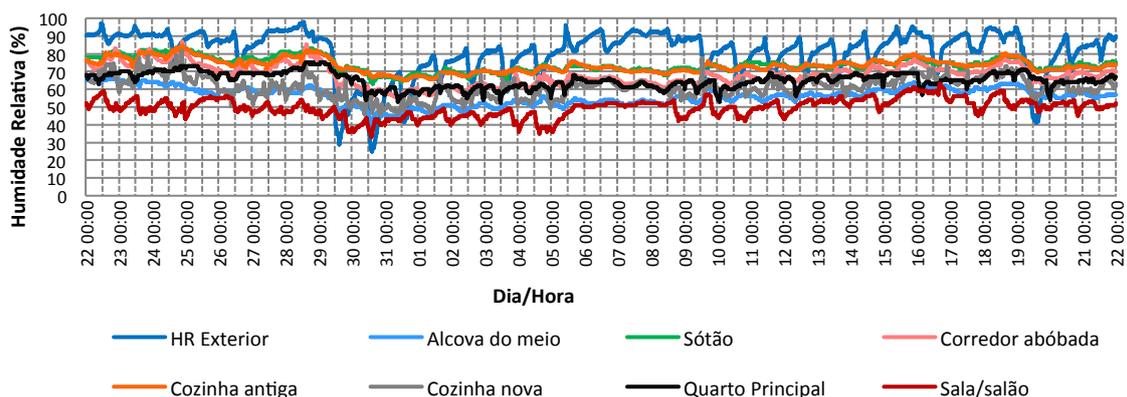


Figura 11 – Gráfico dos perfis de humidade relativa – monitorização de inverno entre os dias 22/12/2014 e 22/01/2015

No que concerne às condições de conforto térmico, verifica-se pelos gráficos da Figura 12 que nas duas medições realizadas durante o inverno no salão, que: na situação em que não havia qualquer sistema de aquecimento em funcionamento não foi possível atingir a condição de conforto; enquanto na situação em que a lareira estava acesa foi já possível atingir as condições de conforto. Embora a temperatura nos espaços interiores seja consideravelmente superior e mais estável que a temperatura exterior, é necessário um sistema de aquecimento atingir as condições de conforto. Dos perfis de temperatura é possível verificar que com estes sistemas se conseguem atingir rapidamente temperaturas de conforto.

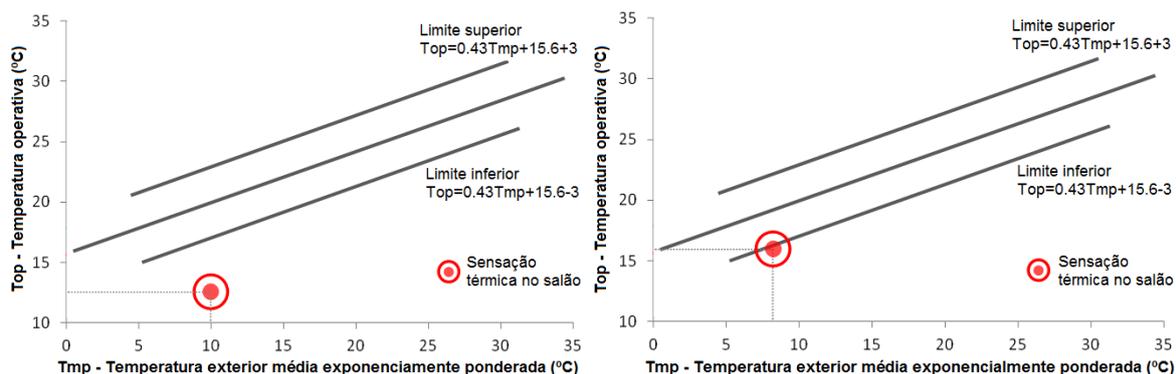


Figura 12 – Gráficos da relação entre os limites da Top do compartimento em função da Tmp – estação de inverno; (esquerda) salão sem lareira acesa; (direita) salão com a lareira acesa.

CONCLUSÃO

Os resultados preliminares das monitorizações realizadas no verão e inverno para os dois casos de estudo, localizados na Beira Alta e Alentejo, permitem concluir que foi possível atingir as condições de conforto térmico interior durante grande parte do período de monitorização apenas por meios passivos. No período de inverno, em ambos os casos de estudo, registaram-se períodos de desconforto térmico que foram colmatados através de sistemas de aquecimento, nomeadamente lareiras. As avaliações subjetivas realizadas através dos inquéritos de conforto aos ocupantes corroboraram as avaliações objetivas.

Nos dois casos de estudo foi possível verificar que a forte inércia térmica das envolventes, a correta orientação do edifício e a organização dos espaços interiores, permitem que a temperatura no interior seja mais estável que no exterior. Deve-se também realçar que a ação dos ocupantes influenciou positivamente os perfis da temperatura e humidade no interior do edifício, o que demonstra a importância destes na regulação das suas condições de conforto (ex: promoção da ventilação nocturna durante o período de verão).

No que concerne especificamente às varandas da Beira Alta, a sua orientação no quadrante sul

permite ser um elemento privilegiado e eficaz para captar ganhos solares. Tendo em consideração os resultados, as varandas são elementos arquitetónicos que podem ter um impacto positivo na otimização do comportamento passivo do edifício e na redução das suas necessidades de energia para climatização. Se devidamente ponderados na fase de projeto, são elementos bem integrados num edifício e com todas as vantagens funcionais inerentes.

No caso de estudo no Alentejo, as estratégias passivas do edifício mostraram uma resposta adequada ao calor intenso durante o período estival, pelo que foram asseguradas as condições de conforto apenas por meios passivos e sem o recurso a sistemas mecânicos de climatização. A adoção deste tipo de estratégias pode contribuir para a redução das necessidades de energia para arrefecimento.

As estratégias solares passivas utilizadas na arquitetura vernácula ao longo de gerações para mitigar os efeitos do clima, devido à sua simplicidade e pragmatismo, apresentam grande potencial de aplicação na construção contemporânea. Dados mais detalhados sobre a contribuição destas estratégias solares passivas vernáculas serão úteis para arquitetos e engenheiros envolvidos no desenvolvimento de edifícios bioclimáticos e energeticamente eficientes.

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer o apoio concedido pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT), com a referência EXPL/ECM-COM/1801/2013, que foi fundamental para a realização e apresentação deste estudo.

REFERÊNCIAS

- Abalos, I., 2009. Beauty from Sustainability? *Harvard Design Magazine* 30: (Sustainability) + Pleasure, vol.1, 14–17.
- AEMET and IM, eds., 2011. Atlas Climático Ibérico: Temperatura do Ar e Precipitação (1971-2000)/Iberian Climate Atlas: Air Temperature and Precipitation (1971/2000).
- ASHRAE, 2010. ANSI/ASHRAE Standard 55 – Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy. Atlanta.
- Berge, B., 2009. *The Ecology of Building Materials*. 2nd ed. null. Oxford: Elsevier.
- Cañas, I. and Martín, S., 2004. Recovery of Spanish vernacular construction as a model of bioclimatic architecture. *Building and Environment*, 39 (12), 1477–1495.
- Cardinale, N., Rospì, G., and Stefanizzi, P., 2013. Energy and microclimatic performance of Mediterranean vernacular buildings: The Sassi district of Matera and the Trulli district of Alberobello. *Building and Environment*, 59 (null), 590–598.
- EEE, 2012. Diretiva 2012/27/UE do Parlamento Europeu e do Conselho de 25 de outubro de 2012 relativa à eficiência energética, que altera as Diretivas 2009/125/CE e 2010/30/UE e revoga as Diretivas 2004/8/CE e 2006/32/CE. *Jornal Oficial da União Europeia* L 315/1.
- ICOMOS, 1999. *Charter on the built vernacular heritage*. Mexico.
- IGEO, 2013. Atlas de Portugal: um país de área repartida [online]. Available from: http://www.igeo.pt/atlas/cap1/Cap1d_1.html [Accessed 23 Apr 2013].
- Kimura, K., 1994. Vernacular technologies applied to modern architecture. *Renewable Energy*, 5 (5-8), 900–907.
- Küess, H., Koller, M., and Hammerer, T., 2011. Residential complex in Dornbirn. *Detail Green - English Edition*, (1/11), 44–49.
- Matias, L., 2010. Desenvolvimento de um modelo adaptativo para definição das condições de conforto térmico em Portugal. Lisboa: Laboratório Nacional de Engenharia Civil.
- Passer, A., Kreiner, H., and Maydl, P., 2012. Assessment of the environmental performance of buildings: A critical evaluation of the influence of technical building equipment on residential buildings. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 17 (9), 1116–1130.
- Santos, F.D., Forbes, K., and Moita, R., eds., 2002. *Climate change in Portugal. Scenarios, Impacts and Adaptation Measure — SIAM Project*. Lisbon: Gradiva.
- Singh, M.K., Mahapatra, S., and Atreya, S.K., 2011. Solar passive features in vernacular architecture of North-East India. *Solar Energy*, 85 (9), 2011–2022.
- Ürge-Vorsatz, D., Danny Harvey, L.D., Mirasgedis, S., and Levine, M.D., 2007. Mitigating CO2 emissions from energy use in the world's buildings. *Building Research & Information*, 35 (4), 379–398.

Organização



Universidade do Minho 1974-2014



Centro de Território
Ambiente e Construção

Apoio Institucional



Universidade do Minho
Escola de Engenharia



Universidade do Minho
Escola de Arquitectura



FUNDAÇÃO MANUEL
ANTÓNIO DA MOTA



OA SRN



PORTUGAL



cmm
ASSOCIAÇÃO
PORTUGUESA
DE CONSTRUÇÃO
METÁLICA E MISTA



Projecto financiado pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia com a referência EXPL/ECM-COM/1801/2013.



Fundação para a Ciência e a Tecnologia
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CIÊNCIA



COMPETE
PROGRAMA OPERACIONAL FACTORES DE COMPETITIVIDADE



QUADRO
DE REFERÊNCIA
ESTRATÉGICO
NACIONAL
PORTUGAL 2007-2013



União Europeia

Fundo Europeu de
Desenvolvimento Regional

Patrocinadores

Diamante



UMBELINO
MONTEIRO
COBERTURAS PARA A VIDA



Tintas Robbialac^{SA}



CS
TELHAS



Padimat
Pure inspiration.

Ouro



DELTA
COPOS



Paupéria
Arquitetura e Design

Parceiros de divulgação



CONSTRUÇÃO
MAGAZINE



portal da
construção
sustentável



Contributos da arquitetura vernácula portuguesa para a sustentabilidade do ambiente construído