



Pedro M. Faria / Arquitecto pela Faculdade de Arquitectura da Universidade Técnica de Lisboa; Mestre em Urbanismo pela Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias; Professor Assistente Estagiário do Mestrado Integrado em Arquitectura da Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias.

A arquitectura bioclimática mediterrânica: um equilíbrio entre duas estações

Mediterranean bioclimatic architecture:
a balance between two seasons

Resumo:

A particularidade do clima mediterrânico traduz-se num Inverno frio, embora não muito rigoroso e num Verão muito quente mas relativamente curto. As habitações têm por norma serem concebidas face aos climas predominantes, sendo nos casos mediterrânicos obrigadas a satisfazer simultaneamente as necessidades de Inverno e de Verão. A Arquitectura Bioclimática só adquire significado conhecendo-se plenamente o clima em questão; deste modo, há que encontrar um equilíbrio entre as amplitudes térmicas. É neste equilíbrio/consenso que se definem os princípios bioclimáticos, nas boas e más opções de concepção e construção, nas cedências e aquisições de energia para que se atinja uma temperatura confortável e qualidade do ar interior na habitação. Estas questões não se relacionam primariamente com a Ecologia, mas com a eficiência energética e a habitabilidade dos edifícios de modo a promover o bem-estar da pessoa.

palavras-chave: arquitectura bioclimática; clima mediterrânico; eficiência energética.

Abstract:

The Mediterranean climate issue means that there's a cold, however not very strict, winter and a very hot, but short, summer. All houses are planned according to its climates demands, being on this particularly Mediterranean case, obliged to fulfill both winter and summer. Bioclimatic Architecture only makes sense knowing well the local environment; therefore a balance within warm and cold periods is a requirement. This balance defines the good Bioclimatic Architecture with its good or bad choices, giving or acquiring energy, to obtain the right comfortable temperature and inside quality air. Nothing of this is directly involved with Ecology, but with citizen well being in its own home.

keywords: bioclimatic architecture; mediterranean climate; energy efficiency.

Entre modas e realidades, palavras como "sustentabilidade", "desenvolvimento" ou mesmo "bioclimática" têm vindo a ser alvo de várias utilizações, por vezes totalmente divergentes da realidade a que se pretendem reportar. Apesar da estética e da função se servirem de padrões e referências plurais (e por vezes muito peculiares), é possível refutar ou combater de modo fundamentado ideias totalmente opostas, dada a subjectividade e complexidade da Arquitectura contemporânea. No entanto, a área da Bioclimática obriga a um domínio e conhecimento muito rigoroso de várias ciências, para além de opções estéticas ou culturais.

Um primeiro princípio reside no facto de a Arquitectura Bioclimática não se traduzir necessariamente num edificado ecológico ou "verde", ou, se quisermos agravar o conceito, biodegradável. A denominação Bioclimática traduz-se na capacidade de equilíbrio entre as necessidades de conforto do homem e os agentes climáticos. Esta denominação começa por estabelecer um equilíbrio entre as duas estações essenciais: aquecimento (Inverno) e arrefecimento (Verão), de modo a ser atingida uma temperatura de conforto num edifício. As temperaturas de conforto situam-se entre os 20°C e os 25°C, com uma humidade relativa do ar entre os 30% e os 60%. O

aquecimento é o período cuja temperatura média diária é inferior à temperatura mínima de conforto (<20°C), sendo o arrefecimento o período cuja temperatura média diária é superior à temperatura máxima de conforto (>25°C).

Integrando esta definição no princípio do equilíbrio bioclimático, nos dias ou alturas em que a temperatura exterior é confortável as exigências bioclimáticas do edificado são nulas ou irrelevantes, dado que a temperatura exterior é idêntica à interior.

Uma análise climática da zona a construir é uma operação prévia preponderante, através da qual verificamos e contabilizamos os períodos de dias frios e quentes de modo a poder conceber correctamente o projecto. Outros factores entram em linha de conta na concepção de um edifício bioclimático, influenciando nas características térmicas e de conforto: a localização (em meio urbano, rural ou outro), o tipo de coberto vegetal da região (presença/ausência), características geo-morfológicas, a orientação dos ventos, a exposição e orientação solar ou sombreamento, proximidade de cursos de água; entre uma série de outros elementos relevantes. Estes factores têm vindo a ser progressivamente incorporados na concepção de projectos: "Es de importancia capital conocer el comportamiento de la envoltura y de la estructura de los edificios sometidos a un clima dado" (Izard & Guyot, 1980, p. 21).

Hoje em dia estas quantificações já são relativamente conhecidas e experimentadas, pelo menos em parte. Algumas destas preocupações estavam já presentes na Antiguidade Clássica; como reconhece Vitruvius, era necessário possuir até noções de medicina para se poder conceber correctamente edifícios.

(...) é conveniente conhecer a disciplina de medicina, por causa da inclinação do céu, que os gregos dizem climata, assim como dos ares e dos sítios, quais os salubres ou quais os pestilentos, assim como do uso das águas; sem estes conhecimentos nenhuma habitação saudável se poderá construir (Vitruvius, [s.d., séc. I a.C.] 2006, p. 33).

O interior das casas deve ser saudável, o seu ar respirável e a sua temperatura agradável, onde a presença de quaisquer elementos biológicos – para além de plantas e animais de estimação – é sempre negativa.

A regulamentação actual da lei da térmica (Decreto-Lei n.º 78/2006, Sistema de Certificação de Edifícios; Decreto-Lei n.º 79/2006, Regulamento dos Sistemas Energéticos e de Climatização nos Edifícios; Decreto-Lei n.º 80/2006, Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios) obriga pela primeira vez os edifícios a cumprirem alguns requisitos bioclimáticos, o que se traduz na eficácia energética ou na redução dos gastos de energia face ao consumo exigido para se obter uma temperatura de conforto. Apesar de tudo, trata-se de uma regulamentação simplificada, principalmente no caso dos edifícios habitacionais e serviços (Decreto-Lei n.º 80/2006), cujas exigências avaliadas não são muito complexas, ao ponto de se necessitar de cálculos mais concretos e precisos, o que simplifica as contabilizações de uma série de factores como os agentes atmosféricos ou as energias internas.

O clima mediterrânico, como é popularmente apreendido, possui um Inverno muito chuvoso e longo (cerca de seis meses) e um Verão muito quente e seco. Apesar desta visão não estar muito longe da realidade, os dados climáticos do nosso país apresentados no anexo III do Decreto-Lei n.º 80/2006 (RCCTE) determinam um período médio entre seis a sete meses correspondente à estação de aquecimento (equivalente ao período frio do Inverno), mas apenas cerca de dois a três meses de um período de arrefecimento (equivalente ao Verão). Neste período de Verão apenas duas ou três semanas, pontualmente espalhadas, atingem valores acima dos 35°C, temperaturas consideradas de alerta laranja/vermelho, muito pouco confortáveis.

Sem desenvolver extensamente o tema, é fácil perceber que a estação de arrefecimento (Verão) é mais facilmente combatida pela Arquitectura, sem necessidade de recursos a sistemas de bombas de calor (ar condicionado) ou outros sistemas de arrefecimento, do que são exemplo as arquitecturas vernáculas

Mediterrânicas e do Próximo Oriente. Este princípio é perfeitamente coerente, se entendermos que a maior dificuldade é sempre gerar ou conservar energia e não evitá-la. A estação com necessidades de arrefecimento baseia-se precisamente em evitar que o excesso de energia exterior invada os edifícios e, além disso, que se possa canalizar o excesso de energia interior para o exterior.

Deste modo, uma primeira análise leva-nos a concluir que em cerca de metade do ano é possível estabelecer uma temperatura confortável no edifício apenas com o bom planeamento arquitectónico. Esse sistema pode parecer muito simples, pois basta evitar que a luz solar entre pelas janelas e que o calor excessivo atravesse as paredes. Dentro dessa concepção, será suficiente a utilização de vidros de baixa permeabilidade e a aplicação de isolantes excessivos nas paredes. Aparentemente resolvido o problema, afinal acabou por ter lugar demasiada preocupação com a estação de Verão, tornando-se o edifício excessivamente frio no Inverno. É com esta questão que a Arquitectura Bioclimática no Mediterrânico se preocupa, sendo fulcral o aproveitamento equilibrado de energia para ambas as estações.

Tem sido um erro recorrente muitos Arquitectos nacionais estabelecerem os seus conteúdos estéticos e funcionais seguindo padrões de outros Arquitectos de renome internacional, com a preocupação essencial de manter os “modelos internacionais”. As intervenções do programa Polis no centro de Castelo Branco, na antiga Devesa, dos Arquitectos Carlos Figueiredo e Luís Mateo, são exemplo dessa prática de reprodução de modelos arquitectónicos, desligada das características ou sentidos urbanísticos da cidade, criando-se superfícies sem a mínima noção das localizações adequadas, orientações ou materiais expostos.

Para além dos livros da Biblioteca Municipal de Castelo Branco se encontrarem expostos à luz solar directa, devido à utilização de fachadas de vidro, a atitude ingénua dos Arquitectos permitiu ainda a colocação de palas de madeira; mas a falta de conhecimento científico da orientação solar fez com que estas fossem colocadas de

modo horizontal (quando só seriam funcionais se colocadas verticalmente). Para Noroeste, o Sol só incide no período de arrefecimento, no final do dia, e abaixo dos 30° as palas horizontais são perfeitamente desnecessárias. Os problemas de eficácia energética neste caso são gravíssimos, com elevados encargos resultantes das necessidades de arrefecimento/climatização, adicionando-se os problemas funcionais (acústicos, qualidade do ar interior, etc.) do equipamento em si.

Deste modo, poderemos acrescentar à ideia de Vitruvius que a peça arquitectónica poderá de facto combinar vários sistemas caso o Arquitecto esteja envolvido no conhecimento e prática das várias áreas científicas envolvidas.

A ciência do arquitecto é ornada de muitas disciplinas e de vários saberes, estando a sua dinâmica presente em todas as obras oriundas das restantes artes. Nasce da prática e da teoria (Vitruvius, [s.d., séc. I a.C.] 2006, p. 30).

Se na Arquitectura em geral a localização deveria ser um dos factores mais importantes a ter em conta para a implantação de um edifício; na área da Bioclimática não é possível executar sequer a peça arquitectónica, uma vez que se depende totalmente do tipo de localização, que por sua vez nos indica as exigências, condicionantes e necessidades de aproveitamento do local. No Norte e Centro da Europa o período com necessidades de aquecimento (Inverno) não só é mais longo como mais intenso. Assim, faz sentido a utilização de determinados envidraçados, enquanto que nos climas mediterrânicos os grandes vãos só funcionam quando orientados para Sul e desde que possuam uma obstrução horizontal superior.

Uma das novas intervenções efectuadas com este objectivo é o novo Centro Escolar e Jardim-de-Infância de Alcains, Castelo Branco, projecto do Arquitecto Mário Benjamim. Sendo um edifício novo, é aproveitada a entrada de iluminação natural com uma longa fachada de vidro virada para Sul, fornecendo enorme rendimento térmico no Inverno,

mas por sua vez protegendo a entrada de luz no Verão através da construção de uma laje em consola, funcionando como pala horizontal. Aqui temos uma prova da possibilidade e viabilidade da utilização de grandes envidraçados na arquitectura, com benefícios bioclimáticos.

Mas a maior experiência Bioclimática realizada na região foi a obra da Arquitecta Cláudia Melo, um projecto de moradia no Juncal do Campo, Castelo Branco (em construção). Esta obra começou a ser projectada antes da nova regulamentação da térmica para edifícios habitacionais (Decreto-Lei n.º 80/2006, RCCTE) e careceu de alguma fundamentação final em certos critérios, como o tipo de volumetria (denominado por factor forma do edifício, relação entre o somatório de toda a área de envolvente exterior e o volume do edificado). No entanto, o isolamento acrescido nas paredes e estruturas e a boa exposição das janelas a Sul (com a respectiva obstrução horizontal), a localização das impermeabilizações, os isolamentos em contacto com o solo e, acima de tudo, toda a disposição solar concebida de forma equilibrada com a funcionalidade da casa tornam-na, até ao momento, na melhor prova de sucesso na região.

Para além dos exemplos fornecidos, existe um caminho viável, credível e objectivo que conduz à Arquitectura Bioclimática, consistindo no aproveitamento equilibrado da energia. Após o estudo de localização, a Arquitectura Bioclimática procura percursos científicos que se desenvolvem em parceria com a estética e a função. Bioclimático não significa necessariamente ecológico, mas sim aproveitamento de energia face às necessidades de conforto humano.

Seguindo simples fórmulas, consideramos que energia é tudo o que nos envolve. Para que isso seja evidente, há que encontrá-la, contabilizá-la e aproveitá-la da melhor forma, sem desperdícios ou excessos. Essa energia é traduzida em Quilowatts. Os cálculos térmicos atribuem valores de energia em Quilowatts, para aquecimento e arrefecimento, ganhos ou perdas, em todo o edificado. Mas o mais importante é ter a

noção que a Arquitectura é responsável pela quantidade de energia ganha ou dissipada. Apesar do calor ser insuportável no Verão, é sempre mais fácil cortar a energia que produzi-la. Deste modo, a nossa estação de aquecimento (Inverno) é o período mais difícil de conceber arquitectonicamente.

Segundo o regime simplificado da actual lei da térmica (Decreto-Lei n.º 80/2006), no período de aquecimento existem dois tipos de ganhos e quatro tipos de perdas. Os ganhos vêm da acção predominante do Sol e da presença física no interior do edifício, viva ou eléctrica. A primeira situação é relativamente simples de determinar, pois consiste sobretudo na entrada de energia pelos vãos envidraçados. Dado que há necessidade de proteger a casa com fortes isolamentos, resta apenas o vidro como principal condutor de calor. A segunda situação prende-se com a energia gerada pelos ocupantes (pessoas ou animais) e pelos equipamentos eléctricos. Durante o dia há tendência para ter os equipamentos desligados e muitas vezes os estores puxados, significando total ausência de energia. Esta atitude é correcta no Verão, mas no Inverno é contraproducente pois impede o aproveitamento da estrutura arquitectónica do edifício de gerar ou aproveitar energia.

No caso das perdas energéticas temos a ventilação ou renovação do ar, a perda pela envolvente exterior, pela envolvente interior, e a perda pelos envidraçados. Começando pelo último caso, que poderá suscitar alguma confusão visto os envidraçados obterem igualmente perdas e ganhos, começamos a entender esta relação de equilíbrio em que se baseia a Arquitectura Bioclimática. Os envidraçados perdem e ganham energia, logo há que ter em conta as respectivas localizações pontuais do objecto. Um envidraçado é composto por um caixilho e por um ou dois (ou mais) vidros. Costumam existir ainda os estores ou outros sistemas de oclusão, interiores ou exteriores (ou mesmo na própria caixa-de-ar). A colocação correcta do caixilho é fundamental, bem como o material que o compõe e o seu perfil. PVC e madeira são materiais de eleição, evitando a necessidade de corte térmico, dado que são em si materiais com propriedades

isolantes. Mas é o tipo de vidro utilizado e o seu factor solar (“...valor que representa a relação entre a energia solar transmitida para o interior através do vão envidraçado em relação à radiação solar incidente na direcção normal ao envidraçado”, Decreto-Lei n.º 80/2006, p. 2490) que são preponderantes, dada a existência da relação entre o ganho ou perda de energia.

Muitos Arquitectos, desconhecendo totalmente as propriedades dos materiais, escolhem caixilhos de alumínio com corte térmico e vidros duplos com valores muito baixos de permeabilidade ao ar, pensando que essa solução é energeticamente viável, criando despesas excessivas de projecto e tornando a casa extremamente difícil de aquecer no Inverno. Este problema existe também quando o Arquitecto evita as palas e os estores exteriores por questões estéticas. Neste caso, a funcionalidade é negligenciada face aos interesses estéticos do cliente ou à autoria do projecto de arquitectura.

O vidro duplo é fundamental devido à existência de um maior perfil do caixilho e à presença de ar (isolante acústico e térmico) entre os vidros. Mas a obstrução e oclusão exteriores devem ser consideradas sempre uma prioridade, permitindo algum isolamento do ar exterior das noites frias de Inverno, e um quase total isolamento da intensidade do calor e da incidência solar no período mais quente.

As paredes exteriores são todas aquelas que apresentam um contacto directo com o ar exterior; sendo as interiores as que não têm contacto directo com o ar exterior, nomeadamente quando estão ligadas com o solo ou espaços não habitáveis (denominados por espaços não úteis). No sector da construção, nos últimos anos, existia uma grande preocupação em colocar isolamentos nas paredes de tijolo. O desconhecimento geral que motivava esta atitude dava origem a que pouca diferença de facto se fazia sentir, dado que o frio permanecia nas casas, tal como a despesa de investimento e bem como a entrada excessiva de humidade. Existindo uma parede dupla ou não, muito ou pouco isolada; a maior parte das entradas de energia exterior

dão-se pelas conhecidas pontes térmicas, planas ou lineares. As pontes térmicas planas constituem os pilares, vigas e caixas de estore, e as entradas ou perdas de energia são mais expressivas em materiais como a pedra ou cimento; em contrapartida, uma parede de tijolo é por si já um bom isolante. As pontes térmicas lineares são zonas especificamente de perda de energia, por intermédio do tipo de arquitectura, podendo ou não ser corrigidas. Exemplificando, constituem as ligações entre paredes ou entre paredes e lajes ou a ligação entre os caixilhos e as ombreiras ou peitoris.

Por último, temos a ventilação ou a renovação do ar interior do edifício. Este ponto veio, de certo modo, inverter a tendência das décadas passadas dos tectos falsos e dos pés direitos baixos, dado que quanto maior for o volume do edifício mais facilmente o ar se pode renovar. De qualquer modo, se uma casa quer manter a sua energia durante o Inverno, luta contra outros problemas como a qualidade do ar interior, nomeadamente o conhecido e desagradável cheiro a mofo.

Mais uma vez, a intuição popular tem por hábito abrir as janelas para renovação do ar e dos cheiros do interior da casa. Quando o faz, toda a temperatura conservada se dissipa independentemente de entrar Sol ou não, dado que a temperatura exterior do ar no Inverno é normalmente sempre inferior a 20°. A redução da renovação de ar aos mínimos admitidos (Rph – Taxa de renovação nominal ou número de renovações horária do ar interior) na estação de aquecimento é um factor importantíssimo a ter em conta; embora agravante na estação de arrefecimento. Existindo um mínimo legal (Rph de 0,6/h), de modo a existir sempre pelo menos “ar novo” e respirável, o objectivo é conseguir conduzi-lo e distribuí-lo por toda a habitação de modo que este nunca se concentre apenas numa parte da divisão da fracção.

Esta descrição de capítulos sobre perdas e ganhos energéticos ajuda-nos a perceber que uma moradia terá sempre mais problemas e agravantes térmicos que um apartamento. A explicação lógica e resumida começa pelo facto de um apartamento

não apresentar tantas envolventes horizontais e verticais com o exterior, logo possui menos pontes térmicas e menos saídas de ar, e por conseguinte melhor controlo da ventilação interior. Uma moradia comporta ainda, normalmente, um problema de configuração, pois nunca tem a forma de um cubo e possui vários cantos, por vezes lajes em consola e ligações com o solo.

Por outro lado, um prédio em banda não possui muitas exigências nas orientações solares, enquanto uma vivenda ou um prédio de poucas fracções depende inteiramente da exposição solar para um bom comportamento térmico. Sem querer enveredar por considerações estéticas detalhadas e conceitos urbanísticos de sustentabilidade, percebemos que a construção “na vertical” em meios urbanos é sem dúvida mais facilitada e viável, não só em termos económicos (área ocupada, matérias-primas, energia despendida, etc.) como práticos para a Bioclimática (como exemplo, ver tabela de gastos/consumos de acordo com a densidade do edificado, [Gauzin-Muller, 2002, p. 256]).

No entanto, existem elementos na construção horizontal que proporcionam outras vantagens, como a obstrução por meios de utilização de plantas, nomeadamente arbustos e árvores, e o controlo do ar exterior, que poderão proporcionar igualmente um aumento da qualidade de vida na habitação.

Em termos reais, ainda é difícil de quantificar de modo preciso o aproveitamento e controlo do conforto térmico, que se traduz na Arquitectura Bioclimática, dado que metade da energia ganha no edificado depende do calor interior gerado pelo ser humano, seus eventuais animais de estimação e aparelhos eléctricos. No presente regulamento (RCCTE), as quantificações mínimas são efectuadas com base em graus/dias, que por sua vez se baseiam numa temperatura média atribuída aos Concelhos do país, e os valores de referência calculados de acordo com o factor forma (Área da total envolvente sobre o Volume). Muitas destas referências são meras simplificações, sendo possíveis e recomendados estudos mais detalhados no

aprofundamento da quantificação real de um projecto bioclimático. Uma casa pode ser pouco ou muito habitada, pode ter poucas ou muitas pessoas por metro quadrado. O regime simplificado do regulamento acaba por atribuir uma média de cerca de 20 kW/ano por m² numa fracção autónoma; mas se as pessoas praticamente não habitarem a sua casa a não ser para dormir e comerem as suas refeições sempre no restaurante, então essa energia é na realidade extremamente baixa, atingindo valores quase nulos.

O recente avanço da Bioclimática aliado à tecnologia permitirá esta ligação inteligente de quantificar a energia interior de um edifício através de uma leitura simplificada da vida dos seus potenciais utilizadores/habitantes. Durante muito tempo não se encontrou uma relação entre a Bioclimática e a Domótica; mas o simples facto de accionarmos oclusões automáticas das janelas (por exemplo estores) no momento da entrada de sol, no período quente, é uma atitude simples e inteligente que prova que essa relação é perfeitamente necessária. Adicionado, vem o controlo mecânico da ventilação, o uso de bombas de calor com sistemas de geotermia ou termodinâmica, entre muitas outras medidas que poderemos associar em vista a obter melhores desempenhos bioclimáticos.

E apesar de não podermos associar de forma directa a Bioclimática à Ecologia, esta última pode ser integrada desde que pensada sobretudo no planeamento do exterior e envolvente do edifício.

A Bioclimática presume que se gaste menos energia para obter as temperaturas mínimas ou máximas de conforto. Sendo assim, poderá até existir uma despesa de energia superior a muitas outras habitações, se tivermos em conta que muitas pessoas preferem suportar frio ou calor a gastar energia nas suas casas (atingindo temperaturas de 5°C ou menos no interior das habitações). Por outro lado, há perigos em manter elementos biológicos alheios numa habitação bem climatizada, pois tal como nós nos sentimos confortáveis, também se poderão sentir todo o tipo de

bactérias, fungos ou vírus. Não existem problemas em manter plantas no interior, dependendo do tipo de espécies e respectivos cuidados; contudo estas poderão também desenvolver mofo ou odores desagradáveis.

Deste modo, há que entender que a ligação da Bioclimática com a Ecologia está sobretudo relacionada com o clima e o controle do aquecimento global, mas também com a economia e a gestão eficiente de recursos (matérias-primas e desperdícios), dado o aumento das exigências da qualidade de vida contemporânea. Foi a noção do desperdício e excesso de despesa em energia e matérias-primas, factores que desestabilizaram o ecossistema global do planeta, que fez repensar uma ciência que desde sempre existiu na Arquitectura, mas que foi negligenciada no último século. Podemos hoje perceber que a evolução dos materiais e técnicas dispensa a utilização de materiais tradicionais como a taipa e o adobe, pois apesar de interessantes do ponto de vista térmico, não serão suficientes para as exigências actuais de determinadas construções. A evolução tecnológica dispensa igualmente o uso de materiais poluentes e perniciosos à saúde humana e ambiente, como o amianto e cimentos, tão populares no passado século.

Para concluir, a Bioclimática – que não é obrigatoriamente ecológica mas que é perfeitamente compatível com a natureza – aliada à Domótica e conjugada com a estética e a funcionalidade, nos nossos dias, impôs-se como um rumo inevitável na vida do Arquitecto. Prática sempre presente na História da Arquitectura, nem todos os casos ou exemplos se traduziram em bons resultados térmicos; mas aparte tudo isso, a Arquitectura Bioclimática será sempre uma busca constante de equilíbrios.

Referências e bibliografia complementar:

ANSELMO, I., NASCIMENTO, C. e MALDONADO, E. (2004). Reabilitação energética da envolvente de edifícios residenciais. Amadora: Direcção Geral de Geologia e Energia.

GAUZIN-MULLER, D. (2002). Sustainable architecture and urbanism: concepts, technologies, examples. Basel: Birkhauser.

GONÇALVES, H. e GRAÇA, J. (2004). Conceitos bioclimáticos para os edifícios em Portugal. Lisboa: INETI.

IZARD, J-L. e GUYOT, A. (1980). Arquitectura Bioclimática. Barcelona: Gustavo Gili.

LANHAM, A., GAMA, P. e BRAZ, R. (2004). Arquitectura bioclimática: perspectivas de inovação e futuro. Lisboa: Instituto Superior Técnico.

LOBÃO, R. (2004). Modelo simplificado de previsão do comportamento térmico de edifícios: dissertação de mestrado em engenharia civil. Guimarães: Universidade do Minho.

PINHEIRO, M. (2006). Ambiente e construção sustentável. Amadora: Instituto do Ambiente.

RUANO, M. (1999). Ecurbanismo: entornos humanos sostenibles - 60 proyectos. Barcelona: Gustavo Gili.

SANTOS, C. e MATIAS, L. (2007). Coeficiente de transmissão térmica de elementos da envolvente dos edifícios - versão actualizada em 2006. Lisboa: Laboratório Nacional de Engenharia Civil.

VITRÚVIO ([s.d., séc. I a.C.] 2006). Tratado de arquitectura. Lisboa: IST Press.

Decreto-Lei n.º 80/2006. Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios. Diário da República – I Série-A. N.º 67 – 4 de Abril de 2006. p. 2468-2513.