

# r e V e r

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





Atas do Seminário reVer. Porto, 28 de março de 2015

# 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

Ficha Técnica

**Seminário reVer**

**Contributos da arquitetura vernácula portuguesa para a sustentabilidade do ambiente construído**

Livro de Atas do Seminário reVer. Porto, 28 de março de 2015

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

Foto da capa: *Moinho em Lamas de Olo*, © Jorge Fernandes

© 2015 Os Autores e os Editores

Todos os direitos reservados. Nenhuma parte deste livro pode ser reproduzida, armazenada num sistema de recuperação, ou transmitida, de nenhuma forma ou por quaisquer meios, sem autorização prévia por escrito dos editores.

ISBN: 978-989-20-5615-9

Publicado pela Universidade do Minho.

Nota Legal:

Os editores e os autores não são responsáveis pelo uso que pode ser dado ao conteúdo deste livro.

# Índice

<b>Prefácio</b>	<b>7</b>
<b>Arquitetura Vernácula, Arquitetura Bioclimática e Eficiência Energética</b> <i>J. Júlio Correia da Silva &amp; Jorge Sirgado</i>	<b>9</b>
<b>A Influência das Estratégias Vernáculas de Adaptação ao Clima no Comportamento Térmico dos Edifícios - Beira Alta e Alentejo</b> <i>Jorge Fernandes, Carlos Pimenta, Ricardo Mateus, Luís Bragança e Sandra Silva</i>	<b>19</b>
<b>Vantagens da Utilização de Materiais Naturais ou Pouco Transformados</b> <i>Paulo Mendonça</i>	<b>31</b>
<b>O Contributo dos Materiais Vernáculos para Sustentabilidade do Ambiente Construído</b> <i>Jorge Fernandes, Ricardo Mateus, Luís Bragança e Carlos Pimenta</i>	<b>43</b>
<b>Tradição em Continuidade: Multiplicidade e Ecoeficiência das Quintas da Terra Fria Transmontana</b> <i>Joana Gonçalves, Ricardo Mateus e Teresa Ferreira</i>	<b>53</b>
<b>Soluções Bioclimáticas da Arquitetura Vernacular na Região Transfronteiriça entre Bragança e Castela-Leão</b> <i>Débora Macanjo Ferreira, Sílvia Fernandes, Eduarda Luso e Jorge Vaz</i>	<b>63</b>
<b>Consolidação Sociocultural e Regeneração Ambiental, Urbana e Rural</b> <i>Victor Mestre e Sofia Aleixo</i>	<b>73</b>
<b>Arquiteturas de Adobe em Portugal. Intervenção e Rejeição</b> <i>Maria Fernandes</i>	<b>79</b>
<b>VerSus: Contributo do Património Vernáculo para a Arquitetura Sustentável</b> <i>Mariana Correia, Gilberto D. Carlos, David Viana, Filipa Gomes, Jacob Merten e Sandra Rocha</i>	<b>89</b>
<b>Seismic-V: Cultura Sismo-Resistente em Portugal</b> <i>Mariana Correia, Gilberto D. Carlos, David Viana, Goreti Sousa, Filipa Gomes e Ana Lima</i>	<b>99</b>
<b>“Arquitetura Vernacular do Nordeste: da sua Conservação à Dinamização de um Território”</b> <i>Teresa Nóvoa e Nuno Martins</i>	<b>109</b>



# Prefácio

O Departamento de Engenharia Civil e a Escola de Arquitetura da Universidade do Minho, em conjunto com o Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Coimbra, organizaram o Seminário “reVer: Contributos da arquitetura vernácula portuguesa para a sustentabilidade do ambiente construído”, que teve lugar na Fundação Manuel António da Mota (Mercado do Bom Sucesso, Porto) no dia 28 de março de 2015. No programa do evento pretendeu-se abordar a temática da construção tradicional, desde os seus materiais e técnicas até à reabilitação do património vernáculo, abrangendo ainda um conjunto mais alargado de assuntos que permitem identificar e compreender melhor o potencial contributo dos princípios utilizados neste tipo de construção para a sustentabilidade do ambiente construído. Para o efeito participaram no evento, como oradores convidados, um conjunto de personalidades que se destacam em Portugal no domínio da construção/arquitetura vernácula. O evento e esta publicação enquadram-se nas atividades de disseminação do projeto reVer “Modelação do desempenho de ciclo de vida de edifícios vernáculos portugueses – contributos para a sustentabilidade do edificado”, pelo que os organizadores 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 o desenvolvimento dos resultados apresentados pelos elementos da equipa de investigação.

Este encontro dividiu-se num conjunto de quatro painéis temáticos, nomeadamente:

Painel 1 – Princípios bioclimáticos e de sustentabilidade na arquitetura vernácula.

Painel 2 – Eco-eficiência dos recursos locais.

Painel 3 – Os sistemas construtivos tradicionais e sua reabilitação.

Painel 4 – Iniciativas para o desenvolvimento de territórios de baixa densidade e programas de financiamento.

A Comissão Organizadora espera que o Seminário reVer e os diferente temas abordados nos onze artigos presentes neste Livro de Atas contribuam para a discussão sobre os princípios de sustentabilidade presentes na arquitetura vernácula portuguesa, sua disseminação e desenvolvimento de competências para a conservação e reabilitação deste património. Aproveita-se ainda este espaço para agradecer a todos os oradores, participantes, instituições, patrocinadores e parceiros de divulgação que permitiram a realização do Seminário reVer e o desenvolvimento desta publicação.

Um agradecimento especial é dirigido aos patrocinadores, as empresas Schlüter System, Umbelino Monteiro, Tintas Robbialac SA, CS Telhas, Padimat, Augusto de Oliveira Ferreira (AOF) & Ca Lda, Delta Cafés e Paupério, cujo apoio viabilizou a organização deste evento e foi fundamental para a prossecução dos objetivos delineados.

A Comissão Organizadora,  
Ricardo Mateus (Universidade do Minho, EEUM)  
Luís Bragança (Universidade do Minho, EEUM)  
Manuela Almeida (Universidade do Minho, EEUM)  
Jorge Fernandes (Universidade do Minho, C-TAC)  
Sandra Silva (Universidade do Minho, EEUM)  
Paulo Mendonça (Universidade do Minho, EAUM)  
Helena Gervásio (Universidade de Coimbra, FCTUC)



# Arquitetura Vernácula, Arquitetura Bioclimática e Eficiência Energética

**J. Júlio Correia da Silva, PhD**

Universidade de Évora  
jcs@uevora.pt

**Jorge Sirgado, MSc**

Universidade de Évora

## RESUMO

*Num momento em que é crucial aumentar a eficiência energética dos edifícios, é decisivo o recurso a soluções arquitetónicas e construtivas que tirem partido do clima do lugar e, através das quais, se consiga obter, no interior dos edifícios, as condições ambientes que proporcionem o conforto térmico, tanto quanto possível por meios naturais.*

*O objetivo deste artigo é evidenciar a necessidade de que sejam incorporados no projeto os princípios da arquitetura bioclimática, para que seja atingida uma elevada eficiência energética. No mesmo sentido, se demonstra que a arquitetura vernácula contém ensinamentos, ainda hoje, úteis por serem consequência do desenvolvimento, por via empírica, de soluções arquitetónicas bem adaptadas ao clima do lugar.*

*No presente artigo, são apresentadas algumas características de edifícios representativos da arquitetura vernácula, nomeadamente a sua forma e os materiais utilizados, que permitem reduzir os consumos de energia, mantendo ao mesmo tempo um adequado nível de conforto no seu interior. Os princípios da arquitetura vernácula portuguesa terão especial enfoque. Efetivamente, existem vários estudos que comprovam que as soluções arquitetónicas de cariz vernacular permitem melhorar o nível de conforto no interior das habitações, embora não o suficiente para serem atingidos os níveis exigenciais atuais. No entanto, essas soluções arquitetónicas, que estão na base da arquitetura bioclimática, permitem melhorar a eficiência energética dos edifícios, através da redução das necessidades de energia para climatização.*

## 1. INTRODUÇÃO

O tema da eficiência energética está agora, como nunca tinha estado, na ordem do dia. A necessidade de se reduzir a dependência energética externa da União Europeia, de se mitigarem as alterações climáticas antropogénicas e a tomada de consciência da finitude dos combustíveis fósseis motivaram a estratégia traçada pela União Europeia, sinteticamente designada por estratégia 20/20/20. Assim, até 2020, a União Europeia compromete-se a reduzir as emissões de gases com efeito de estufa em 20% relativamente aos níveis registados em 1990, obter 20% da energia a partir de fontes renováveis e aumentar em 20% a eficiência energética (UE, 2010).

Atualmente, os edifícios são responsáveis por 40% do consumo total de energia na União Europeia (UE, 2010) e, a nível mundial, por cerca de um terço das emissões de carbono (Ürge-Vorsatz *et al.*, 2007). Para além disso, o setor da construção é um dos maiores e mais ativos setores da economia mundial, encontrando-se em constante expansão, pelo que o consumo de energia nos edifícios apresenta

a tendência para aumentar. Consequentemente, o objetivo de se aumentar a eficiência energética em 20% até 2020 só será possível se houver uma efetiva intervenção no setor dos edifícios. Neste âmbito, dois diplomas legislativos se destacam: a Diretiva 2010/31/UE, relativa ao desempenho energético dos edifícios e a Diretiva 2012/27/UE, relativa à eficiência energética. Já em março de 2007, o Conselho Europeu tinha assumido a necessidade de se aumentar a eficiência energética na União Europeia como forma de se concretizar o objetivo de se economizar 20% do consumo de energia primária até 2020, em relação às projeções. Esta redução de 20% corresponde a uma diminuição de 368 Mtep em relação às projeções (UE, 2012). Para se atingir tal objetivo, é fundamental respeitar os princípios da arquitetura bioclimática e os ensinamentos da arquitetura vernácula.

A arquitetura vernácula traduz um saber que resultou de uma experiência acumulada ao longo de séculos e que foi transmitido de geração em geração. A arquitetura vernácula representa o bom aproveitamento dos recursos locais para satisfação das necessidades comuns a uma comunidade e está adequadamente adaptada ao clima do lugar. A partir da revolução industrial, esta estabilidade perdeu-se e os novos materiais, novas máquinas e novas tecnologias permitiram a adoção de novas soluções arquitetónicas, nem sempre as mais apropriadas ao lugar e à comunidade local. A reprodução acrítica de modelos importados de outras regiões conduziu a situações em que o edifício se comportava pior do que o próprio clima, isto é em que as condições ambientais no seu interior eram muitas vezes mais adversas do que as verificadas no exterior. Foi essa situação que conduziu a que surgisse o conceito de arquitetura bioclimática, tendo tido um carácter fundacional o artigo de Victor Olgyay intitulado “Bioclimatic Approach to Architecture”, publicado em 1953 (Szokolay, 1998). Tratou-se do renascimento de preocupações que estavam presentes na Antiguidade Clássica, o que é testemunhado pela obra “Os Dez Livros de Arquitetura” de Marcus Vitruvius Pollio.

O objetivo deste documento é apresentar o conceito bioclimático da arquitetura vernácula. Em função do tipo de clima, serão apresentadas algumas características dos edifícios com arquitetura vernácula, no que concerne à forma e aos materiais utilizados, e que permitem reduzir os consumos de energia, mantendo ao mesmo tempo um adequado nível de conforto nas habitações. Por fim, serão ainda indicados os principais aspetos da arquitetura vernácula em Portugal, com especial enfoque para o sul do país, cuja arquitetura foi influenciada decisivamente pelo clima mediterrânico.

## **2. BIOCLIMATISMO NA ARQUITETURA VERNÁCULA**

As preocupações em relação à necessidade de se projetar em diálogo com o clima são bem antigas. No final do século I a.C., Vitruvius escreveu que, para as habitações serem bem projetadas, era obrigatório ter em conta os países e os climas nos quais iam ser construídas: a arquitetura presente no Egito devia ser diferente da adotada em Espanha ou Itália, ou em outro qualquer país com características distintas (Vitruvius, 1914). Estas preocupações constituem o princípio base da arquitetura bioclimática.

Antes de se analisar o efeito do clima na arquitetura vernácula, é importante proceder a uma classificação dos diferentes tipos de clima que podem ser encontrados no planeta. A partir de uma análise simplificada, a temperatura pode ser considerada o principal parâmetro na definição do clima de uma região, quer pelos seus valores médios quer pela sua variação diária e anual (Coch, 1998). No entanto, existem outros três parâmetros que influenciam, significativamente, o clima de uma região: a radiação solar, o vento e a humidade (Serra, 1999). A humidade está indiretamente relacionada com a amplitude térmica, uma vez que quanto maior for esta amplitude, maior será a continentalidade do clima e, com isso, menor a humidade (Coch, 1998). Desta forma, existem dois fatores críticos que afetam o clima de uma região, e três fatores secundários, os quais podem alterar a influência dos dois primeiros (Tabela 1). A conjugação destes fatores permite apurar a existência de regiões com variações sazonais, as quais conduzem a alterações no clima de um determinado local, entre os casos extremos, ao longo do ano. Contudo, quando se analisa a arquitetura, é conveniente simplificar a complexidade dos diferentes tipos de clima existentes no planeta e considerar quatro tipos de clima: frio, quente e seco, quente e húmido, e temperado (Olgyay e Olgyay, 1963), que irão permitir realizar uma análise da influência do clima na arquitetura vernácula de uma região (Tabela 2).

**Tabela 1. Fatores que Afetam o Clima de uma Região (Coch, 1998)**

<b>Tipo</b>	<b>Fator</b>	<b>Descrição</b>
Primário	Latitude	Quanto mais afastada estiver uma região do equador, menor será a sua temperatura média.
	Continentalidade	Quanto maior for a continentalidade de uma região, ou seja, quanto mais afastada do mar estiver essa região, maiores serão as amplitudes térmicas nessa região e menor será a humidade.
Secundário	Altitude	O aumento da altitude implica uma diminuição da temperatura média e da humidade e, geralmente, um aumento da amplitude térmica.
	Relevo topográfico	Pode originar variações microclimáticas em função da exposição solar e dos ventos predominantes.
	Vegetação e ação humana	Este fator modifica o clima previsto a partir dos fatores indicados acima. A presença de vegetação implica maior estabilidade térmica e nível de humidade; a edificação dos espaços pode aumentar a variação de temperatura e reduzir o nível de humidade.

**Tabela 2. Tipos de Clima (Olgay e Olgay, 1963; Coch, 1998; Serra, 1999)**

<b>Tipo</b>	<b>Descrição</b>
Clima frio	Clima típico das regiões de grande latitude ou das regiões de média latitude e elevada altitude. Este clima apresenta temperaturas bastante baixas durante todo o ano, especialmente no inverno, escassa radiação solar e as precipitações são frequentemente sólidas; os ventos são agressivos principalmente quando advêm do polo correspondente.
Clima quente e seco	Clima típico dos desertos junto ao equador, com temperaturas médias elevadas e grande amplitude térmica diária, humidade bastante reduzida e radiação solar direta intensa. Nas regiões caracterizadas por este tipo de clima, praticamente não chove, pelo que existe muito pouca vegetação, e os ventos são quentes, com poeiras, e por vezes bastante agressivos.
Clima quente e húmido	Clima típico das regiões subtropicais costeiras, caracterizado por ter temperaturas médias altas e amplitudes térmicas diárias e sazonais reduzidas. Normalmente, são regiões com elevado nível de humidade, com presença frequente de nuvens e chuvas fortes durante parte do ano, radiação solar intensa e com importante parcela difusa, e ventos variáveis que podem gerar tufões.
Clima temperado	Trata-se de um tipo de clima complexo que, ao longo do ano, vai apresentando características idênticas aos climas anteriores, embora manifestadas com menos intensidade. O clima mediterrânico é um clima deste tipo.

O vento é ainda um fator que tem reflexos na arquitetura vernácula, e pode ter impacto significativo em regiões com qualquer um dos tipos de clima apresentados na Tabela 2. Relativamente à obtenção de conforto no interior dos edifícios, o vento pode ter um efeito positivo ou negativo: positivo num clima quente e húmido; às vezes negativo num clima quente e seco; sempre negativo num clima frio. No entanto, quando numa região se verifica a presença de vento intenso e frequente, o vento torna-se quase sempre desagradável e poderá ser um fator de primordial importância no projeto dos edifícios (Serra, 1999).

Tanto ou mais importante que o clima de uma região, é o ambiente que rodeia os edifícios, ou seja, o microclima de um lugar. As condições climáticas de um determinado lugar podem ser muitas vezes diferentes das condições gerais da região. Por exemplo, numa encosta orientada a sul pode verificar-se um aumento de temperatura de mais de 3 °C em relação a uma encosta orientada a norte; a presença de árvores que reduzem a velocidade do vento ou de um lago que humidifica o ar podem originar microclimas (Serra, 1999).

A classificação simples em quatro tipos de clima irá permitir verificar que em climas extremos as soluções arquitetónicas são mais claras, enquanto que a arquitetura em regiões com significativas variações das condições meteorológicas, ao longo do ano, tende a ser mais complexa, uma vez que os

edifícios têm de se adaptar às alterações das condições, sendo adequadas soluções flexíveis.

## **2.1. Clima Frio**

Em regiões com clima frio, o aspeto mais importante da arquitetura vernácula prende-se com a capacidade das habitações em reter o calor no seu interior. Este aspeto conduz a que as habitações tenham uma forma compacta, a fim de reduzir as superfícies em contacto com o ambiente exterior, e assim diminuir as perdas de calor pela envolvente (Serra, 1999). Nos casos extremos, como por exemplo nas comunidades esquimós, os edifícios têm uma forma arquitetónica semiesférica, procurando alcançar o máximo volume para a mínima superfície em contacto com o exterior. A forma curva das habitações esquimós confere ainda uma menor resistência aos ventos fortes. Em outros casos, os edifícios são construídos semienterrados, a fim de se conseguir a máxima proteção (Coch, 1998). Em alguns aspetos, as formas arquitetónicas dos edifícios existentes em regiões com clima frio apresentam semelhanças com as formas dos edifícios das regiões com clima quente e seco, relativamente à atitude primordial de defesa contra as condições ambientais exteriores, como por exemplo no tamanho reduzido das aberturas (Serra, 1999).

Na ausência de materiais de isolamento com baixa condutibilidade térmica, como aqueles que existem nos dias de hoje, eram adotadas outras estratégias, por vezes mais complexas, para melhorar a defesa contra o frio (Coch, 1998):

1. Utilização de neve empilhada nas coberturas e paredes dos edifícios de forma a se tirar partido da sua capacidade de isolamento;
2. Utilização dos celeiros e sótãos como barreira ao calor, através do armazenamento de palha no seu interior para aumentar a capacidade de isolamento;
3. Colocação da cozinha em zonas centrais das habitações, de forma a aproveitar o aquecimento gerado na confeção dos alimentos para aquecimento dos espaços interiores;
4. Colocação dos estábulos por baixo das zonas habitadas, de forma a aproveitar o calor dos animais.

Não havendo também soluções que conferissem às aberturas uma reduzida permeabilidade ao ar, estas surgiam em número bastante reduzido e com pequenas dimensões, procurando conferir-se à envolvente dos edifícios um melhor nível de isolamento em detrimento do aproveitamento da radiação solar e da luz natural (Coch, 1998). A capacidade de produzir materiais translúcidos ou transparentes era praticamente inexistente e, portanto, não existia a possibilidade de se tirar partido do efeito de estufa do vidro, pelo que as perdas de calor pelas aberturas eram muito superiores aos ganhos solares. No entanto, as habitações eram construídas nas encostas com maior exposição solar e agrupadas, a fim de obterem proteção mútua contra os ventos frios (Coch, 1998).

## **2.2. Clima Quente e Seco**

Em regiões com clima quente e seco, é comum os edifícios terem paredes de grande espessura, feitas com recurso a materiais que lhes conferem uma elevada inércia térmica, tais como a terra (taipa ou adobe), a pedra, ou a conjugação dos dois materiais. Este sistema construtivo permite tirar vantagem das elevadas amplitudes térmicas diárias características deste tipo de clima, porque permite que se verifique uma grande estabilidade da temperatura do ar no interior dos edifícios, contribuindo para que possam obter condições de conforto térmico durante os períodos diurno e noturno (Serra, 1999). As paredes são tipicamente pintadas de branco ou de outras cores claras, ficando dotadas de uma elevada capacidade de reflexão da radiação solar. Foi também em regiões com clima quente e seco mas com uma estação chuvosa que surgiram as primeiras paredes duplas: dois panos separados por um espaço de ar ventilado (Coch, 1998).

Nos edifícios das zonas com clima quente e seco, as janelas são pequenas e em número reduzido, e surgem colocadas em pontos altos das paredes para diminuir a entrada da radiação refletida pelo pavimento exterior, ajudar à saída do ar quente do interior das habitações, e permitir a entrada de luz natural com minimização da radiação solar incidente no interior, para o que se usam grelhas com frequência. Dadas as grandes amplitudes térmicas diárias que se verificam neste tipo de clima, o modo de operação das aberturas é muito importante: as janelas devem ser totalmente fechadas durante as horas mais quentes do dia, impedindo a entrada de radiação solar e ar quente; à noite, as janelas devem ser abertas, beneficiando do efeito de arrefecimento proporcionado pela ventilação natural, estratégia de arrefecimento passivo denominada ventilação noturna. Durante o dia, a taxa de ventilação deve manter-se no valor mínimo necessário à garantia da qualidade do ar (0,5 r.p.h. em edifícios residenciais) e à noite, a ventilação deve ser intensa para arrefecimento da massa térmica que acumulou calor durante o dia (Givoni, 1994). Não só as janelas, mas também as paredes, são protegidas da radiação solar com recurso a sistemas de sombreamento, tais como grelhas, persianas, palas, beirais ou vegetação.

No que diz respeito à disposição das casas, estas eram contruídas em aglomerados compactos, com pouco espaço de separação, a fim de criar sombreamento, reduzindo assim a exposição das paredes à radiação solar, e aumentar a inércia térmica do conjunto (Serra, 1999). Ao mesmo tempo, a separação entre casas permitia a circulação de ar fresco durante o período noturno, ajudando ao arrefecimento das habitações.

Nos edifícios contruídos nas regiões com clima quente e seco, é comum existirem pátios interiores que têm um papel preponderante para melhorar as condições de conforto nas habitações: o ar fresco noturno, ao ser retido nestes pátios, mantém condições agradáveis mesmo durante o dia, uma vez que os pátios estão protegidos da radiação solar e dos ventos quentes secos. Para além disso, eram muitas vezes complementados com a presença de água e vegetação, criando um ambiente húmido e fresco (Coch, 1998; Serra, 1999).

Importa, por fim, referir que nos edifícios existentes neste tipo de clima, as cozinhas encontravam-se normalmente em anexos da habitação principal, de forma a evitar que o calor gerado na confeção dos alimentos aumentasse ainda mais a temperatura dos espaços interiores, prejudicando o conforto. As casas eram também muitas vezes construídas semienterradas, procurando a proteção em relação à radiação solar e aproveitar a estabilidade da temperatura conferida pelo solo. Num clima onde é raro ocorrer precipitação, as águas das chuvas eram muitas vezes armazenadas em cisternas enterradas, minimizando a sua evaporação que, embora reduzida, permitia arrefecer o pavimento das habitações (Coch, 1998; Serra, 1999).

### **2.3. Clima Quente e Húmido**

Neste tipo de clima, a inércia térmica não oferece qualquer vantagem, uma vez que as amplitudes térmicas diárias e anuais são bastante reduzidas. Além disso, o clima quente e húmido apresenta radiação solar bastante intensa, pelo que os edifícios existentes nas regiões com este tipo de clima devem contemplar na sua arquitetura formas de evitar o aquecimento dos espaços interiores, quer pela incidência da radiação solar direta, quer pela incidência da radiação difusa. Desta forma, os edifícios característicos das regiões com clima quente e húmido, normalmente zonas subtropicais marítimas, são leves, muito ventilados e amplamente protegidos da radiação solar oriunda de todas as direções (Serra, 1999).

A ventilação dos espaços interiores é um fator muito importante neste tipo de clima, como forma de dissipar o calor, reduzir o nível de humidade e proporcionar conforto pelo aumento da velocidade do ar. Segundo Givoni (1994), neste tipo de clima, a ventilação é a forma mais eficaz de se minimizar o efeito fisiológico negativo provocado pela elevada humidade do ar. Para tal, eram criadas grandes aberturas nas paredes exteriores dos edifícios, protegidas da radiação solar com recurso a dispositivos de sombreamento. É ainda importante salientar que estas aberturas eram muitas vezes protegidas com grelhas feitas com ramos ou canas de cor escura com pequenos intervalos entre si, com o objetivo de reduzir o excesso de brilho no interior das habitações, típico do clima quente e húmido; os tetos eram

depois pintados de branco para que refletissem a luz, distribuindo-a uniformemente pelo interior das habitações (Coch, 1998). Os edifícios eram implantados afastados uns dos outros, de forma a não serem criadas barreiras à circulação do ar entre eles.

Neste tipo de climas, a cobertura dos edifícios desempenha um papel importantíssimo, uma vez que funciona como barreira à entrada da radiação solar e da chuva. Normalmente, as coberturas são executadas com materiais leves colocados de maneira a permitir a permeabilidade ao ar, evitando assim o armazenamento de calor e as condensações. Em alguns casos, surgem várias camadas na mesma habitação, umas sobre as outras, criando-se um sistema de sombreamento da cobertura e permitindo que o ar circule livremente entre as várias camadas, de forma a evitar-se o sobreaquecimento. Noutros casos, os telhados são bastante altos e com forte inclinação, de forma a permitir a estratificação do ar no interior das habitações, com o ar quente no topo e o ar mais frio junto das zonas de estar; a elevada inclinação das águas possibilita o escoamento adequado da água proveniente das chuvas fortes, típicas destas regiões (Coch, 1998). Relativamente aos pavimentos, estes eram normalmente construídos sobre-elevados e permeáveis ao ar, com o objetivo de se facilitar a ventilação da envolvente e do interior dos edifícios (Serra, 1999).

## **2.4. Clima Temperado**

Tal como foi mencionado anteriormente, o clima de uma região pode sofrer várias alterações ao longo do ano, o que conduz a uma arquitetura mais complexa, quando comparada com a das regiões que apresentam climas extremos, com soluções flexíveis capazes de se adaptar às variadas condições do ambiente exterior, a fim de melhorar o desempenho energético dos edifícios e o conforto no seu interior. Num clima temperado, o problema não se prende com a dureza das condições ambientais, mas sim com a variação que estas sofrem ao longo do ano ou do dia: frio durante o inverno, que pode ser seco ou húmido; calor no verão, que também pode ser seco ou húmido; calor ou frio em curtos espaços de tempo das estações intermédias (Serra, 1999).

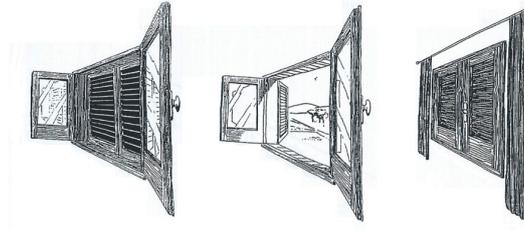
Desta forma, a arquitetura das regiões com clima temperado é obrigada a incorporar sistemas flexíveis, que se possam adaptar às condições que se vão verificando no exterior, como por exemplo (Coch, 1998):

1. Aberturas na envolvente dos edifícios que possam ser abertas na totalidade, permitindo a máxima passagem de ar e luz solar quando apropriado;
2. Dispositivos de sombreamento amovíveis, tais como persianas e estores, que permitam controlar convenientemente a entrada de radiação solar e a ventilação dos espaços interiores (Figura 1);
3. Dispositivos amovíveis de isolamento das aberturas dos edifícios, que permitam aumentar a resistência térmica dessas aberturas, e com isso reduzir o fluxo de calor para o exterior das habitações durante a estação de aquecimento;
4. Espaços intermédios entre as áreas interiores e exteriores, as quais podem gerar microclimas favoráveis. Estes espaços podem ser ocupados durante algumas horas do dia, em determinados períodos do ano, conferindo ao edifício um maior número de possibilidades funcionais.

## **3. ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA EM PORTUGAL**

Na secção anterior, apresentaram-se, de forma simplificada, os quatro tipos principais de climas que se podem encontrar no planeta Terra, tendo em consideração os valores que podem assumir as variáveis ambientais como a temperatura e a humidade. No entanto, numa região ou país, é natural existirem variações em função da zona ou da estação do ano, como é flagrante nas regiões de clima temperado. Por exemplo, em Portugal, que é um país relativamente pequeno, com uma área terrestre de

cerca de 92 212 km<sup>2</sup>, o que corresponde ao 110.º lugar na ordenação dos países em termos de dimensão (INE, 2012), existem variações de temperatura e precipitação, conforme apresentado na Tabela 3. Fernandes (2012) apresenta ainda uma caracterização geográfica das regiões de Portugal.



*Figura 1* Aberturas e dispositivos amovíveis de sombreamento e isolamento para a envolvente dos edifícios, permitindo a sua adaptação a diferentes condições climáticas (Coch, 1998).

Estas diferenças climáticas, os materiais disponíveis em cada uma das regiões e a busca de um adequado nível de conforto no interior das habitações deram origem a diferentes estilos arquitetónicos em Portugal. Contudo, nem todas as estratégias vernáculas devem, ou podem, ser aplicadas na contemporaneidade, uma vez que não permitem alcançar os níveis atuais de exigência quer em termos funcionais quer em termos de salubridade. Fernandes (2012) atribui uma valorização qualitativa do potencial de aplicação à contemporaneidade das principais estratégias vernáculas da arquitetura portuguesa.

**Tabela 3. Variações de Temperatura e Precipitação em Função da Estação do Ano e da Localização no Território de Portugal (Santos, Forbes e Moita, 2002)**

Temperatura	Precipitação
No inverno, os valores médios da temperatura mínima variam entre 2 °C nas zonas montanhosas do interior e 12 °C na região algarvia.	Nas zonas altas da região noroeste de Portugal, o valor médio anual de precipitação acumulada é um dos mais elevados da Europa: acima de 3 000 mm.
No verão, os valores médios da temperatura máxima variam entre 16 °C na Serra da Estrela e 34 °C no Alentejo.	No litoral sul e na parte oriental do território, a precipitação média é de apenas 500 mm.
	O interior sul de Portugal é caracterizado por um clima mediterrânico, com longos períodos de seca, conhecido pela sua vulnerabilidade a alterações climáticas.

São vários os princípios da sustentabilidade que derivaram de aspetos da arquitetura vernácula; em seguida, serão abordados os princípios relacionados com o clima, ou seja, os princípios diretamente relacionados com a arquitetura bioclimática, e que têm vindo a ser utilizados como forma de melhorar a eficiência energética dos edifícios. Como se poderá constatar, muitas das técnicas utilizadas em Portugal surgiram também em regiões com climas extremos, conforme os dados apresentados na secção anterior.

A minimização das cargas térmicas dos edifícios, através da adoção de soluções construtivas e arquitectónicas adequadas ao clima do lugar de implantação, promove, inegavelmente, a eficiência energética e traduz-se, geralmente, numa economia, relativamente a soluções em que as condições ambientais proporcionadoras de conforto térmico são conseguidas à custa do funcionamento de sistemas de climatização.

### 3.1. Redução das Perdas de Calor/Aumento dos Ganhos de Calor

Nas regiões norte de Portugal caracterizadas por terem invernos frios, as coberturas das casas eram

normalmente isoladas com recurso a palha. Nessas casas, as janelas e portas para o exterior tinham dimensões bastante reduzidas e surgiam em número muito limitado, tal como acontece na arquitetura vernácula das regiões com clima frio apresentada na secção anterior.

Para aproveitar os ganhos de calor gerados na confeção dos alimentos, os quartos das habitações da região da Beira Alta eram colocados em redor da cozinha (Fernandes *et al.*, 2014).

### 3.2. Aumento/Redução dos Ganhos Solares no Inverno/Verão

Na região da Beira Alta, a existência nos edifícios de varandas orientadas entre a direção sul e a direção oeste é comum, a fim de captarem a maior quantidade possível de radiação solar, evitando, simultaneamente, a direção predominante dos ventos no inverno (AAVV, 1980). Estas varandas providenciam zonas de amortecimento que funcionam como termorreguladores, aumentando os ganhos solares e reduzindo as perdas de calor.

Pelo contrário, no sul do país, é essencial reduzir os ganhos solares durante a estação de arrefecimento. Para tal, os edifícios existentes na zona sul de Portugal apresentam normalmente paredes grossas, para tirar partido do efeito da inércia térmica, e cores claras que aumentam a reflexão da radiação solar (Fernandes *et al.*, 2014). Além disso, os vãos envidraçados das habitações do sul do país têm tipicamente dimensões reduzidas e encontram-se normalmente protegidos por dispositivos de sombreamento amovíveis, tais como portadas, que permitem reduzir a entrada da radiação solar durante as horas mais quentes do dia e ventilar as habitações durante o período da noite (Figura 2). É ainda frequente a utilização de vegetação para fins de sombreamento.

No caso de estudo apresentado por Fernandes *et al.* (2014), foi analisado um edifício na cidade histórica alentejana de Évora, o qual é um excelente exemplo de arquitetura vernácula, com várias soluções para reduzir os ganhos solares, nomeadamente: paredes grossas de alvenaria de pedra caiadas de branco, com inércia térmica forte, vãos de reduzidas dimensões e pátio interior com vegetação criando sombreamento sobre algumas paredes do edifício. Verificou-se então que estas soluções conferem ao edifício um bom desempenho higrotérmico durante a estação de arrefecimento, com a temperatura interior entre os limites de conforto e praticamente constante ao longo das vinte e quatro horas do dia, e com a humidade relativa interior apresentando ligeiras variações ao longo do dia numa média que ronda os 50%, o valor mais adequado para o conforto humano.

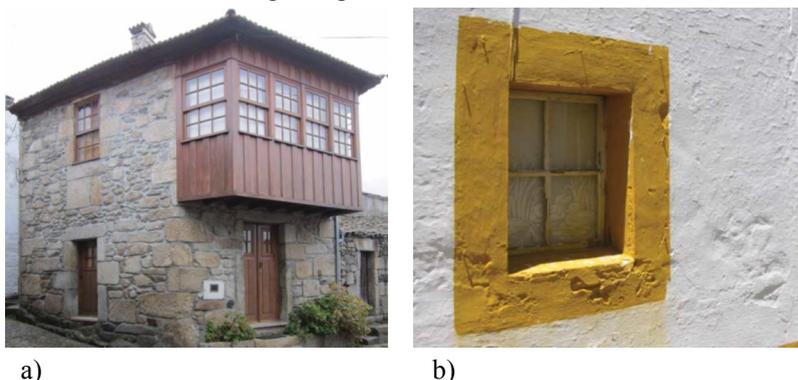


Figura 2 (a) Casa na região da Beira Alta com varanda para aproveitamento dos ganhos solares e (b) Casa no Alentejo pintada de branco, com vão envidraçado de reduzidas dimensões, para redução dos ganhos solares (Fernandes *et al.*, 2014).

### 3.3. Ventilação Natural/Arrefecimento Passivo

A ventilação dos espaços interiores é essencial para melhorar o bem-estar e o conforto térmico nos edifícios. Nas regiões com verões quentes, a ventilação natural possibilita o arrefecimento ao longo do período noturno, enquanto que nas regiões com invernos frios, o objetivo é reduzir as perdas de calor que ocorrem através da ventilação (Fernandes *et al.*, 2014). Este facto explica a ausência de chaminés

nas casas de algumas regiões do norte de Portugal. Obviamente, esta medida não deve ser considerada no âmbito da arquitetura contemporânea (Fernandes, 2012), uma vez que a presença de chaminés nos edifícios é essencial para expulsar do interior das cozinhas o vapor de água e outros gases produzidos na confeção dos alimentos, preservando-se a qualidade do ar e mantendo-se um adequado nível de humidade relativa do ar, evitando-se a ocorrência de patologias na construção.

Como estratégia de arrefecimento passivo, nas regiões do sul do país com verões quentes, é comum recorrer-se à aplicação de vegetação, cuja evapotranspiração gera um arrefecimento das zonas envolventes (Fernandes *et al.*, 2014). A vegetação era muitas vezes aplicada em pátios interiores que eram criados como um sistema de arrefecimento passivo em regiões com clima quente e seco, conforme apresentado na secção anterior (Figura 3). No caso de estudo analisado por Fernandes *et al.* (2014), verificou-se que a temperatura no pátio permaneceu sempre inferior à temperatura no centro da cidade de Évora, com uma diferença máxima que chegou a atingir 9 °C, o que evidencia o bom desempenho desta medida de arrefecimento passivo.

### 3.4. Organização Urbana

Na zona interior norte de Portugal, os invernos são tipicamente frios. Desta forma, os aglomerados de casas surgem frequentemente nas encostas dos vales orientadas a sul, a fim de aumentar os ganhos solares e obter proteção contra os ventos frios (AAVV, 1980).

Por outro lado, no interior sul do país, onde os verões são quentes, as casas são dispostas em aglomerados compactos, com ruas estreitas e sinuosas, tal como acontece nas regiões com clima quente e seco. Esta configuração reduz o número de superfícies expostas à radiação solar devido ao efeito de sombreamento proporcionado pelos edifícios, o que permite reduzir os ganhos solares pela envolvente dos edifícios. Para além disso, as ruas estreitas permitem reduzir o efeito dos ventos fortes e contribuem positivamente para a inércia térmica do conjunto, mantendo as ruas frescas durante grande parte do período da manhã (Fernandes e Correia-da-Silva, 2007).

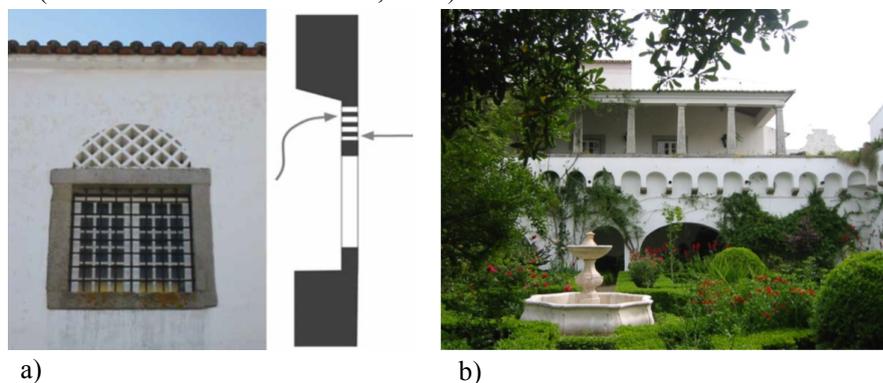


Figura 3 (a) Sistema de ventilação de um edifício em Évora e (b) Edifício em Évora com pátio interior para arrefecimento passivo (Fernandes *et al.*, 2014).

## 4. CONCLUSÃO

A adaptação da forma dos edifícios e a escolha dos materiais adequados na construção são estratégias essenciais para amenizar os efeitos do clima sobre as habitações, permitindo melhorar o conforto proporcionado. Neste âmbito, a arquitetura vernácula assume especial interesse: é importante conhecer as estratégias passivas utilizadas pelas gerações passadas, trazendo-as para a arquitetura contemporânea, com as necessárias adaptações. Portugal representa um bom exemplo que deve ser estudado: embora sendo um país pequeno, o clima e os materiais disponíveis variam bastante de região para região, o que resultou em diferentes manifestações arquitetónicas vernáculas.

São vários os estudos que comprovam que as soluções arquitetónicas de cariz vernacular permitiam

melhorar o nível de conforto no interior das habitações, embora não o suficiente para se atingirem os níveis exigenciais atuais. No entanto, essas soluções arquitetónicas, que estão na base da arquitetura bioclimática atual, permitem reduzir as necessidades energéticas para climatização. É essencial quantificar as poupanças anuais de energia conferidas pelas soluções bioclimáticas, através da realização de mais estudos de investigação, permitindo assim sensibilizar arquitetos e engenheiros para a importância da utilização de soluções passivas na melhoria da eficiência energética dos edifícios. Porém, arquitetos e engenheiros deverão estar cientes que a aplicação de soluções de arquitetura bioclimática devem ser analisadas cuidadosamente em função do edifício que se encontram a projetar.

No contexto atual, mostra-se assim imperativo estudar a arquitetura vernácula, desenvolvendo e aplicando aos edifícios novas soluções bioclimáticas, uma vez que a adaptação dos edifícios ao meio ambiente que os rodeia irá contribuir para melhorar a sua eficiência energética.

## AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer à Comissão Organizadora do Seminário reVer o convite dirigido para apresentação deste artigo, permitindo assim que seja dado este contributo para a divulgação da importância de se colherem os ensinamentos contidos na arquitetura vernácula para a promoção de uma construção mais sustentável.

## REFERÊNCIAS

- AAVV. 1980. *Arquitectura Popular em Portugal*. 2.<sup>a</sup> ed. Lisboa: Associação dos Arquitectos Portugueses.
- Coch, H. 1998. Chapter 4—Bioclimatism in vernacular architecture. In *Architecture – Comfort and Energy*, editado por C. Gallo, M. Sala e A.A.M. Sayigh, 67-87. Oxford: Elsevier.
- Fernandes, J. 2012. O contributo da arquitectura vernacular portuguesa para a sustentabilidade dos edifícios. Dissertação de Mestrado, Universidade do Minho.
- Fernandes, J. e J.J. Correia-da-Silva. 2007. Passive Cooling in Évora's Traditional Architecture. In 2nd PALENC Conference and 28th AIVC Conference on Building Low Energy Cooling and Advanced Ventilation Technologies in the 21st Century, editado por M. Santamouris e P. Wouters, 341-345. Heliotos: Heliotos Conferences.
- Fernandes, J., Mateus, R., Bragança, L. e J.J. Correia-da-Silva. 2014. Portuguese vernacular architecture: the contribution of vernacular materials and design approaches for sustainable construction. *Architectural Science Review*.
- Givoni, B. 1994. *Passive and low energy cooling of buildings*. New York: Van Nostrand Reinhold.
- INE (Instituto Nacional de Estatística). 2012. *Portugal em Números 2010*. Lisboa: Instituto Nacional de Estatística.
- Olgay, V. e A. Olgay. 1963. *Design with Climate: Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism*. 1.<sup>a</sup> ed. New Jersey: Princeton University Press.
- Santos, F.D., Forbes, K. e R. Moita. 2002. *Climate Change in Portugal: Scenarios, Impacts and Adaptation Measure - SIAM Project*. Lisboa: Gradiva.
- Serra, R. 1999. *Arquitectura y Climas*. 2.<sup>a</sup> ed. Barcelona: GG Básicos.
- Szokolay, S.V. 1998. Bioclimatic Architecture and Solar Energy. In *Human Bioclimatology*, editado por A. Auliciems, 111-131. Nova Iorque: Springer Berlin Heidelberg.
- UE (União Europeia). 2010. Diretiva 2010/31/UE do Parlamento Europeu e do Conselho de 19 de maio de 2010 relativa ao desempenho energético dos edifícios. Estrasburgo: Jornal Oficial da União Europeia.
- UE (União Europeia). 2012. Diretiva 2012/27/UE do Parlamento Europeu e do Conselho de 25 de outubro 2012 relativa à eficiência energética. Estrasburgo: Jornal Oficial da União Europeia.
- Ürge-Vorsatz, D., Harvey, L.D.D., Mirasgedis, S. e M.D. Levine. 2007. Mitigating CO<sub>2</sub> emissions from energy use in the world's buildings. *Building Research & Information*, 35 (4): 379-398.
- Vitruvius, M. 1914. *The Ten Books on Architecture: Book VI*, traduzido por M. Morgan, 167-194. Cambridge: Harvard University Press.

# 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](mailto:jepfernandes@me.com); [ricardomateus@civil.uminho.pt](mailto: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 impacto 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 CO<sub>2</sub> 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.

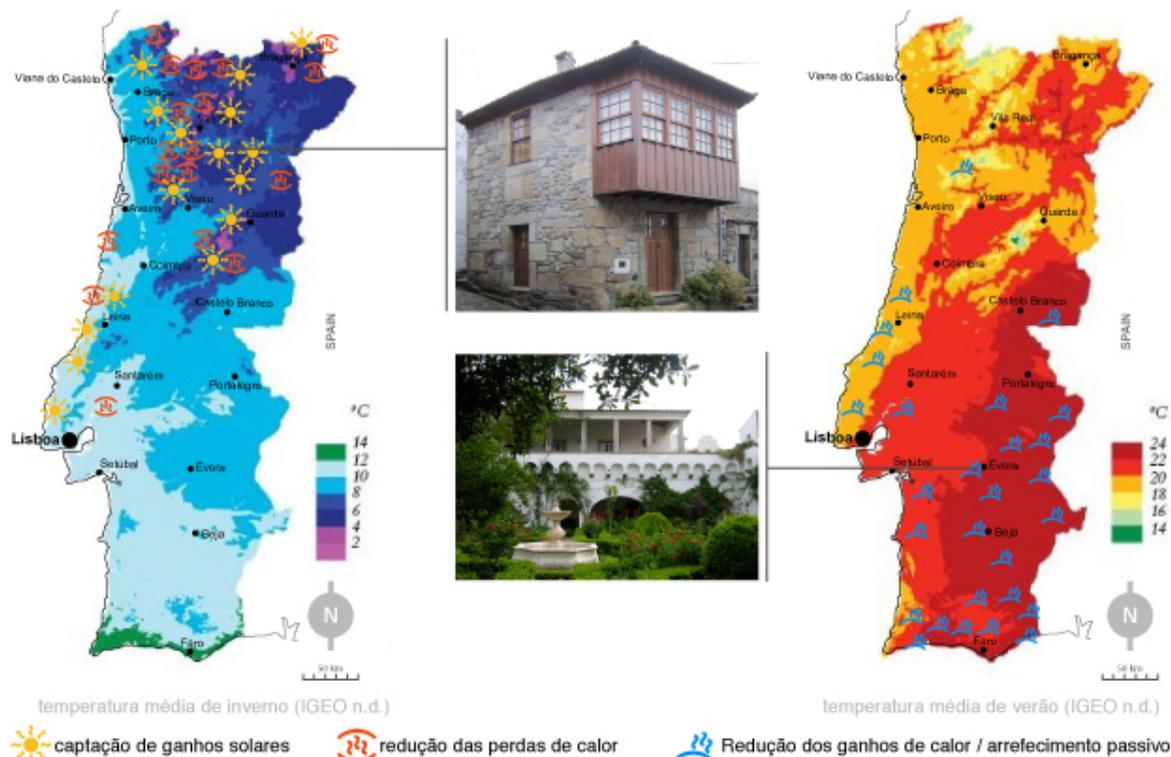


Figura 1 – Mapas com as temperaturas médias no inverno e no verão (IGEO 2013), e distribuição de três estratégias passivas vernáculas; (a) edifício com varanda envidraçada; (b) arquitetura em terra e pátio.

## 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 50m<sup>2</sup> 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 m<sup>2</sup> 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 perceção 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  $-40^{\circ}\text{C}$  a  $70^{\circ}\text{C}$  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  $23^{\circ}\text{C}$ , apresentando uma amplitude térmica diária de aproximadamente  $17^{\circ}\text{C}$ .

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  $24^{\circ}\text{C}$  e as amplitudes médias diárias permaneceram inferiores a  $5^{\circ}\text{C}$ . 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.

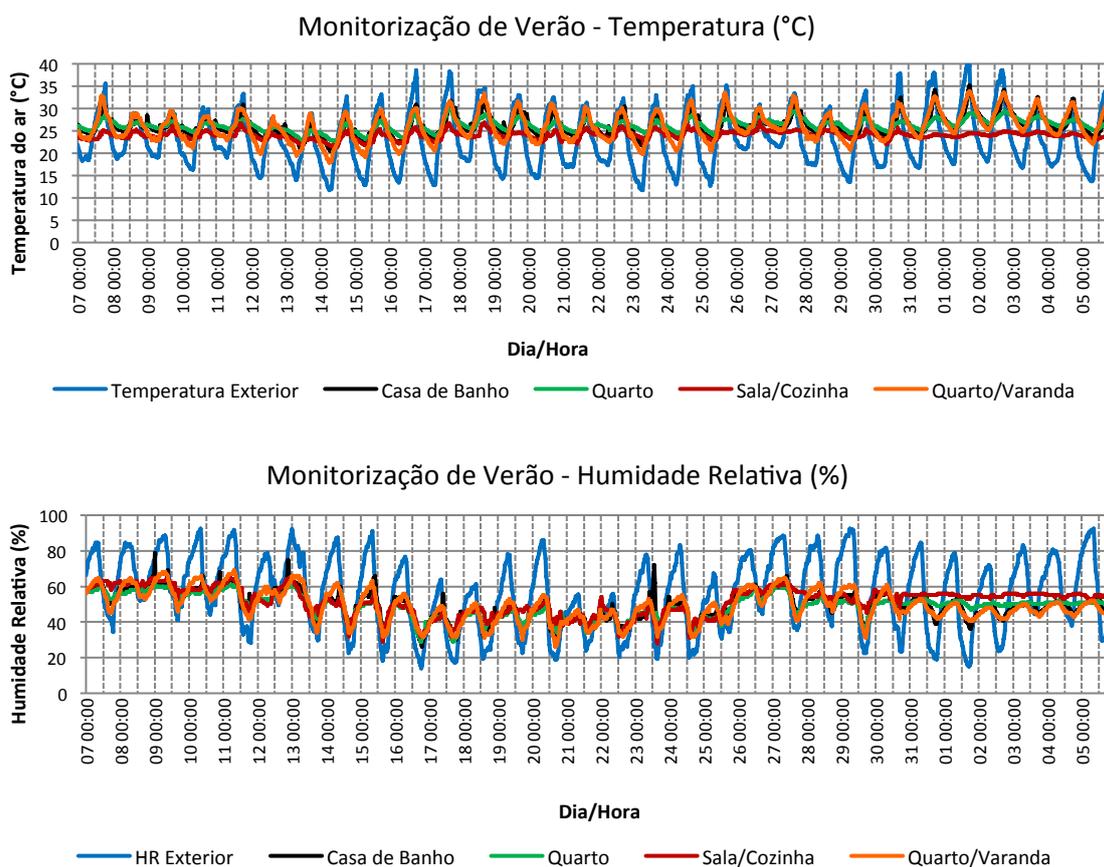


Figura 3 – Gráficos dos perfis de temperatura e humidade relativa - monitorização de verão entre os dias 07/08/2014 e 05/09/2014.

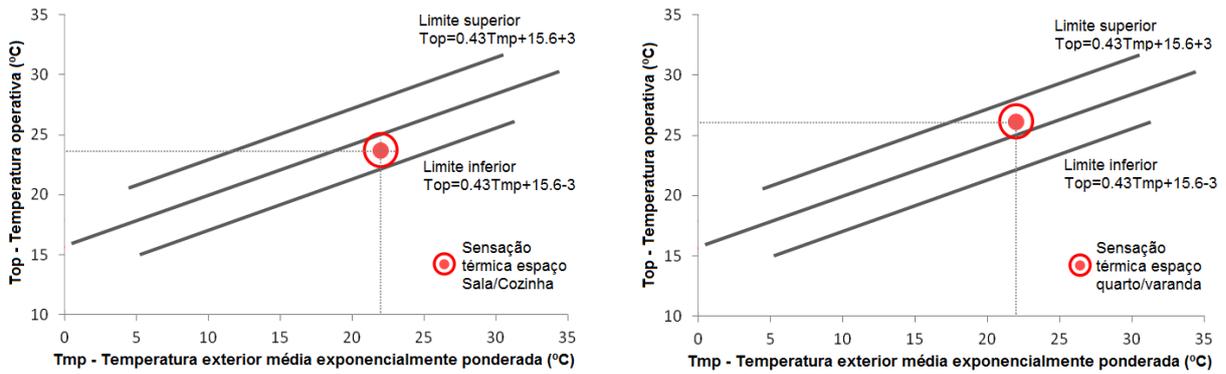


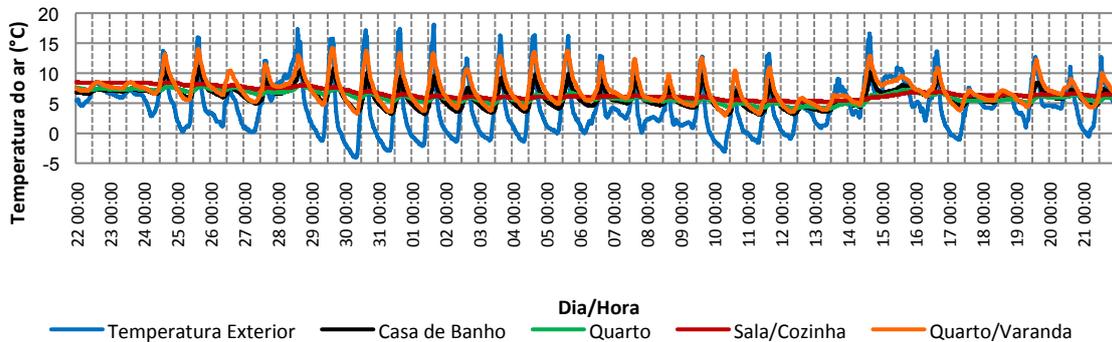
Figura 4 – Gráficos da relação entre os limites da Top dos compartimento em função da Tmp – estação de verão; (esquerda) sala/cozinha; (direita) quarto/varanda.

#### 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 (%)

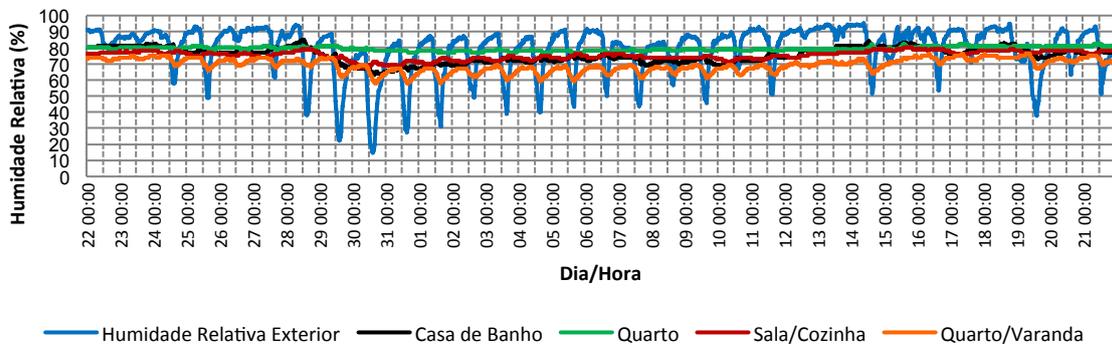


Figura 5 – Gráfico dos perfis de temperatura e Humidade Relativa – monitorização de inverno entre os dias 22/12/2014 e 21/01/2015.

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.

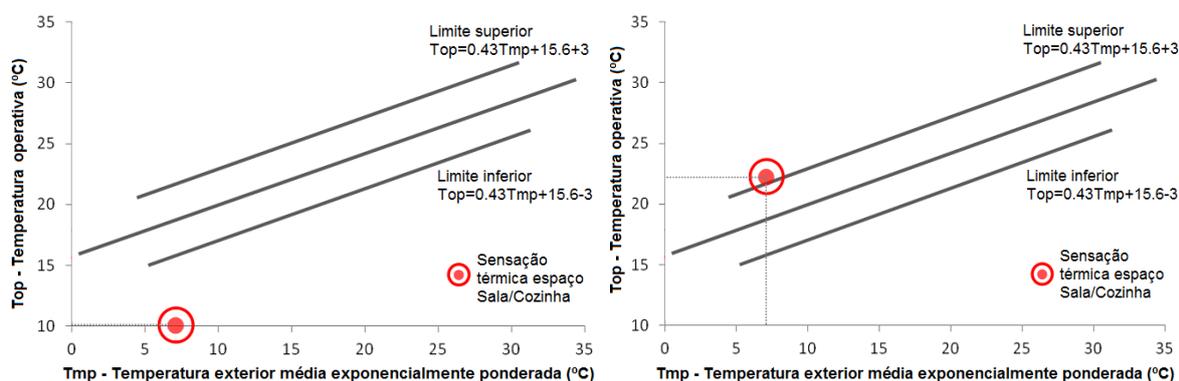


Figura 6 – Gráficos da relação entre os limites da Top dos compartimento em função da Tmp – estação de inverno; (esquerda) sala/cozinha sem lareira acesa; (direita) sala/cozinha com a lareira acesa

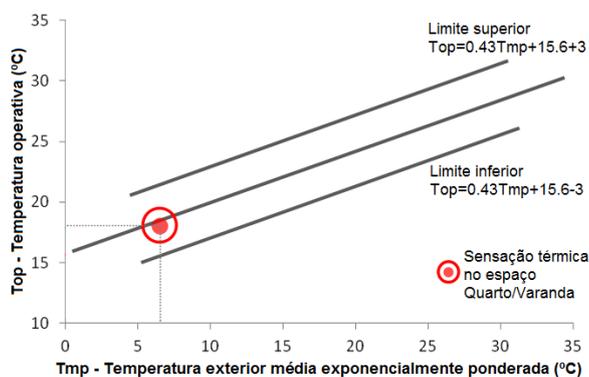


Figura 7 – Gráfico da relação entre os limites da Top do compartimento quarto/varanda em função da Tmp – medição de inverno.

## 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, regular 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.

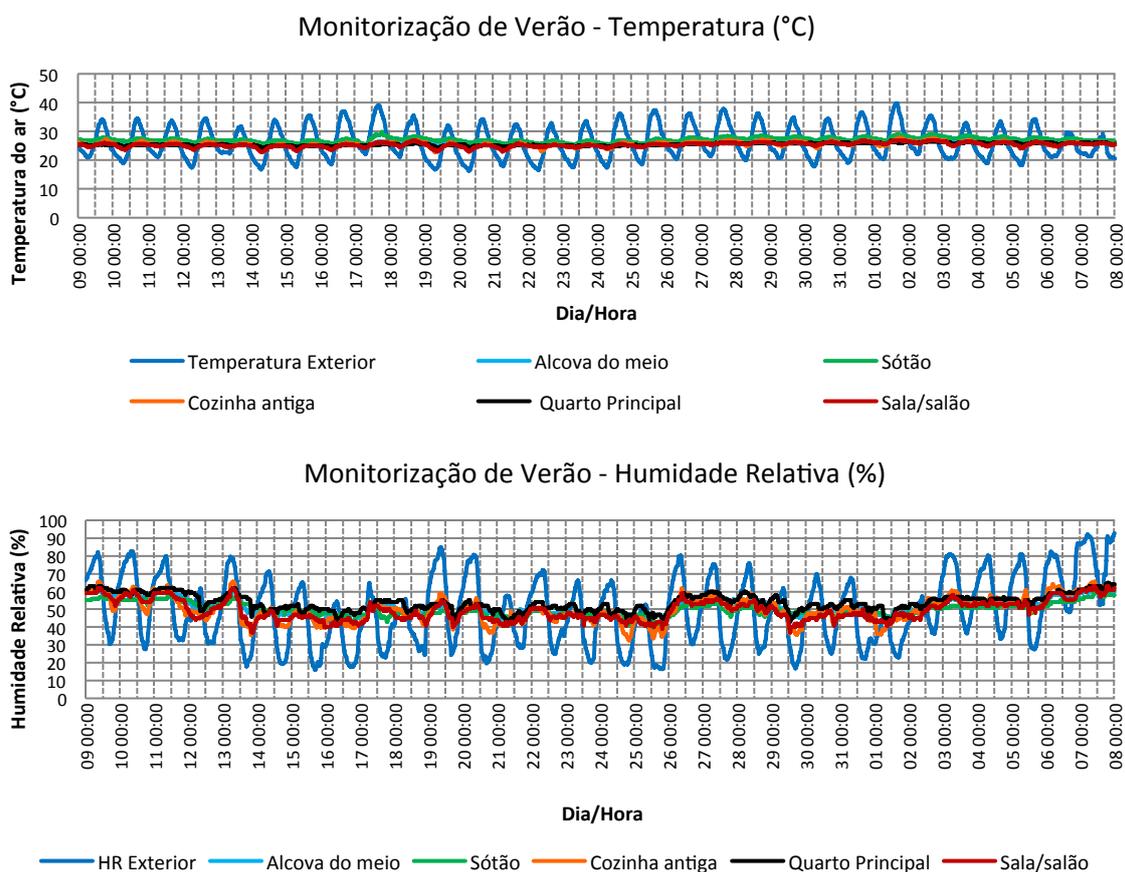


Figura 8 – Gráfico dos perfis de temperatura e humidade relativa – monitorização de inverno entre os dias 09/08/2014 e 08/09/2014

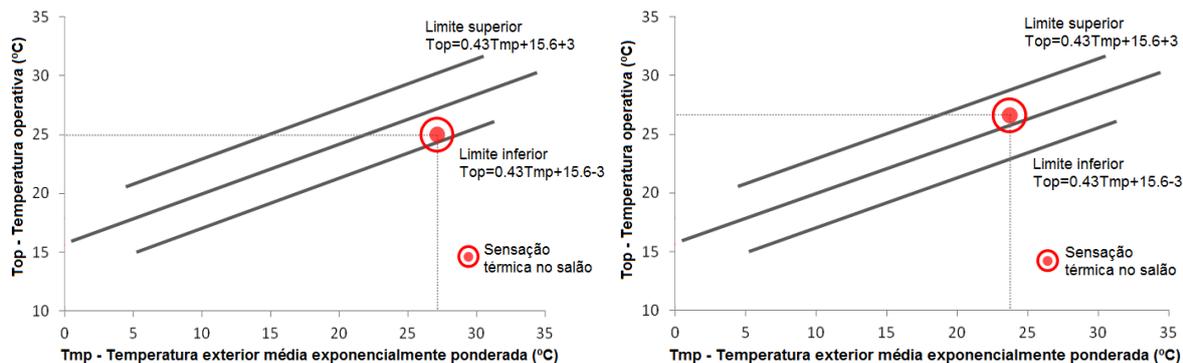


Figura 9 – Gráficos da relação entre os limites da Top dos compartimentos em função da Tmp – estação de verão; (esquerda) salão – medição em agosto; (direita) salão – medição em setembro.

#### 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)

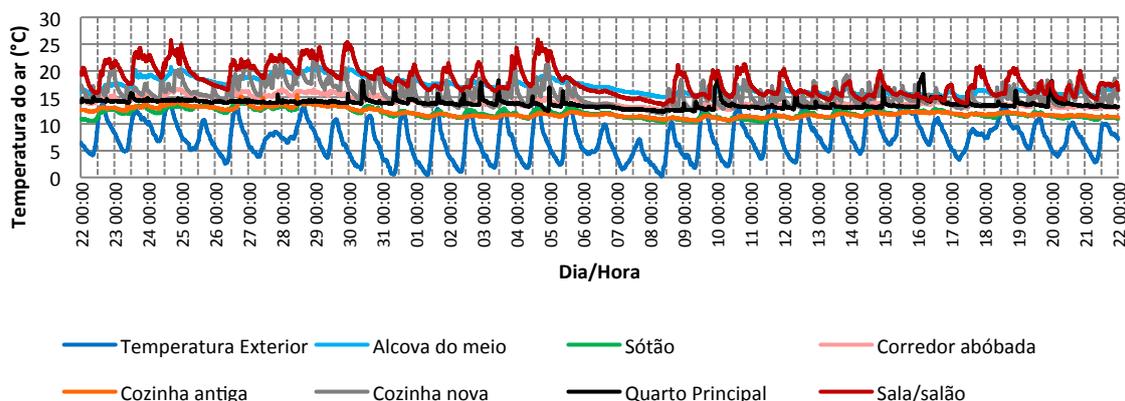


Figura 10 – Gráfico dos perfis de temperatura – monitorização de inverno entre os dias 22/12/2014 e 22/01/2015

### Monitorização de Inverno - Humidade Relativa (%)

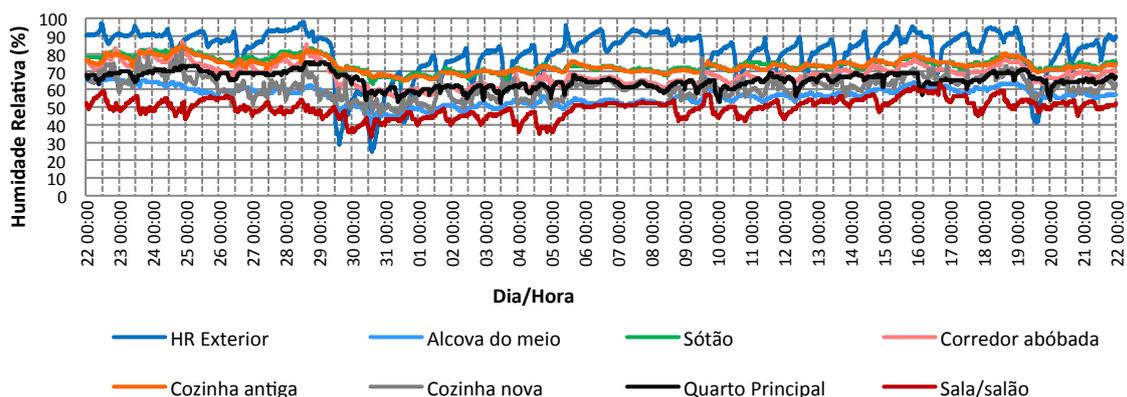


Figura 11 – Gráfico dos perfis de humidade relativa – monitorização de inverno entre os dias 22/12/2014 e 22/01/2015

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.

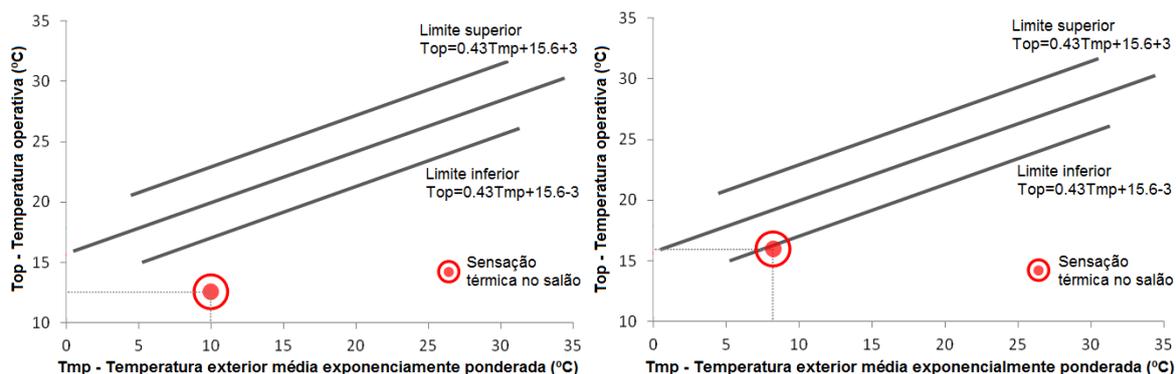


Figura 12 – Gráficos da relação entre os limites da Top do compartimento em função da Tmp – estação de inverno; (esquerda) salão sem lareira acesa; (direita) salão com a lareira acesa.

### 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](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.



# Vantagens da utilização de materiais naturais ou pouco transformados

**Paulo Mendonça, PhD**

*Escola de Arquitectura da Universidade do Minho*

*mendonca@arquitectura.uminho.pt*

## RESUMO

*As maiores exigências regulamentares sobre eficiência energética e as crescentes preocupações ambientais têm levado, nas duas últimas décadas, a reequacionar as estratégias da construção de edifícios em Portugal, que antes se centravam essencialmente na otimização do custo económico em fase de obra para edifícios novos. Se o centro das preocupações durante este período esteve inicialmente mais centrado na redução dos custos energéticos da fase de utilização, que culminou em 2006 na implementação dum sistema de certificação energética dos edifícios (recentemente revisto), a crise económica a que se assiste na presente década tem levado a um redirecionamento das preocupações, nomeadamente as associadas com os impactos ambientais da fase de construção, com os cenários de final da vida útil dos edifícios, com o repovoamento do interior do território ou com a emigração que transporta consigo empresas e know-how. Desta forma, a opção de utilizar materiais e tecnologias locais, recorrendo a mão-de-obra intensiva mas pouco qualificada ou mesmo à auto-construção, tem ganho maior relevância e aceitação e é base de suporte a soluções que visam reocupar ou reinterpretar a arquitetura vernacular numa forma contemporânea. Tem levado também a olhar mais atentamente para o parque habitacional, excedentário mas com grandes necessidades de reabilitação. A utilização de pedra natural enquanto material estrutural nas paredes exteriores dos edifícios é uma solução tradicional de muitas regiões do Portugal, caracterizada por grande inércia térmica, proteção acústica e solidez, que aqui é analisada sob o ponto de vista ambiental, sendo apresentado um caso de estudo hipotético que demonstra algumas das vantagens da utilização de materiais naturais ou pouco transformados, por contraponto à construção convencional com materiais industrializados.*

## INTRODUÇÃO

A indústria da construção é uma grande consumidora de matérias-primas e energia, às quais se associam as consequentes emissões poluentes, aliadas à extração e produção dos materiais de construção bem como ao uso e demolição do edifício. A poluição manifesta-se de várias formas, dentre as quais se destacam a atmosférica e a da água. Em ambos os casos, as consequências nefastas podem manifestar-se no meio ambiente natural, nos edifícios e nas pessoas que os habitam e usam.

A indústria da construção é a segunda maior consumidora de matérias-primas a nível mundial, após a indústria alimentar (Berge 2009). É, a título de exemplo, responsável pelo consumo de 25% da madeira e 40% dos agregados inertes extraídos mundialmente. Os edifícios são também responsáveis por 16% da água consumida (Dimson 1996).

Quando as matérias-primas são pouco transformadas, apenas manuseadas ou transportadas a curtas

distâncias, como no caso das construções vernaculares, podemos dizer que o impacto em termos energéticos dos produtos resultantes é praticamente nulo, existindo apenas o gasto de matérias-primas. Pelo contrário, os materiais industrializados utilizados na construção convencional actual, exigem um consumo energético significativo para a sua extração, transformação e transporte, ou equipamentos mecânicos para a sua montagem em obra, trazendo assim custos ambientais elevados.

A energia incorporada (EE - Embodied Energy) dum determinado produto corresponde à energia utilizada para o seu fabrico, sendo um dos indicadores mais frequentemente utilizados para contabilização dos impactes ambientais dos materiais de construção. A EE pode-se subdividir em consumos directos e indirectos (Berge 2009). O consumo energético directo advém da extração das matérias-primas e do processo de produção. O consumo indirecto está ligado ao consumo energético dos equipamentos, climatização e iluminação na fábrica e ambiente de trabalho, sendo normalmente menos significativo que o directo. Importa ainda contabilizar a energia do transporte das matérias-primas e materiais semi-processados.

De acordo com o Programa de Meio Ambiente das Nações Unidas (UNEP), 30 a 40% das emissões de gases com efeito de estufa devem-se aos edifícios e à indústria da construção, incluindo a produção de materiais de construção, manutenção e demolição, e a fase de uso (UNEP 2007). O problema das emissões de gases com efeito de estufa tem estado na ordem do dia das preocupações ambientais nas últimas décadas e por isso tema de muitas cimeiras políticas e encontros científicos a nível mundial. As emissões de CO<sub>2</sub> associadas com a queima de combustíveis fósseis para produção de energia, tem aumentado exponencialmente desde a revolução industrial, mas mais acentuadamente a partir da segunda metade do século XX, como se pode ver na Figura 1.

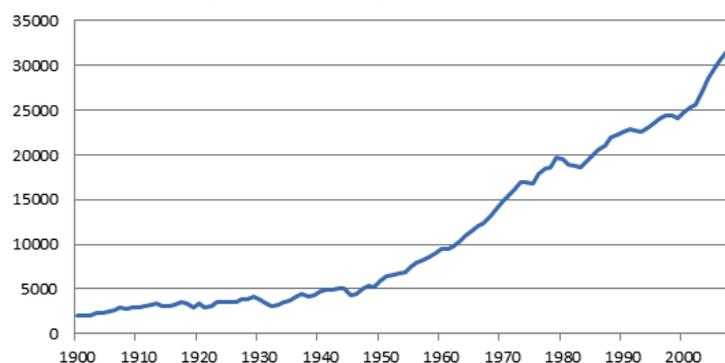


Figura 1 Emissões de CO<sub>2</sub> em Teragramas desde 1900 (Boden, Marland and Andres, 2010).

Desde os anos 70 do século XX que os valores médios mundiais de emissões percapita de CO<sub>2</sub> têm-se mantido sem variação, contudo os valores em termos absolutos têm aumentado, na proporção direta do crescimento demográfico. Tal fenómeno continua a verificar-se na última década, essencialmente devido ao crescimento demográfico verificado nas economias emergentes da Ásia, América do Sul e África, mas também ao incremento dos consumos energéticos percapita nestas mesmas áreas geográficas, como se pode verificar na Figura 2. Pelo contrário e como se pode ver na mesma figura, a maioria dos países desenvolvidos, através de legislação ambiental mais restritiva, incentivos à produção energética através de fontes renováveis, promoção das tecnologias passivas, bem como equipamentos mais eficientes, conseguiram reduzir as emissões percapita no período de 2005 a 2010. A Figura 3 apresenta a análise da ineficiência energética percapita associada com o consumo de energia das diferentes regiões e países a nível mundial, para o ano de 2010. A ineficiência apresentada foi obtida pela divisão entre as emissões percapita de CO<sub>2</sub> pelo consumo de energia primária em TEP percapita.

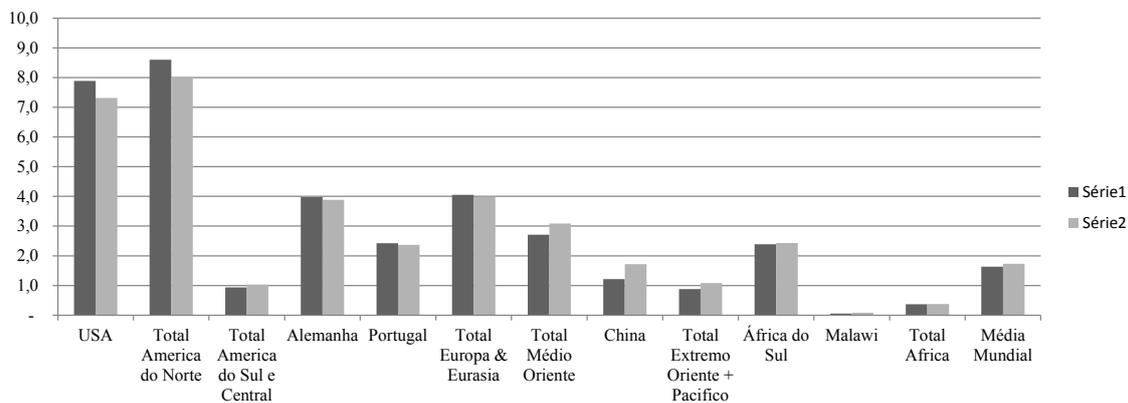


Figura 2 Emissões de CO<sub>2</sub> em 2005 e 2010, em toneladas percapita.

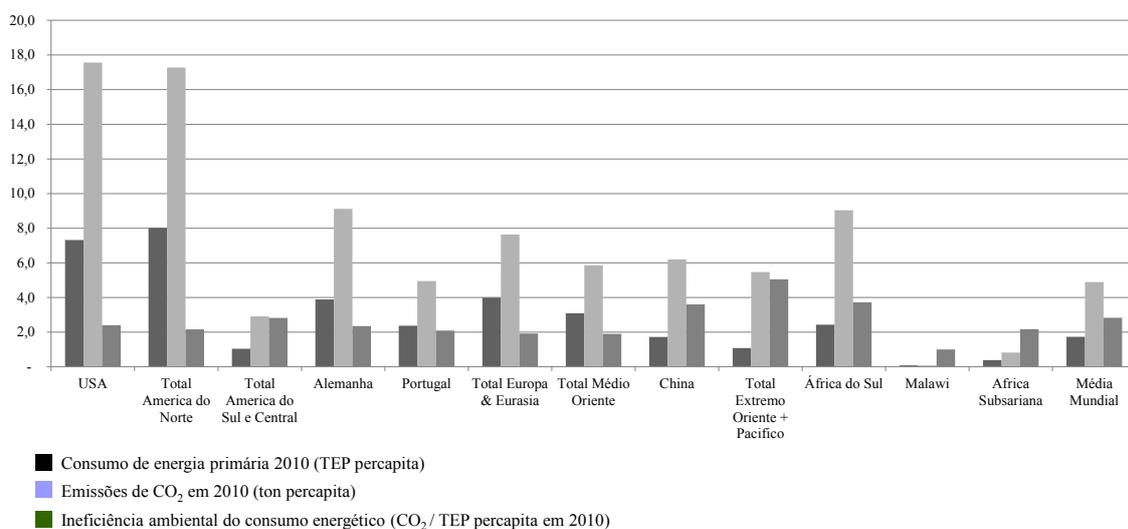


Figura 3 Ineficiência ambiental do consumo de energia em CO<sub>2</sub>/TEP percapita em 2010.

Independentemente da polémica em torno da relação entre as emissões poluentes e as alterações climáticas, está comprovado que os fatores ambientais são responsáveis por 80 a 90% dos casos de cancro (Berge 2009). Hoje em dia, a indústria da construção nos países desenvolvidos e muito especialmente na Europa do Sul, tem de se preocupar com os elevados níveis de CO<sub>2</sub> produzidos; levando-a a escolher abordagens mais ecoeficientes. Paradoxalmente, são os países com uma maior capacidade económica, ou seja os países desenvolvidos, mas também, e sobretudo, os países em desenvolvimento, aqueles que apresentam maiores níveis de ineficiência ambiental associada ao consumo energético. Ironicamente, os países mais pobres, como se ilustra com o exemplo do Malawi na Figura 3, além de apresentarem reduzidos valores de emissões poluentes em termos absolutos e percapita, apresentam também maior eficiência ambiental percapita. Tal deve-se em grande parte a que a construção de edifícios nesses contextos é maioritariamente realizada com materiais naturais e tecnologias locais, predominando uma economia de subsistência ligada ao sector primário, bem como à restrição de mobilidade associada com o reduzido PIB percapita disponível e deficientes infra-estruturas de transporte. Face ao conhecimento e tecnologia disponível, não é justificável que no contexto dos países desenvolvidos se continue a apostar na demolição de edifícios existentes e construção de edifícios novos, ao invés de optar pela utilização de materiais naturais e pouco transformados, pela reutilização e renovação dos edifícios existentes e por uma arquitectura de referência vernacular devidamente contextualizada com as sensibilidades locais.

## MATERIAIS, TRANSPORTE E ENERGIA

A relação entre habitação e os “recursos imediatamente disponíveis” só tem valor absoluto nos primeiros estádios da civilização humana. Aliás, mesmo nesses níveis, “há sempre muita margem para variações arquitetónicas, dando liberdade às convenções e ideias locais para encontrarem a sua expressão própria” (Keesing 1961). A relação entre a disponibilidade de materiais no local e as construções primitivas, apesar de, segundo este autor, deixar alguma margem de manobra, era marcadamente evidente até à revolução industrial. Por essa razão se pode afirmar que os materiais pesados utilizados na construção tinham correspondência direta com a disponibilidade dos mesmos no solo. Após a revolução industrial, introduziram-se materiais de construção industrializados ao mesmo tempo que se generalizaram os transportes de pessoas e mercadorias. Por esta razão, a ligação entre a disponibilidade de materiais no solo e a construção alterou-se, diluindo-se significativamente, como se ilustra na Figura 4. Os aspetos económicos são aqueles que, quase exclusivamente, passaram a condicionar os tipos de materiais utilizados e dessa forma também os sistemas construtivos. As indústrias tenderam a localizar-se próximo das matérias-primas, essencialmente por razões económicas. Mas o fato de centralizar a produção conduz a que as distâncias médias efetuadas, desde a extração das matérias-primas até à colocação dos materiais em obra, aumente. A construção industrializada, apesar de mais económica, revela-se mais poluente que a construção de mão-de-obra intensiva e com recurso a materiais locais.

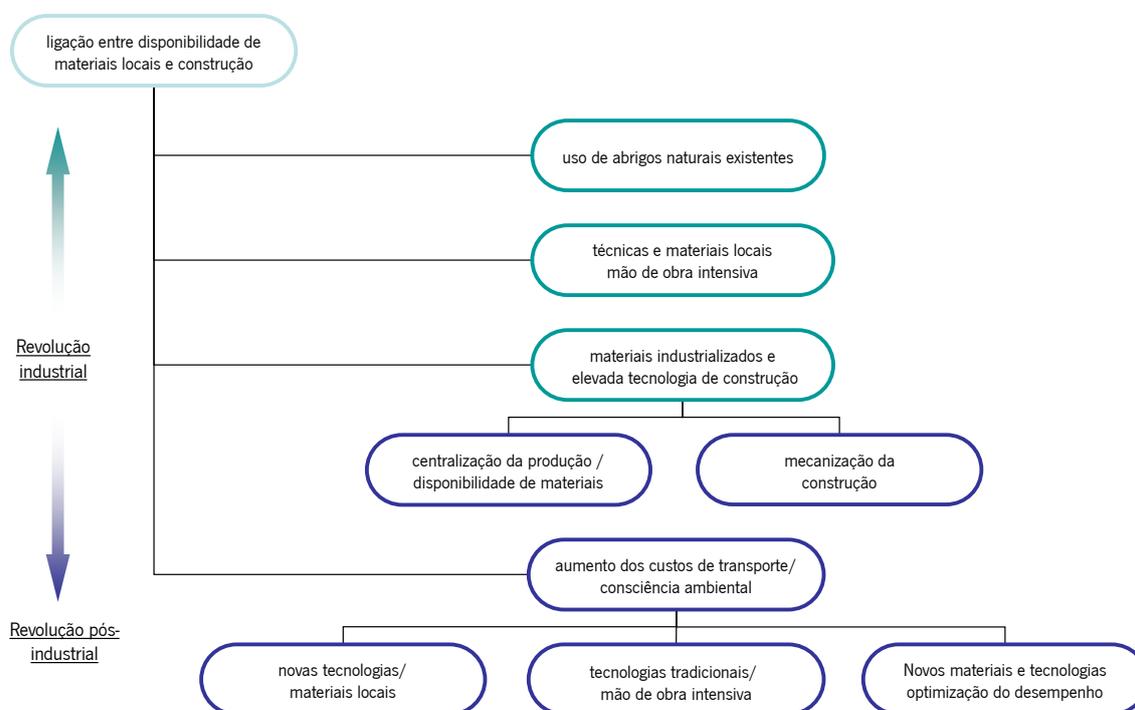


Figura 4 Ligação entre a disponibilidade de materiais locais e os sistemas de construção.

Em Portugal, no ano de 2010, o peso do consumo dos principais setores de atividade económica relativamente ao consumo final de energia foi de: 37,4% nos Transportes, 30,1% na Indústria, 17,0% no Doméstico, 11,7% nos Serviços e 3,8% nos outros setores (onde se inclui a Agricultura, Pescas, Construção e Obras Públicas). Verifica-se assim uma forte incidência do setor de Transportes no consumo de energia final. “O transporte de mercadorias por ferrovia totalizou em 2010, 10,1 milhões de toneladas, mais 12,8% do que o transportado em 2009. (...) Nesse mesmo ano foram transportados 217,9 milhões de toneladas de mercadorias por modo rodoviário, o que representa uma redução de 12,9% relativamente a 2009” (DGE 2011). O transporte de materiais minerais não metálicos das indústrias extrativas constitui atualmente uma das principais parcelas do transporte de mercadorias rodoviário e ferroviário. Atendendo aos impactos ambientais do transporte rodoviário, redução do rendimento

disponível e aumento do desemprego, torna-se assim cada vez mais pertinente a utilização de materiais locais nos sistemas construtivos utilizados, especialmente tendo em conta que para alguns materiais, nomeadamente aqueles mais pesados, o transporte é um dos principais responsáveis pelo valor da EE final, com a agravante de ser normalmente feito com recurso a combustíveis fósseis. A queima de combustíveis fósseis é a mais importante causa de impactos ambientais tanto na fase de utilização do produto final, neste caso do edifício, como nas fases intermédias de transformação e transporte.

Sempre que for necessária massa de armazenamento térmico e também para possibilitar o incremento do isolamento acústico com um baixo custo, é difícil e pouco viável optar por soluções leves, tais como a construção modular em madeira ou aço. Neste caso será de ponderar a opção por recursos naturais abundantes ou reutilizáveis, como a pedra, em substituição dos materiais pesados convencionais – aço e tijolo. Apesar de não renováveis, são recursos que apenas se transferem de lugar, com pouca transformação, durabilidade elevada e reutilizáveis num número significativo de ciclos. Ainda que se possa perder alguma qualidade no processo de reutilização da pedra, a reciclagem poderá sempre ser feita (downcycling), por exemplo passando de alvenaria a placas e posteriormente de placas a gravilha, inertes ou granulados de pedra.

Com o desenvolvimento do sistema construtivo baseado no betão armado e aço durante o século XX, a pedra deixou de ser um material estrutural relevante em construção civil. Ainda assim, a pedra extraída anualmente tem sido maioritariamente utilizada na indústria da construção (47% da produção total) (USGS 2014). Portugal está entre os dez maiores produtores de pedra natural do mundo, como pode ser visto na Tabela 1. Estes dez países representam no seu conjunto 92,6% da produção mundial de pedra (107Mt em 2009). Se considerarmos o valor de produção percapita, Portugal é destacadamente o maior produtor do mundo, com quase 30kg por habitante, o que demonstra a importância desta indústria no contexto nacional.

**Tabela 1. Produção mundial de pedra (por ordem decrescente de produção global)**

	<b>Produção em 2009 (kt /ano)*</b>	<b>População total em 2009 (meio do ano) x1000**</b>	<b>Produção percapita em 2009 (kg /ano)*</b>
1- China	2300,5	1.334.740	1,7
2- India	2107,9	1.174.000	1,8
3- Turkey	1155,6	70.538	16,4
4- Iran	1112,8	73.651	15,1
5- Italy	909,5	60.045	15,1
6- Brazil	749,0	191.481	3,9
7- Spain	716,9	45.828	15,6
8- Egypt	363,8	76.800	4,7
9- Portugal	310,3	10.627	29,2
10- U.S.A.	181,9	307.374	0,6

\*[http://www.hkexnews.hk/listedco/listconews/sehk/2011/0307/01380\\_1017369/E114.pdf](http://www.hkexnews.hk/listedco/listconews/sehk/2011/0307/01380_1017369/E114.pdf)

\*\*<http://www.indexmundi.com/>

A Tabela 2 compara o volume de produção de pedra com os materiais convencionais pesados utilizados em paredes de fachada, em função da produção total e da produção percapita em Portugal. Na primeira coluna indica-se o ranking da produção total portuguesa para o ano indicado entre parêntesis, onde M corresponde ao lugar a nível mundial e E ao lugar a nível europeu.

**Tabela 2. Produção global e percapita de alguns materiais de construção (por ordem decrescente de produção global)**

	<b>Produção (t)</b>	<b>População (meio do ano)</b>	<b>Produção percapita (kg/ano)</b>
9 <sup>o</sup> M - Pedra (2009)	310.300	10.627.000	29,2
30 <sup>o</sup> M - Cimento (2010)	12.750.000	10.637.000	1.198,6
5 <sup>o</sup> E - Tijolo (2000)	4.735.000	10.012.197	473,0

## CARACTERIZAÇÃO DO PARQUE HABITACIONAL EM PORTUGAL

Em Portugal, o fabrico dos materiais para uma habitação unifamiliar de construção convencional em tijolo e pórticos de betão armado requer uma energia incorporada de aproximadamente 2100kWh por m<sup>2</sup> de área útil de pavimento, como se pode ver pela análise da Tabela 3 (Mendonça 2005). O tijolo é por si só, apenas considerando as paredes, responsável por quase 40% deste valor, o que permite afirmar que a substituição de tijolo por materiais com menor energia incorporada, desde que locais, será por si só uma alternativa favorável em termos ambientais.

**Tabela 3. Peso e Energia incorporada por m<sup>2</sup> de área útil de pavimento num edifício convencional (adaptado de (Mendonça 2005))**

<b>Materiais</b>	<b>Peso (kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>EE (kWh/kg)</b>	<b>EE(kWh/m<sup>2</sup>)</b>
Tijolo	651,9	1,3	821,4
Betão e argamassas de cimento	2160,8	0,3	713,1
Aço em varão	63,7	2,8	177,1
Alumínio	3,3	44,5	148,3
Isolamento térmico XPS	3,6	27,9	100,3
Aço inox	5,0	9,7	48,7
Vidro	8,5	5,1	43,3
Tela asfáltica	7,5	4,1	30,4
Argamassas de gesso	18,0	1,1	18,9
Madeira local	56,7	0,2	10,2
Pavimento flutuante	6,3	1,4	8,8
Pintura plástica	0,8	5,6	4,3
Aglomerado de madeira	2,7	1,1	2,9
Verniz sintético	0,1	21,6	2,4
Polietileno	0,1	24,2	2,2
<b>Total</b>	<b>2989,0</b>	<b>150,6</b>	<b>2132,3</b>

Pela inexistência de meios de transporte eficientes, os materiais utilizados nas paredes exteriores das habitações tradicionais, especialmente no caso das paredes pesadas, estavam intimamente associados à disponibilidade local de matérias-primas e mão-de-obra. Desta forma, os materiais utilizados correspondiam diretamente às características litológicas do solo, pelo que a sua distribuição pelo território nacional era quase literalmente a duma carta litológica (Figura 5), sendo que as poucas exceções correspondiam às áreas onde os solos, por serem arenosos, não permitiam extrair pedra ou solo com qualidade para a construção. Nestes locais adotavam-se soluções inteiramente em madeira, com técnicas associadas à construção naval e à atividade piscatória, como o caso do Palheiro de Esmoriz representado no canto superior esquerdo da Figura 5.

As paredes simples pesadas de pedra ou terra, normalmente desempenhando um papel estrutural, são características de quase todas as construções de edifícios até meados do século XX. Apesar de actualmente já não se construir com paredes estruturais, considera-se que há espaço para repensar estas soluções, não só pela necessidade de reabilitação de edifícios existentes, mas também porque se deverá avaliar a sua pertinência na contemporaneidade mesmo para a construção de edifícios novos.

A utilização de pedra em paredes de edifícios antigos apresenta-se geralmente com grandes espessuras (nalguns casos superiores a 40cm), ligadas não apenas ao facto de serem soluções estruturais, mas também à necessidade de fornecerem uma suficiente capacidade de isolamento térmico e acústico, bem como incremento da massa térmica. Denotando algumas preocupações de estanquidade, nas paredes de alvenaria de pedra com junta seca de construção tradicional portuguesa, principalmente no norte do País, era utilizada palha para vedar as juntas, impedindo a passagem de ar frio ou água através destas.

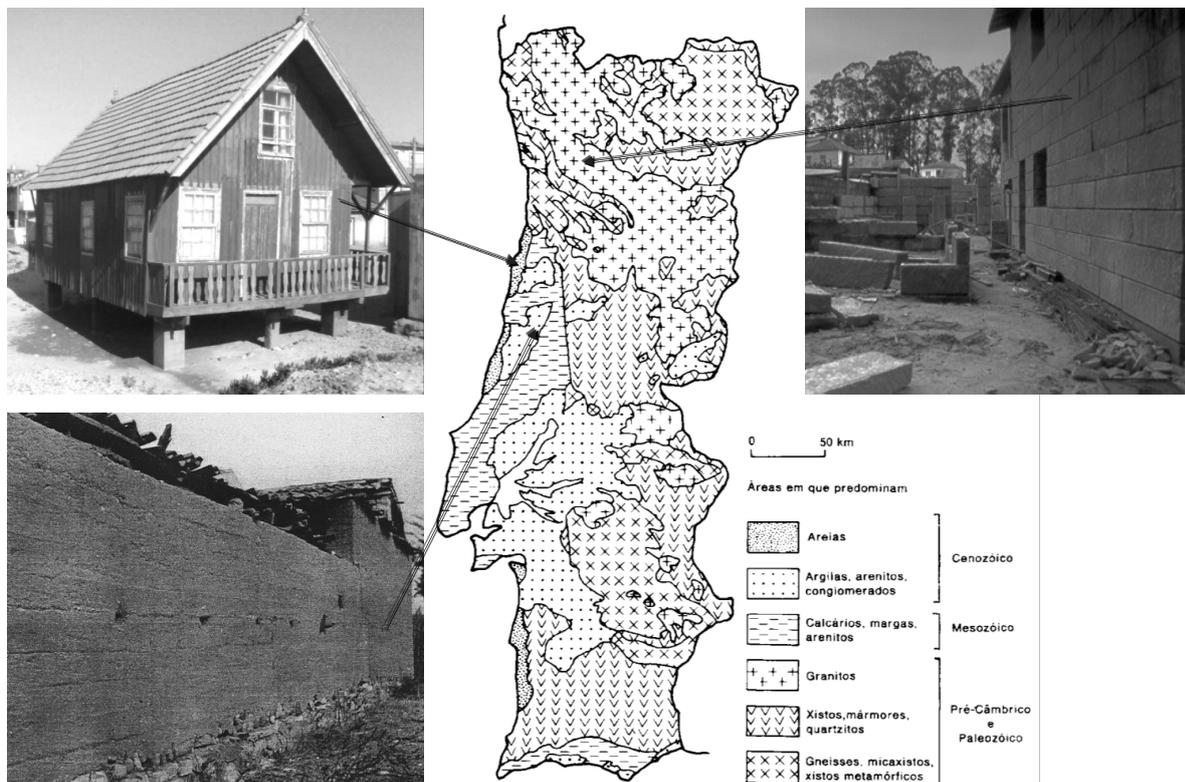


Figura 5 Carta litológica de Portugal (Brito 1994) com indicação da localização de três habitações com sistemas construtivos relacionados com o tipo de solo local (imagem no canto inferior esquerdo adaptada de (AAP 1988))

A necessidade de introdução de isolamento nas construções existentes levou a que a reabilitação de habitações com paredes simples em pedra fosse maioritariamente feita com introdução de isolamento pelo interior. Tal solução aumenta a resistência térmica da parede, mas limita drasticamente a sua massa superficial útil, pelo que constitui uma solução muito desfavorável do ponto de vista do desempenho térmico passivo. A colocação de isolamento pelo exterior, ainda que resultando numa solução mais favorável sob o ponto de vista da inércia térmica, é uma solução difícil ou mesmo impossível de implementar em algumas das construções antigas, já que vai aumentar o seu perímetro exterior, sobrepondo-se por exemplo aos edifícios contíguos, quando estes são alinhados, ou às cantarias que orlam em muitos casos as fenestranças.

A partir de meados do século XX, com a generalização das estruturas porticadas de betão armado e do tijolo furado industrializado, este último passou a ter o papel preponderante na construção das paredes exteriores e mesmo interiores, substituindo os materiais tradicionais locais – como a pedra, o adobe ou a taipa. A introdução das lajes aligeiradas com abobadilhas de tijolo veio também substituir a madeira nas lajes de piso e coberturas, vindo trazer uma alteração radical dos sistemas construtivos das habitações, deixando de ser de peso misto (pedra ou outro material pesado nos elementos estruturais verticais e madeira nos restantes elementos), para se tornarem inteiramente pesados. O sistema construtivo mais comum atualmente utilizado em Portugal é o de pórticos de betão armado, lajes aligeiradas com abobadilhas de tijolo (com aproximadamente  $300\text{Kg/m}^2$  para um pavimento) e paredes em tijolo (com um peso próprio semelhante ao das lajes nas paredes exteriores). Pode-se concluir que o peso global dos edifícios hoje em dia é semelhante aos valores de há 100 anos atrás, contudo, apesar de algum incremento no desempenho estrutural e funcional, assistimos a uma regressão nas questões ambientais durante a fase de obra, pela diminuição ou mesmo impossibilidade de reutilização e reciclagem, já que os componentes são cada vez mais aderidos e não apenas justapostos, como nas construções vernaculares, ou fixos mecanicamente, como na generalidade das construções leves (Mendonça, 2005).

Ainda que os tijolos vazados e o betão armado sejam materiais de disponibilidade local no território português, a sua produção está muito centralizada. No caso do ferro e do cimento para o betão armado, o consumo energético associado à produção é bastante significativo na energia incorporada final, enquanto no caso do tijolo, a grande quantidade de material implica um grande consumo energético com o transporte.

Numa síntese da evolução das paredes exteriores em Portugal realizada por Hipólito Sousa (Sousa, 1996), a partir dos anos 50 pode ver-se a existência do tijolo furado em todas as soluções características das respetivas épocas. Nos anos 50 introduziram-se as paredes duplas de tijolo furado no pano interior e pedra ou tijolo maciço no pano exterior, mas sem isolamento na caixa-de-ar, conforme se representa na Figura 6(a). Nos anos 60 as paredes duplas passaram a ser totalmente de tijolo, com o tijolo de maior espessura no pano exterior. Nos anos 70 a qualidade regrediu e os panos passaram a ser ambos de reduzida ou média espessura (Figura 6(b)), ou mesmo panos simples, especialmente no Sul do país. Apenas nos anos 80 se volta a utilizar paredes duplas com alguma qualidade, nomeadamente com panos de maior espessura no exterior e materiais isolantes térmicos na caixa-de-ar (Figura 6(c)) que só passaram a ser regra com a entrada em vigor do primeiro Regulamento de Comportamento Térmico de Edifícios em 1990 (RCCTE 1990). As novas exigências regulamentares, associadas às revisões do RCCTE em 2006 (RCCTE 2006) e 2014 (REH 2014), com a implementação dum sistema de certificação energética, obrigaram à introdução de novas soluções, nomeadamente pela necessidade de melhor correção de pontes térmicas, sendo a solução ETIC (External Thermal Insulating System) com pano de tijolo simples a mais representativa (Figura 6(d)).

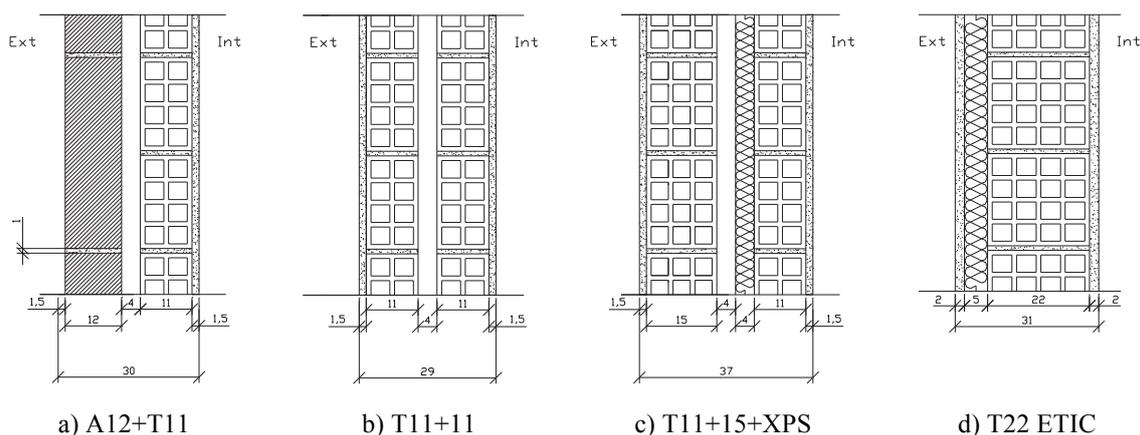


Figura 6 Secção tipo de paredes exteriores de alvenaria em tijolo: (a) dupla com alvenaria de pedra exterior; (b) dupla, sem isolamento térmico; (c) dupla, com isolamento térmico; (d) simples com isolamento exterior (sistema ETIC).

Antes dos anos 50 a solução mais comum de parede em Portugal era a de alvenaria maciça de granito (Figura 7(a)). A reabilitação deste tipo de solução conduz à introdução de isolamento pelo interior (geralmente combinada com solução de gesso laminado e estrutura de perfis de aço galvanizado formados a frio) (Figura 7(b)); ou à introdução de isolamento pelo exterior, normalmente através da solução de ETIC (Figura 7(c)) – esta última será preferível sob o ponto de vista funcional sempre que tal seja possível, uma vez que se preserva dessa forma a massa térmica. Uma solução comum no Norte de Portugal é a de parede dupla com pano em alvenaria de granito pelo exterior e pano de alvenaria de tijolo furado pelo interior com isolamento na caixa-de-ar (Figura 7(d)).

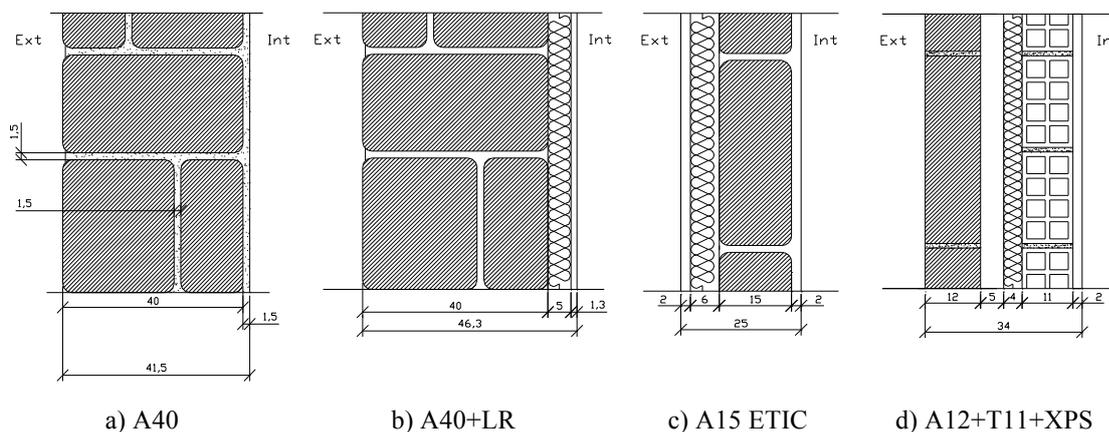


Figura 7 Secção tipo de paredes de alvenaria em pedra: (a) simples estrutural tradicional; (b) simples com isolamento interior; (c) simples com isolamento exterior (sistema ETIC); (d) dupla com pano interior em tijolo furado.

Na Tabela 4 apresenta-se uma síntese das propriedades com influência nos aspetos de conforto e impacto ambiental de alguns tipos de paredes exteriores em pedra e tijolo furado. O custo económico das soluções de pedra natural revela-se bastante superior ao das soluções de tijolo, no entanto o desempenho funcional das soluções de pedra com isolamento é equivalente ao das soluções de tijolo com isolamento. É importante referir que as soluções de pedra apresentadas podem ser utilizadas como soluções estruturais, permitindo dessa forma economizar nos elementos estruturais em betão armado, amortizando dessa forma a diferença de custo. Permitem também explorar acabamentos face-à-vista, o que pode constituir uma mais-valia e reduzir custos de manutenção.

Tabela 4. Síntese de propriedades das paredes analisadas (adaptado de (Mendonça 2005))

Designação	Composição	Isolamento Sonoro $D_{n,w}$ [dB(A)]	Coefficiente U [W/m <sup>2</sup> .°C]	Energia Incorporada EE [kWh/m <sup>2</sup> ]	Peso próprio [kg/m <sup>2</sup> ]	Massa superficial útil $M_{si}$ [kg/m <sup>2</sup> ]	Custo económico [€/m <sup>2</sup> ]
A40	R1.5+A40	62	3,05	182	1118	150	111
A40+LR	G1.3+L5+A40	66	0,69	169	1053	11	122
A15 ETIC	R2 +A15+E6+R1	55	0,46	270	469	150	123
A12+T11	R2+T11+X5+J4+A12	52	0,57	498	451	150	118
T11+15+XPS	R2+T11+X4+J4+T15+R2	51	0,45	910	313	150	63
T22 ETIC	R2+T22+X5+R1	53	0,44	812	277	150	57

Nota: Na constituição de cada parede os números correspondem à espessura em cm e as letras ao material, indicado do interior para o exterior. Os materiais são os referidos na legenda seguinte:

A - Alvenaria de Granito	E - Poliestireno Expandido	G - Gesso Cartonado
J - Lâmina de ar	L - Lã de Rocha	R - Reboco
T - Tijolo Furado	X - Poliestireno Extrudido	

## CASO DE ESTUDO

Em Portugal, a área total de fogos habitacionais licenciados tem vindo a diminuir nos últimos dez anos. Em 2012 foi de 2.788.317m<sup>2</sup>, correspondendo a uma área média por fogo de 107m<sup>2</sup>. As moradias correspondem a 90% dos fogos de habitação licenciados nesse ano. A área média de compartimentos habitáveis foi de 21,1m<sup>2</sup> em 2012 e, tal como em anos anteriores, a maioria das licenças de construção foram para construção nova, que representou 63,8% dos edifícios. Em 2011, a construção nova foi responsável por 64,2% e, em 2010, por 69,4%, o que mostra a tendência de queda da construção nova e a crescente importância da reabilitação (INE 2013).

Na Tabela 5 apresentam-se os indicadores ambientais considerados estimados por m<sup>2</sup> de área de pavimento útil de um edifício, utilizando diferentes tipos de parede. Este compartimento, com 20m<sup>2</sup> (correspondendo aproximadamente à área média de um compartimento habitável em Portugal, como

referido anteriormente) tem a intenção de representar uma moradia convencional localizada no litoral norte de Portugal, a área geográfica nacional com maior número de moradias novas construídas no ano de 2012 (aproximadamente 40% do total) (INE 2013). A metodologia considerada para este estudo encontra-se descrita em detalhe num estudo anterior do autor (Mendonça 2005).

No sentido de demonstrar as vantagens ambientais da utilização de materiais naturais ou pouco transformados (semelhantes a uma construção vernacular reabilitada para responder às exigências regulamentares contemporâneas) por contraponto à construção convencional com materiais industrializados, propôs-se um cenário hipotético, a substituição do tijolo em paredes exteriores em todas as construções de habitação nova em Portugal durante um ano (neste caso 2012) avaliando a possível economia em função de alguns indicadores de impacto ambiental (EE - energia incorporada, GWP - potencial de aquecimento global, AP - potencial de acidificação e COD - depleção química de oxigénio). Como se demonstra na Tabela 4, a solução proposta em alvenaria de pedra apresenta níveis de desempenho funcional equivalentes à solução de tijolo furado, ambas com isolamento exterior em EPS (sistema ETIC).

**Tabela 5. Peso e Energia incorporada por m<sup>2</sup> de área útil de pavimento numa moradia convencional em Portugal (adaptado de (Mendonça 2005))**

Materiais	B22	A20
	Tijolo furado	Granito
Peso (kg/m <sup>2</sup> a.p.u.*)	3034	3332,1
EE (kWh/m <sup>2</sup> a.p.u.*)	2187,6	1474,1 (-33%)
GWP** (g/m <sup>2</sup> a.p.u.*)	392408,4	278947,4 (-29%)
AP*** (g/m <sup>2</sup> a.p.u.*)	4603,0	3299,2 (-28%)
COD**** (g/m <sup>2</sup> a.p.u.*)	13364,0	2281,7 (-83%)

\* a.p.u.: área de pavimento útil; \*\* GWP – Potencial de aquecimento global em gramas de CO<sub>2</sub> equivalente; \*\*\* AP – Potencial de acidificação em gramas de SO<sub>2</sub>; \*\*\*\* COD – Carência química de oxigénio em gramas de NO<sub>x</sub>; (EE, GWP, AP e COD reference values adapted from (Berge 2009))

Pela análise da Tabela 5 pode-se concluir que a simples substituição de tijolo furado convencional por pedra natural nas paredes exteriores dos edifícios de habitação, à semelhança dum edifício vernacular reabilitado funcionalmente, permitiria uma redução de 33% na energia incorporada, 29% no potencial de aquecimento global, 28% no potencial de acidificação e 83% em depleção química de oxigénio.

## CONCLUSÕES

A solução de alvenaria de granito com sistema ETIC revela-se perfeitamente adequada à regulamentação portuguesa, tanto em termos de desempenho energético como em termos de isolamento acústico. Tendo em conta os parâmetros ambientais considerados no caso de estudo apresentado, o sistema de parede exterior simples ETIC em alvenaria de pedra revela-se ambientalmente mais favorável do que a solução convencional de parede simples ETIC em tijolo furado. Considerando a área total de construção de habitação no norte de Portugal em 2012, a simples substituição do tijolo furado por pedra natural local nas paredes exteriores, mesmo mantendo inalterados todos os restantes materiais e sistemas construtivos, permitiria uma poupança anual de cerca de 2 TWh em energia incorporada, 315 mil toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente em potencial de aquecimento global, 9,2 mil toneladas de SO<sub>2</sub> em potencial de acidificação e 3,6 mil toneladas de NO<sub>x</sub> em depleção de oxigénio. A utilização de materiais com disponibilidade local em soluções construtivas pesadas e de mão-de-obra intensiva, permite economizar também em custo energético e ambiental associado com o transporte, continuando no entanto a beneficiar a economia local, não apenas através das indústrias locais de extração e produção de materiais, mas também nas atividades de construção propriamente ditas.

## REFERENCIAS

- AAP. 1988 *Arquitetura Popular em Portugal*. Associação dos Arquitectos Portugueses. Lisboa.
- Berge, B. 2009. *The ecology of building materials*. Second edition. Architectural press, translated by Chris butters and Filip Henley. Oxford.
- Boden, T.; Marland, G. e Andres, R. 2010. *Global, Regional, and National Fossil-Fuel CO<sub>2</sub> Emissions*. Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, U.S. Department of Energy, Oak Ridge, Tenn., U.S.A.
- DGE 2011. *Estatísticas dos transportes 2010*. Consultado em 10/03/2013: [http://www.ine.pt/ngt\\_server/attachfileu.jsp?look\\_parentBoui=127612804&att\\_display=n&att\\_download=y](http://www.ine.pt/ngt_server/attachfileu.jsp?look_parentBoui=127612804&att_display=n&att_download=y)
- Dimson, B. 1996. *Principles and Challenges of Sustainable Design and Construction, Industry and Environment*. 19(2).
- INE. 2013. *Estatísticas da Construção e Habitação 2012*. Instituto Nacional de Estatística. Lisboa. Consultado em 14/01/2014: [http://www.google.pt/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0CCQQFjAB&url=http%3A%2F%2Fwww.ine.pt%2Fngt\\_server%2Fattachfileu.jsp%3Flook\\_parentBoui%3D163128700%26att\\_display%3Dn%26att\\_download%3Dy&ei=nSkGVeeoB4KsUayQhJAE&usg=AFQjCNGYVbBAcVLY2uxvPtQvhpRQOsUp3g&bvm=bv.88198703,d.d24](http://www.google.pt/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0CCQQFjAB&url=http%3A%2F%2Fwww.ine.pt%2Fngt_server%2Fattachfileu.jsp%3Flook_parentBoui%3D163128700%26att_display%3Dn%26att_download%3Dy&ei=nSkGVeeoB4KsUayQhJAE&usg=AFQjCNGYVbBAcVLY2uxvPtQvhpRQOsUp3g&bvm=bv.88198703,d.d24)
- Keesing, F. 1961. *Antropologia Cultural I*. Ed Fundo de Cultura. Rio de Janeiro.
- Mendonça, P. 2005. *Habitar sob uma segunda pele: Estratégias para a redução do impacto ambiental de construções solares passivas em climas temperados*. Tese de doutoramento em Engenharia Civil. Universidade do Minho. Guimarães.
- RCCTE. 1990. *Regulamento das Características do Comportamento Térmico dos Edifícios*; Decreto-Lei n° 40/1990 de 6 de Fevereiro.
- RCCTE. 2006. *Regulamento das Características do Comportamento Térmico dos Edifícios*. Decreto-Lei n.º 80/2006 de 4 de Abril.
- REH. 2013. *Regulamento de desempenho Energético dos edifícios de Habitação*. Decreto-Lei n.º 118/2013 de 20 de Agosto.
- Sousa, H. 1996. *Melhoria do Comportamento Térmico e Mecânico das Alvenarias por Actuação na Geometria dos Elementos - Aplicação a Blocos de Betão de Argila Expandida*. Tese de Doutoramento. FEUP. Porto.
- UNEP. 2007. *Buildings and Climate Change: Status, Challenges, and Opportunities*. United Nations Environmental Programme. Consultado em: <http://www.unep.fr/shared/publications/pdf/DTIx0916xPA-BuildingsClimate.pdf>
- USGS, 2014. U.S. Department of the Interior, U.S. Geological Survey. Consultado em 14/01/2014: [http://www.usgs.gov/energy\\_minerals](http://www.usgs.gov/energy_minerals)



# O contributo dos materiais vernáculos para sustentabilidade do ambiente construído

**Jorge Fernandes, MSc Ricardo Mateus, PhD Luís Bragança, PhD Carlos Pimenta, MSc**

*C-TAC – Centro de investigação para o Território, Ambiente e Construção, Universidade do Minho*

[jepfernandes@me.com](mailto:jepfernandes@me.com); [ricardomateus@civil.uminho.pt](mailto:ricardomateus@civil.uminho.pt)

## RESUMO

*A utilização de materiais e técnicas locais é uma das principais características da arquitetura vernácula. Quando comparados com materiais industrializados, os materiais vernáculos têm reduzido impacto ambiental, sendo uma alternativa para a construção sustentável. No entanto, com a industrialização os materiais vernáculos caíram em desuso tendo sido preteridos pelos novos materiais padronizados que conduziram à homogeneização dos diferentes métodos construtivos, dando origem a uma arquitetura de cariz universal, muitas vezes sem preocupações com o contexto e com significativos impactos para o ambiente. No que diz respeito à sustentabilidade, os materiais vernáculos têm potencial para evoluir e adaptarem-se às necessidades contemporâneas, permitindo reduzir a energia incorporada e os impactos ambientais. Por estas razões, o presente trabalho aborda as potenciais vantagens da utilização de materiais e técnicas locais no contexto português. Adicionalmente, este artigo estabelece uma comparação entre os materiais vernáculos e os materiais produzidos industrialmente ao nível dos indicadores ambientais (energia incorporada e potencial de aquecimento global).*

## INTRODUÇÃO

Com a Revolução Industrial, e mais tarde com o Movimento Moderno, a crescente utilização de novos materiais padronizados e produzidos industrialmente conduziu à homogeneização dos diferentes métodos construtivos, até então dependentes dos materiais disponíveis no local. A ampla disseminação destes novos materiais predominantes e as técnicas e materiais tradicionais caíram em desuso. A arquitetura moderna, com base na utilização de materiais industrializados, gerou uma arquitetura universal frequentemente sem preocupações de contexto e muito dependente do consumo de energia para climatização (Montaner 2001; Graça 2000). Além disso, os materiais produzidos industrialmente exigem elevados níveis de energia e têm impactos ambientais consideráveis (Mota et al. 2012). Por outro lado, com o uso de materiais e técnicas alternativas, como os vernáculos (cal, adobe, madeira, abóbadas, etc.), o total de energia incorporada de um edifício pode ser significativamente reduzido, bem como os impactos ambientais inerentes (Venkatarama Reddy & Jagadish 2003; Shukla et al. 2009; Sanz-Calcedo et. al 2012). Por exemplo, materiais como a madeira podem ter impactos positivos na avaliação global do ciclo de vida (Mota et al 2012).

Estas questões são particularmente relevantes para o setor da construção, sendo responsável por quase um terço de todas as emissões de dióxido de carbono (Ürge-Vorsatz et al. 2007) e consumindo mais energia e matérias-primas que qualquer outro setor económico (Pacheco-Torgal & Jalali 2012) – algumas desta matérias-primas com previsão de reservas para apenas mais algumas dezenas de anos (Berge 2009).

Atualmente, a eficiência energética e a sustentabilidade dos edifícios são importantes temas de investigação. À medida que os edifícios se tornam mais eficientes em termos energéticos durante a fase de operação, a preocupação com a energia incorporada nos materiais de construção é enfatizada, demonstrando assim, a necessidade de olhar também para a energia utilizada na sua produção (Ramesh 2012). Numa avaliação de ciclo de vida (ACV) de um edifício, são estimados todos os impactes ambientais associados a todas as fases de vida dos produtos que o compõem (Bragança & Mateus 2011). Um dos indicadores com maior relevância nesta avaliação é o potencial de aquecimento global, relacionado com as emissões de gases de efeito estufa (GEE) (Bragança & Mateus 2011), em particular o dióxido de carbono, que está intimamente relacionado com o consumo de energia, ou energia incorporada (Cabeza et al. 2013). Neste tópico, a ACV inclui a energia operacional (energia necessária para o funcionamento do edifício, ou seja, sistema AVAC, iluminação, etc.) e a energia incorporada (energia necessária para todos os processos de produção, construção no local, demolição final e eliminação de materiais) (Cabeza et al. 2013). No contexto Português, Mateus et al. (2007) estimaram para um edifício convencional (com um ciclo de vida de 50 anos) que a energia incorporada nos materiais de construção representava cerca de 10-15% do total de energia consumida durante a fase de operação. Recentemente, Pacheco-Torgal et al. (2012) estimaram, para um conjunto de cerca de 100 apartamentos no Porto, que a energia incorporada representava cerca de 25% da energia operacional, para um ciclo de vida de 50 anos. Os mesmos autores consideram que, com a diminuição da energia operacional, através da implementação da diretiva EPBD, a energia incorporada irá representar cerca de 400% da energia operacional (Pacheco-Torgal et al. 2012).

Neste sentido, reduzir a energia incorporada nos materiais é uma premissa para reduzir os impactes ambientais e obter edifícios mais eficientes e sustentáveis (Ramesh 2012). Adicionalmente, irá também diminuir o custo dos materiais e, conseqüentemente, do edifício como um todo (Ramesh de 2012).

Atendendo a estas considerações, e sabendo que os materiais de construção têm impactes ambientais consideráveis, os materiais vernáculos têm, do ponto de vista da sustentabilidade, várias vantagens que devem ser evidenciadas. Para melhor perceber os capítulos seguintes, os materiais vernáculos devem ser entendidos como os que têm origem local e que estão estreitamente relacionados com as condições específicas locais (litologia, clima, cultura agrícola, etc.), sendo um fator de identificação e diferenciação arquitetónica.

## **METODOLOGIA**

A metodologia de pesquisa deste estudo é baseada em exemplos presentes na arquitetura vernácula portuguesa, usando uma abordagem dedutiva e combinando análises qualitativas e quantitativas. Assim, este artigo centra-se especificamente na importância da utilização de materiais e técnicas de construção locais para o desenvolvimento sustentável. A recolha de dados foi baseada principalmente em fontes primárias e secundárias. Para relacionar a utilização de materiais vernáculos com condições locais específicas, foram selecionados vários exemplos no território português. Para além disso, estabeleceu-se uma relação com a litologia, clima, agricultura e culturas arbóreas. De modo a avaliar o contributo destes materiais para a sustentabilidade, foi realizada uma comparação entre alguns materiais vernáculos e industriais, ao nível de indicadores ambientais.

## **UTILIZAÇÃO DE MATERIAIS E TÉCNICAS VERNÁCULAS DE CONSTRUÇÃO**

### **O contexto português**

No que diz respeito à arquitetura vernácula portuguesa é possível afirmar que onde existe pedra a população utiliza-a como material de construção; na falta desta, constrói-se com terra, madeira ou

outros materiais vegetais (Oliveira & Galhano 1992). Os materiais utilizados eram obtidos na área geográfica onde os edifícios foram erguidos. Mesmo em áreas de fronteira litológica os exemplos de construções que usam pedra de regiões vizinhas são raros, já que os poucos recursos económicos das populações não lhes permitia aceder a materiais que não fossem de provisionamento local. Apenas as famílias mais abastadas, ou aquelas com algum desafogo económico, poderiam suportar os custos de transporte de materiais de outras regiões (AAVV 1980). Com a industrialização veio o hábito de utilizar materiais industriais, produzidos longe dos locais de construção, o que conduziu ao desuso dos materiais locais e das técnicas tradicionais.

Mesmo sendo um país pequeno, Portugal possui um território cheio de contrastes, não apenas no clima – com variações significativas na temperatura do ar e na precipitação (Santos et al. 2002) – mas também no contraste litológico entre as regiões. Na arquitetura vernácula portuguesa é particularmente perceptível a correlação quase perfeita entre a distribuição dos materiais de construção utilizados e as características litológicas do território português (Fernandes 2012). Para evidenciar este facto, são realçados alguns exemplos nos capítulos seguintes.

### **Vantagens de utilizar Materiais e Técnicas Vernáculas na conceção de Edifícios Sustentáveis.**

Os materiais e técnicas vernáculas têm, do ponto de vista da sustentabilidade, inúmeras vantagens que devem ser realçadas. Entre elas, destacam-se as questões ambientais, mas também os benefícios sociais e económicos. Neste sentido, os estudos desenvolvidos por Morel et al. (2001) e Ramesh (2012) concluem que a utilização de materiais locais tem vantagens ambientais e socioeconómicas, tais como: reduzir a quantidade de energia incorporada nos edifícios; reduzir os custos de construção; e promoção das economias locais, mediante o pagamento local do custo dos materiais e de mão-de-obra. Portanto, é pertinente destacar algumas das vantagens da utilização de certos tipos de materiais vernáculos, em oposição aos atuais materiais produzidos industrialmente, como um dos caminhos possíveis para a Construção Sustentável.

#### **Vantagens ambientais**

Geralmente, as vantagens ambientais mais relevantes relacionadas com os materiais locais são: não há necessidade de transporte; menor intensidade de energia no processo de produção e consequentemente menos energia incorporada e menores emissões de CO<sub>2</sub>; são materiais naturais, muitas das vezes orgânicos, renováveis e biodegradáveis, com um ciclo de vida "do berço ao berço"; reduzidos impactes ambientais durante as operações de manutenção. Na Figura 1 é apresentada uma breve comparação no que concerne aos aspetos ambientais entre os materiais locais e os produzidos industrialmente. Para comparar os impactes ambientais decorrentes da aplicação dos materiais em sistemas construtivos, os pesos totais de cada material devem ser quantificados com antecedência.

Nos parágrafos seguintes, serão analisadas algumas das vantagens relacionadas com os materiais e técnicas utilizados na arquitetura vernácula portuguesa.

Colmo/palha – Em regiões de invernos rigorosos e com culturas de centeio, como a Serra de Montemuro, as coberturas eram revestidas com palha – um resíduo da produção de cereais. Este revestimento garantia simultaneamente proteção contra a chuva e algum isolamento térmico. Este material tem a vantagem de ser um material natural, biodegradável, de baixo custo, com um bom desempenho contra os elementos naturais, tais como a chuva e a neve, para além das boas propriedades de isolamento. Não há dados específicos sobre a condutividade térmica da palha aplicada em soluções de cobertura, a aplicação mais comum na arquitetura vernácula, mas é possível extrapolar esse valor a partir dos fardos de palha (60 centímetros de espessura de palha tem um valor de U entre 0,12 e 0,09 W/m<sup>2</sup> °C) (Sassi 2006). As desvantagens da palha, principalmente em relação às soluções de cobertura em telha cerâmica com isolamento em poliestireno extrudido são: menor resistência ao fogo e a necessidade de substituição periódica, mesmo considerando o custo reduzido desse processo. É possível utilizar este material em aplicações contemporâneas, tendo um bom potencial de integração com novos materiais (Yuan & Sun 2010).

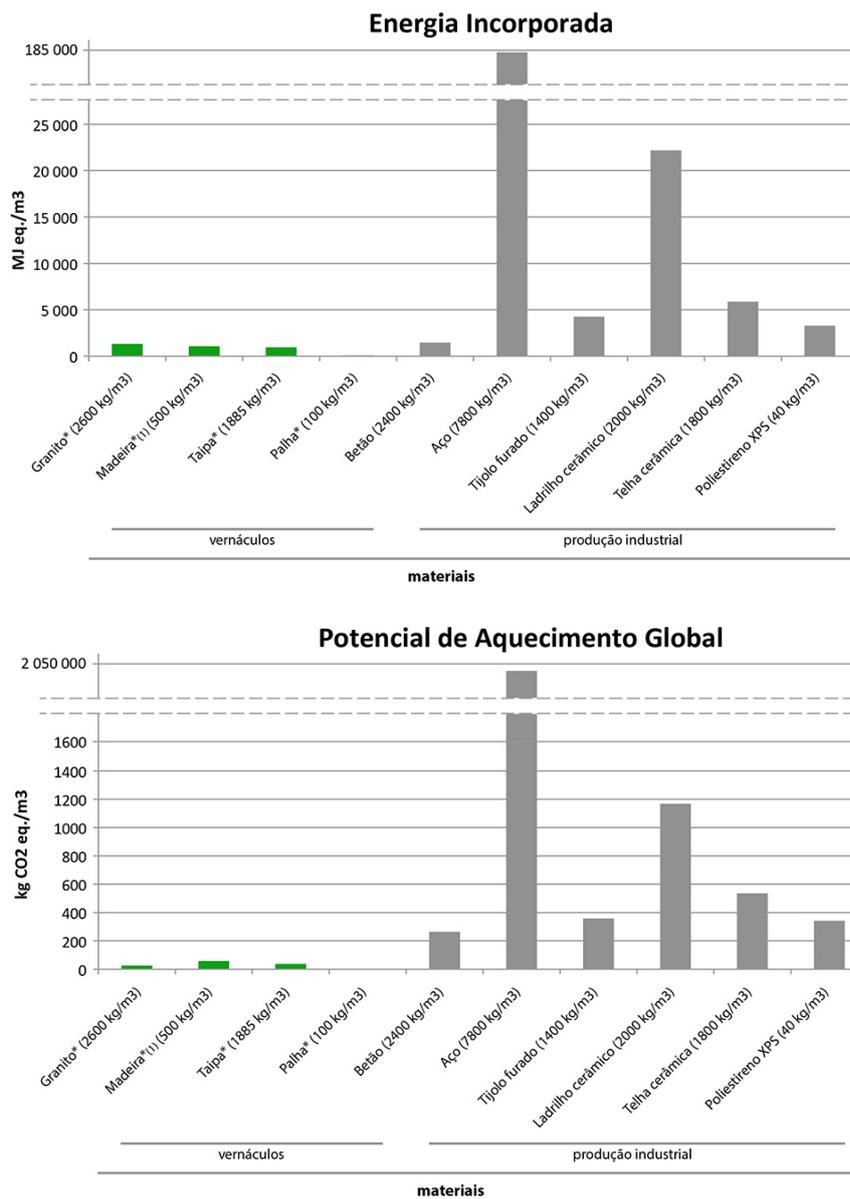


Figura 1. Energia incorporada e Potencial de Aquecimento Global (do berço ao portão). Comparação entre alguns materiais de construção vernáculos e de produção industrial. Fontes: Bragança & Mateus 2011; \* Berge 2009. Notas: (i) madeira serrada, seca ao ar, incluindo os processos de aplainamento.

Taipa e adobe – a taipa é a técnica de construção mais difundida na região do Alentejo. Nesta área, a boa qualidade do solo para este tipo de construção reflete-se na sua profusa utilização (AAVV 1980; Fernandes & Correia, 2005). A forte inércia térmica que caracteriza as construções em terra permite responder de forma apropriada ao intenso calor que caracteriza o verão alentejano. Nas regiões costeiras, como o estuário do Vouga, onde não há grande disponibilidade de pedra, mas onde abundam os solos de aluvião e as argilas, os edifícios são construídos essencialmente de adobe. Estes são dois bons exemplos de materiais tradicionais feitos a partir do solo do local de construção, sendo um recurso abundante e com reduzidos impactes ambientais associados a sua extração (Sassi 2006). Embora a maioria destas construções sejam encontradas em países em desenvolvimento, o número de construções em países desenvolvidos tem vindo a aumentar graças à importância atribuída à construção sustentável. A arquitetura em terra, devido às suas múltiplas vantagens, continua a fazer sentido no contexto português, especialmente em áreas onde tradicionalmente tem sido utilizado este material. Algumas das vantagens, entre muitas outras, são (Wargocki et al 1999; Gutiérrez et al, 2005): i) forte inércia térmica ii)

capacidade de influenciar positivamente a qualidade do ar interior, uma vez que não tem COVs associados; iii) inércia higroscópica, isto é, age como regulador de humidade, mantendo-a nas proporções adequadas para a saúde humana (de 40 a 60%), contribuindo para a estabilidade do microclima interior; iv) baixa energia incorporada; v) baixas emissões de carbono e baixo impacto ambiental; vi) material de baixo custo; vii) se realizada em terra crua pode ser reutilizada indefinidamente. No caso de construções em adobe, a avaliação de ciclo de vida realizada por Shukla et al. (2009) a uma habitação construída principalmente em adobe, concluiu que para cada 100m<sup>2</sup> de área construída a habitação em adobe apresentava um valor de energia incorporada de 475 GJ, enquanto a habitação convencional apresentava um valor de energia incorporada de 720 GJ.

As desvantagens normalmente associadas à arquitetura em terra podem ser vistas de uma perspetiva diferente, nomeadamente: estes edifícios podem ter uma grande durabilidade; existem inúmeros casos de edifícios com centenas de anos e alguns com mais de 1000 anos de idade (Pacheco Torgal & Jalali-2012); e apesar da necessária manutenção periódica para garantir a sua durabilidade, esta não implica um custo elevado.

Os estudos desta temática demonstram que ainda há potencial para melhorar as propriedades destes materiais, como exemplificado no estudo conduzido por Pereira & Correia da Silva (2012). Os autores demonstraram a capacidade de melhorar a resistência térmica de paredes de taipa, de forma a cumprir os regulamentos portugueses de desempenho térmico, sem alterar as suas características ambientais, através da adição de inertes como argila expandida e cortiça granulada.

Tectos abobadados – A utilização desta técnica começou a desaparecer no início do séc. XX, com a crescente disseminação das lajes de betão armado. No entanto, estudos recentes revelam que a utilização desta técnica em tijolo tradicional é mais sustentável do que as lajes de betão convencionais. Uma análise ciclo de vida dos tetos abobadados tradicionais, em comparação com as lajes de betão armado, exigem na sua construção 75% menos energia, produzem 69% menos CO<sub>2</sub>, tem um custo médio menor ou semelhante e produzem menos 71% dos resíduos (Sanz-Calcedo et al. 2012). O mesmo estudo indica que é uma técnica que cumpre os atuais requisitos de sustentabilidade e que pode ser integrada em técnicas de construção correntes, sendo muito económica e funcional. Os ensinamentos deste estudo vêm corroborar que as abóbodas continuam a ser viáveis na construção contemporânea, para além contributo para a sustentabilidade do ambiente construído. A necessidade de mão-de-obra mais qualificada é apresentada como uma desvantagem, mas tendo em consideração que o custo destas estruturas não é superior às lajes de betão convencionais, a alocação do custo da estrutura aos recursos humanos parece ser uma mais-valia. Para que esta técnica seja devidamente valorizada é necessário divulgar as suas vantagens entre todos os intervenientes do setor da construção e que novos profissionais possam ser treinados na aplicação desta técnica.

Coberturas em barro / salão - Na ilha de Porto Santo, existem alguns exemplos de construções vernáculas que utilizam este método construtivo. Este sistema é localmente identificado como "salão". Este tipo de barro da ilha distingue-se pelo seu comportamento físico dinâmico, perfeitamente adaptado ao clima da ilha (temperaturas elevadas, seca e baixos índices pluviométricos), ou seja, no verão, o barro fissa permitindo uma ventilação contínua; no inverno, com as primeiras chuvas, e devido à sua goma natural, rapidamente se agrega tornando-se impermeável (Mestre 2002). Além das vantagens enumeradas é também um material económico e de fácil de manutenção (Mestre 2002). Além disso, é um material ecológico e, embora não haja dados detalhados e publicados sobre esta técnica, por afinidade com outros materiais, como a taipa e o adobe, é possível afirmar que tem uma baixa energia incorporada. A sua aplicação na construção não requer tratamento especial e a sua manutenção é levada a cabo com a simples aplicação de uma outra camada de terra argilosa. Esta técnica está atualmente em desuso na ilha, onde a utilização de revestimentos cerâmicos é dominante (Mestre 2002). A fim de proteger e reintegrar esta técnica, futuros estudos económicos e de viabilidade são necessários para sustentar cientificamente a adequada utilização no contexto específico da ilha de Porto Santo.

Madeira – Este material de construção é omnipresente na arquitetura vernácula portuguesa. Dependendo da disponibilidade local, a sua utilização na construção varia do uso ocasional, como

elemento estrutural, à construção integral do edifício. Quanto aos últimos, os edifícios em madeira da costa, os "palheiros", e as casas de Santana são exemplos notáveis. A cobertura florestal nessas áreas facilitava a obtenção da matéria-prima e permitia que a construção fosse quase inteiramente construída neste material. No litoral, principalmente nas construções mais próximas da costa, a construção em madeira é a mais adequada na relação com o solo arenoso e com a humidade do mar (AAVV 1980). As vantagens da construção em madeira, já visíveis nos exemplos vernáculos existentes, são: material renovável, biodegradável e reciclável; requer pouco processamento para ser utilizado na construção; e permite a pré-fabricação – o que contribui para reduzir o desperdício na construção. Dependendo do método de construção pode-se também considerar a possibilidade de uma manutenção mais económica e eficiente, com a possibilidade de substituir peça-a-peça, como nos "palheiros", sem alterar a estrutura do edifício. Uma vez que requer pouco processamento para ser aplicado na construção, tem um valor de energia incorporada relativamente baixo. O estudo de Coelho et al. (2012) sobre a avaliação do ciclo de vida de uma casa de madeira, revela a importância da utilização de recursos locais e da produção local de modo a reduzir as necessidades de transporte que afetam o desempenho ambiental deste tipo de construção. Tendo em consideração as vantagens da construção em madeira acima mencionadas, este tipo de construção deve ser incentivado, especialmente nos locais onde é adequado. Os incentivos para a construção em madeira podem ser também um incentivo ao ordenamento florestal sustentável. Este último é necessário para combater as mudanças climáticas que impõem novos desafios à preservação da floresta, incluindo a manutenção dos ecossistemas viáveis, para garantir a produtividade e a retenção dos serviços ambientais da floresta (Silva 2007). O planeamento florestal tem ainda várias vantagens ambientais, incluindo a capacidade de aumentar a retenção de carbono, ajudar a regular o clima, controlar a erosão do solo, reter a água no solo e criar condições para o desenvolvimento da biodiversidade (fauna e flora) (Marques 2008).

### **Vantagens sociais e económicas**

Para alcançar um desenvolvimento verdadeiramente sustentável, é também necessário ter em conta as dimensões sociais e económicas. No sector da construção é fundamental ter a capacidade de compreender estas três dimensões. Edum-Fotwe & Price (2009) dividem o processo de construção em três níveis – urbano, edifícios e materiais – e para o último definem um conjunto de parâmetros sociais para melhorar a sustentabilidade do ambiente construído, tais como: emprego; saúde; segurança; bem-estar; educação e habilitações; e cultura/património. Analisando, ainda que superficialmente, os potenciais benefícios da utilização de materiais vernáculos, podemos concluir que estes se encaixam em todos os parâmetros sociais acima referidos.

No que diz respeito ao emprego, vários estudos referem a grande necessidade de mão-de-obra qualificada como uma desvantagem para as técnicas de construção tradicionais. Mas tendo em conta que o custo direto destes materiais e estruturas é muitas vezes inferior ao dos sistemas de construção convencionais, a alocação do custo da estrutura à mão de obra afirma-se como uma vantagem. A distribuição do rendimento por mais intervenientes é socialmente mais justo do que alocá-lo apenas ao preço do material. A produção local de materiais não é só economicamente mais barata, como também permite a criação de mais postos de trabalho locais (Sanya 2007 citado em Pacheco Torgal & Jalali-2012). Além disso, a necessidade de mão-de-obra qualificada conduz à formação e educação sobre os sistemas construtivos vernáculos, contribuindo não só para melhorar as qualificações dos diversos públicos do setor da construção, mas também para preservar o património cultural. A educação na construção de sistemas vernáculos é também crucial para os políticos, sociólogos e economistas que tomam decisões sobre o ambiente construído (Oliver, 2006).

O facto de estes materiais serem originários das mesmas condições climáticas onde foram aplicados tem as seguintes vantagens: maior adaptabilidade, economia e maior durabilidade (Singh et al 2011).

Em matéria de saúde, as vantagens estão relacionadas, principalmente, com o facto de estes materiais serem de origem natural, com baixa toxicidade, ausentes de compostos orgânicos voláteis, alguns deles com propriedades capazes de regular a temperatura e a qualidade do ar interior (Berge

2009), como se refere no exemplo da arquitetura em terra.

Em termos económicos, Goodman (1968 citado em Berge 2009) argumenta que uma indústria de construção ecológica deve ter as suas unidades de produção próximas do local de consumo, utilizando recursos renováveis locais, com foco em processos que requerem pouca energia e que sejam pouco poluentes. Além disso, argumenta que a descentralização pode aumentar os centros de decisão das empresas por forma a que estas tenham uma ideia mais clara sobre o contexto em que operam, em especial as relações entre os decisores e os recursos locais. Neste sentido Oliver (2006) também argumenta que o discurso sobre a sustentabilidade é demasiado orientado para a escala das cidades, pelo que se requiere a implementação de políticas de descentralização que contribuam para a regeneração das áreas rurais. A reabilitação destas áreas pode ser uma maneira de desacelerar a expansão das cidades.

A fim de promover e implementar este tipo de intenção, é necessário envolver as autoridades locais. Cada local tem suas próprias idiossincrasias que devem ser levadas em consideração na definição de políticas específicas, adaptadas ao seu contexto (Dumreicher & Kolb 2008). O apoio ao desenvolvimento sustentável local significa também preservar um património cultural de conhecimentos inerentes às regiões.

## CONCLUSÃO

No passado, devido à falta de soluções tecnológicas capazes de produzir materiais mais avançados e de os transportar por longas distâncias, os materiais utilizados nas construções vernáculas têm um perfil com baixo índice tecnológico e estavam restritos ao local de construção. Estes eram principalmente naturais, com pouco processamento, reduzido custo energético e, conseqüentemente, reduzidos impactes ambientais. Em oposição, a tecnologia existente hoje permite a produção de materiais com elevado índice tecnológico, disponíveis à escala global, embora geralmente necessitem de um processamento energeticamente intensivo. Além disso, a produção centralizada destes materiais implica grandes necessidades energéticas para o transporte, do ponto de extração das matérias-primas para a distribuição final do produto. Tendo em consideração que os materiais tradicionais estão intimamente relacionados com as condições locais e têm significativamente menos impactos ambientais e energia incorporada que os materiais de construção atuais, a sua utilização significa um potencial de redução dos impactes ao longo do ciclo de vida dos edifícios, numa abordagem “do berço ao portão”, e em alguns casos, numa abordagem “do berço ao berço”

Analisando os exemplos vernáculos acima referidos é perceptível que a pluralidade do território português oferece uma expressão profusa de diferentes materiais de construção vernáculos. Estes exemplos ilustram uma estreita relação com as características dos locais (litologia, clima, culturas e cobertura florestal) onde são utilizados. Os materiais e técnicas utilizadas na arquitetura vernácula portuguesa têm potencial para contribuir positivamente para a sustentabilidade do ambiente construído. No entanto, no contexto português há ainda escassez de dados sobre este tema. Portanto, apesar dos materiais de construção vernáculos serem reconhecidos como mais “amigos do ambiente”, não existem estudos de base científica que provem o que o seu desempenho ambiental é melhor. Assim, são necessários mais estudos de forma a interpretar e compreender as técnicas vernáculos, para que possam ser melhoradas e transpostas para a contemporaneidade, a fim de serem cientificamente validadas, dando-lhes credibilidade e incentivando a sua utilização entre os diversos intervenientes do setor da construção.

Assim, para alcançar a sustentabilidade, a arquitetura deve procurar a integração entre a tradição e contemporaneidade, utilizando o melhor de ambos em tecnologias e materiais. Para além das questões ambientais, promover o uso de materiais locais pode ter um impacto positivo sobre o desenvolvimento social e económico local. Cabe aos projetistas utilizar a sua criatividade para melhorar e adaptar essas técnicas às novas exigências funcionais da construção.

## 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

- AAVV, 1980. *Arquitetura Popular em Portugal* 2nd ed., Lisboa: Associação dos Arquitectos Portugueses.
- Berge, B., 2009. *The Ecology of Building Materials* 2nd ed., Oxford: Elsevier. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-1-85617-537-1.00014-7> [Accessed March 27, 2013].
- Bragança, L. & Mateus, R., 2011. *Avaliação do Ciclo de Vida dos Edifícios - Impacte Ambiental de Soluções Construtivas*, iiSBE Portugal.
- Cabeza, L.F. et al., 2013. Low carbon and low embodied energy materials in buildings: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 23, pp.536–542. Available at: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1364032113001767> [Accessed August 24, 2013].
- Coelho, A., Branco, J. & Gervásio, H., 2012. Life-cycle assessment of a single-family timber house. In R. Amoêda et al., eds. *BSA 2012: 1st International Conference on Building Sustainability Assessment*. Porto: Greenlines Institute for Sustainable Development, pp. 533–542.
- Dumreicher, H. & Kolb, B., 2008. Place as a social space: fields of encounter relating to the local sustainability process. *Journal of environmental management*, 87(2), pp.317–28. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2007.03.048> [Accessed April 20, 2013].
- Edum-Fotwe, F.T. & Price, A.D.F., 2009. A social ontology for appraising sustainability of construction projects and developments. *International Journal of Project Management*, 27(4), pp.313–322. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijproman.2008.04.003> [Accessed March 2, 2013].
- Fernandes, J., 2012. *O contributo da arquitectura vernacular portuguesa para a sustentabilidade dos edifícios*. Universidade do Minho.
- Fernandes, M. & Correia, M. eds., 2005. *Arquitetura de terra em Portugal / Earth architecture in Portugal*, Lisboa: Argumentum.
- Goodman, P., 1968. *People or Personnel: Decentralising and the Mixed Systems*, New York: Vintage.
- Graça, J.M., 2000. Arquitectura e clima, por quê? *Arquitetura e Vida* n.º 4, pp.60–62.
- Gutiérrez, S., Mújica, J. & Jiménez, Y., 2005. Arquitectura de tierra, alternativa de edificación sustentable. In *Terra em seminário, IV Seminário Ibero-Americano de Construção em Terra*. Argumentum & Escola Superior Gallaecia, pp. 152–155.
- Marques, L., 2008. *O papel da madeira na sustentabilidade da construção*. Universidade do Porto.
- Mateus, R. et al., 2007. Sustainability Assessment of an Energy Efficient Optimized Solution. In M. Santamouris & P. Wouters, eds. *2nd PALENC Conference and 28th AIVC Conference on Building Low Energy Cooling and Advanced Ventilation Technologies in the 21st Century*. Heliotopos: Heliotopos Conferences, pp. 636–640.
- Mestre, V., 2002. *Arquitetura Popular da Madeira*, Lisboa: Argumentum.
- Montaner, J.M., 2001. *Depois do movimento moderno: Arquitectura da segunda metade do séc. XX*, Barcelona: Editorial Gustavo Gili, S.A.
- Morel, J. et al., 2001. Building houses with local materials: means to drastically reduce the environmental impact of construction. *Building and Environment*, 36(10), pp.1119–1126. Available at: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0360132300000548>.
- Mota, L., Mateus, R. & Bragança, L., 2012. The contribution of the maintenance phase for the environmental life-cycle impacts of a residential building. In R. Amoêda et al., eds. *BSA 2012: 1st International Conference on Building Sustainability Assessment*. Porto: Greenlines Institute for Sustainable Development, pp. 603–612.

- Oliveira, E.V. & Galhano, F., 1992. *Arquitetura Tradicional Portuguesa*, Lisboa: Publicações Dom Quixote.
- Oliver, P., 2006. *Built to Meet Needs: Cultural Issues in Vernacular Architecture*, Oxford: Architectural Press, Elsevier.
- Pacheco-Torgal, F., Faria, J. & Jalali, S., 2012. Embodied Energy versus Operational Energy. Showing the Shortcomings of the Energy Performance Building Directive (EPBD). *Materials Science Forum*, 730-732, pp.587–591. Available at: <http://www.scientific.net/MSF.730-732.587> [Accessed September 4, 2013].
- Pacheco-Torgal, F. & Jalali, S., 2012. Earth construction: Lessons from the past for future eco-efficient construction. *Construction and Building Materials*, 29(null), pp.512–519. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2011.10.054> [Accessed March 5, 2013].
- Pereira, J.P.B. & Correia da Silva, J.J., 2012. Contributo para a melhoria do desempenho térmico das paredes de taipa. In *Congresso Construção 2012 - 4.º Congresso Nacional*. Coimbra: Universidade de Coimbra. Faculdade de Ciências e Tecnologia.
- Ramesh, S., 2012. Appraisal of Vernacular Building Materials and Alternative Technologies for Roofing and Terracing Options of Embodied Energy in Buildings. *Energy Procedia*, 14(null), pp.1843–1848. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.egypro.2011.12.1177> [Accessed August 13, 2013].
- Santos, F.D., Forbes, K. & Moita, R. eds., 2002. *Climate change in Portugal. Scenarios, Impacts and Adaptation Measure — SIAM Project*, Lisbon: Gradiva.
- Sanya, T., 2007. *Living earth. The sustainability of earth architecture in Uganda*. The Oslo school of architecture and design.
- Sanz-Calcedo, J.G., Luna, M.F. & Soriano, R.C., 2012. Evaluation of the efficiency to use sustainable classical techniques on the modern construction. In R. Amoêda et al., eds. *BSA 2012: 1st International Conference on Building Sustainability Assessment*. Porto: Greenlines Institute for Sustainable Development, pp. 667–675.
- Sassi, P., 2006. *Strategies for Sustainable Architecture*, London: Taylor & Francis Ltd.
- Shukla, A., Tiwari, G.N. & Sodha, M.S., 2009. Embodied energy analysis of adobe house. *Renewable Energy*, 34(3), pp.755–761. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.renene.2008.04.002> [Accessed March 15, 2013].
- Silva, J.S. ed., 2007. *Árvores e Florestas de Portugal Vol. 7, Floresta e Sociedade — Uma história em comum.*, Lisboa: Público, Comunicação Social, SA e Fundação Luso-Americana para o Desenvolvimento.
- Singh, M.K., Mahapatra, S. & Atreya, S.K., 2011. Solar passive features in vernacular architecture of North-East India. *Solar Energy*, 85(9), pp.2011–2022. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.solener.2011.05.009> [Accessed March 9, 2013].
- Ürge-Vorsatz, D. et al., 2007. Mitigating CO2 emissions from energy use in the world's buildings. *Building Research & Information*, 35(4), pp.379–398. Available at: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09613210701325883> [Accessed March 11, 2013].
- Venkatarama Reddy, B. & Jagadish, K., 2003. Embodied energy of common and alternative building materials and technologies. *Energy and Buildings*, 35(2), pp.129–137. Available at: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0378778801001414>.
- Wadel, G., Avellaneda, J. & Cuchí, A., 2010. La sostenibilidad en la arquitectura industrializada: cerrando el ciclo de los materiales. *Informes de la Construcción*, 62(517), pp.37–51.
- Wargoeki, P. et al., 1999. Perceived air quality, sick building syndrome (SBS) symptoms and productivity in an office with two different pollution loads. *Indoor Air*, 9(3), pp.165–179. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11089327>.
- Yuan, T.-Q. & Sun, R.-C., 2010. *Cereal Straw as a Resource for Sustainable Biomaterials and Biofuels*, Elsevier. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-444-53234-3.00001-8> [Accessed April 20, 2013].



# Tradição em continuidade: multiplicidade e ecoeficiência das quintas da terra fria transmontana

**Joana Gonçalves**

[E.Arquitectura, Universidade do Minho]  
arq.joanag@gmail.com

**Ricardo Mateus**

[Universidade do Minho]

**Teresa Ferreira**

[Universidade do Minho]

## RESUMO

*Com a consciência de que arquitectura enfrenta hoje novos desafios, particularmente na necessidade de encontrar respostas integradoras e integradas no meio socio-cultural e ambiental, esta investigação visa estimular o conhecimento de exemplares da arquitectura vernácula portuguesa até agora não documentados. Este património permanece uma importante fonte de informação, pelo seu apuramento experimental de décadas e, ao centrar o estudo nas fontes primárias, procurou-se uma interpretação mais próxima do seu significado, compreendendo os propósitos que levaram a estes modos de construir. Reconhecendo o efeito do desenho arquitectónico nos modos de vida e no ambiente, a investigação realizada e que aqui se apresenta propõe uma (re)leitura crítica da arquitetura vernácula transmontana, procurando estratégias que relacionem a arquitetura, o homem e o território, no sentido de uma maior sustentabilidade social, ambiental e económica que, simultaneamente, respeite a identidade local.*

## INTRODUÇÃO

A propósito do Inquérito à Arquitectura Popular em Portugal, em 1955, Nuno Teotónio Pereira (1988) reconhece ter-se tratado “do último momento para registar um mundo prestes a desaparecer”. Porém, os tipos menos comuns permaneceram por estudar, estando hoje ameaçados pelo esquecimento.

Este artigo apresenta uma investigação mais extensa (Gonçalves, 2014) que encontra alguns elementos de exceção, as quintas da Terra Fria do Nordeste Transmontano, caracterizadas pela dispersão num território associado ao povoamento concentrado. Pelo isolamento das redes de infraestruturas constituem um desafio para soluções contemporâneas que visam a autossuficiência, permitindo a sua continuidade. No entanto, estas devem antes de mais reconhecer as potencialidades já inscritas no lugar. Através do mapeamento e levantamento de alguns exemplares, realizou-se uma análise tipológica focada na influência dos modos de habitar e das estratégias de adequação ao meio nas soluções construtivas e organização espacial.

Pretendeu-se estimular, através da leitura crítica deste património, um pensamento estratégico que relacione a arquitetura, o homem e o território. A relação otimizada entre estes três fatores encontrada na arquitetura vernácula foi sendo abandonada, em favor de outras formas de construir menos sustentáveis e mais confiantes na inesgotabilidade dos recursos. Porém, a tomada de consciência de que estes não são

ilimitados sugere uma mudança de paradigma nos modelos de construção. Encontrar respostas para os desafios do futuro exige um olhar sobre o passado, procurando estratégias alternativas para uma arquitetura contemporânea mais sustentável, social, ambiental e economicamente que, simultaneamente, assente nos valores identitários da comunidade.

Acreditando que “o valor da história é aquele que nos ensina algo sobre o futuro” (Jackson, 1984) este artigo tem como objetivo principal divulgar estratégias vernáculas de adaptação ao meio da arquitetura das quintas da Terra Fria do Nordeste Transmontano que podem ter uma reinterpretação contemporânea.

## **METODOLOGIA**

A metodologia do trabalho realizado incluiu mapeamento dos casos de estudo, levantamento métrico, gráfico e fotográfico, ensaios higrótérmicos e entrevistas aos proprietários.

O mapeamento baseou-se essencialmente na observação *in loco* após o reconhecimento sobre a cartografia militar e foi complementado pela recolha de informações junto da população local.

As avaliações objetivas *in situ* visaram a descrição espacial e construtiva e a caracterização dos parâmetros físicos dos casos de estudo, sejam eles dimensionais ou higrótérmicos, através do levantamento e monitorização.

A análise ao ambiente térmico através de monitorizações foi efetuada em 9 habitações, das quais apenas 2 habitadas. Os ensaios cobriram duas estações climáticas – arrefecimento (verão) e aquecimento (inverno). O registo da temperatura e humidade foi efetuado com sensores Klimalogg Pro TFA, em intervalos de 15 minutos e por períodos de 15 dias.

As avaliações subjetivas incluíram entrevistas semiestruturadas a proprietários e residentes, permitindo registar os modos de habitar deste tipo de construções.

Dado o avançado estado de degradação, a grande maioria dos exemplares não se encontravam habitados. A diversidade morfológica foi determinante, pois nenhum dos casos apresentava globalmente todas as estratégias de adaptação às condições do meio identificadas em trabalhos anteriores (Vaz, Ferreira, Luso, & Fernandes, 2013).

Não obstante esta diversidade evidenciaram-se características comuns que permitem identificar um “tipo” de arquitetura que “já existia como resposta a um complexo de demandas ideológicas ou práticas ligadas a uma determinada situação” (Argan, 2008).

Apesar de terem sido analisadas as 16 quintas selecionadas, apenas se apresentarão neste artigo os resultados médios obtidos, num processo de geração de hipóteses, identificando os aspetos críticos mais significativos deste tipo de arquitetura.

## **CONTEXTUALIZAÇÃO**

### **Património Vernáculo**

Em 1999 o Conselho Internacional dos Monumentos e Sítios reconhece o Património Vernáculo como património digno de ser preservado. Na Carta do Património Vernáculo Construído, este é entendido na sua continuidade no tempo e na relação indissociável com o território. Apesar do reconhecimento tardio, várias pesquisas foram conduzidas em torno da cultura vernacular a partir do século XIX, procurando o carácter autóctone das diferentes regiões, inspirando uma nova arquitetura (Ferreira, 2009; 2013).

Em Portugal a procura do carácter nacional da arquitetura é também tema de reflexão, culminando no mais importante trabalho de levantamento da Arquitetura Popular em Portugal, vulgarmente conhecido como Inquérito (SNA, 1961), em meados dos anos 50.

No Nordeste Transmontano, o Inquérito foca-se nos modos de vida comunitários das aldeias dominadas pela montanha e pelas culturas de sequeiro. A casa é “o último reduto da vida do indivíduo” (SNA, 1961), mas surge como uma célula de uma unidade maior, a aldeia, que liga o indivíduo à comunidade.

Também os etnólogos Ernesto Veiga de Oliveira e Fernando Galhano (1992) empreenderam diversos estudos sobre a arquitetura e os modos de vida tradicionais, tecendo importantes considerações acerca dos aspetos espaciais e territoriais do habitar.

Passados mais de 60 anos a arquitetura enfrenta outros desafios, porém o processo metodológico do Inquérito e os exemplares da arquitetura vernácula ainda não explorados permanecem como fontes que justificam “uma leitura atenta, baseada na experiência direta e na reconstrução dos processos de pensamento por detrás das formas” (Curtis, 2012).

## **Paisagem**

Reconhecendo a paisagem “como mediador entre a cultura e a envolvente” (Juan, 2013), considerou-se como referência a definição proposta por Jackson (1984) por reunir, no mesmo conceito, a paisagem como processo de transformação do meio pelo homem e reflexo dos seus modos de habitar, identidade e cultura.

Tal como Corboz (2001) assume-se que a especificidade do lugar reside nas sucessivas transformações que sofreu ao longo do tempo: a paisagem não deve ser entendida como algo permanente e absoluto, mas como construção cultural que “junta sempre elementos dados pela natureza, pelo costume e pela história, numa longa relação de continuidade” (Saldanha, 2008).

A conjugação destes elementos pode resultar de duas diferentes atitudes perante o território: a paisagem política e a paisagem vernácula (Jackson, 1984). A primeira, criada deliberada e artificialmente, expressa necessidades de relação com a comunidade. Já a paisagem vernácula “é o resultado de uma lenta adaptação ao lugar, à topografia local, ao clima, ao solo e à gente”, evoluindo na tentativa de “viver em harmonia com o mundo natural que nos rodeia” (Jackson, 1984).

Destas atitudes, resultam “obras do trabalho de muitas gerações, sistemas complexos em que se conjugam a natureza e o interesse do homem” (Telles, 1998). De modo a evitar a perda da “capacidade integradora, transformadora e interventiva”, Juan (2013) propõe uma metodologia de projeto que parte da análise ao lugar, desvendando oportunidades e estimulando novos processos, transformações e apropriações a partir do existente.

## **Sustentabilidade**

Em 1987 o Relatório Brundtland define desenvolvimento sustentável como “o desenvolvimento que satisfaz as necessidades atuais sem comprometer a capacidade das gerações futuras para satisfazerem as suas próprias necessidades” (WCED, 1987).

Durante anos os modelos de construção, assentes na confiança na tecnologia e na inesgotabilidade dos recursos conduziram à desvalorização da adaptação às especificidades locais. Na procura do equilíbrio entre sustentabilidade ambiental, económica e social, ganham força soluções passivas ou de baixa tecnologia, com um olhar mais atento à relação do desenho arquitetónico com o lugar, numa “interpretação bioclimática” (Olgay, 1962), como acontecia na arquitetura vernácula, como se vê na adaptação do diagrama de Behling (Fernandes, 2012). Ao conceber edifícios, deve privilegiar-se a forma arquitetónica e os sistemas passivos na otimização da relação com o meio, apenas complementando as necessidades por sistemas ativos.

Num contexto climático próximo do português, Cañas e Martín (2004) identificam estratégias bioclimáticas da arquitetura vernácula espanhola, incentivando a sua integração em edifícios contemporâneos. Em Portugal, a investigação de Fernandes (2012) apresenta uma sistematização das estratégias identificadas nos Inquéritos e o projeto transfronteiriço BIOURB apresentou um inventário das principais soluções construtivas bioclimáticas da arquitetura transmontana (Vaz, Ferreira, Luso, & Fernandes, 2013).

A investigação realizada (Gonçalves, 2014) procurou analisar quantitativamente estas soluções mas também compreender as particularidades dos casos de estudo na gestão dos recursos do território.

## QUINTAS DA TERRA FRIA DO NORDESTE TRANSMONTANO

### A Cidade

O processo de mapeamento teve o intuito de analisar a relação entre a casa e o território, compreendendo o que estimulou o seu desenvolvimento. Constatou-se que a quinta não é um objeto arquitetónico isolado, mas um complexo sistema de relações entre o doméstico, o território e a comunidade, num sistema gerador de paisagem.

Ao contrário da Terra Quente Transmontana, onde o clima de feição mediterrânica potencia a monocultura de maior valor económico, a Terra Fria caracteriza-se pelo clima de extremos: Inverno frio – habitualmente com temperaturas entre os 11°C e os -11°C - e Verão quente e seco, em média entre os 14°C e os 29°C (IPMA, 2013). Aqui predominam pequenos aglomerados rurais, assentes numa economia agropecuária de subsistência, sempre na proximidade imediata da aldeia (SNA, 1961; Oliveira & Galhano, 1992). No entanto, a presença de aglomerados de maior dimensão em que o comércio e os serviços assumiam maior relevância, potenciou modos de ocupação do território em pequenas quintas dispersas, produtoras de bens essenciais que abasteciam a cidade. Apesar disso, as produções destinavam-se “predominantemente para autoconsumo” (Cepeda, 2002), refletindo a base económica destas estruturas agropecuárias familiares de subsistência.

Apesar da dispersão e isolamento foi possível constatar uma maior concentração num raio de 5 Km da cidade. No inventário as “Quintas dos arredores de Bragança” de meados dos anos 30, (Alves F. M., 1938) referem-se cerca de 110 quintas; porém atualmente identificaram-se nesta cidade aproximadamente 60, já que muitas entretanto desapareceram.

Verificou-se ainda um forte vínculo com a rede hidrográfica e uma concentração mais densa nos vales entre os Rios Sabor e Fervença. A implantação destas quintas procurou terrenos irrigados, essenciais à agricultura e viabilidade económica destas unidades (figura 1).

Os edifícios surgem habitualmente nas encostas orientadas entre sul e oeste, libertando as zonas de vale, mais férteis e aptas para a agricultura, e tirando partido da exposição solar, tal como na Quinta de Vale das Flores. Noutros casos a implantação aproveita zonas planálticas a meia-cota, ficando protegidos pela encosta dos ventos dominantes e maximizando a exposição solar, como na Quinta de Campelo.

A paisagem enquanto transformação do meio manifesta-se também na forma como o suporte geológico é apropriado em função das necessidades, no tipo de culturas e vegetação, mas também nas pedreiras de xisto e barreiras, fornecendo as matérias-primas para subseqüentes processos de transformação.

Para além da manipulação da topografia, da vegetação e da água de modo a obter o maior aproveitamento da terra, numa atitude claramente vernácula, verificou-se uma forte relação destas quintas com a paisagem política (figura 1). O reconhecimento de um processo político de paisagem – seja a aglomeração da cidade ou os eixos viários que lhe permitiam comunicar com o exterior – e a necessidade (ou oportunidade) condicionou a implantação das quintas: o acesso diário ao mercado era a razão da sua existência, numa relação de simbiose com a cidade.

A meio caminho entre a cidade e aldeias periféricas, as quintas dispunham ainda de uma maior possibilidade de mão-de-obra para as campanhas agrícolas. A concentração e proximidade criava uma economia de localização (Ohlin, 1933) que permitia a diminuição dos custos médios de produção, ao partilharem inputs comuns: caminhos rurais, moinhos ou lagares. A proximidade permitia ainda a mobilidade dos trabalhadores entre quintas e a prestação de serviços. Esta partilha comunitária promovia a troca de conhecimentos de forma informal, contribuindo para que os processos tradicionais se tenham mantido até meados do século XX.

As quintas desta região surgem assim da sobreposição de duas camadas, política e vernácula, alicerçadas numa agricultura familiar de subsistência e na proximidade à cidade, garante de ligação do homem à sociedade.

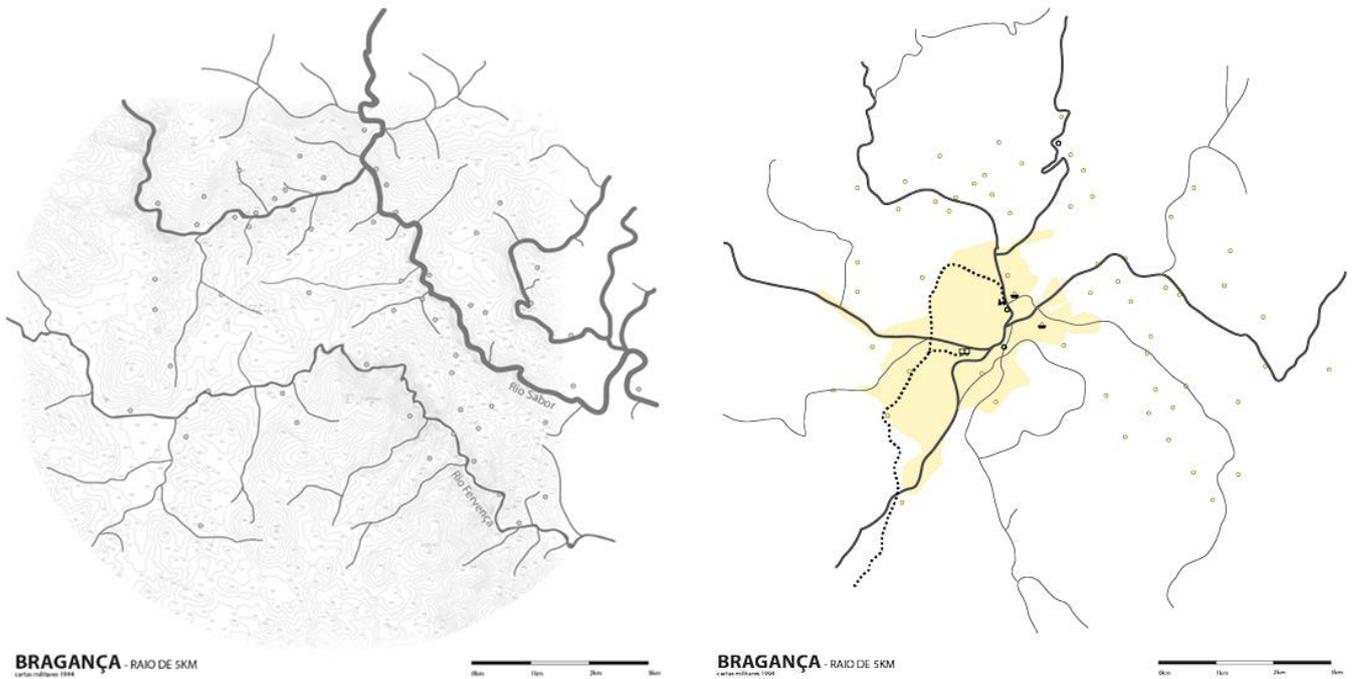


Figura 1 Mapeamento das Quintas de acordo com a paisagem vernácula e com a paisagem política

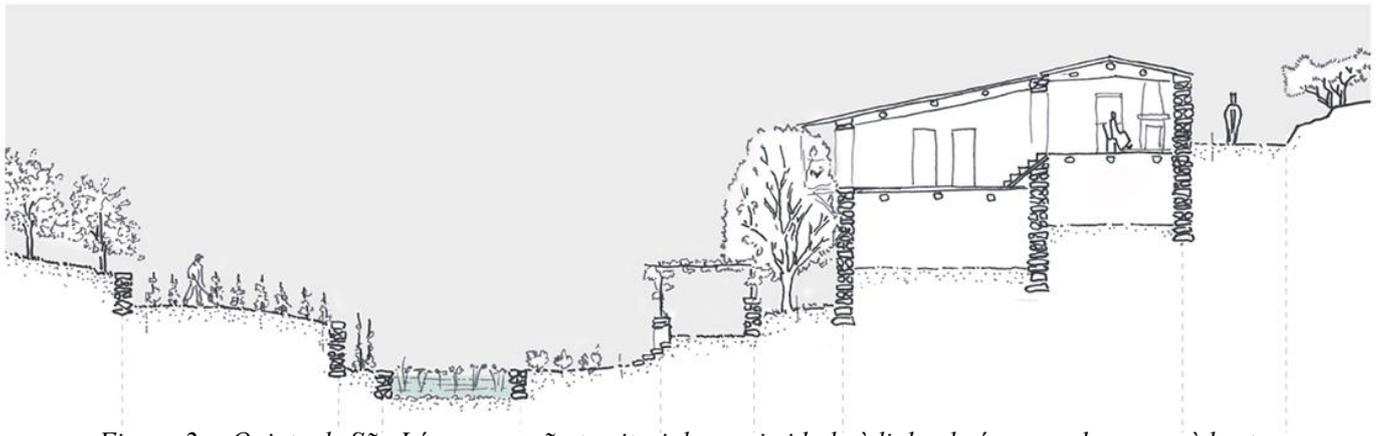


Figura 2 Quinta de São Lázaro, secção territorial: proximidade à linha de água, ao bosque e à horta



Figura 3 Casa da Pintora, Quinta do Ferro, Varanda da Quinta de Britelo e Quinta de Vale das Flores

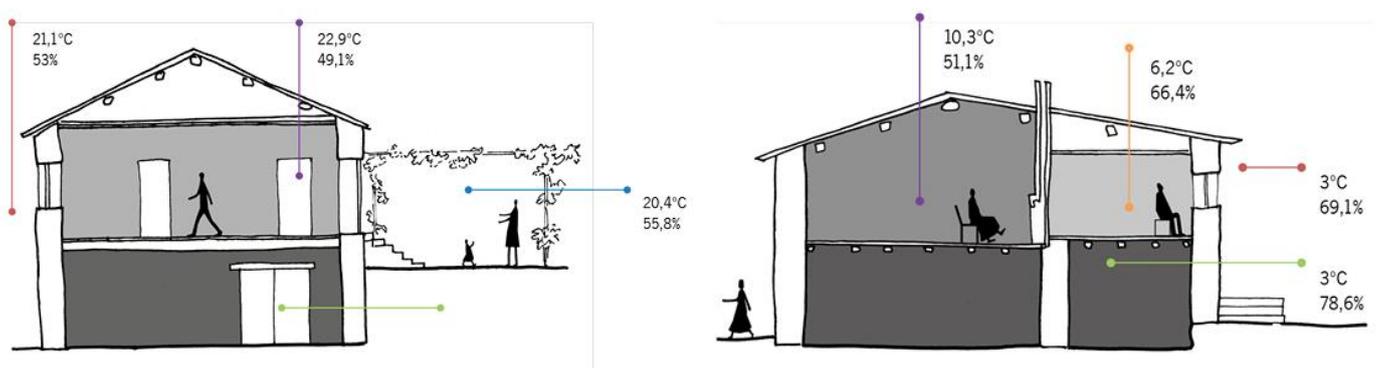


Figura 4 Quinta do Cano num dia médio de verão e Quinta de Campelo num dia médio de inverno

## **A Parcela**

A quinta relaciona-se com o território também a uma escala doméstica, pela proximidade à fonte, ao bosque, à horta ou à cortinha do gado (figura 2).

Mais do que uma unidade as quintas formavam sistemas agregadores de parcelas. Estes sistemas de paisagem vernácula caracterizavam-se pelo uso utilitário da envolvente, pela heterogeneidade de usos e pelo desprezo pelo espaço formal (Jackson, 1984) que se traduzia numa grande indefinição de limites. A quinta era formada pela justaposição irregular, informal e até descontínua de parcelas. A ausência de limites definidos permitia que esta se estendesse à medida das possibilidades e das necessidades, pois mais importante do que a grande extensão era a complementaridade entre as parcelas e a multiplicidade que ofereciam a nível funcional ou produtivo.

A relação entre a dimensão da família, a área total da quinta e o rendimento foi evidente: a quinta de São Lázaro, onde trabalhavam em permanência 2 pessoas, ocupava menos de 5ha; na Quinta de Campelo, com mais de 200ha, chegaram a trabalhar mais de 15 pessoas. No entanto estes são apenas exemplos, não sendo possível estabelecer uma relação quantitativa entre a área média e a força de trabalho.

Com o aumento do rendimento, da família e da parcela, outros edifícios iam sendo integrados na Quinta, suprimindo necessidades de produção, habitação, armazenamento ou de comunidade. Para além dos fornos, currais e palheiros, a quinta incluía frequentemente adegas, moinhos, pombais e capelas mas esta não era uma condição essencial – a cooperação com as quintas vizinhas demonstrou a importância da complementaridade na gestão sábia dos recursos.

Apesar da heterogeneidade formal, este tipo de quintas tem em comum a proximidade à cidade e a adaptação ao meio físico – regime de ventos, exposição solar dominante, topografia e sobreposição com a rede hidrográfica; a presença de uma ou várias hortas para subsistência e fornecimento do mercado local; a criação de animais de trabalho ou para alimentação; a existência de pastos e a diversidade de produção agrícola. A concentração de diversas funções programáticas essenciais para o funcionamento da quinta, garantia que esta retirava do território o necessário à sua autossuficiência enquanto comunidade.

## **A Casa**

Estas quintas têm em comum a mesma atitude perante o território, partilhando formas de fazer, habitar e representar a habitação, enquanto mediadora entre o homem e a natureza, que permitiram reuni-las no mesmo tipo cultural (Croizé, Frey, & Pinon, 1991). Porém, a unidade do tipo é suscetível de ser concretizada por distintas soluções formais (Barata Fernandes, 1996).

Ao nível da composição formal da planta foi possível distinguir duas configurações base: quadrada ou retangular, associadas a diferentes relações com a parcela. As casas de planta quadrada relacionam-se habitualmente com propriedades agrícolas de menor dimensão, com exploração à renda e com condições topográficas de difícil acesso. Esta morfologia caracterizava-se por uma organização espacial simplificada, com todas as funções associadas num único edifício de dois pisos, parcialmente enterrado até ao nível do sobrado. O piso térreo era normalmente ocupado por funções agrícolas, enquanto a habitação ficava no piso superior. Porém não existem ligações verticais, exteriores ou interiores, entre estes espaços, que são acedidos a diferentes cotas em diferentes fachadas, como acontece na Casa da Pintora (figura 3). Usualmente esta morfologia não apresentava varandas, ainda que possam ser encontradas em alterações posteriores.

As casas de planta retangular encontram-se normalmente em propriedades com maior rendimento e dimensão, em que o regime de propriedade permitia e facilitava a expansão continuada. Apesar de se verificar sempre uma adaptação da casa à topografia esta morfologia está associada a implantações em zonas com declives pouco acentuados. Também nestes casos o piso superior era destinado primordialmente a habitação mas o acesso era efetuado pela escada em pedra, que fazia parte da composição do alçado, como se vê na Quinta do Ferro (figura 3). Esta morfologia era normalmente marcada pela varanda no alçado principal, ainda que este não fosse um elemento indispensável ou

pudesse apresentar outras orientações.

Apesar da identificação destas morfologias base encontraram-se exemplares dificilmente classificáveis, como a Quinta de Vale de Flores (figura 3), casa térrea, de matriz irregular que expressa a preponderância dos requisitos pragmáticos e a evolução ao longo do tempo, permitindo sistematizar o processo comum de apropriação e sobreposição que parece ter originado estas casas. A cozinha definida por paredes em xisto formando um espaço quadrangular de pequena dimensão define a unidade cuja replicação e expansão permitiu gerar a habitação. Num segundo momento, ter-se-ão construído as paredes que delimitam o espaço de habitação, embora essa não tenha sido, necessariamente, a sua primeira utilização. Ampliações sucessivas, num total de sete fases identificadas, foram definindo espaços de despensa e armazenamento, palheiros e lojas, demonstrando crescimento da família e um maior rendimento da propriedade agrícola.

A casa é uma entidade cambiante, amórfica e espontânea, construída, mantida e reconstruída de modo contínuo pelos seus habitantes. Na ausência de distinção entre construtor e habitante, num processo em que todos colaboravam nos períodos com menores tarefas agrícolas, as formas de construir perpetuavam-se não só porque eram as únicas conhecidas – passadas de geração em geração – mas, sobretudo, porque eram as únicas que utilizavam os recursos existentes no local, desde a pedra ao barro, demonstrando-se que a quinta era autossuficiente também ao nível da construção.

A variedade formal exterior e a indefinição espacial interior resultavam da adaptação ao contexto físico imediato: um declive mais ou menos acentuado, a exposição solar da encosta, a geologia mais ou menos rochosa do lugar de implantação ou os ventos dominantes, determinavam a orientação solar do edifício e do espaço de transição, os pés-direitos e a cota de enterramento das adegas, e mesmo o número de vãos nas fachadas, como manifesta a parede cega a sudoeste na Quinta de Vale das Flores.

O reconhecimento da diversidade morfológica e funcional dos casos de estudo permitiu clarificar que o tipo não deriva de um modelo formal imposto mas demonstra formas de resolver os mesmos problemas do dia-a-dia, seja na relação com o programa ou a envolvente, contribuindo para a compreensão dos modos de habitar nestas quintas, em que as necessidades práticas e de produção sempre se sobrepunham às necessidades estéticas e de conforto dos ocupantes.

## **A Construção**

Apesar da diversidade morfológica verificada foi possível identificar e analisar quantitativamente algumas características mais comuns, que foram alvo de monitorização *in situ* no verão e no inverno. Esta análise quantitativa permite relacionar transversalmente o contexto, a construção e a apropriação dos espaços.

Constatou-se que a implantação do edifício aproveitando o declive do terreno permite tirar partido da inércia térmica do solo e proteger o edifício das intempéries. A localização nas zonas mais enterradas das funções associadas à conservação dos alimentos, como despensas e adegas, permitia tirar partido dos níveis de humidade e temperatura estáveis, com amplitudes médias de 1.6°C e humidades relativas na ordem dos 76%. Estes espaços apresentaram durante o verão, as temperaturas mais frescas dos espaços interiores e, durante o inverno temperaturas mais confortáveis do que os espaços não climatizados.

A estufa anexa revelou-se uma estratégia efetiva para proporcionar ganhos térmicos no interior, o que pode nem sempre ser benéfico no desempenho térmico do edifício. Na Quinta do Marrão o encerramento da varanda foi feito de forma muito rudimentar e a simplicidade da construção condicionou os resultados, pois apesar de se verificar o efeito de estufa pretendido a ausência de dispositivos de oclusão durante o verão e a excessiva ventilação durante o inverno não permitiam otimizar os ganhos térmicos. Assim, o quarto atingiu temperaturas excessivamente elevadas durante o verão, o que justifica o facto de a última moradora optar pela loja como espaço preferencial para a sesta, durante a estação quente.

O arrefecimento evaporativo proporcionado pelo tanque na Quinta do Cano, associado à utilização de ramada de sombreamento, tornava o espaço do pátio mais confortável durante os dias quentes e secos de verão. Com menores oscilações e temperaturas máximas mais baixas, este tornava-se o lugar ideal

para reuniões sociais e momentos de lazer (figura 4).

A cozinha da Quinta de Campelo, reflete claramente o porquê de este espaço ser o centro da casa, já que durante o inverno apresentou as temperaturas mais elevadas, apesar das grandes oscilações de temperatura causadas pela acentuada circulação de ar (figura 4). Neste espaço, os registos manifestaram claramente os modos de habitar: a lareira é acesa às primeiras horas da manhã; a partir das 10h, registam-se diariamente ligeiras descidas de temperatura, uma vez que os ocupantes se dedicam a outras tarefas domésticas, no exterior ou noutras zonas da casa e à hora de jantar, a presença mais constante junto do fogo permite um aumento das temperaturas até ao seu pico máximo, normalmente às 20h.

Todas as quintas tinham em comum a existência de espaços de transição orientados sejam pátios, alpendres, varandas ou latadas de sombreamento. A varanda é a solução mais típica nesta região, mas a análise dos casos de estudo demonstra que esta não é um elemento indispensável do tipo, sendo frequentemente substituída por outras estratégias mais adequadas ao contexto imediato. Independentemente da estratégia de transição aplicada estes espaços revelam-se efetivos reguladores de temperatura atenuando as diferenças entre o exterior e o interior e apresentando desempenhos mais estáveis. Assim, estes espaços eram zonas de estar e de convívio e pontos de relação visual com o exterior, mas estavam também associados a tarefas domésticas como a secagem de cereais, frutas ou plantas aromáticas.

Ainda que não dispendo de isolamento térmico e mantendo taxas de ventilação elevadas, seja pela composição do telhado ou do sobrado, pelas caixilharias pouco estanques ou mesmo pela ausência destas, todos os casos monitorizados apresentaram perfis de temperatura estáveis nos compartimentos interiores, sobretudo se comparados com as oscilações no exterior. Para isso contribuem as espessas paredes de xisto, devido à elevada massa térmica, retendo o calor e libertando-o ao longo do período mais frio do dia, tal como se verificou pelos desfazamentos dos picos de temperatura no exterior e no interior, em média superior a 2 horas. Apesar disso, as temperaturas permaneceram abaixo dos níveis de conforto durante o inverno, já que a maioria dos casos não se encontram habitado nem em bom estado de conservação. Porém, durante o verão facilmente se encontram dentro dos parâmetros de conforto sem necessidade de recorrer a sistemas ativos de arrefecimento.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sistematizando algumas respostas aos problemas do quotidiano, na adaptação ao meio físico e sociocultural, encontradas neste tipo de arquitetura, retém-se da primeira etapa – a Cidade - a paisagem como resultado do balanço entre o território e a sociedade; se a adaptação ao meio físico é uma característica intrínseca à arquitetura vernácula, a relação de simbiose entre estas quintas e a cidade é uma exceção. Da segunda etapa – a Parcela – retém-se a importância da multiplicidade, seja produtiva ou de equipamentos, como condição indispensável para a autossuficiência destas estruturas enquanto comunidades. Da terceira etapa – a Casa – salienta-se a flexibilidade desta arquitetura, aberta e evolutiva, respondendo de forma direta às necessidades e possibilitando infindáveis apropriações, num processo participativo em que todos tomavam parte. Por fim, na quarta etapa – a Construção – verificou-se uma tendência para a permanência dos modos de construir tradicionais, sobretudo por serem os que utilizavam os recursos existentes no local, corroborando a autossuficiência identificada na Parcela.

Verificou-se que estas quintas representam a identidade de uma comunidade, apresentando traços comuns que traduzem formas de construir, conceções do tempo e modos de vida partilhados. Este Património “inclui [as] transformações necessárias e uma contínua adaptação” (ICOMOS, 1999), como se verificou ao nível da parcela, com os limites indefinidos, mas também da casa, sujeita a processos de reconstrução continuados. Tentar proteger este património através da estagnação em projetos anacrónicos revela desconhecimento do seu significado e contribui para o seu desaparecimento, por não permitir que responda a novas necessidades.

O desaparecimento destas estruturas deve-se essencialmente a razões políticas, como a perda de competitividade da agricultura nos mercados globais e o abandono da ideia de comunidade em favor do individualismo. A sua reativação depende essencialmente de uma mudança de mentalidade, que permita

tirar partido das oportunidades do lugar, em estratégias integradas que reinterpretem o sistema de relações identificado neste levantamento. A cooperação em rede e a partilha de inputs comuns e a criação de novas dinâmicas de mercado, estimulando modos de vida locais, oferecem uma resposta à problemática levantada por Kunstler (2004) - “A era da salada Caesar que percorre cinco mil quilómetros está a chegar ao fim”.

O estudo dos modos de vida, transversais a todas as escalas analisadas, demonstrou que “a construção per si é apenas uma parte do processo da construção sustentável” (Mateus, 2009). Durante o seu longo período de atividade, estas quintas foram sustentáveis do ponto de vista definido pela WCED (1987): satisfaziam as necessidades daquele momento, dentro dos limites da própria quinta, sem comprometer as necessidades das gerações futuras. Esta abordagem permitiu valorizar não apenas o edifício mas as diferentes estruturas e infraestruturas construídas pelo homem (dos caminhos à manipulação da água), a utilização racional dos recursos naturais, a gestão apropriada do território e sobretudo os modos de vida que permitiam a continuidade dos processos.

Do ponto de vista da construção, ainda que reconhecendo que as necessidades mudaram e que as exigências de conforto são hoje superiores, as monitorizações *in-situ* nos edifícios revelaram-nos adequados ao contexto climático: um bom comportamento higrotérmico durante a estação quente e um desempenho estável durante a estação fria que, ainda que exigindo o recurso complementar a sistemas ativos de aquecimento, poderia conseguir temperaturas confortáveis com reduzido consumo energético. Para além disso, evidenciaram as mais-valias de algumas estratégias de adequação ao meio, como a climatização geotérmica, o arrefecimento evaporativo ou os espaços de transição orientados, que oferecem novas oportunidades à arquitetura contemporânea.

Pelo seu isolamento das redes de infraestruturas, que pode ter contribuído para o abandono, torna-se particularmente pertinente que as intervenções contemporâneas visem a continuidade dos processos de autossuficiência identificados, reconheçam as suas fragilidades e procurem complementá-las através de uma reinterpretação contemporânea ensaiando soluções que valorizem estratégias bioclimáticas de adaptação ao contexto para a redução dos consumos energéticos, como os edifícios ZEB (zero energy buildings) ou WEFI (water, energy and food almost independent buildings).

## REFERÊNCIAS

- Alves, F. M. (1938). Memórias Arqueológico-Históricas do Distrito de Bragança (1982 ed.). Bragança: Museu Abade de Baçal.
- Argan, G. C. (2008). Sobre a tipologia em arquitetura. Em K. Nesbitt, Uma nova agenda para a arquitetura (pp. 268-274). São Paulo: Cosac Naify.
- Cañas, I., & Martín, S. (2004). Recovery of Spanish Vernacular Construction as a model of bioclimatic architecture. *Building and Environment*.
- Cañas, I., & Martín, S. (2009). Recovery of Spanish vernacular construction as a model of bioclimatic architecture. *Building and Environment*, pp. 1477-1495.
- Cepeda, F. J. (2002). A Agricultura no Nordeste Transmontano - in honorem Belarmino Afonso, pp. 165-296. Bragança: Câmara Municipal de Bragança.
- Corboz, A. (2001). *Le territoire comme palimpseste et autres essais*. Besançon: Éditions de l'imprimeur.
- Croizé, J.-C., Frey, J.-P., & Pinon, P. (1991). *Recherches sur la typologie et les types architecturaux*. Paris: L' Harmattan.
- Curtis, W. (2012). Memória e Criação: o parque e o pavilhão de ténis de Fernando Távora na Quinta da Conceição 1956-60. Em Fernando Távora: *Modernidade Permanente* (pp. 26-37). Guimarães: Associação da Casa da Arquitectura.
- Fernandes, F. B. (1996). *Transformação e Permanência na Habitação Portuense - as formas da casa na forma da cidade*. Porto: FAUP Publicações.
- Fernandes, J. (2012). O contributo da Arquitectura Vernacular Portuguesa para a Sustentabilidade dos Edifícios. (R. Mateus, Ed.) Guimarães: Universidade do Minho.
- Fernandes, J., & Mateus, R. (2012). *Princípios de Racionalização Energética na Arquitectura Vernacular*. Seminário Reabilitação Energética de Edifícios. Guimarães: Universidade do Minho.
- Ferreira, T. (2009). *Alfredo de Andrade (1839-1915) em Portugal: Cidade, Património e Arquitectura*. Milano: Politecnico di Milano.

- Ferreira, T. (2013). Alfredo de Andrade's (1838-1915) Surveys on Vernacular Architecture across Italy and Portugal. Em J. C. Leal, M. H. Maia, & A. Cardoso, To and Fro: Modernism and Vernacular Architecture (pp. 89-104). Porto: Centro de Estudos Arnaldo Araújo.
- Gonçalves, J. 2014. Tradição em Continuidade: Levantamento das Quintas da Terra Fria do Nordeste Transmontano e Contributos para a Sustentabilidade. Guimarães: Universidade do Minho.
- Gonçalves, J., Mateus, R., Ferreira, T., Fernandes, J. 2013. Tradition in Continuity : thermal monitoring in vernacular architecture of farmsteads from northeast Portuguese region of Trás-os-Montes. Guimarães: Universidade do Minho.
- ICOMOS. (1999). Carta del Patrimonio Vernáculo Construido. México.
- IPMA. (23 de setembro de 2013). Normais Climatológicas - 1981-2010 (provisórias) - Bragança. Obtido de Instituto Português do Mar e da Atmosfera: <http://www.ipma.pt>
- Jackson, J. B. (1984). Discovering the Vernacular Landscape. Yale University Press.
- Juan, L. M. (2013). El paisaje próximo. fragmentos del Vale do Ave. Guimarães: Universidade do Minho.
- Martín, S., Mazarrón, F., & Cañas, I. (2010). Study of thermal environment inside rural houses of Navapalos (Spain): The advantages of reuse buildings of high thermal inertia. Construction and Building Materials, pp. 666-676.
- Ohlin, B. (1933). Interregional and International Trade. Cambridge: Harvard University Press.
- Olgay, V. (1962). Arquitectura y Clima - manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas (1998 ed.). Barcelona: Gustavo Gili.
- Oliveira, E. V., & Galhano, F. (1992). Arquitectura Tradicional Portuguesa (1994 ed.). Lisboa: Publicações Dom Quixote.
- Pereira, N. T. (1988). Prefácio à 3ª edição. Em S. N. Arquitectos, Arquitectura Popular em Portugal (1988 ed.). Lisboa: Associação dos Arquitectos Portugueses.
- Ribeiro, O. (1938). Inquérito de Geografia Regional. Em O. Ribeiro, Opúsculos Geográficos (1995 ed., pp. 11-32). Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Ribeiro, O. (1989). Opúsculos Geográficos - Síntese e Método. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Ribeiro, O. (1995). Opúsculos Geográficos - Estudos Regionais. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Saldanha, R. (Realizador). (2008). Em Nome da Terra [Filme].
- Sindicato Nacional dos Arquitectos. (1961). Arquitectura Popular em Portugal. (F. K. Amaral, Ed.) Lisboa: Sindicato Nacional dos Arquitectos.
- Telles, G. R. (1998). A construção na composição da paisagem rural. Em G. B. Teixeira, & M. C. Belém, Diálogos de edificação - técnicas tradicionais de restauro (pp. 136-139). Porto: Centro Regional de Artes Tradicionais.
- Vaz, A. J., Ferreira, D. M., Luso, E., & Fernandes, S. (2013). Manual Biourb - Manual para a conservação e reabilitação da diversidade bioconstrutiva. Bragança: Câmara Municipal de Bragança.
- World Commission on Environment and Development. (1987). Our common future. Oxford: Oxford University Press.

# Soluções Bioclimáticas da Arquitetura Vernacular na Região Transfronteiriça entre Bragança e Castela-Leão

**Débora Macanjo Ferreira, PhD**

[IPB\_ESTiG]

[debora@ipb.pt](mailto:debora@ipb.pt)

**Sílvia Fernandes**

[IPB\_ESTiG]

**Eduarda Luso, PhD**

[IPB\_ESTiG]

**Jorge Vaz, PhD**

[IPB\_ESTiG]

## RESUMO

*A arquitetura tradicional constitui-se como elemento definidor da identidade de uma região, devendo ser preservada e mantida a sua essência nas ações de conservação e recuperação. Deste modo, devem procurar-se as melhores soluções e propostas de intervenção sem que isso signifique voltar costas à inovação e ao progresso construtivo. A construção soube, ao longo dos anos, adaptar-se ao meio ambiente e aos recursos disponíveis, o que fez com que exista uma grande diversidade de soluções bioconstrutivas, constituindo um património tradicional bioclimático muito vasto. No âmbito da cooperação transfronteiriça Norte de Portugal – Castela e Leão, foi aprovado o projeto BIOURB – Diversidade Construtiva Transfronteiriça, Edificação Bioclimática e sua adaptação à Arquitetura e Urbanismo Moderno, que teve como objetivos, entre outros, a identificação e o estudo das soluções bioclimáticas mais representativas da arquitetura vernacular da região transfronteiriça. O conhecimento das várias soluções bioclimáticas contribui certamente para o desenvolvimento de um modelo de construção bioclimática, ambiental e economicamente sustentável, valorizando a herança cultural e patrimonial da arquitetura vernacular. A recuperação do património histórico de uma forma sustentável constitui, sem dúvida, um motor de desenvolvimento para os meios urbanos bem como para os pequenos núcleos rurais existentes nas suas periferias.*

## INTRODUÇÃO

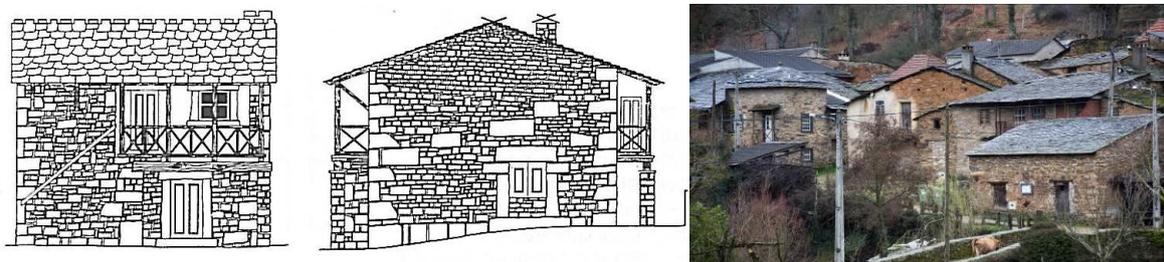
A necessidade humana de proteção face às condições climáticas e restantes perigos resultou, desde tempos primitivos, na procura de abrigo. Da utilização de materiais básicos como a madeira, a terra e a pedra, evoluiu-se para soluções construtivas mais complexas que acarretam impactes negativos no meio ambiente, quer devidos à energia que utilizam os edifícios no seu funcionamento, quer pelos recursos utilizados (energia, água, matérias-primas), como ainda pela produção de resíduos. O conceito de construção sustentável, baseado na otimização e reutilização dos recursos, na maximização da utilização de fontes de energia renováveis e na proteção do meio ambiente, tem vindo nas últimas décadas a ser desenvolvido e implementado no sentido de diminuir o impacto ambiental do setor da construção.

O consumo de energia nos edifícios é o fator que mais contribui para o impacto ambiental dos edifícios (Mateus, 2009) representando, quer em Portugal quer em Espanha, aproximadamente 30% do consumo total de energia. Torna-se, por isso, premente a necessidade de adaptação da arquitetura a um modelo de construção mais sustentável. A diretiva europeia relativa ao desempenho energético dos

edifícios (EPBD recast, 2010) preconiza um conjunto de medidas para minimizar esses problemas, promovendo a diminuição do consumo de energia e o recurso às energias endógenas renováveis. Para além da atual obrigatoriedade da certificação energética, as exigências relativas à eficiência energética tenderão a aumentar, destacando-se a futura imposição, já em 2020, de edifícios novos com necessidades quase nulas de energia. O consumo de energia não-renovável é o fator que mais contribui para o impacto ambiental dos edifícios, tornando premente a necessidade de adaptação da arquitetura de modo a minimizar a pegada ecológica dos edifícios ao longo de todo o seu ciclo de vida.

A arquitetura tradicional na região Norte de Portugal – Castela e Leão é caracterizada pela utilização de materiais locais (madeira e pedra) e pelo recurso a soluções construtivas bioclimáticas particulares que resultaram do saber de experiência feita adquirido ao longo de séculos de adaptação da construção às exigentes condições climáticas locais. Deste modo, a arquitetura vernacular desenvolveu, de uma forma intuitiva, conceitos bioclimáticos que são hoje cientificamente válidos. Dada a escassez de meios, a simplicidade unia-se à racionalidade, resultando na aplicação de técnicas e soluções que, embora rudimentares, maximizavam o aproveitamento dos materiais e das energias disponíveis. A adaptação às condições ambientais locais fez com que os edifícios assumissem uma identidade própria que caracteriza a imagem arquitetónica da região em estudo.

A casa típica popular da região transfronteiriça é constituída por paredes de grande espessura em alvenaria de pedra. A pedra era utilizada de acordo com a disponibilidade no local, predominando o xisto e o granito. O granito era a pedra privilegiada para ser utilizada em pontos singulares e de sustentação, tais como os pilares, degraus e ombreiras. A madeira era utilizada essencialmente em pavimentos, coberturas, portas e janelas, sendo o castanho e o carvalho as mais aplicadas. A casa organiza-se normalmente em dois pisos destinando-se o piso térreo a arrecadações, adegas e alojamento de animais, que ajudavam a aquecer os espaços habitáveis situados no nível superior (Figura 1). O primeiro piso é acessível através de uma escada exterior, fazendo-se a circulação horizontal através de uma varanda também exterior. As fachadas, com poucas aberturas para o exterior, proporcionam espaços interiores sombrios. De modo a suprir o desconforto térmico dos rígidos invernos, recorria-se à lareira para o aquecimento do ambiente interior e para cozinhar.



*Figura 1 – Alçado principal e lateral da casa típica (Guerra, 1994); casas tradicionais em Montesinho*

## **MANUAL PARA A CONSERVAÇÃO E REABILITAÇÃO DA DIVERSIDADE BIOCONSTRUTIVA**

O Manual BIOURB – Manual para a Conservação e Reabilitação da Diversidade Construtiva, é um documento onde são catalogadas e explicadas soluções identificadas no território que correspondem a boas práticas construtivas da arquitetura tradicional, mas também soluções que emergem da inovação tecnológica orientada para a sustentabilidade ambiental e económica (Vaz *et.al.*, 2013). O Manual pretende contribuir para a mudança do atual modelo construtivo para um modelo bioclimático mais sustentável, quer em termos ambientais quer em termos económicos, diminuindo o consumo de energia dos edifícios e elevando o valor da diversidade bioconstrutiva e do património bioclimático transfronteiriço. O referido estudo consistiu em analisar soluções da arquitetura tradicional que recorrem a estratégias passivas e constituem vantagens no desempenho energético dos edifícios, identificando e

caracterizando o desempenho energético de oito soluções construtivas vernaculares bioclimáticas na zona fronteiriça entre Portugal e Espanha que inclui os municípios de Bragança, Miranda do Douro, Vimioso, Mogadouro, Salamanca e Zamora, dando particular ênfase às zonas do parque natural de “Los Arribes del Duero” e de “El Sayago”. As soluções identificadas são as seguintes: Parede de Inércia; Estufa Anexa; Cobertura Captadora; Parede Verde; Espaço de Transição Orientado; Climatização Geotérmica; Cobertura Verde e Arrefecimento Evaporativo. As soluções inventariadas e apresentadas no âmbito do projeto BIOURB são abordadas no sentido de promover a sua preservação e reabilitação.

O Manual está estruturado em três partes, correspondendo a primeira parte à introdução, na qual se procede ao enquadramento do tema e se estabelecem os objetivos a atingir. Na segunda parte são identificadas e descritas, para cada solução bioclimática, as soluções construtivas, os princípios bioclimáticos utilizados e as anomalias mais frequentes, bem como o modo de elaboração do diagnóstico e possíveis técnicas conservação e preservação. Por último, são apresentadas estratégias de intervenção de reabilitação aproveitando os princípios da arquitetura tradicional, integrando-os e inspirando a construção bioclimática atual. Na terceira e última parte do Manual são apresentados o glossário e as fichas-tipo de ensaio.

### **Solução Bioclimática Singular: Parede de Inércia**

Uma das soluções bioclimáticas que mais caracteriza a região é a “Parede de Inércia”, termo usualmente utilizado para designar as paredes de elevada massa térmica em que o material mais utilizado para a sua construção foi, ao longo de muitos séculos, a pedra de xisto ou de granito (Figura 2) e em menor escala a construção em adobe. Menos frequentes, foram encontradas construções de paredes de reduzida massa térmica em tabique, (Figura 3).

O sistema construtivo das paredes em pedra aparelhada – Paredes de Inércia – foi influenciado pelos materiais disponíveis no local e também pelos escassos recursos monetários dos proprietários dos edifícios. Na sua generalidade as Paredes de Inércia são constituídas por pedras irregulares de tamanho pequeno assentes com argamassa, sendo denominadas por “alvenaria ordinária” (Fernandes *et.al.*, 2014).



*Figura 2 – Parede de Inércia em xisto e em adobe.*

*Figura 3 – Parede em tabique.*

Estas paredes de grande espessura, para além de transmitirem estabilidade aos edifícios contribuem em grande medida para o equilíbrio das temperaturas no interior dos seus espaços. Em alguns locais da região em estudo era valorizado o acabamento das paredes das fachadas com cal branca o que permitia proporcionar melhores características de proteção contra a chuva e o vento, melhorando ainda as condições de conforto interiores.

As paredes em pedra existentes em edifícios tradicionais apresentam, na maioria dos casos, acentuada degradação provocada essencialmente pela falta de manutenção adequada que mantenha os rebocos e pinturas em bom estado de conservação. As principais anomalias identificadas foram a fendilhação, desagregação, embarrigamentos ou deformações permanentes, esmagamentos localizados e oxidação de elementos metálicos devido à presença de humidade e à falta de manutenção.

Em obras de reabilitação de edifícios tradicionais, que se caracterizam por sistemas construtivos

com materiais de elevada massa térmica, torna-se importante que estes não constituam uma menos-valia no desempenho energético, mas sim que sejam valorizadas as suas potencialidades, integrando-os nas novas soluções de intervenção tirando partido das suas características na otimização dos confortos térmico e acústico. No entanto, estas soluções tradicionais não são geralmente suficientes para garantir as condições de conforto e cumprir os requisitos térmicos regulamentares em vigor pois possuem baixa resistência térmica. Deste modo, há que tentar integrar e complementar o sistema com a introdução do isolamento térmico na envolvente, aproveitando a inércia térmica dos elementos que a constituem.

### **Solução Bioclimática Singular: Estufa Anexa**

A Estufa Anexa (Figura 4) é uma solução bioclimática muito característica das casas tradicionais na região Norte de Portugal – Castela e Leão em estudo, à qual ainda nos dias de hoje se recorre com bastante frequência com o objetivo de melhorar as condições de conforto térmico dos espaços interiores. Trata-se de um espaço incorporado na envolvente do edifício, na maioria das vezes com ligação direta aos espaços habitáveis. A envolvente exterior da Estufa Anexa é maioritariamente constituída por vidro, que tem a principal vantagem de contribuir para o efeito de estufa e proporcionar um incremento significativo do desempenho térmico do edifício.

A maioria das Estufas Anexas apresenta uma caixilharia em madeira e vidro. Já na região espanhola, para além do uso de madeira, é frequente também o uso de ferro forjado, por vezes bastante trabalhado.



*Figura 4 – Estufas Anexas com caixilharia de madeira e de ferro forjado.*

As patologias mais frequentes que ocorrem nas Estufas Anexas observadas na região transfronteiriça devem-se inteiramente aos materiais que as compõem, à falta de manutenção associada à ação da humidade, e ao próprio envelhecimento e degradação dos materiais. É de realçar que se trata de elementos particularmente sensíveis dada a sua localização no edifício, estando sujeitos a exposição solar direta, que é mais intensa nas zonas orientadas a sul e oeste, e ainda sujeitos à ação da chuva e do vento. Nas Estufas Anexas compostas por estrutura de madeira, os agentes biológicos e atmosféricos são os principais responsáveis pela redução da resistência e aparecimento de patologias. Como forma de precaver possíveis patologias, recorre-se com alguma frequência à pintura da madeira, funcionando como camada protetora. No caso das Estufas Anexas serem compostas por estrutura de ferro forjado, os principais responsáveis pela sua degradação são os agentes atmosféricos e a ação da humidade, que provocam corrosão. A deterioração do ferro está também relacionada, na maioria das vezes, com a deterioração da pintura que o protege, provocando a degradação do aspeto visual da estrutura metálica (Vaz *et. al.*, 2014).

A incorporação da Estufa Anexa como solução bioclimática apresenta benefícios quer na reabilitação, quer em construção nova. De forma a otimizar os ganhos térmicos deve privilegiar-se a construção da estufa na fachada orientada a sul de modo a maximizar a captação da radiação solar; as superfícies de vidro orientadas a este e oeste deverão ser minimizadas, pois recebem pouca energia térmica por radiação no inverno e provocam, quando as superfícies envidraçadas são desprovidas de dispositivos de oclusão como portadas ou estores, sobreaquecimento no verão. As superfícies

envidraçadas orientadas a norte devem ser evitadas, sendo mais favorável para a melhoria do desempenho térmico do edifício a opção por fachadas com isolamento e sem fenestrações; entre a estufa e os espaços utilizáveis deverá ser colocada uma parede com massa térmica elevada que absorva a radiação solar e a transmita depois para o interior. A cor da parede influencia a sua capacidade de armazenamento, devendo optar-se por tons escuros.

### **Solução Bioclimática Singular: Cobertura Captadora**

As coberturas inclinadas revestidas a telha constituem um dos elementos mais caracterizadores da arquitetura tradicional da região transfronteiriça. Este tipo de cobertura tradicional, muito atual, garante na perfeição a função principal que se exige a uma cobertura: a da proteção do edifício contra as intempéries do ambiente exterior como a chuva, o vento ou a neve e o fácil escoamento das águas da chuva. A cobertura em telha destaca-se, também, pela grande capacidade de captação e armazenamento de calor assim como pela permeabilidade ao ar.

O telhado de duas águas constituído pela composição de dois planos inclinados era o mais simples e o mais utilizado, sendo a maior vertente orientada a sul e a menor a norte. A maior área da vertente a sul permitia maximizar os ganhos solares. A área da envolvente exterior (incluindo as paredes), orientada a norte era reduzida para minimizar as perdas térmicas e atenuar o efeito do vento (Figura 5).



*Figura 5 – Cobertura Captadora*

As coberturas são elementos que estão continuamente expostos à ação da água da chuva, às variações de temperatura, à erosão por poeiras e sedimentos, e à ação do vento, entre outros. As principais anomalias incluem a fratura, o deslocamento de telhas e a abertura de juntas entre as telhas, principalmente nas coberturas em que o revestimento com telha de canudo é feito sem qualquer fixação encaixe. A entrada de água para o interior dá origem à humificação dos elementos de madeira que, tradicionalmente, constituem a estrutura da cobertura. Alternâncias entre secagem e humificação provocam anomalias nas peças de madeira como sejam fendas e empenos embora, na maioria das vezes, sem grandes consequências ao nível da resistência mecânica. No entanto, o risco de degradação por diversos agentes biológicos (podridão) aumenta com a presença de valores elevados de humidade originando possível perda de solidez e resistência do elemento estrutural. Além disso, a deterioração da estrutura de madeira (deformações, empenos, fraturas) pode trazer consequências ao nível da repartição das cargas e introduzir impulsos horizontais nas paredes de alvenaria onde se apoiam, pelo que podem provocar anomalias (deformações, embarregamentos) também ao nível das alvenarias, (ver secção Parede de Inércia).

Sendo a cobertura a envolvente mais exposta e vulnerável do edifício, por onde também se perde mais energia principalmente em zonas como a região transfronteiriça onde predominam os meses frios, é necessário que haja uma particular incidência no seu estudo quer na reabilitação quer em construção nova. Muitas das coberturas tradicionais, não possuindo qualquer tipo de isolamento térmico, não oferecem as condições de conforto que os seus habitantes desejam. A colocação de isolamento nas coberturas dependerá da sua forma, da sua constituição, e da extensão da intervenção a realizar aos edifícios. Terá que haver uma perfeita adaptação às novas funções e às restantes especialidades, nomeadamente à estrutura.

## Solução Bioclimática Singular: Parede Verde

As Paredes Verdes, ou paredes vegetais, são sistemas vivos que constituem uma solução bioclimática onde as plantas assumem o papel principal, contribuindo significativamente para a preservação da biodiversidade. O efeito da luminosidade e das sombras criadas bem como o cheiro que as Paredes Verdes proporcionam criam ambientes agradáveis. Os efeitos de regulação do clima, das temperaturas, da humidade, e da atenuação do vento criam espaços que oferecem agradáveis sensações de conforto. As suas cores e texturas, que vão variando ao longo das diferentes estações do ano, aportam riqueza às paisagens. A utilização de espécies vegetais em paredes de edifícios é um hábito bastante antigo, que ainda hoje marca a paisagem da região transfronteiriça em estudo. A escolha das diferentes espécies para ornamentar os edifícios assenta frequentemente em trepadeiras de folha caduca. No entanto, foi também possível identificar o recurso a vegetação de folha persistente e plantas decorativas que preenchem total ou parcialmente a fachada como se de um revestimento se tratasse (Figura 6).

Algumas das paredes tradicionais incorporam um sistema de suporte (mísulas), existente na própria alvenaria, que serve de guia ao crescimento das plantas acima da cornija dos telhados, tornando bem evidente a função que a vegetação assume como elemento integrador da envolvente do edifício. Em qualquer caso, as espécies vegetais crescem a partir do solo e vão apoderando-se das paredes que lhes servem de apoio, podendo por vezes ser munidas de estruturas de suporte distanciadas da habitação (Figura 7).



*Figura 6 – Parede Verde.*



*Figura 7 – Sistema de suporte.*

O desenvolvimento da vegetação que constitui a Parede Verde pode levar ao aparecimento de anomalias, em geral pouco preocupantes se houver o cuidado de efetuar a manutenção adequada. As anomalias mais graves podem surgir devido à penetração dos ramos em elementos como as paredes e coberturas, proporcionando folgas entre as telhas e alargamento de juntas, e devido ao ataque biológico e químico dos revestimentos. Além dos referidos efeitos mecânicos, a existência de vegetação muito próxima do edifício, cobrindo por vezes as paredes e a cobertura, pode provocar a obstrução de grelhas, algerozes, caleiras e tubos de queda.

Para além destes aspetos, a sujidade é a principal anomalia detetada nas fachadas dos edifícios analisados na região transfronteiriça. Neste caso é essencial proceder-se à limpeza das pedras que constituem as alvenarias, normalmente o xisto e o granito, com reposição das juntas e limpeza ou reparação do revestimento, no caso de edifícios rebocados e caiados.

A conservação da pedra por meio de limpeza periódica deve ser, no entanto, feita com grande cuidado para evitar perda do material pétreo original, principalmente no caso do xisto. Existem, atualmente, vários métodos para limpeza de pedra com base em água, calor, químicos e tratamentos mecânicos. No entanto, o seu uso é restrito a situações de reabilitação de edifícios de grande porte (normalmente monumentos históricos) dados os custos associados.

Identificada a necessidade de melhorar a qualidade do meio urbano e tornando-se imprescindível atuar em termos sustentáveis, é prioritário que soluções como as Paredes Verdes sejam incluídas na arquitetura urbana podendo contribuir significativamente para a melhoria da qualidade do meio urbano, com a particularidade de minimizar o efeito agressivo da verticalização dos edifícios e de proporcionar um impacto visual imediato, tornando as nossas cidades mais verdes.

### **Solução Bioclimática Singular: Espaço de Transição Orientado**

As varandas, os alpendres e as galerias constituem elementos chave essenciais na organização espacial dos edifícios da arquitetura tradicional. Eram estrategicamente incorporados na envolvente de forma a exercerem a sua principal função de transição gradual entre os ambientes exterior e interior. Os espaços situados ao nível da rua, de receção ao visitante, servem de resguardo para proteção contra o vento e a chuva. Ao nível do primeiro andar, servem como “camarotes” para contemplar as paisagens ou proporcionar uma vista privilegiada sobre os acontecimentos ou festejos locais. Muitos destes espaços orientados a sul têm na cobertura uma aliada que se responsabiliza pelo eficiente aproveitamento da energia solar, permitindo no inverno que os raios solares tenham incidência direta nos envidraçados e paredes, e provocando-lhes sombreamento no verão. Abrigados do vento e do frio, os Espaços de Transição eram projetados para as pessoas desfrutarem do ambiente exterior sem sair de casa, constituindo muitas vezes locais recatados de lazer propícios ao convívio entre famílias e amigos.

Independentemente da principal função que exerça em cada edifício, todos estes espaços são elementos de integração com o meio ambiente e atenuadores das diferenças climáticas, contribuindo em grande medida para a regulação das diferenças de temperaturas entre o exterior e o interior (Figura 8).



*Figura 8 – Espaços de transição orientados.*

Os Espaços de Transição Orientados são locais onde se combinam diversos elementos construtivos (paredes, coberturas, escadas) assim como diferentes materiais (madeira, pedra, argamassa e tinta). As anomalias apresentadas são função das características do próprio envelhecimento dos materiais, da sua exposição a agentes atmosféricos e biológicos, e da presença de humidade (Ferreira *et.al.*, 2013).

As palas, beirais dos telhados e os próprios elementos constituintes das varandas, alpendres ou galerias, deverão fazer parte da estratégia de sombreamento do edifício como protetores à penetração da radiação solar incidente, o que se pretende no verão. Ao invés, no inverno, os elementos de sombreamento deverão permitir que quer as paredes quer os envidraçados fiquem expostos à radiação solar. Esta otimização de ganhos solares poderá traduzir-se no dimensionamento desses elementos recorrendo à geometria solar, tendo em consideração o percurso solar diário e anual.

### **Solução Bioclimática Singular: Climatização Geotérmica**

O solo, mesmo nas suas camadas mais superficiais, contém uma considerável quantidade de energia que o sol se encarrega de renovar diariamente. Tem a particularidade de apresentar temperaturas constantes ao longo de todo o ano, que vão aumentando com a profundidade. Estas temperaturas constantes são fáceis de constatar quando entramos em espaços de edifícios enterrados, verificando que no verão são frescos e no inverno apresentam temperaturas amenas. O aproveitamento das características do subsolo é feito na região transfronteiriça em análise desde há muito tempo, refletido um pouco por todo o lado em construções semienterradas e por isso mais abrigadas das intempéries. Os espaços enterrados, sem qualquer iluminação natural, eram na maior parte das vezes utilizados para a conservação de alimentos e vinhos.

Podem ser encontradas nesta região, sob as edificações mais de mil bodegas subterrâneas escavadas em granito, que comunicam entre si, a uma profundidade de 5 a 6 m formando um autêntico labirinto. Os tetos de alguns dos espaços enterrados, nomeadamente das “Bodegas”, são formados por abóbadas de

alvenaria de pedra ou de tijolo ou por arcos sucessivos, os quais permitem a estabilidade estrutural destes espaços. Os arcos são elementos construtivos em curva, geralmente em pedra, que emolduram a parte superior de uma abertura ou passagem e que suportam o peso proveniente do solo (Figura 9). As tipologias encontradas são diversificadas, tendo-se verificado existirem arcos abatidos, romanos e em ogiva (Ferreira *et.al.*, 2014).

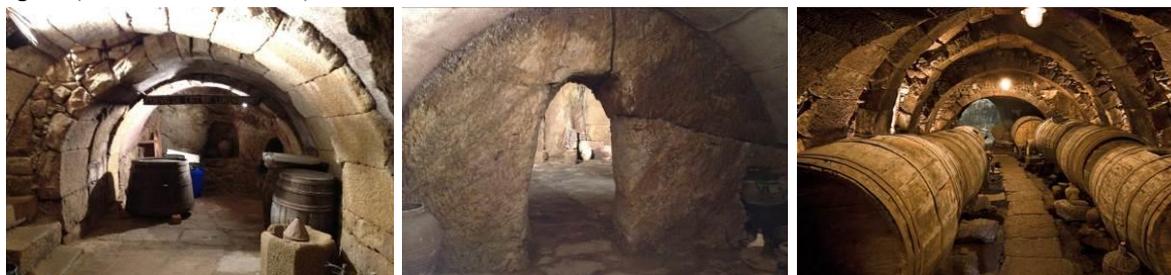


Figura 9 – Espaços subterrâneos convertidos em bodegas.

As estruturas em arco e/ou abóbada estão sujeitas a efeitos mecânicos como sejam movimentos do terreno, ação sísmica, alterações das cargas atuantes bem como a ações acidentais que provocam danos estruturais e afetam a estabilidade global da estrutura. A estabilidade é o problema mais grave no estudo de estruturas em arco ou abóbada. A existência de fendilhação é frequente nestes elementos constituindo um indicador do estado da estrutura. No entanto, em certos casos, o colapso dá-se sem pré-aviso pelo que qualquer decisão que envolva a sua conservação ou reparação deve ter por base uma cuidada avaliação da estabilidade da estrutura. Ainda, a cota do nível freático pode impedir a permanência de pessoas nestes espaços enterrados, frequentemente inundados, pelo que têm um uso como adega, armazém, entre outros. Relativamente aos espaços habitados, ou de convívio e lazer como sejam, serviço de bar e/ou restaurante, a presença de água representa um dos principais problemas pois é responsável pela maioria das anomalias existentes, sobretudo se apresentam revestimentos em reboco e estuque. As anomalias identificadas nestes espaços estão também relacionadas com o tipo de solo ou rocha e com a tipologia construtiva dos arcos e abóbadas que os constitui.

As soluções tradicionais de aproveitamento das temperaturas do solo e da sua inércia térmica tornam evidentes as suas potencialidades quer em reabilitação quer em construção nova.

Os edifícios semienterrados constituem uma solução frequente de projeto como forma de aproveitamento do declive natural do terreno, dando origem a espaços sem qualquer comunicação para o exterior, geralmente destinados ao estacionamento de viaturas, arrumos ou adegas. Estes edifícios aproveitam deste modo a inércia térmica do solo que os protege dos ventos, das geadas agrestes e das grandes amplitudes térmicas diárias que se fazem sentir na região em estudo. Tirando partido do facto de a temperatura do solo ser inferior à temperatura do ambiente exterior, sucedendo o inverso durante o inverno, pode recorrer-se a um sistema que consiste na instalação de uma rede de condutas de ar enterradas que ligam o edifício ao exterior. No verão, o ar arrefece ao passar pelas condutas proporcionando aos espaços de habitação uma frescura agradável. No inverno, o processo é inverso apresentando-se como uma ótima solução de ventilação natural, uma vez que o aproveitamento das temperaturas constantes do solo evita uma diminuição brusca das temperaturas interiores e as consequentes perdas de calor que são habituais com a ventilação natural corrente, traduzindo-se numa poupança energética significativa.

### **Solução Bioclimática Singular: Cobertura Verde**

Embora não tão frequente na arquitetura popular da região como outras soluções bioclimáticas já abordadas, a Cobertura Verde foi encontrada em algumas construções, nomeadamente em Zamora e

Salamanca, na fronteira com Portugal. São construções com mais de 3000 anos e destinam-se atualmente a ser utilizadas temporariamente por pastores e agricultores como abrigo e proteção contra as intempéries e para recolha ou armazenamento de instrumentos de trabalho, alfaias agrícolas e mantimentos. Foi ainda identificada, embora em muito menor número, este tipo de construção em moinhos (Figura 10).

As construções em alvenaria existentes na região transfronteiriça com Coberturas Verdes apresentam na maioria anomalias associadas apenas ao aparecimento de infiltrações de água pela cobertura. No entanto, como se trata, na maioria das vezes, de construções em alvenaria de junta seca e vãos abertos, e por conseguinte, espaços muito ventilados, pelo que a permanência de humidade no interior dos espaços é rapidamente dissipada. Além disso, a circulação de água nas paredes, do exterior para o interior, é facilitada pela inexistência de argamassas de assentamento.

As coberturas verdes constituem soluções de aproveitamento dos telhados através da plantação de espécies vegetais. Devido às suas excelentes características bioclimáticas, as Coberturas Verdes constituem uma solução amplamente adotada pela arquitetura contemporânea, nomeadamente em países como os Estados Unidos da América, Alemanha, Áustria e Reino Unido. Em Portugal, a instalação de Coberturas Verdes ainda não se generalizou da mesma forma. Surgem como uma ótima solução arquitetónica para minimizar os aspetos negativos acima apontados, retribuindo de certa forma à natureza aquilo que lhe é retirado quando se ocupam os terrenos com a implantação de construções. Para além das questões estéticas, as Coberturas Verdes, compostas por substrato e vegetação surgem associadas sobretudo às questões ambientais e energéticas. A terra e a água retida pela vegetação têm uma influência significativa na melhoria do isolamento térmico e atenuação das oscilações térmicas, enquanto a vegetação influi positivamente na melhoria do microclima, contribuindo para na atenuação da ilha de calor. O ar contido na vegetação contribui ainda como isolamento térmico, para além de constituir uma proteção à superfície de substrato. A atenuação do efeito das chuvas torrenciais é outra vantagem desta solução, principalmente em grandes centros urbanos.



*Figura 10 – Coberturas Verdes.*

### **Solução Bioclimática Singular: Arrefecimento Evaporativo**

O Arrefecimento Evaporativo consiste numa estratégia bioclimática identificada na área transfronteiriça em estudo, relacionada com as soluções bioclimáticas Paredes e Coberturas Verdes e com pavimentos respiráveis.

O Arrefecimento Evaporativo é o processo de evaporação da água levando ao arrefecimento do ambiente, ou seja, quando a água passa do estado líquido para o gasoso absorve calor fazendo deste modo diminuir a temperatura do ar. É uma estratégia bioclimática que se adequa ao tipo de verão da região transfronteiriça, tipicamente quente e seco. Sendo assim, pode fazer-se uso desta estratégia provocando uma diminuição da temperatura do ar exterior antes deste entrar no edifício. As Paredes Verdes e as Coberturas Verdes fazem uso do arrefecimento por meio da evapotranspiração. Os pavimentos tradicionais constituídos por pedra ou terra têm a propriedade de melhorar o microclima regulando a estabilidade higrótérmica em comparação com as soluções estanques e impermeáveis (Figura 11). Outra estratégia usada para o arrefecimento evaporativo é a utilização de pátios com vegetação e fontes de água. Na estação de verão, a evaporação originada pela vegetação e pela água

originará descida da temperatura do pátio criando uma zona de altas pressões que provoca a sucção do ar situado a um nível superior. Com a abertura de janelas ou portas para o pátio, o ar entrará pelo edifício podendo recorrer-se a uma ventilação cruzada através da abertura de vãos e janelas em paredes opostas. No inverno, a temperatura do pátio determinada pela proteção da vegetação é superior à temperatura do ar exterior (Figura 12).

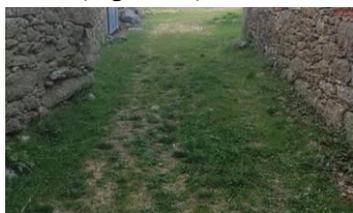


Figura 11 – Pavimentos respiráveis.

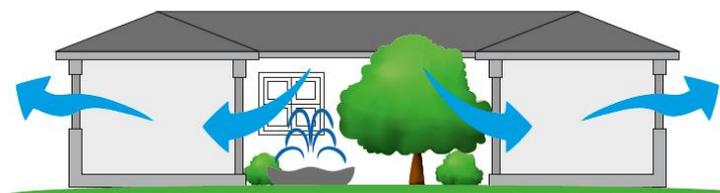


Figura 12 – Arrefecimento Evaporativo em pátio.

## CONCLUSÃO

Preservar o valioso património, legado de várias gerações, fazendo-o de forma equilibrada na relação entre as necessidades de conforto humano, qualidade de vida e de bem-estar e de sustentabilidade do planeta, constituiu o objetivo do trabalho integrado no projeto BIOURB bem como ajudar a construir uma visão estratégica para que se assuma a transição para um modelo de construção bioclimático, valorizando o conhecimento, o legado cultural e patrimonial, o saber fazer e a identidade de uma região. Trata-se de um documento destinado aos vários intervenientes no processo de construção, como sejam técnicos, utentes e proprietários, fomentando a construção sustentável, os quais o deverão usar como apoio e consulta. Assume-se como um registo do “saber fazer” do passado, voltado para a construção bioclimática do futuro. Hoje em dia, com os escassos recursos de energia fósil disponíveis e com o impacte ambiental das construções, quer pela utilização excessiva de materiais, quer pelos resíduos e poluição que acarretam, torna-se imperativo atentar nas técnicas e soluções bioclimáticas que as gerações anteriores adotaram, identificando as suas mais-valias e valorizando os seus princípios na integração da arquitetura e construções atuais.

## REFERÊNCIAS

- EPBD recast, Directive 2010/31/EU. 2014. The European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings (recast). Official Journal of the European Union.
- Fernandes, S., Vaz, J., Luso, E., Ferreira, D. 2014. Soluções bioclimáticas tradicionais e sua adaptação à construção atual. Congresso Luso Moçambicano de Engenharia-CLME. 167-170.
- Ferreira, D., Luso E., Vaz J., Fernandes, S. 2014. Bioclimatic solutions existing in vernacular architecture – geothermal climatization. 40<sup>th</sup> IAHS world congress on housing sustainable housing construction. 188.
- Ferreira, D., Luso E., Fernandes, S., Vaz J., Moreno, C., Correia, R. 2013. Bioclimatic Solutions Existing in Vernacular Architecture Rehabilitation Techniques. Portugal SB13 – Contribution of sustainable building to meet EU 20-20-20 targets. 639-646.
- Guerra, C. 1994. O Homem faz as casas, as casas fazem o homem. Parque Natural de Montesinho.
- Mateus, R. 2009. Avaliação da Sustentabilidade da Construção – Propostas para o Desenvolvimento de Edifícios mais Sustentáveis. Tese de Doutoramento em Engenharia Civil. Universidade do Minho.
- Vaz, A.J.F, Ferreira, D.R.S.M, Luso, E. C. P, Fernandes, S.M.A. 2013. Manual para a Conservação e Reabilitação da Diversidade Bioconstrutiva. Câmara Municipal de Bragança.
- Vaz, J, Ferreira, D., Luso, E., Fernandes, S. 2014. Soluções bioclimáticas existentes na construção tradicional técnicas de reabilitação. Congresso Latino-Americano REHABEND, 192.

# Consolidação sociocultural e regeneração ambiental, urbana e rural

**Victor Mestre, PhD candidate**

[Universidade de Coimbra - CES]  
mestre.aleixo@mail.telepc.pt

**Sofia Aleixo, PhD candidate**

[Universidade de Évora; Oxford Brookes University]

## RESUMO DA COMUNICAÇÃO

Na reflexão sobre tão sensível tema, consideramos fundamental que se afrente sem temor alguns conceitos que têm permanecido na sociedade enquanto políticas institucionais intocáveis, geridas politicamente sem discussão pública e de um modo geral sem serem oportunamente ajustadas em face da perda de validade. Esta reflexão a que aludimos está muito para além dos arranjos florais das cidades, das intervenções de superfície ou fachadismo dos bairros históricos, ou deste ou daquele espaço público ou edifício.

A reflexão que é necessária fazer com seriedade só poderá evoluir se incluir, sem filtros, os habitantes das áreas objecto de intervenção, onde a cidadania não será apenas um direito mas sobretudo onde esse direito será mediado pela equidade directa desses cidadãos no seio da sociedade; onde os agentes da administração pública do Estado e/ou de interesses exclusivos financeiros privados, não manipulem previamente os dados, chamando a si a exclusiva competência, por direito de formação técnica, a decidir/definir o que será ou não correcto para aquela comunidade. A pré-formatação de soluções é uma prática corrente que tendencialmente se repete ao se pretender padronizar modelos sociais de bairros em vias de requalificação e/ou realojamento.

A complexidade das configurações comunais próprias de unidades de vizinhança sedimentadas ao longo de gerações e que correspondem a uma unidade cultural de bairro não devem ser sujeitas a pressão de uma qualquer imagem estereotipada de desenho arquitectónico, com especial realce para aquele que resulta objectivamente da produção icónica de objectos de consumo mediático do seu autor que a procura legitimar apenas e tão-somente no seu exclusivo interesse.

A aproximação às reais necessidades das populações em situação de carência socioeconómica e/ou em simultâneo, alojadas em zonas de fortes condicionalismos de enquadramento urbano e infra-estrutural deficitário não podem continuar a ser secundarizadas em função dessa condição. Verifica-se nestas circunstâncias a inversão dos valores, ou seja, a regulamentação patrimonial, apenas se preocupa(ou) com a imagem do conjunto urbano e/ou determinados edifícios olvidando as necessidades básicas e os direitos de alcançar níveis de habitabilidade dignos e de senso comum. Não é assim possível continuar permanentemente a falar da reabilitação e/ou recuperação urbana sem que a premissa mobilizadora não seja a consolidação da estrutura sociocultural em articulação com a regeneração ambiental e urbana. Em Portugal, o processo SAAL foi a experiência que mais se aproximou desse desígnio embora, desafortunadamente, não tenha tido tempo de sedimentação para se redimensionar e ajustar a novas realidades que o tempo democrático trouxe<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Sobre este assunto veja-se a investigação de Bandeirinha (2007).

O sentido do(s) lugar(es) tradicionais resulta de uma contínua vivência intergeracional, onde famílias e vizinhos são a unidade a preservar. Esta, tudo articula nas dinâmicas comunitárias transmitindo a sua identidade, sem artificialismos. Por essa razão, até há pouco tempo, determinados bairros de diversas cidades, vilas e aldeias rurais portuguesas mantiveram-se coesos e autênticos sem serem afrontados e manietados pela “disneylização” (Lasanky and McLaren, 2006) que o turismo industrial tem sistematicamente introduzido em muitos desses lugares. Só a forte unidade das comunidades resiste à vitrinização dos seus próprios habitantes que, pressionados pela ideia mercantil no tipicismo, se expõem como vulgares produtos comerciais.

Nestas últimas décadas e em particular na actual, têm surgido exemplos negativos um pouco por todo o país, onde estas práticas têm surgido, por programação política, com a participação de técnicos de diversas áreas, incluindo a arquitectura. A maioria delas revela tão-somente o desenho da vaidade dos seus autores pois foram concebidas de forma desligada das reais necessidades sociais, económicas e culturais das comunidades onde se instalaram. Em alguns casos são nítidas operações de mero embelezamento para os turistas e, assim sendo, devem então ser explícitas nesse seu desígnio, pois não se destinam às comunidades residentes onde os seus reais problemas permanecem. Tal facto é comparável com a regulamentação blindada de protecção dos edifícios enquanto valores patrimoniais/artísticos, que não salvaguardou os interesses e as necessidades dos seus locatários. Parece que, actualmente, na maioria das intervenções nas cidades o procedimento é idêntico, ou seja, é premiada apenas a imagem icónica para “híper-consumo mediático” (Lipovetsky, 2007), num consciente niilismo dos seus autores e em favor da turistificação do país.

Necessitamos urgentemente de mudar de políticas em contexto urbano e rural, precisamos ser uma sociedade mais justa e equitativa onde as desigualdades se minorizam por via de projectos inclusivos. Ao pensar projectos e acções do interesse dos cidadãos certamente que quem nos visita também beneficiará, uma vez que a cidadania quando se efectiva na sua plenitude não diferencia nacionalidade, porque o bem comum e a cultura não têm fronteiras, são universais.

E se de um modo geral as grandes urbes e/ou grandes aglomerados históricos despertam um maior interesse sobretudo devido ao património arquitectónico e museológico, neste dobrar de século, o território, e em particular o espaço rural, tem conquistado um outro interesse. Ao observarmos com maior acuidade o espaço rural, de onde se destacam as aldeias e o seu contexto agro paisagístico, apercebemo-nos da transformação/descharacterização de algumas delas por via da implantação de uma arquitectura impositiva. Não se trata da legitimidade da acção que procura distanciar-se de qualquer mimetismo pseudo-regionalista, mas trata-se contudo, de se impor em zonas estáveis, soluções volumétricas e expressões arquitectónicas de “brilho intenso”, cujo contraste tendencialmente ensombra o contexto de acolhimento. A exacerbação da arquitectura espectáculo nestes contextos, que pretende ser híper moderna, por oposição às preexistências e que delas nada pede emprestado, no sentido de procurar abrigo, aconchego, integração ou somente partilha do contexto em continuidade temporal, desliga-se da identidade para brilho exclusivo. Ao longo dos séculos, nas aldeias como nas cidades, ocorreram diversos tipos de rupturas sociais/culturais, infra-estruturais, por vezes planeadas com um sentido de abrangência de bem servir o colectivo. Por isso a discussão pública das mesmas se revela fundamental no sentido destas se aproximarem da máxima equidade perante toda a comunidade. Noutras porém, as soluções vão surgindo avulso, fruto da casualidade de propostas não planeadas, nem previamente discutidas com as comunidades.

No caso dos projectos que surgem no plano individual compete às instituições reguladoras/mediadoras, no plano administrativo, a tarefa de zelar pelo interesse colectivo em face do interesse privado, pois este nunca é exclusivamente individual ao instalar-se numa determinada realidade

sociocultural. Mas compete principalmente aos seus proponentes, cliente e arquitecto, a elevação da proposta, onde se percebem os princípios éticos e estéticos em harmonia com o local de implantação/integração, e o perfil sociocultural da respectiva comunidade. Conhecemos um longo historial de processos mais ou menos céleres de transformação das cidades, das vilas ou de simples lugares que num lapso de tempo se modificaram de forma irreversível, e nem sempre de forma positiva.

Durante décadas, praticamente todas as que perfazem o século XX, escutamos críticas desenfreadas contra as casas dos emigrantes, que aqui tomamos enquanto exemplo de reflexão, principalmente no espaço rural. No primeiro quarto do século, muitos intelectuais se insurgiram contra os modelos arquitectónicos importados, por não terem referências à então crença da existência de uma “arquitectura tradicional portuguesa”. A essa nova arquitectura que começava a bordejar as estâncias balneares da elite, codificou-se chamar “chalés”. Quase em simultâneo, e com igual contestação, surgiu a casa do “brasileiro” e, por fim, nos pós-anos 60 o combate estabeleceu-se contra as *maisons*, associadas à emigração, principalmente a proveniente de França. Estas eram, genericamente, fruto do desenho de construtores civis, engenheiros e alguns desenhadores que se estabeleceram num primeiro período no espaço rural, tendo proliferado um pouco por todos os contextos, nomeadamente a expansão suburbana das cidades e dos locais de férias. Contudo, adquiriram uma maior proeminência e distinção social em muitas das aldeias tradicionais, localizando-se em lugares de evidência, disputando por vezes o espaço de prestígio junto aos edifícios mais distintos, como a igreja matriz ou a capela.

Actualmente, nesses mesmos contextos surgem com frequência as denominadas “caixas”, muito apreciadas ainda nos exercícios académicos, cujos protagonistas vêm nelas a força da identidade da modernidade, apostando num inequívoco contraste com a envolvente. Na realidade, ou seja no terreno, observamos enquanto resultado dessa aprendizagem, uma genérica falta de acerto nas intervenções nesses lugares cuja harmonia de conjunto fica irremediavelmente perturbada. Actualmente é difícil encontrar uma aldeia onde não exista pelo menos um “caixotinho branco à Porto”, ou misto branco com materiais da mais sofisticada indústria para realce e brilho intenso da proposta.

A maioria das intervenções denominadas de revitalização e/ou reabilitação das aldeias, passa por processos projectuais e de construção, semelhantes às que correntemente se têm praticado na reconversão/urbanização das zonas suburbanas das cidades. Uma total falta de sensibilidade para com as especificidades dos lugares, a ausência de escutar previamente a comunidade, de se expor previamente à discussão pública os projectos, resulta na imposição de propostas absurdas, onde ressalta o *over design* da maioria das opções implementadas no terreno. Parece existir a ideia generalizada, por parte dos projectistas, de que a tipificação do moderno é o justo e adequado caminho, ou seja, basta ser moderno para ser bom. Daí resultará uma certa ideia de uniformização, supostamente ambicionada pelas comunidades, não apenas em termos de infra-estruturas, mas também de modos de sociabilização, hábitos de consumo, identidade cultural, alcançados por via da implantação de ícones arquitectónicos, mesmo em pequenos aglomerados. O que se observa com estas políticas é um empobrecimento generalizado da diversidade que tanto caracterizava o país, ao se procurar apagar diferenças no âmbito sócio/cultural, identitárias. Estas ficam perdidas por via de uma, ou um conjunto de ideias artificiais de progresso, em muitos casos através da bandeira do turismo e dos circuitos turísticos, fabricados em gabinetes de cidade sem prévio conhecimento e livre discussão pública das propostas/projectos.

Também os megacentros comerciais, actualmente em crise enquanto modelos de desenvolvimento sustentável em virtude da sua desenfreada proliferação, levam a que se repense de novo e por via de uma nova consciência social, o regresso às produções artesanais, entretanto melhoradas com novos conhecimentos e práticas, ao comércio de rua, repensado numa vertente de regeneração socio-ambiental das cidades e vilas, onde a eco produção das hortas urbanas, as microempresas de bairro, o trabalho voluntário, os bancos de horas para troca, e o eco comércio, retomam valores assentes na ética colectiva

e individual, no sentido gregário de comunidade.

Esse sentido comunitário, comum no quotidiano das aldeias, desenvolveu-se no âmbito das relações humanas e foi um real apoio social que os seus habitantes por si só construíram e usufruíram, até à instalação da democracia. Desse tempo não fica qualquer nostalgia, pois tratou-se de tempo amargo, mas dele ficou o conhecimento de como numa comunidade com fortes laços humanos se protege contra o malefício do abandono, da segregação social. A denominada solidariedade social, existe em primeiro lugar no seio da família, seguido do espaço inter-vizinhos, por isso as aldeias mantiveram o seu espaço identitário específico através dos seus hábitos, costumes e expressões, preservando e apurando serenamente as suas tradições sem os artificios do turismo pré-fabricado. Este, tendencialmente, tudo artificializa por via da implementação de pseudo programas de viabilidade financeira, mas cujo lucro raramente chega aos locatários, à comunidade. Com a agravante de que estes se tornaram, aos olhos dos visitantes e numa perspectiva de *Grand Tour* permanente em seres observáveis, ou seja, indígenas no seu ambiente. Existe uma subversão de valores socioculturais por via de uma ideia de que tudo é rentabilizável, de que tudo se resolve por via de operações de engenharia financeira ligadas à encenação das actividades rurais e respectivos contextos. Em muitos casos, associam-se a estas realidades, a peregrina ideia de que a arquitectura icónica, que surge igualmente desligada dos contextos sociais, desempenha um papel central no turismo, neste caso num denominado nicho de mercado.



*Luz e sombra, tempo, espaço e memória: Convento dos Capuchos, Palmela – Setúbal, 2010-2014*

## CONCLUSÃO

Estamos assim perante um aparente período de santificação da arquitectura, em contexto urbano e rural, com peregrinações planeadas e santos emergentes. Nada mais contrário ao sentido daquilo que o Arq. Lixa Filgueiras denominou como a “função social do arquitecto”, ou seja, da criação de uma arquitectura ao serviço do bem-estar, das justas necessidades individuais e colectivas do homem, pleno de direito no usufruto harmonioso da(s) espacialidade(s) em função das actividades a que essa arquitectura se destina. Será esta totalmente oposta ao “brilho intenso”, que não permite observar a subtilidade da projecção da luz na sombra, de que nos elucidou Tanizaki no seu eloquente testemunho de 1933. Luz e sombra, tempo e memória, são os valores abstractos da identidade que deverá permanecer enquanto elo de ligação e de continuidade entre passado, presente e futuro. Será esta uma base fundamental para que se alcance a sustentabilidade social e cultural. Existe uma profunda necessidade de reflectir sobre as diversas experiências que se têm implementado no terreno, durante o já significativo período em que vivemos em democracia, para se avaliar o que correu e continua a correr mal e, (re)pensar as políticas que permitam implementar serenamente, a consolidação sociocultural e a regeneração ambiental urbana e rural.

## REFERÊNCIAS

- BANDEIRINHA, José António (2007) O Processo SAAL e a arquitectura no 25 de Abril de 1974. Coimbra: Imprensa da Universidade.
- FILGUEIRAS, Octávio Lixa (1962), Da Função Social do Arquitecto. Porto: Edições do Curso de Arquitectura da ESBAP.
- LASANKY, D. Medina; MCLAREN, Brian (eds.) (2006) Arquitectura y Turismo – Percepción, representación y lugar. Barcelona: Gustavo Gili.
- LIPOVETSKY, Gilles (2007) A felicidade paradoxal. Lisboa: Edições 70.
- TANIZAKI, Junichiro (1999) Elogio da Sombra. Lisboa: Relógio D’Água Editores. 1ªed 1933.



# Arquiteturas de adobe em Portugal. Intervenção e rejeição.

**Maria Fernandes, PhD, MsC, arquiteta**

CEAACP, Centro de Estudos de Arqueologia, Artes  
e Ciências do Património. Unit 281 da FCT, Coimbra.  
arqmariafernandes@gmail.com

## RESUMO

*A cultura construtiva do adobe em Portugal, apesar da existência de vestígios em sítios arqueológicos do período Calcolítico, desenvolveu-se, sobretudo, a partir de finais do século XIX até à primeira metade do século XX. Essa cultura teve lugar em duas regiões: na Beira Litoral (entre os rios Vouga e Lis) e no Ribatejo (nas margens norte e sul do rio Tejo a jusante de Abrantes). O adobe surgiu na arquitetura portuguesa muito associado à presença abundante da água, e há disponibilidade de solos argiloso-arenosos e arenoso-siltosos, usados para a sua manufatura, **ver figura 1**. Apesar dos recursos serem comuns às duas regiões, a arquitetura vernácula de adobe é muito diversificada e resultou de condicionantes histórico-culturais distintas, assim como de contextos e enquadramentos desiguais. Nessas regiões, a arquitetura vernácula de adobe retrata as diferentes formas de habitar e o modo como as populações, ainda hoje, utilizam ou rejeitam, os edifícios construídos com esse material. O presente artigo tem como objetivo, a análise das características dessa arquitetura nas regiões mencionadas, assim como, das dificuldades e limitações em reabilitar os edifícios construídos com esse material. A abordagem ao tema incidirá ainda, sobre aspetos antropológicos e culturais da arquitetura e os valores que as populações atribuem às construções de adobe, nas duas regiões.*

## INTRODUÇÃO

O uso do adobe na construção portuguesa gerou uma diversidade de arquiteturas, que vão desde a casa elementar aos edifícios industriais, hospitais, teatros e até mesmo, a estruturas hidráulicas, como aquedutos, canais de rega ou poços. O adobe apenas utilizado na edificação de paredes foi complementado com outros sistemas e materiais, como a madeira e o tijolo, em soluções de coberturas e vãos. Nessa perspetiva, considera-se que o adobe foi um material com uso muito limitado no panorama da construção portuguesa. Pese embora esta restrição, o material conheceu formas e níveis tecnológicos muito distintos, no que se refere à sua manufatura, produção e construção. Essas diferenças foram determinantes para as arquiteturas existentes nas duas regiões, onde o adobe era predominante. Na Beira Litoral, a produção do material era separada da utilização em obra, ou seja, os ofícios da construção e da produção eram independentes e o adobe chegou mesmo, a ser comercializado, com marcas registadas de produtores. No Ribatejo, a manufatura e a edificação eram, em geral, executadas pelos mesmos, sem qualquer autonomia nas tarefas e em estrita relação com as atividades agrícolas, **veja-se os exemplos da figura 2**. Essas duas realidades acabaram por influenciar, a escala e a qualidade da arquitetura vernácula.

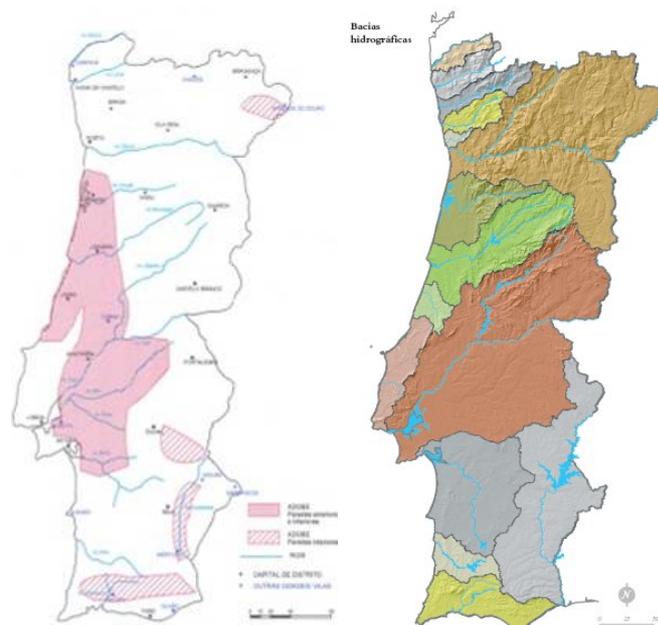


Figura 1(a) Mapa da presença do adobe em Portugal b) Mapa das bacias hidrográficas portuguesas.  
Créditos: Maria Fernandes e Atlas do Ambiente.



Figura 2 (a) Produção comunitária de adobes na região da Beira Litoral. Reconstituição histórica em Oliveirinha (Aveiro) b) Moldes de adobe na região do Vale do Tejo. Museu de Glória do Ribatejo (Salvaterra de Magos). Créditos: Maria Fernandes 2007 e 2012

## DAS ARQUITETURAS E DOS ADOBES

A arquitetura é no entanto mais complexa e não se cinge, à construção e à produção dos materiais. Outros fatores e variantes contribuíram, para as acentuadas diferenças que se verificam nas arquiteturas das regiões da Beira Litoral e do Ribatejo. O primeiro fator é o do povoamento, muito mais recente em termos históricos na Beira Litoral e dinâmico, que no Vale do Tejo, antigo e mais consolidado. Outro fator é a utilização de outros materiais na construção de alvenarias. Na Beira Litoral o adobe é, praticamente exclusivo, enquanto na região do Vale do Tejo a diversidade de materiais na construção foi sempre uma prática corrente. Para além das diferenças já apontadas acresce ainda, o facto de todo o Vale do Tejo ser uma zona de risco sísmico elevado, e na sequência disso, as construções de adobe serem mais limitadas em escala e dimensões quando comparadas com as da Beira Litoral, onde o risco é praticamente nulo. Na memória coletiva da região do Vale do Tejo, as destruições provocadas pelos sismos, como sucedeu com o de Benavente em 1909, sempre se justificaram devido à fragilidade das construções em terra. Por esse motivo, o adobe foi considerado localmente um material indesejado e a substituir, sempre que era possível. Na Beira Litoral, ao invés, o adobe sem conotações depreciativas era

usado sem qualquer restrição em todo o tipo de construções. Estas diferenças eram ainda acentuadas, pelas soluções de revestimento e de tratamento de superfícies arquitetónicas. Na Beira Litoral, o adobe era “camuflado” e escondido sobre camadas de reboco ou azulejos, que desempenhavam um papel muito mais decorativo que protetivo. No entanto, esta decoração/proteção restringia-se à fachada pública, permanecendo as restantes sem revestimento algum. No Vale do Tejo a arquitetura de adobe é totalmente revestida e pouco decorada, **conforme os exemplos da figura 3**. As fachadas eram muitas vezes lisas, monocromáticas ou com uma subtil diferença de cor. Nesta região as superfícies arquitetónicas exteriores caracterizavam-se ainda, pela marcação de elementos, como vãos, cunhais e socos, maioritariamente, sem relevo algum. Os rebocos eram por isso, muito mais protetivos que decorativos, em virtude da fragilidade do material manufaturado e das alvenarias pouco resistentes e autoconstruídas, como anteriormente mencionado.



*Figura 3 (a) Fachada decorada na Gafanha da Nazaré (Ílhavo) b) Fachada rebocada em Manique do Intendente (Azambuja). Créditos: Maria Fernandes 2010 e 2012.*

Viver em adobe na região da Beira Litoral, significava em geral, desfrutar de qualidade arquitetónica. Salvo algumas exceções, como a casa de alpendre integrado, as casas na Beira Litoral são mais complexas, generosas em área e significativamente melhor construídas, quando comparadas com as do Vale do Tejo. Nesta última região, viver numa casa de adobe, implicava pouco espaço, reduzida qualidade construtiva e insegurança, face a desastres naturais, como sismos e cheias, **conforme tabela 1 e figuras 3, 4 e 5**.

**Tabela 1. Síntese dos tipos arquitetónicos em adobe**

<b>BEIRA LITORAL</b>
CASA DA MURTOSA - Casa térrea, de proprietários ou agricultores. Isolada no meio rural em povoamento disperso. Implantada em terreno plano, com níveis freáticos elevados e rodeada de canais da ria. Casa bloco, compacta.
CASA GANDARESA - Casa térrea de proprietários ou agricultores. Isolada ou em banda. Implantada maioritariamente em aglomerado rural de desenvolvimento linear, ao longo das estradas. Casa-pátio.
CASA COM ALPENDRE INTEGRADO - Casa térrea de trabalhadores rurais. Isolada ou em banda em situação urbana ou rural. De altimetria baixa vive essencialmente do alpendre, espaço semipúblico e extensão da sala. Casa bloco.
CASA DO BAIXO MONDEGO - Casa térrea, bifuncional, habitação e comércio. Isolada em situação rural ou aglomerado de povoamento disperso. Casa de pequenos proprietários e comerciantes. Casa bloco, compacta.
<b>VALE DO TEJO</b>
CASA FOREIRA - Casa térrea, de trabalhadores rurais. Isolada em povoamento disperso e excepcionalmente em banda nos aglomerados. Implantada no meio do foro em terreno plano. Casa elementar.
CASA DO RIBATEJO - Casa térrea de pequenos proprietários e agricultores. Isolada em situação rural ou em banda em aglomerados de desenvolvimento linear ao longo de estradas. Casa evolutiva
CASA DO SORRAIA - Casa térrea, de trabalhadores rurais. Isolada ou em banda em aglomerados concentrados. Casa evolutiva.



Figura 4 (a) Sarilhos Grandes (Montijo) casa Foreira abandonada, exterior (b) e interior.  
Créditos Maria Fernandes 2012 e 2008.



Figura 5 (a) Casa Gandaresa (Portomar-Mira), (b) Casa de alpendre integrado (Granja-Monte Real).  
Créditos Maria Fernandes 2012 e 2008.

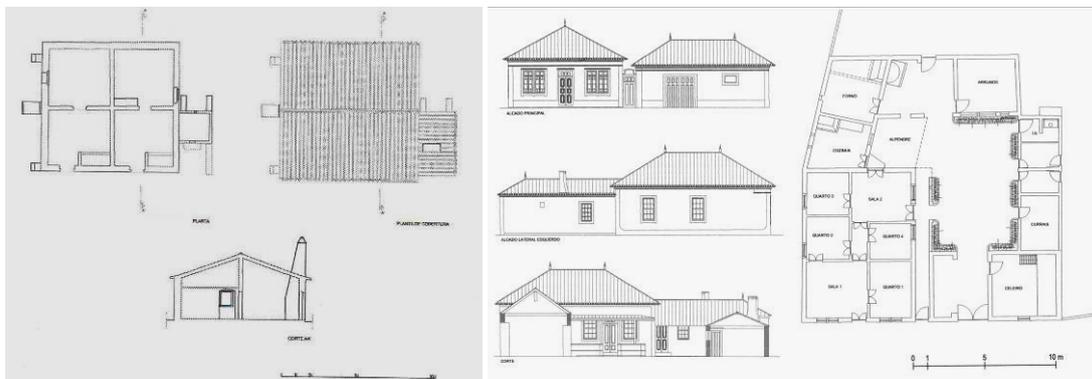


Figura 6 (a) Casa do Sorraia (Cabeção – Mora), (b) Casa da Gafanha, variante da Gandaresa,  
(Gafanha da Nazaré – Ílhavo). Créditos Maria Fernandes e Câmara Municipal de Ílhavo.

No que se refere ao povoamento no litoral português, assistiu-se em todas as zonas onde o adobe predominava, uma constante substituição das habitações. Durante cerca de cem anos, enquanto o adobe foi usado, era frequente a demolição sucessiva das primeiras habitações e a sua substituição, por outras de tipo diferente. O melhor exemplo desta situação ocorreu na Gafanha da Nazaré, tradicionalmente um aglomerado de características rural e piscatória e que evolui para urbana e comercial. As tradicionais casas unifamiliares – a casa Gafanhão - foram sucessivamente demolidas e substituídas por casas plurifamiliares, comércio ou outras funções, em geral de maior escala e dimensões, **ver o exemplo da figura 7 (a)**. A prática e a dinâmica urbana destes aglomerados manteve-se estável, enquanto o adobe era o único material disponível, porque não possibilitava grandes alterações em termos de ocupação e

altimetria. A situação só se desequilibra, quando surgem outros materiais, como o betão, e que potenciaram construções de dimensões elevadas e que destruíram a lógica da implantação local. Inversa a esta condição, a região do Ribatejo, por circunstâncias várias, permaneceu muito rural. As substituições ocorrem após os sismos ou cheias e por imposição regulamentar (VIEIRA:2009), que potenciavam com maior ênfase a substituição do material e só secundariamente, o reforço das construções existentes, **ver exemplo da figura 7 (b)**.



*Figura 7 (a) Gafanha da Nazaré, pensão/padaria construída em adobe e que substituiu a casa unifamiliar pré-existente (b) Casas em Benavente reforçadas com platibanda e esticadores. Créditos Maria Fernandes, 2007 e 2012.*

## REJEIÇÕES E INTERVENÇÕES

A constante dinâmica de demolição-substituição, na região Litoral, explica em parte o diminuto apego que as populações têm em relação ao edifício, mas em contrapartida, uma enorme ligação ao território, ao lote ou à terra de que são proprietários. O povoamento na Beira Litoral, em geral, e especificamente nas Gafanhas, fez-se à custa de surtos migratórios, de sul para norte, de Vagos para Aveiro. A transformação do solo insalubre para a agricultura e habitação, foi conseguido à custa de trabalho manual, com secagem das terras e aditivos vegetais. A casa é muitas vezes entendida como a vida humana, em que a temporalidade surge associada ao tempo de vida do seu morador e proprietário. O construído não é entendido como herança, ao invés do terreno onde se encontra implantado. Por esse motivo, é frequente assistir-se à destruição da casa após a morte do seu proprietário mantendo-se o lote, com a mesma configuração e inclusive, com os muros de adobe limítrofes e originais. A esta realidade há que adicionar a forte emigração das populações nesta região. A ausência dos proprietários potenciou a substituição da arquitetura vernácula, por modelos importados. Numa primeira fase e nos inícios do século XX, por casas de “Brasileiros” ou à moda de “Brasileiros”, todas construídas em adobe, **veja-se os exemplos da figura 8**.



*Figura 8 (a) Gafanha da Boa Hora, casa encerrada devido ao desaparecimento em naufrágio do proprietário, pescador. A casa ainda hoje é mantida por familiares; (b) Esgueira, casa à moda de Brasileiro, a proprietária referiu, perentoriamente, a sua decisão de demolir a casa ainda em vida. Créditos Maria Fernandes, 2009 e 2006*

Atualmente, as substituições são de cariz incaracterístico, estranhas ao sítio, num território que por falta de eficácia em termos de planeamento no passado, se encontra muito desordenado. As alterações aos imóveis existentes, podem resumir-se às seguintes opções:

- destruição total ou parcial do existente e substituição por arquitetura incaracterística, sem qualquer relação com o sítio;
- descaracterização total ou parcial do edificado, com introdução de estruturas e reforços desnecessários, que alteram a escala e o comportamento estrutural do imóvel;
- manutenção do edifício com alteração apenas da imagem exterior, conseguida com a substituição dos caixilhos e dos revestimentos exteriores na fachada pública;
- manutenção do existente, com ligeiras alterações ao nível de materiais mantendo o desenho original, **conforme os exemplos das figuras, 9 e 10.**



*Figura 9 (a) Serredale (Cantanhede) casa destruída. (b) Corticeiro de Cima (Cantanhede) casa substituída com manutenção parcial do pré existente. Créditos Maria Fernandes, 20012 e 2004.*



*Figura 10 (a) Ilhavo, casa à moda de Brasileiro, com alteração do desenho de coberturas por via de introdução de novos sistemas e materiais (b) Mira, casa gandaresa recentemente intervencionada. Créditos Maria Fernandes, 2007 e 2012.*

A manutenção do original surge nos casos em que as casas ainda se encontram ocupadas, numa lógica de continuidade habitacional, e cada vez menos material. Nesse sentido a sensibilização e a produção de materiais adequados para a manutenção destas habitações, assim como a formação de ofícios para a sua correta execução deveriam constituir, uma prioridade na região da Beira Litoral.

No Vale do Tejo a realidade é um pouco diferente. Nas denominadas casas do Ribatejo, casa evolutiva e de compartimentos sequenciais, assiste-se à sua permanência ainda hoje, com alterações sem no entanto, perderem a sua identificação. A qualidade construtiva e espacial, deste tipo arquitetónico, tem sido decisivo para esta constância. Já no que se refere às casas foreiras ou à casa do Sorraia, casas elementares e evolutivas, com diminuta qualidade construtiva e arquitetónica, o que se verifica é a

tendência para o abandono e nalguns casos, para a continuidade com enormes modificações, **vejam-se os exemplos das figuras 11, 12 (a) 13 (b) e 14 (a).**



*Figura 11 (a) Sarilhos Grandes (Montijo) casa Foreira devoluta, usada apenas como armazém b) O mesmo local, junto da casa foreira original os proprietários construíram uma nova habitação.*



*Figura 12 (a) Pinhal Novo (Palmela), casa Foreira ampliada (b) Foros da Fajarda (Coruche) casa do Ribatejo ampliada. Créditos Maria Fernandes, 2007 e 2015.*

Na região do Vale do Tejo existe, de facto, a tendência para a manutenção do tipo - casa do Ribatejo - pese embora as ampliações executadas pelos proprietários em materiais distintos serem formalmente pouco dissonantes. No que respeita à manutenção da casa existente ela é feita, com materiais compatíveis e reforços anti sísmicos, **conforme os exemplos das figuras 12 (b) e 13 (a).**



*Figura 13 (a) Foros da Fajarda (Coruche) casa do Ribatejo em reparação (b) Carregueira (Chamusca) casa Foreira abandonada. Créditos Maria Fernandes, 2015 e 2007.*

Em suma e para a região do Vale do Tejo as tendências que se verificam em relação à arquitetura vernácula de adobe são as seguintes:

- abandono total da habitação;
- manutenção da construção com ampliação do edificado, com materiais diferentes, mantendo a mesma

lógica de adição sequencial de compartimentos, evitando grandes contrastes;

- reforço sísmico das construções mantendo a identificação do construído, **conforme os exemplos das figuras 11, 12, 13 e 14.**



*Figura 14 (a) Glória do Ribatejo (Salvaterra de Magos) e (b) Cabeção (Mora) casa do Sorraia devolutas e abandonadas. Créditos Maria Fernandes, 2012 e 2007.*

## CONCLUSÃO

Em Portugal, ao inverso de outros países, não se verifica ainda o uso de adobes em arquitetura contemporânea. Com maior ou menor tecnologia produtiva e construtiva, como sucede na Alemanha, Áustria, e em quase todos os países da América Latina, o uso do adobe em Portugal, desapareceu completamente em meados dos anos 60. Comparando o adobe com outros métodos de construção em terra em Portugal como por exemplo a taipa, verifica-se que apesar de ter desaparecido no mesmo período, o sistema tem vindo a ser recuperado e usada para a construção de edifícios contemporâneos e, sobretudo, para a ampliação e recuperação de edifícios existentes. A inexistência de práticas construtivas e de produção de adobe em Portugal, nos dias de hoje, tem inviabilizado e limitado, a recuperação do vasto património vernáculo existente. As únicas experiências conhecidas, tais como as da fima Construdobe (CONSTRUDOBE:2002) e da cooperativa Sítio (SITIOCOOP:sd), respetivamente de produção e de construção-formação são ainda insuficientes, e carecem de desenvolvimento. A recuperação de edifícios de adobe, que constituíssem boas práticas de intervenção e que servissem de referências seriam extremamente eficazes para futuras intervenções. Os exemplos mencionados evitariam situações, que infelizmente se repetem e que foram expostos ao longo deste texto. Em Portugal existente matéria-prima disponível e ainda, tradição e memória das práticas de construção e produção com adobe. Essa memória tem sido utilizada nas diversas reconstituições históricas de “telheiros” promovidos pelas juntas de freguesia de Aveiro e Mira.



*Figura 15 (a) Glória do Ribatejo (Salvaterra de Magos), casa museu, exterior e (b) interior. Créditos Maria Fernandes, 2012.*



Figura 16 (a) Requeixo (Aveiro) museu etnográfico, exterior e (b)interior. Créditos Maria Fernandes 2007.

Na divulgação do património e da investigação sobre o mesmo tem tido um papel relevante os municípios, através das associações locais, de que é exemplo o Museu da Gândara e do Território em Mira e a universidade de Aveiro, com as pesquisas levadas a cabo pelo departamento de engenharia civil. A consciência do valor patrimonial e da modernidade da arquitetura vernácula de adobe tem vindo a ser crescente e reconhecida pelas populações e profissionais na área da construção e do projeto. Para além das casas museus, ou museu etnográficos existentes nas duas regiões mencionadas, **ver as figuras 15 e 16**, era necessário promover e divulgar bons exemplos de reabilitação de arquitetura vernácula. Para esse fim sugere-se a criação de programas municipais e projetos pilotos, que envolvessem as associações locais, as firmas de construção e sobretudo os arquitetos e os engenheiros civis. Até mesmo as faculdades de arquitetura e engenharia.

Em Portugal existe espaço e lugar para a arquitetura contemporânea de adobe. A matéria-prima terra, encontra-se disponível e a indústria cerâmica, atualmente em crise, poderia ser utilizadas para a produção de materiais, ecologicamente mais favoráveis e cuja tecnologia pode ser adaptada para a sua produção. Essas adaptações foram executadas com êxito para indústrias produtoras de materiais como a Claytec na Alemanha (CLAYTEC:2010).

No entanto, o discurso da conservação patrimonial e o da arquitetura vernácula, nesta sua relação com a arquitetura contemporânea, é por vezes controverso: (...) *O desejo de transformar a realidade cruzava-se com a vontade paradoxal de receber a produção cultural internacional sem perder a identidade nacional (...) aos arquitetos pedia-se agora uma intervenção política através da prática disciplinar e da reflexão sobre o seu significado. Estabelecer um novo tipo de relação entre os homens, preservando a sua identidade* (COSTA, MOTA: 2012).

## NOTAS

O presente artigo resume em termos gerais, a tese desenvolvida no âmbito do doutoramento em arquitetura, sob o título “A cultura construtiva do adobe em Portugal”.

## REFERÊNCIAS

- BRITO, R. S. Clima e suas influências. Os solos. Atlas de Portugal. Um país de área repartida. [em linha] s/d [Consult. 2013-03-04]. Disponível em: WWW: <URL:[http://www.igeo.pt/atlas/cap1/Cap1d\\_6.html](http://www.igeo.pt/atlas/cap1/Cap1d_6.html)>.
- BRITO, R. S. Clima e as suas influências. A rede hidrográfica. Atlas de Portugal. Um país de área repartida. [em linha] s/d [Consult. 2013-03-04]. Disponível em: WWW: <URL: [http://www.igeo.pt/atlas/Cap1/Cap1d\\_5.html](http://www.igeo.pt/atlas/Cap1/Cap1d_5.html)>.

- CLAYTEC e. K. 2010. Baustoffe aus lehm [em linha], 2010. [Consult. 2010-10-21]. Disponível em WWW: <URL: <http://www.claytec.de/>>.
- COSTA, A.; MOTA, N. 2012. Nem Neogarrettianos nem vencidos da vida. Uma pastoral transmontana. Revista Monumentos nº 32, pp. 156-157.
- CONSTRUDOBE. 2002. Sociedade de construção civil ecológica, Lda. [em linha], 2002, [Consult. 2015-03-19]. Disponível em WWW: <URL: <http://www.construdobe.com/pt/index.html>>.
- FERNANDES, M. 2013. A cultura construtiva do adobe em Portugal. Dissertação de Doutoramento em Arquitetura, especialidade arquitetura e construção. Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra, novembro de 2013.
- SANDECK, J.; HUMBOLDT, C. 2005. Adobe mecânico. Arquitetura de terra em Portugal, pp.50-52.
- SITIOCOOP [em linha], s/d, [Consult. 2012-07-19]. Disponível em WWW:<URL: <http://www.sitiocoop.com/>>.
- VIEIRA, R. 2009. Do terramoto de 23 de Abril de 1909 à reconstrução da vila de Benavente – um processo de reformulação e expansão urbana. Benavente: Ed. Câmara Municipal de Benavente.

# VerSus: Contributo do Património Vernáculo para a Arquitetura Sustentável

**Mariana Correia, PhD**

CI-ESG, Escola Superior Gallaecia  
[marianacorreia@esg.pt](mailto:marianacorreia@esg.pt)

**Gilberto D. Carlos, PhD**

CI-ESG, Escola Superior Gallaecia  
[gilbertocarlos@esg.pt](mailto:gilbertocarlos@esg.pt)

**David Viana, PhD**

CI-ESG, Escola Superior Gallaecia  
[david.leite.viana@esg.pt](mailto:david.leite.viana@esg.pt)

**Filipa Gomes, MArch**

CI-ESG, Escola Superior Gallaecia  
[filipagomes@esg.pt](mailto:filipagomes@esg.pt)

**Jacob Merten, Eng.**

CI-ESG, Escola Superior Gallaecia  
[jacobmerten@esg.pt](mailto:jacobmerten@esg.pt)

**Sandra Rocha, Dr.**

CI-ESG, Escola Superior Gallaecia  
[versus@esg.pt](mailto:versus@esg.pt)

## RESUMO

*O projeto Europeu ‘VerSus: Contributo do Património Vernáculo para uma arquitetura contemporânea Sustentável’ financiado pela União Europeia, é definido por objectivos que visam a valorização do conhecimento dos princípios fundamentais do património vernáculo, bem como, a exploração de novas formas de integração desses fundamentos na arquitetura contemporânea sustentável. O projeto é sustentado por uma abordagem metodológica e conceptual, gerando conhecimento operacional que pode ser integrado no processo de projeto de arquitetura contemporânea, por meio de uma abordagem transversal, e multidisciplinar, considerando o conceito de sustentabilidade. O património vernáculo é analisado através da aplicação do método operativo VerSus, baseado em três níveis de leitura de sustentabilidade: o âmbito do meio ambiente, o âmbito sociocultural e o âmbito socioeconómico. Destes são extraídos os princípios e as estratégias sustentáveis a aplicar. Os principais resultados a alcançar no projeto VerSus, no âmbito do desenvolvimento sustentável, possibilitam a definição de princípios e estratégias estabelecidos a partir do contributo do património vernáculo, como resposta aos desafios atuais da arquitetura contemporânea sustentável.*

## 1. INTRODUÇÃO

O presente artigo expõe o desenvolvimento e os resultados alcançados pelo projeto de investigação Europeu ‘VerSus: Contributo do Património Vernáculo para uma Arquitetura Contemporânea Sustentável’ (2012–2792/001–001 CU7 Coop7), enquadrado pelo Programa Cultura 2000 e financiado pela União Europeia.

O projeto é coordenado pela ESG - Escola Superior Gallaecia (Portugal) e teve a parceria da UPV - Universitat Politècnica de València (Espanha); UNICA - Università degli Studi di Cagliari (Itália); UNIFI - Università degli Studi di Firenze (Itália); e a CRAterre-ENSAG - Centro Internacional de Arquitetura de Terra da Escola Nacional Superior de Arquitetura de Grenoble (França).

A ideia do projeto partiu da equipa de investigação da CI-ESG, Centro de Investigação da Escola Superior Gallaecia, a partir da discussão dos conceitos de Património Vernáculo e de Sustentabilidade, bem como, da articulação de ambos. O património vernáculo em todo o mundo foi, e é ainda vivo, e

pode desempenhar um papel ativo na sociedade contemporânea e na sua arquitetura. Portanto, a questão principal seria: quais os contributos presentes no património vernáculo, que podem contribuir para a arquitetura contemporânea sustentável?

A projeto é sustentado por uma linha de investigação arquitectónica que concilia a área pedagógica, científica e técnica. De acordo, com os autores Frey e Bouchain (2010), deveria haver responsabilidade ética na procura de soluções mais equilibradas entre a tecnologia e o ambiente natural. O património vernáculo, objecto de estudo do projeto, representa um amplo recurso na definição de princípios que podem contribuir para a arquitetura contemporânea sustentável.

O projeto VerSus tem como principais objectivos obter conhecimento através das lições fundamentais e princípios do património vernáculo. Baseia-se, assim, no estudo e abordagem a novas formas de exploração e integração desses princípios na construção contemporânea sustentável.

Este artigo corresponde a um resumo do processo de desenvolvimento do projeto e dos resultados obtidos.

## **2. METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO**

O projeto VerSus foi estruturado com base nas recomendações do programa Europeu Cultura 2000, que sugere duas áreas principais para o desenvolvimentos de projetos de investigação de carácter criativo: a atividade científica e a de divulgação e comunicação (Correia et al., 2014a).

O projeto teve como primeira etapa a coleta e revisão da literatura, a recolha de dados preliminares que consequentemente geraram a interpretação e a análise comparativa dos dados recolhidos. Nesta fase inicial da investigação foi possível definir o estado da arte e a abordagem operativa de pesquisa.

A segunda etapa foi assinalada pela designação dos critérios de seleção dos estudos de caso e a implementação de procedimentos a desenvolver durante a investigação. Posteriormente, foram elaboradas missões com o objetivo de uma análise *in situ* de alguns dos estudos de caso vernáculos selecionados, bem como, de exemplos contemporâneos que integrassem princípios sustentáveis pré-identificados.

Simultaneamente, foram organizadas workshops científicas com a finalidade de ensaiar e avaliar a implementação dos métodos de investigação elaborados. Foi, igualmente, desenvolvida uma ampla disseminação científica do VerSus, através dos meios académicos e profissionais, com a realização de duas conferências internacionais, e a edição de publicações e artigos sobre o projeto europeu.

## **3. BREVE REVISÃO DA LITERATURA**

A revisão de literatura é caracterizada pela ampla coleta bibliográfica de mais de 1000 artigos referentes à arquitetura vernácula e à sustentabilidade, e consequente análise de literatura e sua correlação. Na fase inicial destacou-se: a identificação de padrões de abordagem comuns, sustentados na revisão da literatura realizada, que conduziu a um processo de investigação mais preciso.

A identificação da literatura relativa à arquitetura vernácula revelou um elevado número de inventários ou abordagens de estudos de caso descritivas, no qual as características sustentáveis se encontravam relacionadas principalmente com valores culturais e aspectos etnográficos. Reconhece-se também pela revisão de literatura realizada, que no início do século XXI, surge uma nova tendência, derivada do interesse sobre a potencialidade da arquitetura vernácula, no campo da sustentabilidade (Asquith & Vellinga, 2006) (Frey & Bouchain, 2010). Após, este período, a problemática da arquitetura bioclimática/ sistemas passivos evoca o interesse de diversos investigadores pela arquitetura vernácula (Sánchez-Montañés, 2007). Várias publicações foram realizadas em jornais internacionais e conferências relativas ao trinómio ambiente – energia – economia. Estas contribuíram para delimitar, os temas onde a presente pesquisa se focou (Correia et al., 2014a).

Princípios e estratégias relevantes foram apreendidas do património vernáculo, para aplicação na arquitetura contemporânea sustentável. Deste modo, por meio de estudo, análise e interpretação do património vernáculo associado a estratégias de desenho para o projeto contemporâneo, são estabelecidos os objetivos do projeto VerSus. Apesar de uma parte significativa das referências

analisadas, destacarem os vários critérios de abordagem, o facto é que foram identificadas poucas publicações com referências a obras arquitectónicas contemporâneas, que realizassem uma real conciliação das diferentes áreas da sustentabilidade, na abordagem aos exemplos vernáculos. Muitas das referências publicadas, que combinavam a articulação dos elementos vernáculos, e suas potencialidades sustentáveis, encontravam-se sustentados em estudos relacionados com critérios higrométricos. Um número significativo dos exemplos em causa, estudavam o desempenho de soluções de sombreamento, ventilação natural e da inércia térmica dos materiais aplicados. Através, de uma extensa análise, foram identificados dois tipos de abordagem na análise: 1) As obras que se concentravam numa região específica e unitária, com uma tipologia característica, sem elementos de comparação para uma maior compreensão do seu potencial, de acordo com parâmetros reais. 2) Os exemplos fundamentados nos mapas climatológicos (baseados na maioria, na classificação de Koppen-Geiger ou Straler), onde diferentes tipologias se encontravam relacionadas com regiões de condições climáticas semelhantes (Correia et. al., 2014a)

#### 4. PROCESSO DE ABORDAGEM METODOLÓGICA E OPERATIVA

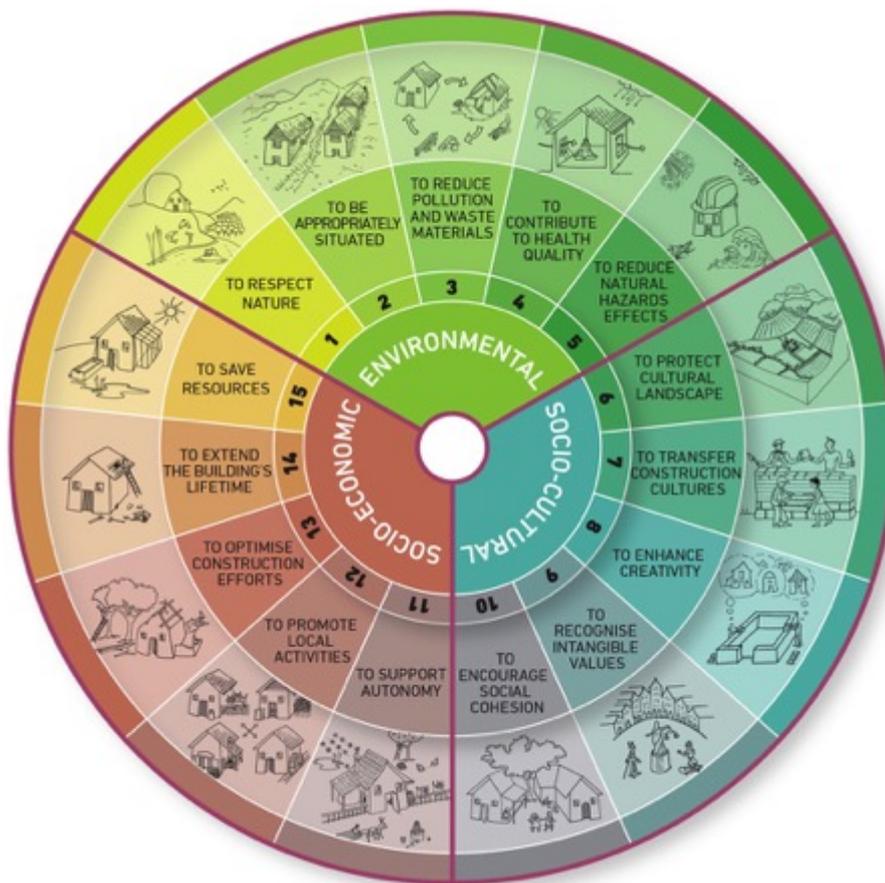


Figura 1 Esquema simplificado dos princípios de sustentabilidade ambiental, sociocultural, e socioeconómico do Projeto VerSus. Créditos: CRAterre e ESG, 2014.

A proposta de abordagem metodológica e operativa emerge da revisão de literatura, sobre a qual foi possível determinar as limitações provenientes do estado da arte, bem como, a falta de articulação entre as diferentes áreas científicas dos temas em estudo, e a evolução do conceito de sustentabilidade (Correia et. al., 2014a).

O termo ‘sustentabilidade’ tem sido empregue consistentemente e por vezes, erroneamente, no meio arquitectónico e urbanístico, o que demonstra a falta de rigor científico que abrange o tema

contribuindo, assim, para o a desvalorização do conceito, e acima de tudo, para o desconhecimento do seu potencial e poder de alcance, especialmente, quando ponderado como um requisito para a arquitetura contemporânea sustentável (Correia, 2009).

De acordo com as considerações anteriormente descritas, tornou-se relevante nas considerações da equipa de investigação, que o projeto abordasse claramente, o conceito de sustentabilidade, a partir de uma perspectiva holística, evitando critérios quantitativos isolados. Dessa forma, foi estabelecido que os âmbitos de sustentabilidade selecionados teriam que revelar uma interpretação dos resultados através do estudo de um indicador arquitectónico. Determinou-se, desse modo, que a escala de intervenção permitiria que os estudos de caso pudessem ser selecionados, desde a ocupação do território à abordagem construtiva.

De referir, que os resultados não poderiam ser interpretados através de uma natureza restritiva, mas deveriam permitir a reflexão sobre vantagens, refletidas em critérios de avaliação. Esta simples premissa determinou o desenvolvimento de uma estrutura conceptual que devesse constituir a principal orientação para a recolha de dados e uma orientação preliminar para a identificação de contribuições dentro de um sistema estruturado e fiável de análise.

No seguimento de um trabalho amplo de estudo e de interpretação, definiram-se critérios de seleção para a abordagem dos estudos de caso mais representativos. Articulado a sistematização efetuada, com a revisão da literatura, foi elaborada uma estrutura de abordagem, assente em três âmbitos da sustentabilidade: o âmbito do ambiente; o âmbito sociocultural; e o âmbito socioeconómico. A seleção foi fundamentada na visão global dos principais sistemas de avaliação da temática da sustentabilidade (Hegger et al., 2007). Posteriormente à definição dos âmbitos de sustentabilidade, foi estruturada a definição dos principais ‘objetivos’ implícitos nas soluções do património vernáculo.

A elaboração do método operativo gerou um processo de relevância para as últimas fases do projeto: a) A delimitação do foco do pesquisador (alcançando resultados mais precisos); b) A comparação da solução vernácula com um exemplo de arquitetura contemporânea sustentável, sob os mesmos parâmetros de avaliação (Correia et al., 2014a).

O seguinte nível do método de investigação foi baseado na compreensão dos *princípios* fundamentais, utilizados como resposta aos *objetivos* previamente definidos. A estruturação estabelecida permitiu alcançar uma evolução na disposição conceptual, em termos de flexibilidade, conduzindo à produção de informação mais precisa (figura 1).

A estrutura de abordagem metodológica e operativa deve ser compreendida como uma estrutura conceptual, que pode ser adaptada e testada de acordo com os diferentes contextos geográficos e culturais. Para além, de um resultado formal, esta deve ser considerada como uma contribuição metodológica. A proposta operativa é assim baseada nos três âmbitos de sustentabilidade ‘ambiente (meio-ambiente), sociocultural e socioeconómico’; e nos principais *objetivos*, que geram os *princípios* implícitos nas soluções vernáculas e na definição de *estratégias*, que podem ser aplicadas em projeto contemporâneo sustentável.

#### **4.1 Ambiente**

O âmbito do ambiente deve ser compreendido como a capacidade da intervenção humana em reduzir e evitar os impactos negativos dos edifícios no meio-ambiente, reagindo à mudança neles materializadas. É amplamente interligado ao âmbito socioeconómico, especialmente, nos aspectos sobre consumo de energia e os ciclos de vida do edifício (Correia et al., 2014a). De acordo, com as premissas estabelecidas, o âmbito do ambiente é dividido em cinco ‘objetivos’ principais, que de desenvolvem em mais de vinte ‘princípios’ de atuação (figura 2).



Figura 2 Âmbito Ambiental: princípios e estratégias. Créditos: CI-ESG, 2014.

## 4.2 Sociocultural



Figura 3 Âmbito Sociocultural: princípios e estratégias. Créditos: CI-ESG, 2014.

O âmbito sociocultural está intrinsecamente ligado ao sentido de pertença, identidade, desenvolvimento comunitário, agrupando todos os impactos positivos em termos sociais e culturais observados na arquitetura vernácula. Trata-se da proteção das paisagens culturais, da transmissão da cultura construtiva, da capacidade de gerar criatividade, no reconhecimento dos valores culturais (tangíveis e intangíveis) e na contribuição para a coesão social (Correia et al., 2014a). Através das

premissas estabelecidas, o âmbito sociocultural, encontra-se dividido em seis ‘objetivos’ principais, que de desenvolvem em mais de vinte princípios de atuação (figura 3).

### 4.3 Socioeconómico

A âmbito socioeconómico surge como o mais quantitativo, sendo caracterizado pela capacidade de redução do esforço aplicado no processo de construção, no desempenho e na manutenção do edifício. Neste caso, as soluções vernáculas incentivam a uma maior autonomia, estimulam a atividade local, optimizam os esforços de construção, aumentam a vida útil dos edifícios e preservam os recursos (Correia et. al., 2014a). Através das premissas estabelecidas, o âmbito socioeconómico encontra-se sustentado em seis ‘objetivos’ principais, que de desenvolvem em mais de vinte ‘princípios’ de atuação (figura 4).



Figura 4 Âmbito Sociocultural: princípios e estratégias. Créditos: CI-ESG, 2014

## 5. VERSUS: RESULTADOS ALCANÇADOS

### 5.1 Conferências Internacionais & Publicações



Figura 5 a) Conferência Internacional CIAV 2013 - 7ª ATP - VerSus 2013. Créditos: ETAP, 2013. b) Publicação da Conferência 'Vernacular Heritage and Earthen Architecture'.

Em Outubro de 2013, a Escola Superior Gallaecia e o ICOMOS-CIAV/ Comité Científico Internacional de Arquitectura Vernácula organizaram conjuntamente, em Vila Nova de Cerveira, Portugal, três importantes conferências CIAV 2013 | 7ºATP | VerSus 2013. Foi no 17º Congresso Internacional do ICOMOS, em Paris, que foi formalmente aprovada a candidatura da ESG-FCO, para realizar em Vila Nova de Cerveira, o evento anual do Comité do ICOMOS-CIAV.

A Escola Superior Gallaecia – Fundação Convento da Orada (ESG-FCO) como fundadores e coordenadores do Seminário de Arquitectura de Terra em Portugal (ATP) reúnem ao CIAV, o 7ºATP. A este evento é também contou com a conferência VerSus, que foi desenvolvida no âmbito do projeto VerSus com o objetivo da apresentação dos resultados preliminares. As atas da conferência 'Contribuições para o desenvolvimento sustentável vernacular património e arquitetura de terra' foram publicadas pela CRC/ Taylor e Francis Group (Correia et al., 2014b). A conferência geral e a publicação contribuiu para a reflexão sobre, que futuro para a arquitetura vernácula no mundo de hoje, de rápida mudança global.

Em Setembro de 2014, a Universitat Politècnica de València, Instituto de Restauración del Patrimonio e a Escola Superior Gallaecia, organizam em Valencia (Espanha), a Conferência Internacional Património Vernáculo, Sustentabilidade e Arquitectura em Terra VerSus2014 | 2º MEDITERRA | 2º ResTAPIA. A conferência recebeu mais de 400 contribuições, proporcionando um olhar sobre a importância e pertinência da problemática em estudo e do projeto de investigação VerSus. Foram, também, elaboradas 2 publicações das atas da conferência pela CRC/ Taylor e Francis Group.

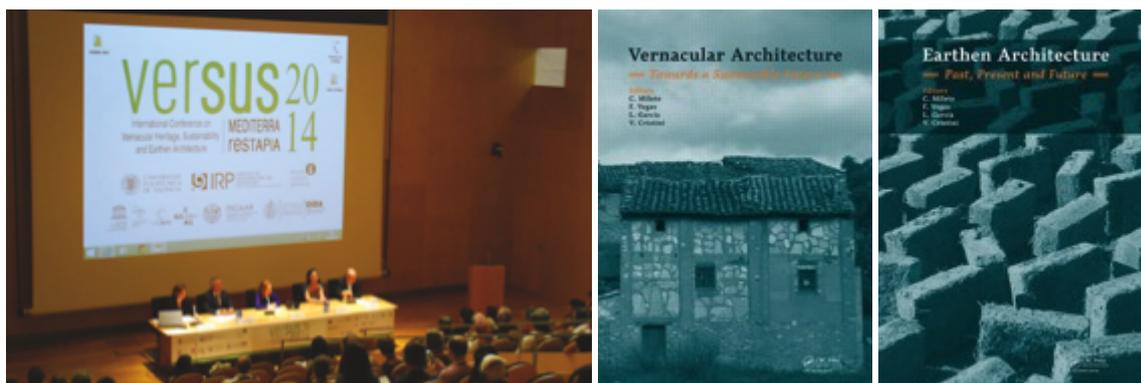


Figura 6 a) Conferência Internacional VerSus2014 | 2ºMEDITERRA | 2ºResTAPIA. Créditos: L. Dispasquale, 2014 .b) Publicações da Conferência.

## 5.2 Workshops científicas VerSus & Competição Internacional de Estudantes





Figura 7 a) Workshop Internacional em Cagliari, Itália (Abril, 2013). Créditos: M. Correia, 2013. b) Workshop Internacional em Vila Nova de Cerveira, Portugal (Outubro, 2013). Créditos: G. Duarte Carlos, 2013. c) Workshop Internacional em Grenoble, França (Abril, 2014). Créditos: M. Correia, 2014. d) Workshop Internacional em Valencia, Espanha (Setembro, 2014). Créditos: L. Dispasquale, 2014

As workshops científicas resultam como elemento de verificação do conceito e da forma da abordagem metodológica do projeto VerSus, sendo confirmado, progressivamente, através das workshops organizadas durante as reuniões plenárias entre os diferentes parceiros estando direcionadas a estudantes de mestrado em arquitetura, mestres e doutorandos. Os resultados contribuíram para a validação e melhoria do método de pesquisa operacional.

O concurso internacional VerSus para estudantes de arquitetura contribuiu para a melhoria do conhecimento sobre as lições de sustentabilidade do património vernáculo como princípio de aplicação à arquitetura contemporânea sustentável. Neste contexto, os estudantes universitários e recém-licenciados foram convidados a competir através da apresentação de um projeto de arquitetura contemporâneo sustentável, sustentado no processo de abordagem metodológica e operativa do projeto VerSus.

### 5.3 Publicações: Booklet & VerSus Book





Figura 8 a) Booklet: *VerSus - Lessons from Vernacular Heritage to Sustainable Architecture*. Créditos: CRAterre, 2014. b) Publicação Científica: *VerSus - Heritage for Tomorrow*. Créditos: Projecto VerSus, 2014.

O booklet foi criado com o principal objetivo de disseminar objetivos e princípios de atuação, assim como de estratégias e soluções do património vernáculo para a aplicação em arquitetura contemporânea. O booklet, desenvolvido para acesso livre, encontra-se disponível no website do projeto ([www.esg.pt/versus](http://www.esg.pt/versus)) e representa uma estratégia de comunicação visual, para ampla disseminação. O facto de se apresentar em cinco idiomas (português, espanhol, italiano, francês e inglês) possibilita uma maior amplitude de impacto geográfico (figura a). A simplificação da abordagem operativa do projeto para o booklet, possibilitou a obtenção de uma comunicação visual intuitiva. O booklet transmite, assim, através de um conjunto de imagens representativas, os princípios ilustrados no património vernáculo dos 4 países parceiros (Portugal, Espanha, Itália e França). A ampla diversidade de expressões e imensa variedade de contextos físicos, sociais, culturais e económicos evidencia a riqueza e o potencial dos princípios emergentes do património vernáculo, como elemento de aplicação no projeto de arquitetura contemporânea sustentável.

A publicação científica ‘VerSus- VerSus - Heritage for Tomorrow’ emerge como elemento sintetizador dos resultados obtidos durante os dois anos de investigação, salientando as principais dimensões de sustentabilidade relacionadas com a arquitetura vernácula e a sua relação com a arquitetura contemporânea.

## 6. CONCLUSÕES & IMPACTO DO PROJECTO A LONGO PRAZO

O presente artigo, abordou o desenvolvimento do projeto de investigação VerSus, expondo uma reflexão sobre a sua estrutura conceptual, as diferentes fases e os resultados alcançados.

O projeto Versus abarca como principal objetivo a promoção e valorização o património vernáculo sob uma abordagem ampla, superando os convencionais parâmetros quantitativos, melhorando as perspectivas transversais dos princípios de sustentabilidade. Dessa forma, foi criada uma abordagem metodológica e operativa desenvolvida com base numa abordagem conceptual, facultando conhecimentos operacionais sobre o património vernáculo (princípios e estratégias), que podem ser integrados no processo de projeto de arquitetura contemporânea sustentável, abordando o conceito de sustentabilidade numa perspectiva holística, transversal, e multidisciplinar.

O VerSus encontra-se sustentado numa forte convicção de que o impacto do projeto se estenderá por um período de tempo significativo. Onde o tema desenvolvido pelo projeto se encontra a ser aplicado por várias Universidade Mundiais através da utilização das publicações, editadas ao longo da investigação, como ferramentas pedagógicas na formação de arquitetos e engenheiros. A metodologia do projeto Versus é também referenciada em vários artigos e apresentações, como uma abordagem

encorajadora e relevante para aplicação na área académica e profissional. A exploração dos resultados alcançados no projeto estão também patentes na aplicação do métodos por vários alunos de mestrado.

## REFERÊNCIAS

- Asquith, L. and Velinga, M. (eds) 2006. Vernacular architecture in the twenty-first century. Oxon: Taylor & Francis.
- Correia, M., Dipasquale, L., Mecca, S. (Eds.) 2015. VERSUS: Heritage for Tomorrow. Vernacular Knowledge for Sustainable Architecture. Florence (Italy): FUP Firenze University Press.
- Correia, M.; Carlos, G.; Merten, J.; Viana, D.; Rocha, S. 2014a. VerSus: Vernacular heritage contribution to sustainable architecture. In Correia, Carlos & Rocha (eds) 2013. Vernacular Heritage and Earthen Architecture. Contributions for Sustainable Development. London: CRC Press.
- Correia, M.; Carlos, G.; Rocha, S. (eds) 2014b. Vernacular heritage and earthen architecture. Contributions for sustainable development. London: CRC Press.
- Frey, P.; Bouchain, M. (2010). Learning from vernacular: towards a new vernacular architecture. Tours: Actes Sud
- Guillaud, H.; Moriset, S.; Sánchez Muñoz, N.; Sevillano Gutiérrez, E. (eds) 2014. Booklet - VerSus: Lessons from vernacular heritage to sustainable architecture. Grenoble: CRAterre & Escola Superior Gallaecia.
- Mileto, C., Vegas, F., García Soriano, L. & Cristini, V. (eds.) 2015. Vernacular Architecture: Towards a Sustainable Future. Proceedings of VerSus 2014 | 2º MEDITERRA | 2º ResTAPIA. London: CRC Press.
- Mileto, C., Vegas, F., García Soriano, L. & Cristini, V. (eds.) 2015. Earthen Architecture: Past, Present and Future. Proceedings of VerSus 2014 | 2º MEDITERRA | 2º ResTAPIA. London: CRC Press.
- Hegger, M.; Fuchs, M.; Stark, T.; Zeumer, M. 2007. Energy Manual - Energie Atlas. Sustainable Architecture, Birkhäuser Verlag. Basel/Berlin: Edition Detail
- Sánchez-Montañés Macías, B. A. 2007. Estrategias medioambientales de la arquitectura vernácula como fundamento de sostenibilidad futura. Necesidad de la aplicación de los principios científicos de la arquitectura. Arquitectura vernácula en el mundo ibérico: actas del congreso internacional sobre arquitectura vernacular. Sevilla: Universidad Pablo Olavide, pp.406–414.

# Seismic-V: Cultura Sismo-Resistente em Portugal

## **Mariana Correia, PhD**

CI-ESG, Escola Superior Gallaecia  
[marianacorreia@esg.pt](mailto:marianacorreia@esg.pt)

## **Gilberto D. Carlos, PhD**

CI-ESG, Escola Superior Gallaecia  
[gilbertocarlos@esg.pt](mailto:gilbertocarlos@esg.pt)

## **David Viana, PhD**

CI-ESG, Escola Superior Gallaecia  
[david.leite.viana@esg.pt](mailto:david.leite.viana@esg.pt)

## **Goreti Sousa, PhD**

CI-ESG, Escola Superior Gallaecia  
[goretisousa@esg.pt](mailto:goretisousa@esg.pt)

## **Filipa Gomes, M.Arch**

CI-ESG, Escola Superior Gallaecia  
[filipagomes@esg.pt](mailto:filipagomes@esg.pt)

## **Ana Lima, M.Arch**

CI-ESG, Escola Superior Gallaecia  
[analima@esg.pt](mailto:analima@esg.pt)

## **RESUMO**

*O presente artigo é desenvolvido no âmbito do projeto de investigação ‘SEISMIC-V – Cultura Sismo-Resistente Vernácula em Portugal’. O projeto é coordenado pela ESG/ Escola Superior Gallaecia e financiado pela agência nacional portuguesa para a investigação: FCT – Fundação para a Ciência e a Tecnologia. A investigação tem como principais objectivos: a identificação de elementos de reforço sismo-resistentes, edificados pelas populações locais nas suas habitações; e o reconhecimento de uma cultura sísmica local vernácula e sismo-resistente. O artigo aborda o desenvolvimento da primeira fase do projeto: a seleção dos estudos de caso e a identificação e reconhecimento das soluções de reforço sismo-resistente. A seleção dos estudos de caso foi realizada de acordo com a historicidade sísmica, com as características sismo-resistentes presentes nas tipologias vernáculas e com a atual preservação das habitações. Os estudos de caso selecionados são elegidas com base na identificação de uma cultura sismo-resistente local, que em muitos dos casos já não é ativa. A primeira fase do projeto terá como resultado a realização de um Atlas da Cultura Sísmica Local, em Portugal. A investigação realizada, revela que as populações procuravam aplicar nas suas habitações, intervenções preventivas e/ou reativas, aos acontecimentos sísmicos recorrentes, ocorridos nos últimos 250 anos, em Portugal.*

## **1. INTRODUÇÃO**

O artigo é desenvolvido no âmbito do projeto de investigação nacional ‘SEISMIC-V – Cultura Sismo-Resistente Vernácula em Portugal’. O projeto é coordenado pela ESG/ Escola Superior Gallaecia e financiado pela FCT – Fundação Ciência e Tecnologia (projeto nº PTdC/ATP-AQI/3934/2012), tendo como parceiros os Departamentos de Engenharia Civil da Universidade do Minho e de Aveiro.

A investigação tem como principais objectivos, a identificação de elementos de reforços sismo-resistentes, em edificações construídas pelas populações locais. A investigação pretende igualmente reconhecer, se em Portugal existe, ou existia, uma Cultura Sísmica Local - identificada internacionalmente como Local Seismic Culture (LSC), de acordo com Ferrigni (1990). A existência desta cultura vernácula sismo-resistente, devia-se à prevenção e/ou reação das populações locais, na sequência de ocorrências sísmicas, de média ou alta intensidade. O presente artigo tem como objetivo abordar o desenvolvimento da primeira atividade: a seleção das zonas de estudo e dos estudos de caso, e

a identificação e abordagem às soluções de reforço sísmo-resistente. A seleção foi baseada na historicidade sísmica do território português, com a presença de características sísmo-resistentes nas tipologias vernáculas e com o atual estado de preservação das habitações identificadas. As primeiras fases do projeto, levaram à realização de um Atlas da Cultura Sísmica Local, em Portugal.

O artigo proposto sintetizará a informação recolhida nas áreas de estudo selecionadas, revelando a diversidade de estratégias e de soluções sísmo-resistentes aplicadas, relativamente, à ocorrência sísmica e à cultura construtiva local. Os estudos de caso caracterizam-se pela presença de edifícios vernáculos onde é possível definir uma cultura sísmo-resistente local, na maioria dos casos, não ativa. A investigação já realizada, revela que as populações procuravam aplicar nas habitações, sistemas preventivos e/ou reativos, aos acontecimentos sísmicos recorrentes, ocorridos nos últimos 250 anos, em Portugal.

## **2. METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO**

A metodologia referente à primeira fase do projeto é sustentada nos seguintes pontos (Correia et al., 2014): 1) Identificação das principais bases de dados sustentados em acontecimentos reais, tais como, a seleção de uma amostra dos sismos relacionados com: data do acontecimento; impacto local; avaliação de danos; 2) Recolha de dados a partir de fontes credíveis; revisão da literatura, relativa aos dados históricos e locais; 3) Definição das regiões preliminares como objecto de estudo das missões a concretizar; 4) Elaboração das missões e de recolha de dados locais, através das seguintes técnicas: método de avaliação; observação do edifício; desenho de observação; entrevistas; literatura local; 5) Análise de dados qualitativos e quantitativos, considerando a intersecção dos seguintes dados: estudo das características arquitectónicas sísmo-resistentes e estratégias aplicadas; dados da revisão da literatura e da análise de arquivos; 5) Planeamento de novas missões para abordagem a novos dados recolhidos em regiões preliminarmente não contempladas; 6) Análise dos dados gerais recolhidos, correlacionando-os com a revisão da literatura efectuada para a composição dos primeiros resultados preliminares. 7) Sistematização dos dados produzidos através da criação: de um ‘Atlas da Cultura Sísmo-Resistente Local’, em Portugal; de um Booklet, tipo Manual; e de uma Publicação Científica.

## **3. BREVE REVISÃO DA LITERATURA**

Os sismos mais significativos dos últimos séculos em Portugal, ocorreram entre 1755 e 1980. Apesar de Portugal ser reconhecido como um país de risco moderado, relativamente à sua vulnerabilidade sísmica, o facto é que apresenta uma susceptibilidade significativa em ocorrências futuras. A pesquisa da cultura sísmica no património vernáculo em Portugal é, portanto, pertinente, pois poderá eventualmente poupar vidas, através da mitigação e prevenção de riscos (Correia et al., 2013).

A reação sísmica preventiva e/ou reativa por parte das populações relativamente à intervenção no parque edificado, foi focada, durante muito tempo, no património monumental, incidindo escassamente sobre a arquitetura vernácula. Nos últimos anos, a nível internacional tem havido um interesse emergente nas estratégias e soluções sísmo-resistentes. A verdade é que se verifica que a arquitetura vernácula em uso requer uma pesquisa mais profunda, sobre a adaptação de soluções para a habitação. Esta questão foi abordada ao longo dos últimos anos em vários projetos e publicações, nomeadamente por Vargas Neumann (1983) e Vargas Neumann et al. (2007), entre outros.

No entanto, falta ainda um real levantamento e pesquisa, por parte da comunidade científica e académica, na identificação das características sísmicas aplicadas, historicamente, na arquitetura vernácula. Em Itália, no Centro Universitario Europeo per I Beni Culturali, no âmbito de diversos projetos desenvolvidos, Ferruccio Ferrigni (1990) identifica a ‘Cultura Sísmica Local’. Em 2001, o projeto europeu ‘Taversism’ é financiado pela União Europeia, no qual, em parceria europeia, se identifica o uso consistente nas habitações de elementos arquitectónicos, que reduzem o impacto das ocorrências sísmicas no edificado. O projeto ‘Taversism’, selecionou Portugal como estudo de caso, devido à sua historicidade sísmica. Para o efeito foi elaborado um relatório da Cultura Sísmica Local em Portugal (Correia & Merten, 2001) (Correia, 2005), o qual foi integrado na publicação europeia do

referido projeto ‘Taversism’.

Porém, a pesquisa sobre a identificação das características sísmo-resistentes na arquitetura vernácula portuguesa, e o processo metodológico assente na cultura sísmica local, necessitavam de maior aprofundamento (Correia et al., 2014). A revisão da literatura elaborada sobre a temática da arquitetura sísmo-resistente portuguesa revela que a maioria dos estudos se concentravam na abordagem da construção sísmo-resistente ‘pombalina’ (Lopes dos Santos, 1994), no património arquitectónico (GECORPA, 2000), ou na habitação urbana (LNEC, 1982), revelando pouco enfoque na temática abrangida pela cultura sísmica local (Correia & Merten, 2001).

#### 4. PROJECTO SEISMIC-V: FASES & RESULTADOS ALCANÇAR

Para uma maior articulação e consistência de conteúdos, o projeto SEISMIC-V é estruturado em cinco fases progressivas, relacionadas com as tarefas de desenvolvimento do projeto (Correia et al., 2014). Expõem-se de seguida, as fases pré-estabelecidas:

1. Determinação das áreas de estudo e dos estudos de casos, de acordo com a intensidade e frequência dos sismos ocorridos, corroborada pelas missões de levantamento e de análise preliminar. Esta tarefa dará origem ao ‘**Atlas da Cultura Sísmo-Resistente Local**’ em Portugal;

2. Caracterização experimental *in situ*, onde se irá proceder ao estudo dos materiais e da sua aplicação, através de comparação de desempenho de casos paradigmáticos; Modelação numérica e Estudos paramétricos, a desenvolver através de ensaios, cujas conclusões serão demonstradas em Seminários Laboratoriais.

3. Identificação e descrição das soluções de reforço sísmo-resistente, mais eficientes, assim como, dos erros mais frequentes, que se materializará num **booklet de práticas construtivas** ‘alertando para soluções erróneas’ e dirigido às comunidades e aos agentes locais.

4. Finalmente, o projeto irá sistematizar a informação recolhida e produzida numa **publicação científica**, que será criteriosamente verificada pelos consultores científicos nomeados.

#### 5. SISMICIDADE HISTÓRICA: PORTUGAL

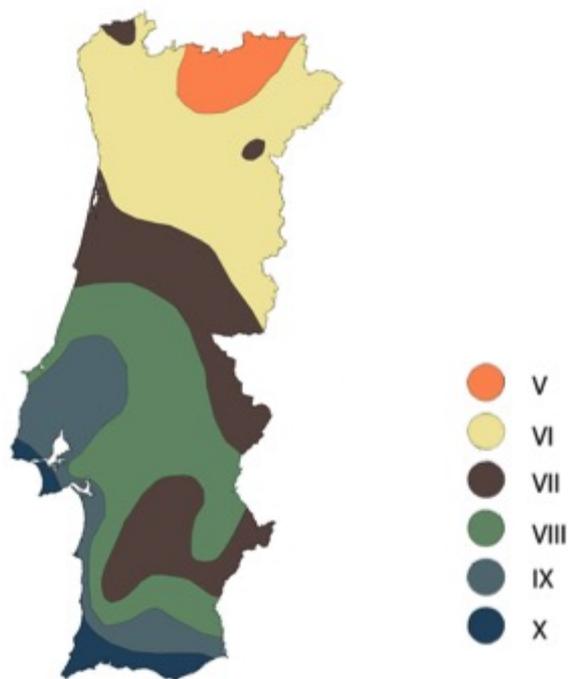


Figura 1 Mapa das linhas isossistas máximas de Portugal Continental (E. Mercalli MCS), baseado no Mapa do Instituto Nacional de Meteorologia. Créditos: CI-ESG, 2014.

**Tabela 1. Os principais sismos ocorridos no Continente Português. (LNEC, 1986)**

Ano	Intensidade   E. Mercalli (MCS)
1531	IX
1755	IX
1858	IX
1909	V
1969	VIII

A tabela 1 sintetiza os últimos 500 anos da historicidade sísmica de Portugal, apresentando os sismos de maior relevância ocorridos no continente, onde se destacaram os de 1531, 1755, 1858, 1909 e 1969 (LNEC, 1986). De seguida, são expostos, sumariamente, os danos causados pelos sismos indicados na tabela anterior.

1531 – O território continental português é gravemente afectado, em particular a região de Lisboa, referida por Senos et al. (1994), como sendo a origem do provável epicentro do acontecimento sísmico;

1755 – Em 1775 ocorre o sismo de maior impacto catastrófico da história portuguesa. O impacto foi sentido um pouco por todo o país, mas com elevada intensidade em Lisboa, Algarve e na Costa Vicentina. O sismo provocou danos significativos nos arquipélagos dos Açores e da Madeira. Para além do território Portugal, há relatos que as ondas sísmicas fizeram sentir-se até Paris (Senos et al., 1994);

1858 – O sismo de 1858, é um sismo de grande intensidade, que afecta em maior escala a região Setúbal, destruindo algumas vilas, como Melides (Senos et al., 1994);

1909 – O sismo de maior intensidade atinge a região centro de Portugal no decorrer do século XX. Foi registado em vários observatórios, danificando gravemente, algumas vilas da região de Setúbal, de salientar a vila de Benavente, Samora Correia e Salvaterra de Magos. O epicentro é apontado na localidade de Benavente (Senos et al., 1994);

1969 – É o último sismo de grande intensidade sentido no Continente Português. O epicentro foi localizado a 200 km da Costa de São Vicente, no Sul de Portugal. O sismo afetou com maior amplitude a região do Algarve, atingindo uma intensidade de VIII MCS (Senos et al., 1994);

O mapa das linhas isossistas do Continente Português, apresentado na figura 1, é baseado nas intensidades históricas dos sismos. As áreas de maior intensidade correspondem: Região de Setúbal e Santarém (Intensidade IX-VII MCS); Costa Algarvia e cidade de Lisboa (intensidade X MCS); Costa Alentejana e a restante zona da região de Lisboa (intensidade IX MCS); Interior do Alentejo (intensidade VII e VIII MCS).

**Tabela 2. Os principais sismos ocorridos no Arquipélago dos Açores. (LNEC, 1986)**

Ano	Localização	Intensidade   E. Mercalli (MCS)
1522	S. Miguel	X
1547	Terceira	VII-VIII
1614	Terceira	IX
1757	S. Jorge/ Pico	X
1800	Terceira	VII-VIII

O arquipélago dos Açores está sustentado por uma elevada sismicidade caracterizada por crises sísmicas sistemáticas, com atividade vulcânica prolongada e significativa, devido à sua localização geográfica, perto do ponto triplo associado à junção das placas Eurásia, Africana e a Norte América. Desde a descoberta das ilhas, no século XV, que são descritos relatos de terramotos e erupções vulcânicas destrutivas nos grupos oriental e central. Este arquipélago apresenta uma importante sismicidade

histórica, com os terremotos que o afectaram, nomeadamente: S. Miguel em 1522, 1852; Terceira, em 1547, 1614, 1800, 1801 e 1841; a ilha de S. Jorge e a ilha do Pico em 1757. No decorrer do século XX, são produzidas crises sísmicas em 1973 no Pico e Faial, em 1980 na Terceira, São Jorge e Graciosa. Em 1998, o sismo mais recente nos Açores, afetou as ilhas do Faial, Pico e São Jorge (Nunes et al., 2004).

## 6. CULTURA SÍSMICA LOCAL EM PORTUGAL

A Cultura Sísmica Local manifesta-se através da consciência das comunidades locais sobre a vulnerabilidade sísmica a que estão expostas e na abordagem tecnológica concebida para reduzir os impactos dos eventos sísmicos sobre as estruturas edificadas (Ferrigni, 1989; Pierotti & Olivieri, 2001).

A abordagem tecnológica é baseada na natureza endémica dos sismos, na sua frequência e nos seus impactos sobre o edificado. Resultando na aplicação de um conhecimento pouco especializado e empírico, desenvolvido ao longo várias gerações, na criação de técnicas de construção sismo-resistentes (Ferrigni, 1989; Pierotti & Olivieri, 2001).

### 6.1 Áreas de estudo & Estudos de caso



*Figura 2 Edifícios Vernáculos com introdução de elementos sismo-resistentes, região 1 - Coruche. Créditos: CI-ESG, 2014*

A delimitação das áreas de estudo é baseada, inicialmente, na recolha dos dados e na análise das ocorrências sísmicas em Portugal nos últimos séculos. O sismo de 1755 é uma escolha óbvia, pelos danos causados por todo o país com destaque para a cidade de Lisboa, Costa Vicentina e a Região do Algarve. O terremoto de 1755, os dados da ocorrência e o planeamento de reconstrução da cidade de Lisboa, surgem como base de referência para o desenvolvimento do projeto. Através, da correlação da informação gerada depois de 1755 e das missões referentes ao trabalho de campo, foi possível identificar algumas das regiões de estudo, bem como, os estudos de caso. Estes foram selecionadas com base nas ocorrências sísmicas e no seu impacto na estrutura do parque edificado vernáculo; nos elementos sismo-resistentes; nas características tipológicas; na morfologia vernácula; na preservação na atualidade das estratégias aplicadas; e na identificação de uma cultura sísmica local.

No decorrer da identificação dos estudos de caso, a equipa de investigação estabeleceu que o reconhecimento de um conjunto de, pelo menos, três ou mais técnicas sismo-resistentes num edifício, definiria que a sua utilização tinha sido consciente, pelo que a estrutura seria reconhecida como uma edificação com características sismo-resistentes. Se numa região, se identificasse a presença de mais de três edifícios com a aplicação de estratégias sismo-resistentes, esse facto iria estabelecer o reconhecimento de uma ‘Cultura Sísmica Local’.

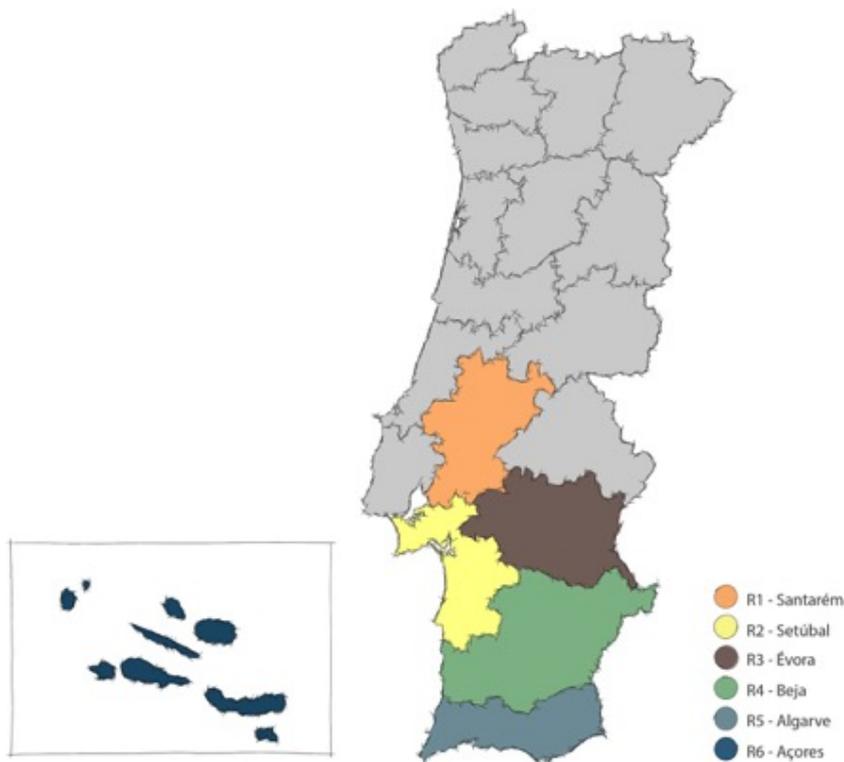


Figura 3 Mapa das áreas de estudo selecionadas para investigação. Créditos: CI-ESG, 2014

### Região 1 (R1) – Santarém

A **região de Santarém** encontra-se localizada numa área de alta intensidade sísmica, caracterizada pela ocorrência de sismos de elevada escala. Foram selecionados para estudos de caso, Benavente e Coruche. Por meio da revisão da literatura, foi identificada informação, corroborada por missões locais.

**Benavente** foi selecionada devido à ocorrência de três sismos de grande intensidade (1531, 1909 e 1914), com a localização dos epicentros na região. O terramoto de 1909 gerou destruição numa parte significativa dos edifícios da vila, assim como em Samora Correia. No entanto, apenas em Benavente é evidente a construção de nova edificação pós-terramoto, integrada com técnicas sismo-resistentes, tais como, sistema pombalino simplificado e planta simétrica (Correia & Merten, 2001). A cultura sísmica local apresenta-se não ativa. O evidente esquecimento, por parte das populações, do risco sísmico conduziu a um abandono progressivo, durante o séc. XX, da aplicação de elementos sismo-resistentes e da sua falta de manutenção.

**Coruche** foi escolhido devido à sua localização, numa área de importante atividade sísmica, e devido à amostra significativa de edifícios com aplicação de elementos sismo-resistente. A cultura sísmica local apresenta-se não ativa, tal como no caso anterior.

### Região 2 (R2) – Setúbal

A **Região de Setúbal** é uma área de intensidade sísmica elevada. O sismo de 1858 atingiu Setúbal, com elevada intensidade (IX MCS), afetando severamente, a região. Depois da elaboração da revisão da literatura respetiva e após missões à região, foram selecionadas como estudo de caso: Alcácer do Sal e Melides.

**Alcácer do Sal** é selecionado com base na identificação de uma amostra de edifícios de cariz vernáculo, com a aplicação de elementos sismo-resistentes: paredes pombalinas; reforço horizontal; contrafortes; tirantes. Alcácer do Sal responde de forma não ativa, à presença de uma cultura sísmica local. O crescente desconhecimento do risco sísmico, por parte da população, levou a um abandono

progressivo da aplicação dos elementos sismo-resistentes no parque edificatório da vila, assim como à desvalorização dos elementos existentes.

**Melides** é nomeada devido à importante sismicidade histórica presente na região e devido à identificação de vários edifícios em taipa, caracterizados pela utilização de elementos de reforço sismo-resistentes: reforço horizontal das paredes; contrafortes; tirantes; poial; embasamento saliente. A localidade detém uma cultura sísmica local, não ativa, pois os edifícios identificados já não se encontram em uso. O evidente esquecimento por parte das populações do risco sísmico, conduz a um abandono progressivo, da aplicação dos elementos sismo-resistentes. O resultado é a desvalorização das técnicas aplicadas e um consequente abandono das habitações.

### **Região 3 (R3) – Évora**

A **região de Évora** caracteriza-se pelo elevado número de ocorrências sísmicas de média intensidade, que podem produzir pequenos e consistentes danos nos edifícios e criar memórias de medo, por vezes mesmo de algum pânico na população.

O **centro Histórico de Évora** surge como estudo de caso, pelas evidências na prevenção sísmica reconhecidas por Correia e Merten (2001) e corroboradas durante o trabalho de campo. Relativamente, à utilização de elementos sismo-resistentes, foram identificados contra-arcos e contrafortes no centro histórico da cidade. Reconhece-se assim, que o estudo de caso detém uma cultura sísmica local, não ativa. O evidente esquecimento do risco sísmico conduziu a um abandono da aplicação dos elementos sismo-resistentes, apesar de se manter a manutenção das técnicas, anteriormente aplicadas pelas populações locais.

### **Região 4 (R4) – Beja**

Na **região de Beja**, a sismicidade histórica, caracteriza-se pela frequência e por intensidades médias no interior e intensidades elevadas (IX) em toda a zona de costa.

**Montes alentejanos (Costa Alentejana)**, durante as várias missões foi observada a aplicação de elementos de reforço sismo-resistente em edifícios vernáculos. Os elementos de reforço identificados são: contrafortes, esticadores, poial e embasamento saliente. A região da Costa Alentejana, detém uma cultura sísmica local, não ativa. O risco sísmico, deixou de estar presente nas comunidades atuais conduzindo a um abandono da aplicação dos elementos sismo-resistentes apesar de se manter a manutenção das técnicas, anteriormente aplicadas pelas populações locais.

### **Região 5 (R5) – Algarve**

O **Algarve** é caracterizado por uma forte sismicidade histórica, com sismos que causaram elevados danos na estrutura edificada da região. Nas missões realizadas à região do Algarve, foram identificados como estudo de caso as seguintes cidades: Lagos, Tavira e Vila Real de Santo António.

Nas cidades de **Lagos, Tavira e Vila Real de Santo António**, os fortes abalos sentidos geraram a necessidade de reconstrução/ construção da estrutura edificada, conduzindo a uma intervenção preventiva por parte da população, com a introdução de elementos sismo-resistentes como: paredes pombalinas, reforço de coberturas, estruturas abobadadas e esticadores.

Lagos, Tavira e Vila Real de Santo António detém uma cultura sísmica local, não ativa. O evidente esquecimento por parte das populações, do risco sísmico, conduziu a um abandono progressivo da aplicação de elementos sismo-resistentes.

### **Região 6 (R6) – Açores**

Na **região dos Açores**, por meio da revisão da literatura focada nas ocorrências sísmicas históricas, foram realizadas missões, estabelecendo-se como estudos de caso: a ilha Terceira e a ilha do Faial.

**As ilhas da Terceira e do Faial**, situam-se numa área sísmica de alta intensidade marcada também, pela frequência de eventos sísmicos. O sismo de 1980 e de 1998, de acordo com os dados

recolhidos, causaram danos elevados e possibilitaram a identificação da integração de elementos sísmo-resistentes como é o caso de embasamento saliente e de reforço da estrutura interna (caixa de madeira).

Verificou-se que a ilha da Terceira detém uma cultura sísmica local, não ativa, o mesmo ocorrendo na ilha do Faial. Identifica-se um evidente esquecimento do risco sísmico, o que conduziu a um abandono progressivo, da aplicação dos elementos sísmo-resistentes na habitação.

## 6.2 Abordagens Reativa & Preventiva

A **abordagem reativa** surge baseada na percepção de risco e consciencialização da população, perante a ocorrência de um evento sísmico. Surge também associada, a um conjunto de ações reativas, realizadas para mitigar as ações e danos ocorridos, em função do sismo, na estrutura edificada e nas populações.

A **abordagem preventiva** surge associada a um conjunto de ações preventivas realizadas para antecipar os danos que possam ocorrer em função de um sismo, na estrutura edificada e nas populações.

Nos estudos de caso foram identificadas os dois tipos de abordagens:

**Região 1 - Benavente** a reação pós-sismo caracteriza-se pela reação preventiva, pois observa-se, após o sismo de 1909, a incorporação de elementos sísmo-resistentes; **Coruche** detém uma abordagem preventiva, refletida na introdução de elementos de prevenção sísmica, nos edifícios de carácter vernáculo.

**Região 2 - Alcácer do Sal**, é caracterizado por duas abordagens: a) reação preventiva, pois é observado, após o sismo de 1755, a incorporação de elementos sísmo-resistentes (paredes pombalinas) em algumas das novas construções e b) abordagem reativa, pois é notória a incorporação de elementos de reforço (esticadores) na estabilização de vários edifícios de carácter tradicional, possivelmente, associadas à ocorrência de eventos sísmicos (sismo de 1858, 1903, 1969); **Melides** - A ação preventiva é aplicada num número reduzido de edifícios. A abordagem reativa caracteriza-se pela maioria das intervenções realizadas na estrutura edificada, por parte da população, através da colocação de elementos de reforço na reabilitação dos edifícios danificados pós-sismo.

**Região 3 - O Centro Histórico** é caracterizado por uma ação reativa aos diversos eventos sísmicos. Os edifícios de cariz tradicional, foram construídos sem uma preocupação sísmica. Ao longo dos anos, através de uma abordagem reativa aos sismos, foram adicionados elementos de reforço no parque edificatório, no centro histórico da cidade.

**Região 4 - Montes alentejanos (Costa Alentejana)** - A reação da população à ocorrência de um evento sísmico, caracteriza a resposta preventiva da população; por meio de uma reação provável aos diferentes acontecimentos sísmicos e de uma necessidade implícita de reforço.

**Região 5 - Lagos, Tavira e Vila Real de Santo António**, no que diz respeito às reações pós-sismo, são caracterizadas por uma abordagem preventiva, pois identifica-se, a incorporação de elementos sísmo-resistentes, em algumas das construções do séc. XIX. Este é o caso de paredes pombalinas, levantadas após o sismo de 1755. **Tavira** é baseada numa abordagem preventiva.

**Região 6 - A ilha da Terceira** abarca uma ação reativa por parte da população aos eventos sísmicos. Os edifícios de cariz tradicional foram construídos sem uma preocupação sísmica evidente, ou seja, sem a integração de elementos sísmo-resistentes. Na ilha do **Faial** detecta-se uma ação preventiva, nos edifícios de cariz tradicional, aos quais foram adicionados elementos de reforço, como a 'caixa de madeira'.

## 6.3 Estratégias Sísmo-Resistentes

Nos estudos de caso investigados foram observados, os seguintes elementos de reforço:

**Planta Compacta** - Um dos princípios base da construção sísmo-resistente é a distribuição equilibrada, dos elementos estruturais da planta, de forma a diminuir os efeitos de torção durante um evento sísmico. Dessa forma, a planta, deve apresentar-se compacta, regular e simétrica;

**Contrafortes** - Construídos perpendicularmente à fachada exterior do edifício, proporcionam reforço suplementar da fachada, que tem tendência a abater para o exterior, durante a ocorrência do

sismo;

**Embasamento saliente (reforço das paredes exteriores)** - Surge como um elemento de consolidação do edifício, sendo construído, na maioria dos casos, em alvenaria de pedra;

**Esticadores/ tirantes** – É um sistema de reforço em metal ou madeira e metal, para impedir o colapso das paredes da estrutura edificada. Surge associado à tendência das paredes tombarem sob tensão horizontal;

**Poial** – este elemento surge associado à tipologia habitacional alentejana e ribatejana, emergindo nas fachadas com a funcionalidade de banco, em pedra, de apoio às atividades sociais da habitação e como elemento de reforço das paredes exteriores;

**Reforço interno das paredes exteriores** - Associado à técnica construtiva da taipa, apresenta a colocação de elementos de madeira, para consolidação do comportamento do corpo edificado;

**Telhado de tesouro** - Contém quatro águas de inclinação acentuada, de pequena ou média dimensão e que descarregam as forças sobre as paredes mestras do edifício. A maioria, apresenta um perfil trapezoidal ou a forma de pirâmide aguçada, quando a superfície a cobrir é diminuta. Normalmente a estrutura é revestida por tábuas no interior, formando ‘caixotes’;

**‘Caixa’: Construção Tradicional dos Açores** - Consiste na construção de uma ‘caixa’ de madeira que conforma o interior dos diferentes compartimentos do edifício, ou seja, cria uma segunda capa à estrutura edificada. A estrutura desempenha uma função estrutural resistente, perante um evento sísmico, apesar da sua ligeireza.

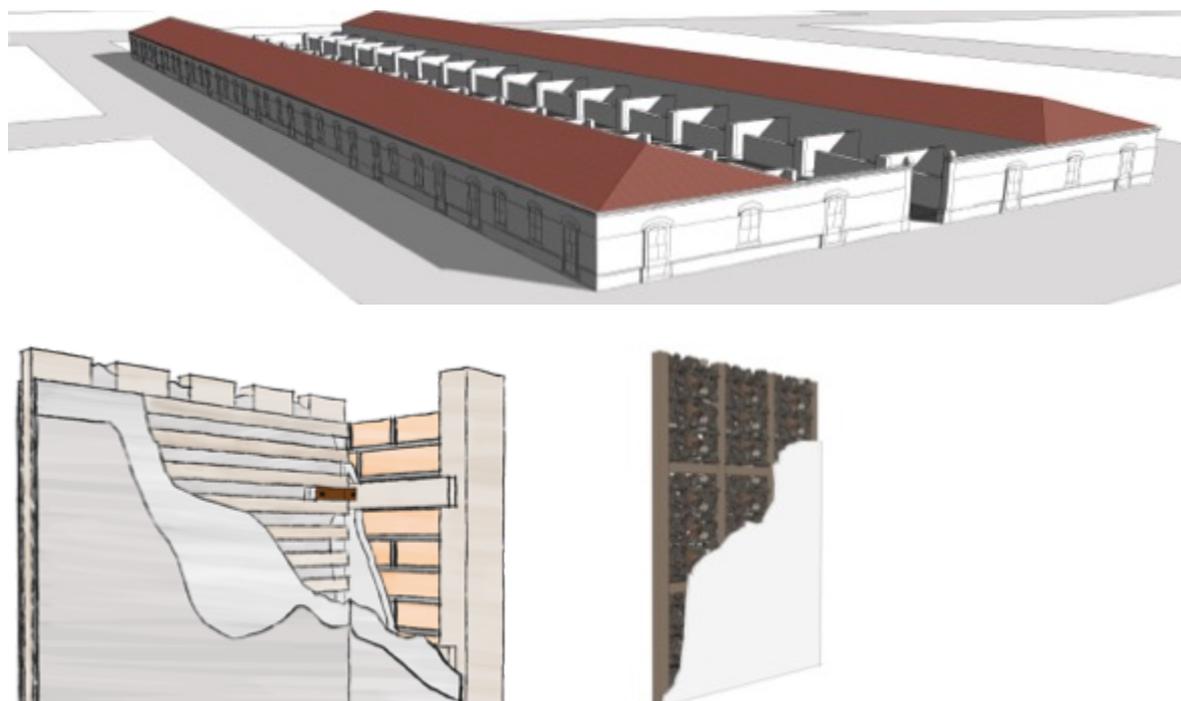


Figura 4 Região 1 – Benavente. a) Quarteirão simétrico com edifícios de planta compacta. b) variações do sistema de construção sismo resistente. Créditos: CI-ESG, 2014

**Gaiola pombalina** - Consiste numa estrutura tridimensional de madeira, e surge empiricamente através de um aperfeiçoamento do sistema coevo pouco elaborado, também em gaiolas que se praticava em Lisboa, em alguns edifícios. Este sistema de gaiola foi normalizado e aplicado sistematicamente na maioria dos edifícios que se construíram na baixa após o terramoto, representando uma inovação nas técnicas de construção e engenharia sismo-resistente;

**Contra-arcos** - São elementos introduzidos para impedir os mecanismos de colapso, provocados por defeitos de conexão de novos edifícios com edifícios pré-existentes;

**Arcadas** - Encontram-se, na maioria dos casos, associadas ao piso térreo dos edifícios. Construtivamente apresentam a função de piso intermédio para a redistribuição de cargas uniformes às fundações. Permitem transmitir de forma uniforme, as ondas sísmicas à restante estrutura;

**Abóbadas (piso térreo)** - São um sistema estrutural de distribuição de cargas por ação do arco, através de um único plano curvo, para suportes contínuos.

## 6. CONCLUSÕES

A primeira fase, a seleção das áreas e estudos de caso, foi baseada na historicidade sísmica; características sísmo-resistentes detectadas em tipologias vernáculas; e no estado de preservação das referidas estruturas. Nas seis áreas selecionadas, foi observado o uso de vários elementos de reforço sísmo-resistente, que variam consoante a tipologia e a região onde se localizam. A aplicação dos elementos sísmo-resistentes revela a importância da ação reativa/ preventiva por parte das populações, onde se concluiu que a presença de dois elementos de reforço aplicados de forma isolada, dificilmente estavam associados à prevenção ou reação sísmica. No entanto, a aplicação de três a quatro elementos identificados de forma consistente numa habitação, remete para uma preocupação do impacto sísmico por parte da população. A identificação da amostragem de mais de cinco edifícios baseadas numa reação pró-ativa por parte das populações, revela a existência de cultura sísmica local. A investigação já realizada, revela também, que as populações procuravam aplicar nas habitações, sistemas de reforço, através de uma abordagem preventiva e/ou reativa, aos acontecimentos sísmicos recorrentes, ocorridos nos últimos 250 anos.

## REFERÊNCIAS

- Correia, M. 2005. Metodología desarrollada para la identificación en Portugal de la arquitectura local sísmo-resistente. In *Sismo Adobe 2005: Seminario Internacional de Arquitectura, Construcción y Conservación de Edificaciones de Tierra en Áreas Sísmicas (digital Media)*. Lima: PUCP.
- Correia, M. and Merten, J. 2001. Report of the local seismic culture in Portugal. In *Taversism Project - Atlas of Local Seismic Cultures*. Ravello: EUCCH - European University Centre for Cultural Heritage.
- Correia, M., Carlos, G. Rocha, S., Lourenço, P.B., Vasconcelos, G. and Varum, H. 2014. Seismic-V: Vernacular seismic culture in Portugal. In Correia, Carlos & Rocha (eds) 2014. *Vernacular Heritage and Earthen Architecture. Contributions for Sustainable Development*. London: CRC/ Balkema/ Taylor & Francis Group, p.663-668
- Ferrigni, F. 1990. S. Lorenzello, à la recherche des anomalies qui protègent. Conseil de l'Europe; Court-St-Étienne: Centre Universitaire Européen pour les Biens Culturels Ravello
- GECORPA 2000. Sismos e património arquitectónico - Quando a terra voltar a tremer. In *Revista Pedra & Cal*; nº8; Out./Nov./Dez. 2000.
- LNEC 1982. Construção anti-sísmica: Edifícios de pequeno porte. Lisboa: Laboratório Nacional de Engenharia Civil.
- LNEC 1986. A sismicidade histórica e a revisão do Catálogo Sísmico. Lisboa: Laboratório Nacional Engenharia Civil.
- Lopes dos Santos, V. M. V. 1994. O sistema construtivo pombalino em Lisboa: em edifícios urbanos agrupados de habitação colectiva - Estudo de um legado humanista da segunda metade do Século XVIII. Tese de Doutoramento. Lisboa: FAUTL.
- Nunes, J. C., Forjaz, V. H. and Oliveira, C. S. 2004. Catálogo sísmico da região dos Açores. Versão 1.0 (1850-1998). Ponta Delgada: Universidade dos Açores.
- Senos, M. L., Ramalheite, D. and Taquelim, M. J. 1994. Estudo dos principais sismos que atingiram o território de Portugal Continental. In 2º Encontro Nacional sobre Sismologia e Engenharia Sísmica. Porto: FEUP.
- Vargas Neumann, J. 1983. Earthquakes and adobe structures. In *Adobe: International Symposium and Training Workshop on the Conservation of Adobe. Final Report and Major Papers*, Organizers UNDP-UNESCO, and ICCROM. Peru: Regional Project on Cultural Heritage and Development.
- Vargas Neumann, J., Torrealva, D. and Blondet, M. 2007. Construcción de casas saludables y sismorresistentes de adobe reforzado con geomallas. Lima: Fondo Editorial.

# “Arquitectura Vernacular do Nordeste: da sua Conservação à Dinamização de um Território”

**Teresa Nóvoa & Nuno Martins**

*Palombar – Associação de Conservação da Natureza e do Património Rural*

*palombar@gmail.com*

A arquitectura vernacular tem vindo a receber cada vez mais atenção, não só de arquitectos e urbanistas, de cientistas sociais e actores ligados ao turismo, mas também de cidadãos comuns. Entre a preocupação com a sustentabilidade do sector construtivo, o potencial turístico das aldeias “típicas” – bem como as problemáticas levantadas por este tipo de representação – e o reconhecimento do valor patrimonial do tradicional, são vários os factores que levaram a que a arquitectura vernacular conquistasse o espaço que hoje ocupa.

Contudo, e apesar dos inúmeros estudos publicados sobre o tema ou das obras arquitectónicas de autor que procuraram integrar algumas técnicas ou elementos tradicionais, parecem escassear as iniciativas que pretendem, mais do que aprender lições isoladas, dar continuidade à arquitectura tradicional – não só à sua forma, mas também, e sobretudo, ao conhecimento construído ao longo de séculos que o sustenta; mais ainda, que acreditam que aquela, ao ser preservada, não deve ser cristalizada ou museificada, mas antes revitalizada, através da atribuição de novos significados e funcionalidades.

São esses alguns dos princípios de acção da Palombar – Associação de Conservação da Natureza e do Património Rural, o projecto que estará no centro deste artigo. Partiremos de uma apresentação pormenorizada do trabalho que desenvolve para demonstrar como a arquitectura vernacular não só não está condenada à ruína, como pode ocupar um papel central na dinamização de um território.

Começaremos por explorar o interesse crescente que a arquitectura tradicional tem vindo a despertar, no sentido de dar algum enquadramento à reflexão que tem vindo a orientar a acção da associação. Depois de uma breve descrição do contexto de trabalho da Palombar, passaremos então à descrição da sua intervenção. Por fim, algumas considerações finais.

## **DE NÃO-OBJECTO A OBJECTO RECONHECIDO**

As palavras que servem de título a este capítulo foram tomadas de empréstimo de um texto de João Leal (2009), no qual o autor procura identificar e analisar quatro estudos-chave realizados no século XX que, debruçando-se sobre a arquitectura vernacular, contribuíram para o seu reconhecimento enquanto objecto de investigação e de intervenção. Foram pontos de viragem determinantes para transformar as representações mais comuns que associavam as construções populares à miséria e ao atraso da vida no mundo rural e, portanto, a uma realidade que não só não interessava preservar, como convinha eliminar. São eles o movimento da Casa Portuguesa, o Inquérito à Habitação Rural, o Inquérito à Arquitectura Popular de Portugal e os vários trabalhos realizados por Ernesto Veiga de Oliveira e seus colaboradores.

Mencionamo-los não porque pretendamos analisá-los ao pormenor, mas para sublinhar um dos pontos centrais do texto de Leal (2009): cada um deles olhou a arquitectura popular de um ângulo

diferente, o que aponta para a sua complexidade, para a sua riqueza enquanto objecto de estudo, e ainda para o carácter político que lhe pode ser atribuído. Afinal de contas, foi símbolo da identidade nacional e motivo de denúncia de pobreza extrema, foi elo de ligação com a arquitectura moderna e mera manifestação do modo de vida rural.

Actualmente, os dois aspectos que parecem despertar maior interesse são de outra ordem: por um lado, a arquitectura vernacular como modelo de sustentabilidade e, por outro, o seu valor patrimonial, válido em si mesmo, mas também pelo potencial turístico que lhe está associado.

Comecemos pelo primeiro. São vários os estudos que demonstram que a arquitectura vernacular contém em si princípios de construção sustentáveis de grande pertinência para a realidade contemporânea, nomeadamente no que diz respeito aos materiais utilizados e à eficiência energética (Fernandes & Mateus, 2011; Ferreira & Correia, 2013). A passagem seguinte sintetiza-o bem:

“A arquitectura vernacular poderá contribuir para uma construção mais sustentável. As estratégias de adaptação ao clima, e demais variáveis dos contextos em que se inserem, por possuírem um reduzido índice tecnológico e pouco dependentes de energias não renováveis, possuem um potencial de aplicação à contemporaneidade e, como tal, são pertinentes casos de estudo” (Fernandes & Mateus, 2011: 206).

Assim, a arquitectura vernacular deve ser objecto de estudo não só pelo seu interesse intrínseco, mas também, e sobretudo, porque assenta sobre um conjunto de saberes e princípios construído ao longo de séculos que resultou da relação das populações com o seu meio ambiente, o que faz dela, à partida, mais ecológica e sustentável do que as práticas de construção actuais. No entanto, e porque serão poucos os arquitectos a romantizarem-na, estando antes cientes das suas falhas e, sobretudo, das alterações significativas das noções de conforto, o que se busca são elementos, princípios, técnicas que se possam isolar e aplicar ao máximo possível de casos – incluindo à arquitectura urbana.

Sem querermos, de modo algum, desvirtuar este esforço que, não duvidamos, poderá apresentar soluções claramente preferíveis à realidade actual, grande parte destes estudos parece olhar a arquitectura vernacular como um modelo que visa alimentar outros contextos que não o original. Afinal, é nas cidades e respectivas periferias que se vive e se constrói, e onde a questão da sustentabilidade se coloca com maior urgência.

O que acontece, então, aos palheiros e às antigas casas de lavoura das aldeias? Nos últimos anos, a resposta tem sido, na grande maioria dos casos, a recuperação das estruturas, geralmente com fundos europeus, de acordo com as imagens contemporâneas da ruralidade, e a sua reabilitação para actividades turísticas.

E eis que nos deparamos com um facto bem mais abrangente que tem vindo a merecer o interesse de vários cientistas sociais: a ruralidade europeia sofreu transformações profundas, deixando de ser um espaço privilegiado de produção para passar a ser *também* um espaço de consumo – e, conseqüentemente, multifuncional (Potter & Burney, 2002; Woods, 2011). Do mesmo modo, raramente a arquitectura vernacular continua a cumprir a sua função produtiva – como tão bem documentada, por exemplo, por Ernesto Veiga de Oliveira e equipa (Leal, 2009) – para passar a ser sobretudo um produto de consumo para visitantes.

Tal como na construção social da ruralidade - que, concordamos, se trata de uma “categoria do pensamento” (Woods, 2011: 9) e não de um conjunto de objectos, características ou factos concretos -, aquilo que alimenta esse consumo são as representações dos consumidores, geralmente urbanos, sobre a realidade, o que pode ajudar a explicar o facto de a maioria das obras de recuperação de estruturas rurais privilegiar a estética rústica em detrimento das técnicas ou dos materiais utilizados. Em Trás-os-Montes, por exemplo, não são raros os casos de casas recuperadas com blocos de cimento cobertos com mosaico de pedra vindo de um local a centenas de quilómetros de distância - o que interessa é que pareçam rústicas e tradicionais e não que sejam construídas como outrora.

Parecemos estar então perante aquilo a que Prista chama “uma espécie de ânsia patrimonialista que dá por precioso agora o que durante gerações foi relegado para a abjecção da pobreza” (Prista, 2014:

31). Em poucas décadas, o campo deixou de ser pobre e sujo, e a arquitectura tradicional passou de desconfortável e antiquada a “autêntica” e “ancestral”, um património que merece ser preservado. Ainda que não duvidemos do valor patrimonial daquela, e que reconheçamos a importância deste tipo de representação como ponto de partida para uma transformação mais profunda, a longo-prazo, das mentalidades, não podemos deixar de considerar a sua superficialidade limitante, assim como a essencialização a que conduz.

Parte dessa simplificação, a nosso ver, está precisamente ligada ao facto de a ruralidade ser, de momento e acima de tudo, um espaço – e um produto – de consumo; apesar da sua multifuncionalidade, parece ser esta, no contexto português, a sua principal função. Ousaríamos mesmo acrescentar que, actualmente, o turismo é entendido por grande parte da população – incluindo actores com poder de decisão – como a única solução viável para os territórios interiores, rurais e deprimidos do país. Assim, a turistificação do rural, para a qual a arquitectura tem tido um forte contributo, é inegável: são as casas “típicas” recuperadas que vão acolher os turistas, responsáveis por trazer alguma dinâmica social e económica às aldeias. Ainda que pontual e imprevisível, raramente as desvantagens deste fenómeno são referidas. Assim, não estará a arquitectura vernacular a ser utilizada, uma vez mais, como símbolo e instrumento de um conjunto de políticas, de pendor neoliberalista, que pretende amarrar a ruralidade à sua função de consumo?

Nesta secção, foram então identificadas duas grandes tendências de interesse pela arquitectura vernacular. A primeira, que se prende com o potencial de sustentabilidade desta, olha-a como um modelo de aprendizagem, retalhável, e cujas partes são isoláveis, mas que, em última instância, será aplicado em outros contextos que não os originais. A segunda, associada aos processos de patrimonialização e de turistificação, cristaliza representações simplistas da arquitectura vernacular ao mesmo tempo que a vota a produto de consumo. Ambos os casos, que, ainda assim, decorrem da valorização deste tipo de construções, dão continuidade apenas a algumas das dimensões que a compõem e não ao seu todo.

Mas porque não tentar uma abordagem holística? Porque não ter como objectivo preservar a arquitectura vernacular, revitalizá-la e, mais ainda, utilizá-la para dinamizar um território? É a este desafio que a Palombar tem procurado dar resposta ao longo de 15 anos de trabalho. Antes de passarmos à apresentação da sua acção, e de modo a melhor compreender o seu impacto, faremos uma breve descrição da sua principal região de intervenção.

## **O NORDESTE TRANSMONTANO**

Tal como o nome sugere, esta área corresponde ao nordeste da região de Trás-os-Montes, coincidindo, sensivelmente, com os limites do distrito de Bragança. A paisagem é muito variada, tendo zonas de montanha, vale e até de planalto que, tradicionalmente, eram utilizadas para a agricultura. Hoje em dia, apesar do declínio desta actividade, continua a ser uma região eminentemente rural, com poucos centros urbanos. A população que a ocupa é bastante reduzida e envelhecida, o que contribui para a percepção de que se trata de um território deprimido.

É inegável que o panorama actual apresenta muitos desafios. No entanto, para encontrar soluções viáveis e sustentáveis que lhes dêem resposta, é essencial compreender as transformações profundas sofridas pelo mundo rural nos últimos 60 anos.

Oliveira Baptista (1996) propõe que se fale do “declínio de um tempo longo”, marcado por um modo de vida que girava em torno da agricultura e que se manteve praticamente inalterado durante séculos. Foi finalmente interrompido por volta da década de 1950 com a mecanização da agricultura que, ao alterar sobremaneira os modos de produção, deixou sem trabalho centenas de pessoas que acabaram por optar, na sua maioria, pela emigração ou pela fuga para as grandes cidades. Assim, em relativamente pouco tempo, o Nordeste Transmontano não só perdeu grande parte da sua população, como viu os seus campos serem deixados ao abandono; em consequência, as suas paisagens física e social transformaram-se significativamente.

Apesar de hoje em dia haver ainda quem cultive algumas parcelas de terra – geralmente

ocupadas com cereal (aveia, trigo, centeio), olival, vinha e hortas -, numa lógica de agricultura de subsistência de pequena escala, a maior parte do território está inculto. Além de representar um subaproveitamento dos recursos naturais, este abandono tem implicações a nível ecológico, já que a diminuição de diversidade de culturas tem um impacto imenso na biodiversidade da fauna da região.

Também a arquitectura vernacular foi afectada e, diríamos, sobretudo por duas vias. Em primeiro lugar, grande parte das suas manifestações servia a actividade agrícola ou o modo de habitar que lhe correspondia pelo que, também ela, foi votada ao esquecimento. Simultaneamente, aqueles que haviam emigrado regressaram não só com mais dinheiro, mas também com novas referências de uma arquitectura moderna que procuraram replicar nas suas aldeias de origem.

### **A PALOMBAR: DOS POMBAIS TRADICIONAIS À DINAMIZAÇÃO DE UM TERRITÓRIO**

Os pombais tradicionais pontilham de branco a paisagem do Nordeste, muitas vezes em locais remotos onde, caso contrário, não se adivinharia a intervenção humana – são testemunhos do já referido “tempo longo” (Oliveira Baptista, 1996), durante o qual praticamente todo o solo arável era cultivado. Construções de aspecto peculiar, localizavam-se geralmente junto de campos de cereal, que assim forneciam alimento às pombas que os habitavam – Pombo-das-rochas (*Columba livia*) selvagem. Aos seus proprietários, ofereciam não só uma fonte de proteína animal, valiosa num período de pouca abundância – os borchos, crias de pomba, considerados uma iguaria gastronómica -, mas também o estrume – o pombinho. Tinham ainda um importante papel na manutenção dos ecossistemas, nomeadamente por serem as pombas presas preferenciais de aves de rapina como a Águia-real (*Aquila chrysaetos*) ou a Águia-de-bonelli (*Aquila fasciata*).

Partindo desta breve descrição dos pombais tradicionais, e tendo em conta o que atrás foi descrito sobre as transformações do espaço rural, não é surpreendente que estes edifícios tenham sido abandonados e que, conseqüentemente, tenha havido um decréscimo da biodiversidade na região. Foi precisamente no sentido de procurar inverter esta tendência que, em 2000, foi criada a Palombar - Associação de Proprietários de Pombais Tradicionais do Nordeste.

O Parque Natural do Douro Internacional (PNDI), tendo uma grande concentração de pombais no seu território, levou a cabo um programa para a sua recuperação e repovoamento, entre 1997 e 2000. No sentido de lhe dar continuidade, incentivou alguns proprietários de pombais a criarem uma associação que ficasse responsável pela gestão dos cerca de 60 pombais reabilitados. Assim nasceu a Palombar, que tinha ainda como objectivos valorizar estas construções, alertando para o seu valor patrimonial e incentivando à sua recuperação, mas também trabalhar directamente com os seus proprietários no sentido de os sensibilizar e apoiar a manterem-nas activas.

Foi no sentido de cumprir esses objectivos que se procurou, entre 2001 e 2004, colmatar a falta de informação relativa a estas construções, através da inventariação de todos os pombais existentes no Nordeste do país, incluindo o norte do distrito da Guarda. O levantamento de um enorme conjunto de dados sobre cada um dos 3450 edifícios identificados permitiu criar uma base de conhecimento previamente inexistente, essencial para traçar objectivos de conservação e para estruturar a acção da Palombar de forma sustentada.

De facto, nos anos seguintes, foram vários os pombais recuperados e mantidos pela associação, mas a sua acção foi-se alargando, tendo acabado por extravasar as construções que motivaram a sua criação, o que levou mesmo à alteração do seu nome completo para Associação de Conservação da Natureza e do Património Rural – e é a esse trabalho integrado que está a ser desenvolvido actualmente que dedicaremos mais atenção.



*Fig. 1 – Pombal tradicional do Nordeste Transmontano (Fotografia de Cláudia Costa).*

### **De novo, os pombais**

Se, no início, a intervenção da Palombar obedecia a objectivos gerais de valorização, conservação e revitalização de um património arquitectónico que parecia estar esquecido, ao longo dos anos foram sendo definidas metas mais concretas no que à recuperação dos pombais tradicionais dizia respeito. Com base nas primeiras experiências realizadas, as estratégias de preservação foram sendo melhoradas, e abriu-se o caminho para estabelecer alguns dos princípios de acção que são aplicados pela associação em diferentes domínios.

Tornou-se claro que, de modo a garantir tanto o interesse de novos actores como a continuidade e sustentabilidade dos pombais já recuperados, seria necessário aliar uma funcionalidade ao propósito de preservar estas construções. Caso contrário, corria-se o risco de ver os pombais transformarem-se em museus, bonitos mas desprovidos de sentido e, mais grave ainda, de voltarem a degradar-se rapidamente por falta de uso e de manutenção, deitando assim a perder todo o investimento feito – não só na recuperação do edifício, mas também na sua valorização simbólica.

Assim, a Palombar decidiu apostar na recuperação da sua função ecológica tradicional, o que exige uma intervenção mais abrangente ao nível da manutenção dos ecossistemas. A primeira questão a ter em conta é a localização dos pombais, sendo dada prioridade àqueles que se encontram dentro do território de aves de rapina cuja presença em Portugal está ameaçada - como as já referidas Águia-de-bonelli e Águia-real -, de modo a que as pombas lhes possam servir de presa. Para garantir, por sua vez, o acesso destas últimas a alimento, a associação não só abastece os pombais de cereal – trigo, geralmente - como, sempre que possível, cultiva os campos em seu redor. Deste modo, e ainda que através de um processo de reinvenção, é restituído o papel destas construções aos ecossistemas selvagens e agrícolas da região, fortalecendo assim a importância de os preservar.

Também o processo de recuperação passou a ser uma prioridade. Enquanto que, num primeiro momento, os pombais eram reconstruídos sem olhar aos materiais e às técnicas de construção, nos últimos anos estes aspectos têm sido centrais. De facto, foi-se tornando claro que não eram apenas os pombais que estavam a ficar em ruínas, mas também o conhecimento relativo à sua construção – além do

património construído, também o património imaterial a ele associado estava em risco.

Passaram então a ser exclusivamente utilizados materiais e técnicas tradicionais de construção no sentido de recuperar e dar continuidade a esse conjunto de saberes que, por ser tão específico, é particularmente vulnerável. Pesou ainda o facto de esta abordagem ser mais sustentável do que a anterior, já que quase todos os materiais são locais e naturais.

Esta opção que, à primeira vista, pode parecer bastante óbvia é, na verdade, mais trabalhosa, por só muito raramente ser possível deixá-la ao cuidado de outrem: sendo já poucos os construtores que conhecem as técnicas tradicionais, a Palombar tem um papel activo em todas as recuperações, da formação daqueles ao acompanhamento da obra. Assim, assume ainda um importante papel na transmissão deste conhecimento não só a profissionais mas também a jovens interessados em aprender, como veremos mais adiante.

### **Património rural: técnicas e construções**

Se o enfoque passara a estar, como acabámos de ver, na revitalização das técnicas de construção tradicionais, porque não intervir em outros elementos da arquitectura vernacular? Foi a partir desta ideia que a Palombar começou a dirigir a sua atenção para outras construções para além dos pombais, procurando sempre não só a sua valorização mas também a atribuição de uma função – seja ela nova ou reinventada.

Um moinho de água, um forno de pão tradicional e uma forja contam assim, também, na lista de edifícios recuperados pela associação até à data. Ainda que a reabilitação de todos eles tivesse como objectivo recuperar o seu uso tradicional, o último caso estava ainda associado à criação de um espaço de formação onde ensinar a trabalhar o ferro forjado.

Um outro tipo de estrutura que foi já (re)construído em várias ocasiões é o muro de pedra, que ainda hoje contribui para fazer da paisagem do Nordeste uma verdadeira manta de retalhos. Utilizado para separar propriedades, marcar caminhos ou sustentar terras, são já poucas as pessoas que sabem, hoje em dia, remendá-los ou construí-los de raiz. Além da sua primeira função, servem ainda de abrigo a diferentes espécies de insectos, répteis e anfíbios, contribuindo para o aumento da biodiversidade, e provando uma vez mais a utilidade em aliar a conservação da arquitectura vernacular à preservação da natureza.

Entre as técnicas tradicionais utilizadas, contudo, encontram-se não só a construção em pedra e os rebocos de terra e cal – necessários à recuperação das estruturas acima referidas -, mas também a produção de tijolos de adobe, ferro forjado e tabique. Estas últimas têm sido postas em prática sobretudo em contexto formativo, em cursos de pequena duração, como forma de as divulgar.

Antes de passarmos a explorar a questão da transmissão do conhecimento em maior profundidade, parece-nos relevante fazer um breve apanhado: ainda que o ponto de partida tenham sido os pombais tradicionais, o objecto de intervenção da Palombar alargou-se a todo o património rural da região, no qual incluímos não só edifícios vernaculares, mas também o conjunto de técnicas e de saberes que está associado à construção daqueles. Mais ainda, é na passagem desse conhecimento que acreditamos estar a principal chave para garantir a sua continuidade para o futuro.

### **Transmitir saber: continuar o património**

Como referido, a Palombar tem vindo a organizar oficinas e cursos de curta duração para introduzir os participantes interessados às técnicas em questão. Ainda que estes, ao longo de um fim-de-semana, fiquem a dominar pouco mais do que o conhecimento básico, estas formações são essenciais para dar a conhecer e, assim, valorizar, a riqueza e a complexidade destes modos de construir.

No entanto, é nos campos de trabalho voluntário internacionais (CTVIs) que estes são desenvolvidos com maior intensidade. Durante um período que varia entre os 8 e os 15 dias, um grupo de voluntários – de 10 a 20 pessoas, e geralmente constituído na maioria por estrangeiros – junta-se para, em conjunto e de forma voluntária, reconstruir determinado elemento da arquitectura vernacular. Dada a sólida parceria que a Palombar tem, há cerca de uma década, com a associação francesa Rempart –

Réseau d'Associations au Service du Patrimoine, os voluntários que nos chegam são sobretudo de nacionalidade francesa e com um interesse particular nas questões da arquitectura e do património.

Até à data, foram já organizados 38 CTVIs, nos quais terão participado cerca de 250 voluntários oriundos dos quatro cantos do mundo – e todos eles levaram consigo uma parte deste património imaterial que a Palombar tanto se tem batido para preservar, dando-lhe assim continuidade.

Igualmente positivo é o movimento criado por estes jovens nas aldeias: além de partilharem uma experiência multicultural com os seus habitantes, quebrando o isolamento destes, mostram interesse por aspectos que, muitas vezes, haviam sido desvalorizados por aqueles. Não são raras as vezes em que a descrição dos trabalhos que estão a ser levados a cabo começa por suscitar uma gargalhada ou outra reacção de espanto, sendo o esforço reconhecido mais tarde, contudo – sobretudo quando se torna evidente o seu carácter voluntário.

Assim, a Palombar assume ainda a responsabilidade de transmitir a dimensão imaterial que dá forma à arquitectura vernacular, fazendo dessa preocupação pedagógica mais um factor de valorização daquela.



*Fig. 2 – Campo de trabalho voluntário internacional para a recuperação de um moinho de água (Fotografia de Palombar).*

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste artigo, demos então conta do trabalho desenvolvido pela associação Palombar, no sentido de demonstrar que a arquitectura vernacular não só não está irreversivelmente destinada à decadência, como pode desempenhar um papel central na dinamização de um território tido como deprimido. Nesse percurso, foram ainda postos em questão aqueles que parecem ser os dois principais motivos de interesse da sociedade contemporânea na arquitectura tradicional: o seu potencial como modelo de sustentabilidade construtiva e o seu carácter patrimonial que, por sua vez, abre espaço à valorização turística.

Contornando as limitações de ambos, a Palombar propõe que seja dada continuidade à arquitectura vernacular no seu contexto original, dando particular ênfase à utilização das técnicas de

construção tradicionais, mas também à sua transmissão. Igualmente importante, e a acrescentar a esse propósito pedagógico, é a atribuição de sentido e de funcionalidade às estruturas edificadas ou recuperadas, de modo a evitar que se transformem em meras peças de museu.

Tendo já mencionado o carácter político que a arquitectura vernacular pode adquirir, estaríamos a fazer uma leitura incompleta se não admitíssemos que também a Palombar dele faz uso: muito longe de uma lógica partidária, acreditamos que esse património tem uma capacidade transformadora, e que pode ser posta ao serviço de um projecto alternativo de dinamização cultural do mundo rural.

## **BIBLIOGRAFIA**

- Fernandes, J. & R. Mateus. 2011. Arquitectura vernacular: uma lição de sustentabilidade. Sustentabilidade na Reabilitação Urbana: O Novo Paradigma do Mercado da Construção. Guimarães: Iniciativa Internacional para a Sustentabilidade do Ambiente Construído, pp. 205-2016
- Ferreira, D. & R. Correia. 2013. Manual Biourb. Manual para la Conservación y Rehabilitación de la Diversidad Bioconstructiva. Bragança: Câmara Municipal de Bragança
- Leal, J. 2009. Arquitectos, engenheiros, antropólogos: estudos sobre arquitectura popular no século XX português. Porto: Fundação Instituto Arquitecto José Marques da Silva
- Oliveira Baptista, F. 1996. Declínio de um Tempo Longo. O Voo do Arado. Lisboa: Museu Nacional de Etnologia
- Potter, C. & Burney, J. 2002. Agricultural multifunctionality in the WTO: legitimate non-trade concern or disguised protectionism?. *Journal of Rural Studies*, nr. 18, pp. 35-47
- Prista, P. 2014. Terra Palha Cal. Ensaio de Antropologia sobre Materiais de Construção Vernacular em Portugal. Lisboa: Argumentum
- Woods, M. 2011. Rural. London and New York: Routledge



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<sup>SA</sup>



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