



## Proposta de metodologia de abordagem ao projeto de uma habitação sustentável

---

a qualidade do espaço interior

---

Sara Isabel Sampaio Azevedo  
Mestrado em Design de Interiores  
Orientador: Vitor Varão



---

## *Agradecimentos*

Ao Professor Vitor Varão pela orientação, espírito crítico e estímulo ao longo do desenvolvimento deste trabalho.

À Associação Arquitectos Sem Fronteiras Portugal pela ajuda e incentivo no cumprimento dos objetivos aspirados, nomeadamente à Lúcia, ao Luis e ao Noé.

À Margarida pela experiência e contactos facultados.

À arquiteta Cristina Veríssimo pela disponibilidade.

À Marta pela cooperação.

Ao Tiago pelo apoio, amizade e incentivo constantes.

À minha família pela compreensão e apoio incondicional.

Ao meus amigos pela dedicação.

A todos os que de alguma forma colaboraram no resultado final deste projeto.

---

## *Resumo*

Face às prementes questões da falta de condições de habitabilidade na habitação, das transformações climáticas e da descaracterização do território que enfrentamos no século XXI, torna-se fundamental o contributo que a arquitetura e o design podem ter na resposta a estes desafios.

Uma habitação sustentável, um conceito multidimensional que é baseado no resultado do seu desempenho aos níveis ambiental, social e económico, pode ser uma das respostas-chave para os problemas atuais. Este conceito está relacionado com: um ambiente interior saudável e confortável; a preservação da identidade cultural; a otimização do potencial do terreno e das condições climáticas; o baixo consumo de energia; a diminuição das emissões de CO<sub>2</sub>; e a redução dos custos do ciclo de vida.

A presente dissertação reúne um conjunto de informações sobre práticas de planeamento e construção, que partem do utilizador e de uma análise geográfica, que inclui a caracterização da localização, do clima, do terreno, da incidência solar e da predominância de ventos, e terminam no estudo de materiais de construção (que podem provir de matérias-primas locais) e de infraestruturas. Este conjunto de premissas traduz-se numa metodologia de projeto, que pretende ser suficientemente flexível e simultaneamente prática, de modo a poder ser utilizada em diferentes circunstâncias nas quais o objetivo seja o desenvolvimento de uma habitação sustentável.

---

## *Palavras-chave*

Metodologia de Projeto, habitação, espaço interior, sustentabilidade, século XXI

---

## *Abstract*

Given the pressing issues that we face in the 21st century, regarding the lack of housing conditions in people's homes, climate change, and the territories' mischaracterization, the contribution of architecture and design is essential to meet these challenges.

The concept of sustainable housing is a multidimensional one, it encompasses the building performance at the environmental, social and economic levels, and may be one of the key answers to the current issues. This concept is related to: a healthy and comfortable indoor environment; the preservation of cultural identity, the optimization of the potential of land and climate; a low consumption of energy; the reduction of CO2 emissions; and the reduction of life cycle costs.

This thesis brings together a range of information on planning and construction practices that depart from the user and from the geographical analysis, including the characterization of the location, climate, terrain, sunlight and of the predominance of winds, but also the careful study of building materials (which may come from local raw materials) and infrastructures. This set of premises translate to a project methodology that is intended to be both practical and flexible enough, in order be useful in different circumstances in which the goal is to achieve sustainable housing.

---

## *Key words*

Project methodology, housing, indoor environment, sustainability, 21st century



<i>Introdução</i>	9
<b>Parte 1 – Espaço Interior</b>	13
1.1 Conceitos	15
Conforto	
Sustentabilidade	
Arquitetura Vernacular	
1.2 Homem	21
Utilizador	
Participação	
1.3 Enquadramento Geográfico	25
Localização	
Clima	
Terreno	
Incidência Solar	
Predominância de Ventos	
1.4 Desenho	32
Orientação	
Fenestrações	
Paredes e tetos	
Exterior	
<b>Parte 2 – Construção</b>	43
2.1 Contexto	45
2.2 Materiais	47
Terra	
Madeira	
Palha	
Bambu	
Sacos de Areia	
Cortiça	
2.3 Infraestrutura	68
Energia	
Água	
Saneamento	
<b>Parte 3 – Caso Prático</b>	73
<i>Conclusão</i>	91
<i>Referências Bibliográficas</i>	93



Atualmente, o mundo depara-se com desafios de desenvolvimento a três dimensões – social, ambiental e económico. Mais de mil milhões de pessoas vive em condições de pobreza extrema, o custo da produção e o consumo de recursos atinge níveis preocupantes e a desigualdade social tende a aumentar. Por esta razão a vida do planeta está em risco e existe uma grande necessidade de alcançar um desenvolvimento sustentável (DESA, 2013).

No nosso ponto de vista, o contributo que poderá ser dado pela área do planeamento e construção passará por alcançar uma habitação que garanta os níveis de habitabilidade interior, necessários ao desenvolvimento do ser humano, que ajude a preservar o ambiente e a cultura e que seja economicamente mais viável.

A questão da habitação, como forma de sobrevivência, existe desde o aparecimento do ser humano e nunca deixou de ser o tema central e o mais controverso entre os arquitetos e designers. Fernando Távora (2006, p. 74) argumenta que “antes de arquitecto, o arquitecto é homem, e homem que utiliza a sua profissão como um instrumento em benefício de outros homens, da sociedade a que pertence”. Assim, a falta de condições de habitabilidade na habitação numa parte significativa da população mundial, a especulação imobiliária em algumas zonas do planeta, as transformações climáticas e a descaracterização do território, determinam a procura de soluções habitacionais social, ambiental e economicamente mais sustentáveis.

O objetivo deste trabalho é facilitar a abordagem ao projeto de uma habitação sustentável. Especificamente, pretendemos reunir um conjunto de premissas e desenvolver um conjunto de estratégias que favoreçam a conceção de uma habitação que salvguarde a qualidade do espaço interior e o uso racional dos recursos ambientais. Com esta metodologia pretende-se alcançar o bem-estar físico e psicológico do utilizador, a sustentabilidade do ecossistema e o uso racional da energia.

Este trabalho encontra-se dividido em três capítulos. No primeiro capítulo, começamos por abordar os conceitos de “conforto interior”, “sustentabilidade” e “arquitetura vernacular”, para explorarmos de que forma o utilizador e a sua participação influenciam no sucesso da conceção do espaço interior.

A primeira fase da abordagem metodológica começa por considerar a relação do lugar e da implantação, tendo por base na ideia de Gregotti de que “o maior inimigo da arquitectura moderna é a ideia do espaço considerado apenas pelas suas exigências económicas e técnicas, indiferentes às ideias do lugar”<sup>1</sup> (Frampton, 1987, p.329). Desta forma a identidade do

<sup>1</sup> Tradução livre: “The worst enemy of modern architecture is the idea of space considered solely in terms of its economic and technical exigencies indifferent to the ideas of the site”

lugar assume uma posição importante no que diz respeito à sustentabilidade ambiental e cultural, porque "se é na geografia que os sinais da história se consolidam e sobrepõem numa forma, o projecto arquitectónico tem a missão de chamar a atenção para a essência do contexto ambiental por meio da transformação da forma" (Gregotti, 1985).

A relação entre os espaços da habitação e as diversas formas que podem adotar deve ser reflexo da relação entre o lugar e o conforto interior, tanto a níveis térmico, acústico e visual, como da qualidade do ar. Acreditamos que, para atingirmos um melhor resultado final do espaço interior a que nos propomos planejar, devemos, antes de mais, conhecer o utilizador, a sua cultura e as suas exigências habitacionais. Participação dos futuros utilizadores nesta primeira fase é, portanto, essencial, uma vez que as áreas e a disposição dos espaços dependem essencialmente das suas necessidades e do seu modo de estar na habitação. Com a contribuição do utilizador na fase do desenho permite-nos ter presente o uso que será dado a cada espaço, dados que são essenciais para definir as suas dimensões, a temperatura, a acústica e a luminosidade necessárias.

Em seguida estudamos o enquadramento geográfico: identificamos o local para o qual vamos projetar a habitação – hemisfério, latitude, longitude e continentalidade; verificamos o tipo de clima em se enquadra – clima tropical, clima seco e clima temperado e frio; analisamos as características específicas do terreno, que afetam o clima – altitude e relevo; efetuamos o cálculo da carta solar; e analisamos a incidência dos ventos. Consideramos que esta análise é fundamental para desenvolver o desenho de um projeto habitacional sustentável, cientes de todas as condicionantes e vantagens naturais das quais podemos tirar proveito, tais como o sol, a chuva, os ventos, a humidade, a temperatura, a inclinação do terreno, entre outras especificidades a que estará sujeita a construção.

Posto isto, e com recurso à arquitetura vernacular, enumeramos os elementos do desenho que representam o proveito ou desproveito que pode ser tirado das características geográficas. Estudamos a orientação mais favorável que a habitação pode tomar na relação com o terreno, de forma a favorecer um ambiente interior naturalmente confortável, essencialmente a nível térmico e da iluminação, sem ter de recorrer a alternativas dispendiosas a nível económico e ambiental. Abordamos soluções no que diz respeito às paredes e à cobertura, para que se tomem opções mais acertadas relativamente à funcionalidade, ao conforto e à economia de meios, que estão diretamente ligadas com a escolha dos materiais. Analisámos ainda os tipos de fenestração que promovem a ventilação e a iluminação natural, sem prejudicar o conforto. Por último, estudamos elementos do espaço exterior (como palas,

vegetação e espelhos de água) e de que forma estes podem contribuir para uma maior eficiência do espaço interior.

No segundo capítulo partimos de uma análise que pretende diminuir o expressivo impacto ambiental que o setor da construção representa no meio ambiente; e, dessa forma, promover as economias locais e melhorar os níveis de conforto interior. Assim, suportados por vários projetos de referência, apresentamos opções a nível dos materiais que podem ser utilizadas na construção e da forma como estes respondem ao clima que os envolve, da sua resistência e da sua permeabilidade, partindo do princípio que estes devem ter o mínimo possível de transportes associados, com custos controlados e com pouca necessidade de manutenção. Abordamos também várias formas e processos sustentáveis de coletar e utilizar energia – nomeadamente através dos raios solares e da força do vento –, mas também, água – por exemplo através de cisternas de armazenamento da água das chuvas e dispositivos mais eficientes, para a diminuição do uso de água potável –, e saneamento – utilizando caixas de gordura e sanitário seco como alternativas ao saneamento.

No terceiro capítulo, transportamos a metodologia abordada anteriormente para um contexto real, num local com características específicas, e desenvolvemos um projeto de uma habitação para um determinado utilizador. Começamos por conhecer o utilizador e estudar as condicionantes geográficas e iniciamos o desenho, de acordo com este estudo. Analisamos as condições do terreno, os materiais e a matérias-primas disponíveis e definimos o método construtivo que combine sustentabilidade com conforto. Por fim, estudamos a melhor forma de aproveitar os recursos naturais e definimos as infraestruturas do projeto.

Esta é a perspetiva que mantemos ao longo do trabalho, que considera uma solução para a conceção de uma habitação sustentável, que determina premissas – desde o desenho à construção – e que pretende aumentar a probabilidade de acesso a um dos elementos essenciais ao bem-estar e desenvolvimento do homem – o espaço interior de uma habitação.



---

## Parte 1 - Espaço Interior



*“O homem, animal com uma clara racionalidade, embora pouco desenvolvida, pouco avançada, refugiou-se nas cavernas para se proteger do frio e da chuva e para se defender do ataque dos outros animais irracionais. (...) Se o homem como animal se refugiou nas cavernas, e como ser racional construiu a cabana, o homem como ser culto, criador, concebeu a casa como morada para habitar.”*

*(Távora, 2006, pp.59-60)*

Com a intervenção do Homem, o espaço passa a ser limitado, dimensionável e exclusivo, e, na habitação, pretende-se que este espaço repercuta funcionalidade, habitabilidade e segurança. Isto é, o espaço interior de uma habitação deve ser funcional relativamente às atividades que são desenvolvidas nele; ter condições elementares de habitabilidade, que satisfaçam as necessidades de conforto do ser humano; e garantir segurança a nível da estrutura, em caso de incêndio e na sua utilização diária.

Neste capítulo aprofundamos a funcionalidade e a forma sustentável de proporcionar conforto interior através das opções tomadas na fase de projeto. Estas fases baseiam-se na análise e interação com o utilizador e no estudo/observação do lugar e as características geográficas que lhe estão associadas. Mas, antes de mais, afigura-se necessário expor os conceitos presentes ao longo desta dissertação, que possam suscitar interpretações distintas.

### Conforto

Definimos conforto interior como um conjunto de fatores que proporcionam a saúde dos utilizadores, que, de acordo com a Organização Mundial de Saúde, corresponde a um estado de bem-estar de natureza física, psicológica, social e estética. Assim, conscientes de que “as características arquitetónicas e construtivas dos edifícios têm uma influência determinante nas condições de conforto interior” (EnerBuilding, 2008, p.7), passamos a analisar o espaço interior a nível das sensações de conforto relativamente à temperatura, ao ruído, à iluminação e ao ar respirável.

O conforto térmico está associado com as trocas térmicas entre o corpo humano e o meio envolvente, o que torna a sua definição subjetiva, uma vez que estes ganhos e perdas de calor dependem de parâmetros físicos (do ser humano e do meio envolvente) e da atividade desenvolvida pelo indivíduo no interior do espaço. O corpo humano não possui meios de armazenar calor e, portanto, dissipa todo o calor, que por sua vez pode ser impedido com o vestuário. O meio físico, nomeadamente a temperatura do ar, a humidade relativa e a velocidade do ar, é responsável pelas trocas térmicas sentidas pelo corpo, que

por sua vez podem ser alteradas por meios mecânicos (ativos) e meios naturais (passivos). Soluções mecânicas podem ser, por exemplo, aparelhos de ar condicionado, desumidificadores e ventoinhas. A capacidade dos elementos construtivos de acumular calor e o tipo e espessura dos isolamentos, são exemplos de soluções passivas que também podem determinar as variações de temperatura sentidas no interior da habitação, bem como a orientação das fachadas e a localização, a dimensão e a emissividade das fenestrações (alguns dos elementos que iremos abordar durante este capítulo).

O conforto acústico está associado ao nível sonoro a que o ouvido do ser humano está sujeito, assim sendo quanto maior for a intensidade do som, maior será o desconforto sentido pelo utilizador. Atualmente a maioria das pessoas está exposta a ambientes de poluição sonora tanto do ruído vindo do exterior (e.g. automóveis) como do ruído existente no interior (e.g. eletrodomésticos) e, para contrariar esta tendência, devemos tentar prever na fase de projeto formas de evitar a propagação de ruído, como a localização das fontes sonoras e a ventilação natural, e com a aplicação de isolamento acústico que combine com os materiais utilizados na construção (assunto abordado no capítulo seguinte).

A iluminação interior é uma das exigências fundamentais do Homem, para garantir a funcionalidade, salubridade e sustentabilidade da utilização do espaço interior. As fontes de luz do espaço podem ser natural, essencialmente emitida pelo sol, e artificial, emitida por lâmpadas elétricas.



Figura 1 - A captação da iluminação natural no estúdio de Le Corbusier, Le Cabanon, França (1957-1965).

A qualidade dessa luz depende de um conjunto de fatores que devem ser planeados na fase de projeto, com a participação e/ou um conhecimento aprofundado dos hábitos do utilizador, uma vez que a sua adequabilidade depende fundamentalmente das tarefas realizadas pelo ocupante dentro de cada espaço, e da hora do dia em que é realizada.

Existem vários métodos de captar a luz solar e de a utilizar na iluminação dos espaços, proporcionando níveis de iluminação uniformes e suficientes, nomeadamente nas opções tomadas a nível da localização, da orientação e da dimensão das fenestrações, que podem ser janelas, luminodutos, clarabóias, aberturas zenitais ou palas refletoras.

O objetivo deve ser que o utilizador execute as suas tarefas com o máximo de conforto visual, sem esforços e riscos para a sua própria visão, da forma mais sustentável possível, ou seja, utilizando a luz solar em prol da luz artificial sempre que possível.

No que diz respeito ao ar respirável, a exposição do ser humano aos poluentes existentes no ar do espaço interior pode afetar a sua produtividade e bem-estar, bem como determinar doenças

crónicas como problemas respiratórios, alergias e irritação das mucosas (Sousa, 2006, p.19). Para garantir a saúde do utilizador é importante perceber o tipo de atividades poluentes que pretende executar no interior dos espaços, para que possam ser tomadas medidas que evitem ou minimizem os seus danos.

Não existe uma norma que garanta a qualidade do ar, mas existe um conjunto de princípios que podemos adotar para garantir adequados níveis de ventilação, temperatura e humidade e a mínima concentração de CO<sub>2</sub> no interior dos espaços. Sendo os poluentes mais comuns nas habitações: o fumo das lareiras, os vernizes, os produtos de limpeza e os sistemas de aquecimento, arrefecimento e ventilação.

Estratégias de planeamento e construção de uma habitação que garanta a qualidade do espaço interior e a sustentabilidade é uma forma de minimizar a crise social, económica e ambiental e maximizar o bom desempenho das habitações na vida do Homem.

### Sustentabilidade

Durante anos, os modelos de planeamento e construção assentes na crença de soluções tecnológicas e na inesgotabilidade dos recursos, conduziram à desvalorização da adaptação arquitetónica às especificidades do local e do recurso a sistemas passivos de climatização. Os edifícios projetados eram construídos para dar resposta positiva às exigências básicas do Homem, fossem elas laborais ou de lazer, no meio rural ou no meio urbano.

A crise ambiental e energética levaram a uma maior tomada de consciência em relação à poluição e desperdício de energia, o que conduziu à necessidade de encontrar soluções que permitissem conceber edifícios com um menor consumo de recursos (Silva, 2009).

Em 1987, o Relatório Brundtland<sup>2</sup> define desenvolvimento sustentável como “o desenvolvimento que satisfaz as necessidades atuais sem comprometer a capacidade das gerações futuras para satisfazerem as suas próprias necessidades”, isto “significa possibilitar que as pessoas, agora e no futuro, atinjam um nível satisfatório de desenvolvimento social e económico e de realização humana e cultural, fazendo, ao mesmo tempo, um uso razoável dos recursos da terra e preservando as espécies e os habitats naturais” (World Commission on Environment and Development, 1987).

A par da representação (cf. Figura 2) da sustentabilidade de uma antiga aldeia, do engenheiro Jorge Mascarenhas (2014), e esclarecendo o conceito de sustentabilidade a nível habitacional, a União Europeia define uma habitação

<sup>2</sup> Relatório elaborado pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, criado em 1983 pela Assembleia das Nações Unidas.

sustentável através da qualidade da construção, dos fatores sociais e económicos (relativos aos impactos psicológicos e à acessibilidade dos preços), da ecoeficiência e, ainda, de uma utilização eficiente dos recursos não renováveis no ambiente.

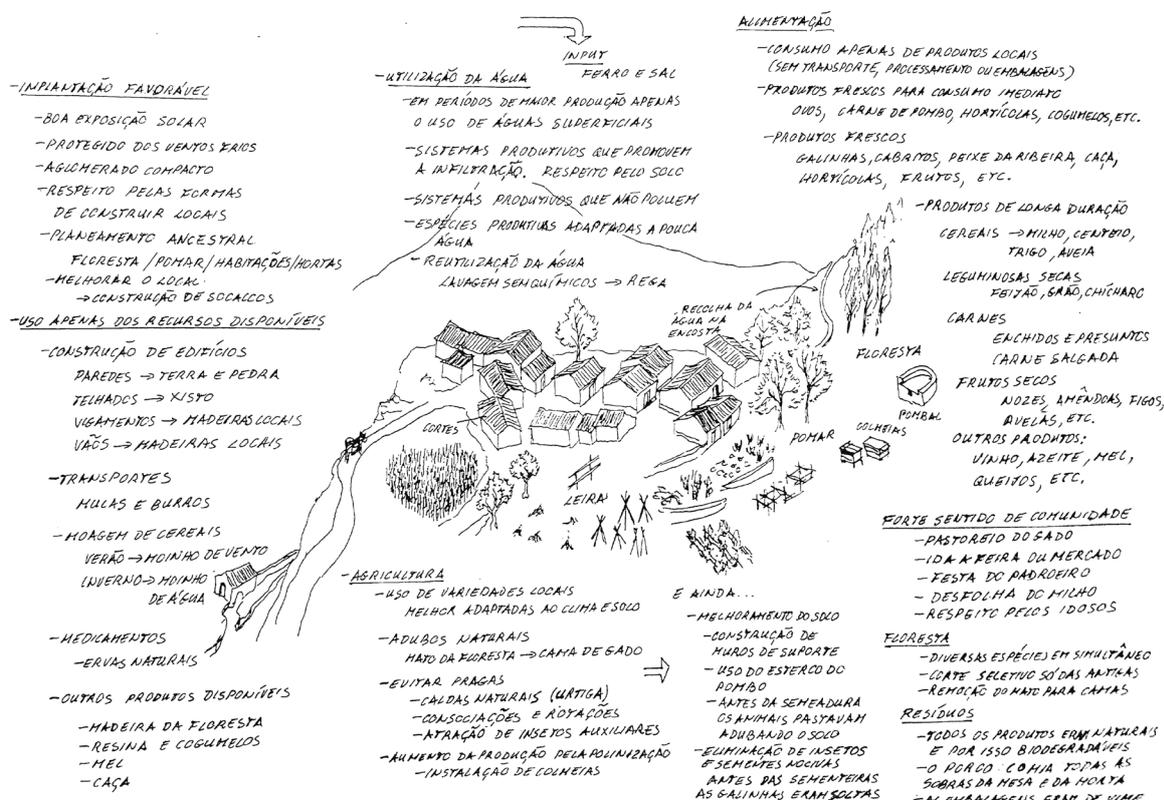


Figura 2 - Sustentabilidade de uma antiga aldeia (Mascarenhas, 2014, p.20).

Lutzkendorf and Lorenz (in Ihuah, Kakulu, Eaton, 2014, p.64) afirmam que a sustentabilidade de uma habitação deve compreender "a proteção do ambiente; a proteção dos recursos naturais básicos; a proteção da saúde e do bem-estar humano; a proteção dos valores sociais e dos bens públicos; a proteção e a preservação do capital e dos bens materiais"<sup>3</sup>, podendo ainda acrescentar a minimização dos custos de manutenção; a redução do uso do solo; a redução do uso da matéria-prima; e evitar o transporte dos materiais. Consideram, também, que devem ser evitadas as substâncias nocivas, as emissões de CO2 e outros poluentes – os impactos sobre o meio ambiente –, em prol da saúde, do conforto e da preservação de valores culturais dos utilizadores.

Com referência ao assunto abordado do segundo capítulo, achamos que a escolha dos materiais pode ser decisiva na contribuição destes parâmetros, uma vez que a utilização dos materiais locais exige menos investimento na compra dos materiais e da sua estrutura, ao mesmo tempo que cria postos de trabalho. A necessidade de mão-de-obra qualificada motiva a formação e especialização local e sustenta a preservação

<sup>3</sup> Tradução livre: "protection of the natural environment; protection of the basic natural resources; protection of human health and well-being; protection of social values and of public goods; and protection and preservation of capital and material goods".

do património cultural. O facto de terem origem no local têm um menor impacto ambiental e visual e à partida uma maior adaptabilidade às condições climáticas. E, o facto de serem materiais de origem natural têm baixa toxicidade e requerem processos pouco poluentes (Fernandes, et al, 2015b).

Um exemplo da utilização destes princípios e que várias vezes recorremos ao longo deste documento é a Arquitetura Vernacular. Com isto, passamos a clarificar, também, este conceito.

### Arquitetura Vernacular

A arquitetura vernacular, ou tradicional, tem vindo a receber, cada vez mais, a atenção dos agentes do planeamento e da construção, tal como designers, arquitetos e engenheiros. Isto deve-se não só ao facto da valorização patrimonial deste tipo de representação, mas também pelo reconhecimento da sustentabilidade que esta construção apresenta.

A sabedoria popular, a cultura, a história e as tradições retratadas nas construções constitui hoje um enorme legado na arquitetura. Devido à escassez de meios a qualidade do ambiente era conseguida a partir da conjugação de variáveis tais como o clima, a disponibilidade de materiais e meios técnicos de construção. Neste sentido, maximizava-se o aproveitamento dos materiais e energias disponíveis, havendo uma maior adaptação às condições ambientais locais o que resultava em soluções passivas que pretendiam assegurar a qualidade do ambiente interior.

Estas soluções, denominadas atualmente de tecnologias passivas, são sistemas arquitetónicos e construtivos que combinam o aproveitamento das energias e características naturais do local, como a radiação solar, o vento, a topografia e a vegetação, capazes de contribuir para um ambiente interior com boa qualidade, apenas com o uso de meios naturais e não mecânicos. Como por exemplo, obter conforto térmico através do isolamento térmico (não permitindo grandes variações de temperatura), da regulação da incidência térmica (beneficiando dos ganhos solares de inverno e protegendo da radiação solar no verão), da inércia térmica e do controlo adequado do sistema de ventilação natural.

Deste modo, a arquitetura vernacular desenvolveu, de forma intuitiva, conceitos sustentáveis, passados de geração em geração, que são atualmente cientificamente válidos.

E, certos de que, "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, p. 206). Este modo de planejar e construir servirá de objeto de estudo pelo seu conjunto de saberes e princípios desenvolvido ao longo de séculos que resultou da relação do Homem com meio, o que faz dela, à partida, mais sustentável do que as práticas de planeamento e construção contemporâneas.

Com isto, entendemos que a provisão de uma habitação eficaz e eficiente pode contribuir para um melhor desempenho das habitações na vida das pessoas e no desenvolvimento de um país aos níveis social, ambiental e económico e refletir crescimento. Pois, a maior parte das pessoas passa 90% do tempo no interior de edifícios, que por sua vez, são responsáveis por 40% do consumo total de energia mundial (Silva, 2009). E, a habitação é cada vez mais responsável pela renovação das comunidades e é o lugar onde as pessoas vivem e trabalham. O espaço interior da habitação fornece a comodidade e as infraestruturas essenciais às necessidades básicas do ser humano, indispensáveis para uma vida saudável, segura e confortável.

Assim, neste capítulo apresentamos os principais fatores que, no nosso ponto de vista, afetam o desempenho das habitações tanto a nível da qualidade do ambiente interior como a nível da sustentabilidade, indo ao encontro da qualidade de vida do Homem, do enquadramento geográfico e do desenho na conceção da habitação.

## Homem

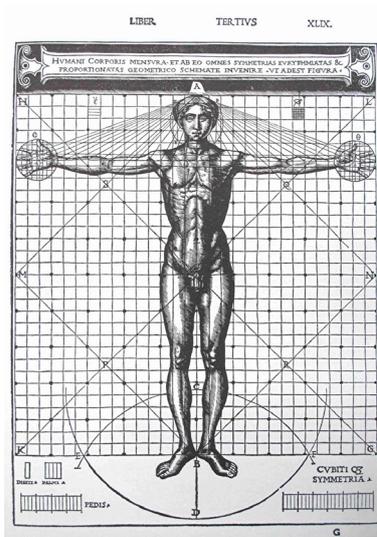


Figura 3 – *L'uomo vitruviano*, edição ilustrada por Cesare Cesariano, 1521.

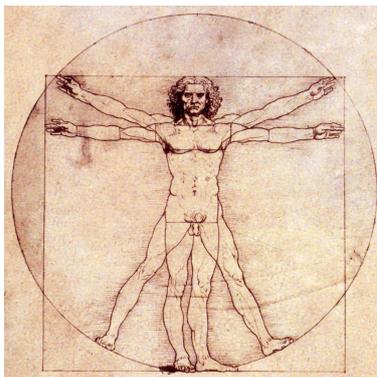


Figura 4 – *Homem Vitruviano*, de Leonardo Da Vinci, 1485.

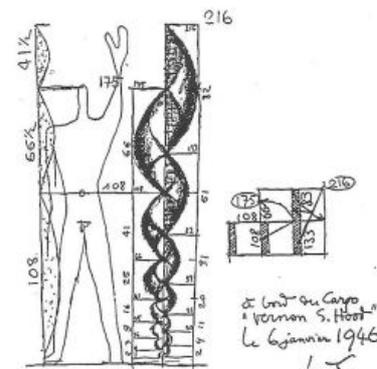


Figura 5 – *Le Modulor*, de Le Corbusier, 1950.

Partindo do princípio de que a Habitação é projetada para o Homem, achamos que, este deve ser o ponto de referência para todas as decisões tomadas pelos designers, arquitetos e engenheiros – responsáveis pela projeção de uma Habitação. Nas palavras de Alvar Aalto, “(..) visto que a arquitetura abrange todo o campo da vida do homem, a verdadeira arquitetura funcional, deve ser funcional, principalmente, do ponto de vista humano” (2010, p. 303).

O estudo físico do corpo humano – proporções e relações – é um assunto sobre o qual o arquiteto se debruça, pelo menos, desde o século I a.C., como podemos verificar na obra “De Architectura” de Vitruvius, um conjunto de documentos em que o autor analisa a arquitetura grega e defende que a geometria utilizada na projeção dos edifícios era baseada nas proporções do corpo humano (cf. Figura 3). Nos séculos XV e XVI, Leonardo da Vinci ilustrou o “Homem Vitruviano” (cf. Figura 4), desenho sobre a proporção do homem baseado no modelo humano de Vitruvius. Albrecht Dürer, também se debruçou sobre este assunto, desenvolvendo a obra “Quatro livros sobre proporções humanas”, com o objetivo de mostrar a beleza dos diferentes seres humanos e inovar a ciência das proporções humanas. Já, no século XX, Ernst Neufert, aluno de Walter Gropius, publicou um livro sobre teoria das proporções: “Arte de projetar em arquitetura” baseado nas teorias dos autores supracitados, e o arquiteto suíço, Le Corbusier, desenvolveu projetos segundo um sistema de proporções humanas denominado “Le Modulor” (cf. Figura 5) (Panero & Zelnik, 1983, p.15).

O parâmetro da psicologia é um estudo pouco explorado no campo da arquitetura e do espaço interior. No entanto, em 1947, Le Corbusier justificava a presença da Loggia<sup>4</sup>, na Habitação de Marselha, pela finalidade psicológica. O departamento de Arquitetura, da Universidade de Waseda, no Japão, tem estudado a forma como a qualidade do espaço interior tem impacto nos processos psicológicos do utilizador, que por sua vez interferem na performance das suas tarefas diárias, que podem interagir com outros fatores que afetam a sua produtividade global (Tanabe, 2006). Mas, a subjetividade do bem-estar mental do Homem torna difícil abordar o tema de forma abrangente e através de medidas padrão, tal como podemos ver no estudo de Kempki (2006), que avalia o impacto da qualidade do espaço interior no Homem, através da sua reação emocional às experiências vividas, como prazer/sofrimento, interesse/tédio, alegria/tristeza, satisfação/ insatisfação.

Existem grandes variações psicológicas e fisiológicas de Homem para Homem que requerem uma análise mais detalhada, ao nível do utilizador, para se conseguir assegurar condições de conforto a todos os ocupantes (Hanssen, 2000).

<sup>4</sup> Espaço destinado a prolongar para o exterior a vida da célula, utilizado em 1947.

## Utilizador



Como vimos, a influência do espaço interior de uma habitação nos seus utilizadores é observada a nível dos aspetos fisiológicos, que tem que ver com o conforto físico, e a nível psicológico, no que se refere ao comportamento emocional do utilizador. Assim sendo, enquanto projetistas, devemos, antes de mais, conhecer o utilizador a vários níveis – idade, sexo, dimensões, cultura e possibilidades económicas – para um melhor entendimento e definição dos seus parâmetros de conforto interior.

*“Conhecer os habitantes (...) é fundamental para se perceber o metabolismo da construção (...) bem como programar o seu uso ao longo do dia ou ao longo do ano.”*

*Mascarenhas (2014, p.145)*

Partindo destas considerações, que têm vindo a perder-se, achamos que é fundamental o estudo das dimensões do corpo do utilizador para perceber o espaço que este ocupa em diferentes posições e em movimento, bem como as dimensões dos objetos que o homem utiliza diariamente. Isto ajudará a perceber a área espacial que o utilizador necessita para se movimentar e quais as dimensões que o mobiliário deve ter para cumprir devidamente a sua função.



Enquanto conhecemos as necessidades físicas do utilizador, devemos conhecer, simultaneamente, a cultura e os hábitos diários do ocupante. Deverá também ser efetuada uma análise a nível social e/ou individual – parâmetros que influenciam o uso da habitação – para conseguirmos dimensionar e organizar os espaços de forma funcional, confortável e ajustada às exigências do utilizador.



A flexibilidade espacial da arquitetura deve-se à indefinição do quotidiano do habitante, num contexto individual e social, cultural e económico. Utilizando a metáfora de Frank Lloyd Wright, uma casa pode ser comparada a uma árvore na medida em que se modifica ao longo do tempo, embora a sua essência continue a ser a mesma, os elementos que a caracterizam como árvore – os troncos e as folhas –, modificam-se ativamente. Assim, as habitações, tal como as árvores, devem pertencer única e exclusivamente ao local onde nascem e desempenhar as suas funções no meio em que as envolve, no sentido de não poder existir ou responder às necessidades de outro local ou utilizador. Reforçando esta ideia, Blanca Lleó (2005, p.187) argumenta que a “casa é um espaço em transformação, que reflete, inevitavelmente, as mudanças mais significativas do nosso tempo”, como “as mudanças na estrutura social e as novas tecnologias da comunicação e do controlo ambiental”<sup>5</sup>.

<sup>5</sup> Tradução livre: “La casa es un espacio en transformación, por lo que refleja inevitablemente las disfunciones vitales más acuciantes de nuestro tiempo (...) los cambios en las estructuras sociales y, otra, las nuevas tecnologías de la comunicación y del control ambiental.”

<b>GARANTIA DO CONFORTO HUMANO</b>	<b>RECONHECER OS VALORES INTANGÍVEIS</b>	<b>PROMOÇÃO DA COESÃO SOCIAL</b>
✓ Melhorar os níveis internos da temperatura e humidade	✓ Transmitir os valores culturais e a história	✓ Promover as relações inter-geracionais
✓ Assegurar a ventilação natural	✓ Incorporar os rituais sociais	✓ Atribuir valor para o desenvolvimento do bem-estar coletivo
✓ Garantir luz natural e radiação solar adequada	✓ Construir o carácter comunitário e o sentido do lugar	✓ Aumentar a envolvimento e a participação da comunidade
✓ Melhorar o aquecimento natural passivo	✓ Considerar as expressões simbólicas da comunidade	✓ Promover o convívio através dos espaços

Tabela 1 – Estratégias com vista a sustentabilidade social, baseadas nos princípios do Centro de Investigação da Escola Superior Gallaecia, no projeto VerSus.



Figura 6 – Fotografia de Hiderabade, uma cidade do Paquistão (Rudofsky, 1964).

Ou seja, a projeção do espaço interior de uma habitação não é por isso assertiva, pois engloba nela diferentes relações e dimensões, o que impossibilita haver soluções absolutas de conceção e que caminhem paralelamente com a evolução e a complexificação da sociedade e das necessidades do homem.

Na tabela 1 podemos verificar diretrizes para a conceção de um espaço sustentável a nível social.

Se os objetivos são proporcionar o bem-estar, aumentar a produtividade e garantir a saúde do ser humano, através da qualidade do espaço interior, não devemos criar um modelo habitacional, sem conhecer o ambiente em que se insere, os recursos disponíveis e as características do local. Até porque, quanto mais sustentável e eficaz for a resposta às necessidades próprias do atual indivíduo, menos comprometerá o desenvolvimento das gerações futuras (WCED,1987).

### A participação

O tema da participação surgiu no meio arquitetónico em 1964, no MoMA de Nova Iorque, numa apresentação de Bernard Rudofsky<sup>6</sup>, com o nome Architecture Without Architects. O arquiteto Morávio expôs um conjunto de fotografias, de diversas partes do mundo, onde mostrava um lado informal, experimental e anónimo da arquitetura, cuja responsabilidade dos processos de planeamento e construção era da própria população.

Na exposição Rudofsky obriga os arquitetos a repensarem a sua metodologia de trabalho e apela a uma arquitetura que considera as particularidades de cada lugar e as diversas possibilidades de conceção, que vai ao encontro das necessidades das populações e em conformidade com as técnicas de construção do local. Assim, Rudofsky apela à urgência de rever os valores da arquitetura popular e vernacular, bem como outros ensinamentos anteriores que fossem pertinentes.

A participação da população no projeto arquitetónico também se verificou num contexto nacional, em meados do século XX Portugal enfrentava uma situação de precariedade habitacional, era uma realidade comparável à dos países subdesenvolvidos, havia pobreza, insalubridade nas habitações e desinserção social. Neste sentido, Nuno Teotónio Pereira<sup>7</sup> e Nuno Portas<sup>8</sup> destacaram-se na resolução deste problema, e o primeiro

<sup>6</sup> Bernad Rudofsky (1905-1988) era escritor, arquiteto, colecionador, professor, designer e historiador social, nascido na Morávia, atualmente região da República Checa. Publicou obras como "Architecture without architects", lecionou em universidades como Yale e MIT e organizou exposições de referência no Museu de Arte Moderna em Nova Iorque (MoMA).

<sup>7</sup> Nuno Teotónio Pereira (1922) é um arquiteto português formado pela ESBAL que assume total importância na crítica social portuguesa. Especialmente no seu atelier, foram discutidos os mais diversos temas da arquitetura portuguesa e passaram alguns dos mais importantes arquitetos nacionais que haveriam de se destacar pelas contribuições que trouxeram ao debate da arquitetura portuguesa como Nuno Portas e Gonçalo Byrne.



Figura 7 – Cartaz SAAL, Alex Alves.

argumenta que “a resolução do problema habitacional (tinha) de ser evidentemente integrada na escala de prioridades ditada por uma estratégia de desenvolvimento; mas, dentro desta perspectiva, ela só (seria) possível mediante a participação no poder económico e no poder político das grandes massas de trabalhadores que o sofrem na dureza do seu quotidiano” (Pereira, 1996, p.105). E, no despoletar dos acontecimentos imediatos ao Golpe Militar do 25 de Abril de 1974, foram tomadas medidas imediatas relativamente à situação habitacional e foram postos em prática princípios de participação através do projeto SAAL<sup>9</sup>, levado a cabo por Nuno Portas. O Estado suportou financeiramente parte do custo das habitações, os arquitetos tiveram um papel orientador e os habitantes tiveram um papel decisivo nos modelos habitacionais e em todas as fases do processo.

*“(...) a organização do espaço é sempre obra comum de participação e só poderá possuir significado quando essa participação se transformar em activa colaboração”*

*(Távora, 2006, p.68)*



Figura 8 – Fotografia dos participantes na construção de habitações, no âmbito do projeto SAAL.

Deste modo, o arquiteto pensa na população como uma fonte de diversidade local e auxílio técnico e vê a arquitetura com individualidade e menos padronizada. Um outro exemplo desta abordagem ao projeto é o arquiteto Carlos Nelson dos Santos<sup>10</sup>, que na sua atividade, iniciava os projetos com um levantamento das vontades dos habitantes, chegando a convidá-los a desenharem as suas próprias casas. Carlos assumia o papel de instrutor, onde acompanhava todo o processo e introduzia as noções técnicas de planeamento e construção.

Quer Nuno Portas quer Carlos Santos acreditavam que estes princípios causariam menos constrangimento na estrutura social e cultural e despertariam o sentido de responsabilização no habitante, que, por sua vez, resultaria numa maior motivação para um bom projeto e uma boa manutenção da construção.

Posto isto, na procura de respostas de equilíbrio entre a coesão e equidade social, proteção do ambiente e o desenvolvimento económico, passamos a enunciar as circunstâncias naturais que cada projeto habitacional deve ter em conta.



Figura 9 – Fotografia dos manifestantes portugueses, pela melhoria das condições habitacionais, no Porto.

<sup>8</sup> Nuno Portas (1934) é um arquiteto português, professor e urbanista, que entre os anos 60 e 70 foi investigador no Laboratório Nacional de Engenharia Civil. Em 1974 assume o papel de Secretário de Estado e, nos anos seguintes, fomenta a criação de cooperativas de habitação e de gabinetes de apoio local, concebe o SAAL e tem um papel fundamental na adoção de Planos Diretores Municipais.

<sup>9</sup> O programa governamental português de Serviço de Apoio Ambulatório Local (SAAL) tinha como propósito dar soluções habitacionais a populações abrigadas em construções clandestinas, degradadas e sobrelotadas, nos anos de 1974-76.

<sup>10</sup> Carlos Nelson dos Santos (1943-1989) foi um arquiteto brasileiro, que desenvolveu várias experiências de participação comunitária nas favelas do Rio de Janeiro.

## Enquadramento Geográfico

RESPEITO PELO AMBIENTE E PAISAGEM	VALORIZAÇÃO DOS RECURSOS NATURAIS E CLIMÁTICOS	PROTEÇÃO DA PAISAGEM
✓ Assegurar a escolha apropriada do lugar	✓ Escolher uma orientação apropriada do edifício	✓ Compreender o valor do lugar e as suas dinâmicas
✓ Minimizar o impacto das intervenções	✓ Considerar a hidrografia do local e a gestão dos recursos hídricos	✓ Melhorar as técnicas de uso do solo garantindo a diversidade biológica
✓ Assegurar condições de regeneração local	✓ Localizar os edifícios tirando proveito das características naturais do relevo	✓ Articular a organização espacial com as necessidades de produção
✓ Integração com a morfologia do meio-ambiente	✓ Incorporar a energia solar no projeto	✓ Otimizar os recursos do solo e os microclimas através de um cultivo sustentável da gestão dos solos
✓ Compreender as características	✓ Aproveitar a inércia térmica do solo	

Tabela 2 – Estratégias com vista a sustentabilidade ambiental, baseadas nos princípios do Centro de Investigação da Escola Superior Gallaecia, no projeto VerSus.

Na envolvente geográfica existem vários fatores que influenciam o conforto do ser humano e, uma vez que “a casa (...) é o refúgio que protege do exterior, da inclemência do tempo e dos agentes naturais, (...) dessa exterioridade sempre concebida como nociva” (Ábalos, 2003, p.51), vamos analisar a localização, o clima, o terreno e a incidência solar com o intuito de projetar uma habitação que corresponda às exigências de qualidade interior do Homem, abordadas na introdução deste capítulo.

O estudo da **localização** implica definir o hemisfério, a latitude e a longitude do local em que vamos intervir e as respetivas inferências. Com o estudo do clima obtemos as suas características, como a temperatura, a precipitação e a nebulosidade, e, na análise do terreno, clarificámos os fatores que influenciam o clima, o denominado microclima. Com o cálculo da **incidência solar** sabemos exatamente o ângulo dos raios do sol nos solstícios de Primavera, Verão, Outono e Inverno, e com o estudo da **predominância de ventos** obtemos a intensidade e direção das massas de ar.

Com base na informação adquirida nesta análise, elaboramos o **desenho** e decidimos onde posicionar e como dimensionar os espaços interiores, que tipo de fenestração e elementos naturais adjacentes à habitação nos favorece mais adotar. O objetivo é tirar o maior partido das condições que a natureza nos oferece, para podermos alcançar o conforto interior de uma forma sustentável, integrada e natural.

### Localização

A **localização** é o ponto de partida das várias opções a serem tomadas na fase do desenho, porque, a partir da linha do equador, definimos a posição geográfica: hemisfério norte ou hemisfério sul e a amplitude do ângulo formado entre os raios solares e o local. Esta informação é essencial para a tomada de decisões como a posição e orientação dos espaços, o tamanho das fenestrações, a inclinação de painéis solares, entre outros elementos onde a iluminação e o calor são um fator relevante.



Desenho da posição geográfica dos países, relativamente à linha do equador.

Devido ao movimento de transladação da terra (que veremos com mais pormenor a seguir), do solstício de Dezembro ao solstício de Junho o sol “movimenta-se” para norte, até atingir o Trópico de Câncer, logo o grau de incidência solar vai aumentando. Isto é, em qualquer região do hemisfério norte o ponto de maior incidência solar encontra-se a Sul, o que pressupõe que, se o objetivo é aproveitar o calor e a iluminação do sol, os espaços que se pretendem com estas características devem estar orientados para sul. Da mesma forma, se optarmos pela colocação de painéis solares, estes devem estar orientados a sul. No entanto, no hemisfério sul, se as decisões tomadas tiverem o mesmo intuito, o Norte deve ser a orientação escolhida.

A latitude – distância do local relativamente à linha do equador – é um fator relevante na medida em que quanto mais nos afastamos da linha do equador, menos incidência solar direta existe, logo a temperatura média da região será menor. Em Portugal, por exemplo, existe uma variação de 5º na latitude, entre o ponto mais a norte, e o mais a sul, do território continental e, conseqüentemente, da radiação solar, o que torna as temperaturas mais elevadas no sul do país – onde a incidência solar é mais direta – e menos elevadas a norte – onde a incidência solar é mais enviesada. Outra repercussão da latitude encontra-se no aproveitamento solar passivo, por exemplo, se optamos pela colocação de um painel solar numa habitação junto da linha do equador, este deve estar posicionado com uma inclinação de 15º, contudo, se a habitação estiver posicionada nas imediações do tropico de câncer, o painel deverá ter uma inclinação de 45º (assunto abordado no 2º capítulo).

Ainda relativamente à localização temos de ter em conta a distância do local relativamente ao mar – continentalidade –, porque as grandes massas de água absorvem a energia solar mais lentamente do que as massas terrestres. Da mesma forma, o oceano também arrefece mais lentamente do que a terra no inverno, o que explica uma menor variação na temperatura junto ao mar. Isto quer dizer que a continentalidade tem uma grande influência nas amplitudes térmicas de uma região, ou seja, quanto maior for a continentalidade de uma região (i.e. quanto mais afastada do mar estiver), maior será a amplitude térmica.

## Clima

A importação de soluções arquitetónicas de outras regiões conduziu a situações em que a própria habitação se comportasse pior do que o clima, i.e. as condições do ambiente interior tornaram-se em alguns casos mais adversas do que as verificadas no exterior. Esta situação conduziu à procura de soluções mais atentas à relação do desenho com o lugar,

atentos à arquitetura tradicional/vernacular que sempre tentou encontrar soluções de adequação ao seu contexto climático local.

Deste modo fazemos uma análise detalhada do clima, para depois perceber o efeito que este tem no espaço interior habitacional e, conseqüentemente, no conforto do Homem. O geógrafo Wladimir Koppen<sup>11</sup> classifica o clima em 5 grupos de A a E (in Peel, Finlayson & McMahon 2007; IMP & AEM, 2011):

A - Clima Tropical;

B - Clima Seco;

C - Clima Temperado;

D - Clima Frio;

E - Clima Polar.

Esta classificação define os distintos tipos de clima a partir dos valores médios mensais da precipitação e da temperatura. E, para uma melhor análise do clima, estabeleceram-se intervalos de temperatura e precipitação baseados, principalmente, na sua influência sobre a distribuição da vegetação e da atividade humana. Por conseguinte, tentamos descrever resumidamente os tipos de clima:

O Clima tropical, por exemplo, tem uma temperatura média anual acima de 18°C e uma forte precipitação, com pouca diferença de temperatura entre o dia e a noite. A nebulosidade e a humidade no ar e no solo são uma constante. Associadas a este clima estão várias espécies de vegetais e de animais.

No Clima seco existe uma precipitação anual muito baixa, escassos cursos de água e a vegetação, caso exista, é rasteira. O clima divide-se em quente e seco e frio e seco, respetivamente com uma temperatura anual superior a 18°C e com uma temperatura anual inferior a 18°C. Existe uma grande diferença de temperatura do dia para a noite.

O Clima temperado tem as estações de Verão e Inverno bem definidas, sendo que no verão as temperaturas médias são superiores a 10°C e no Inverno a temperatura média está compreendida entre 0°C e 18°C.

O Clima Frio, tal como o Clima Temperado, tem as estações de Verão e Inverno bem definidas, por isso os critérios de definição destes dois climas são idênticos. A temperatura média do mês mais quente é superior a 10°C e a temperatura média do mês mais frio é inferior a 0°C.

No Clima Polar a temperatura média anual é inferior a 0°C.

CLIMA TROPICAL	CLIMA SECO	CLIMAS FRIO E TEMPERADO
✓ Pouco sol (céu nublado)	✓ Muito sol (céu limpo)	✓ Sol nos meses de verão
✓ Muita chuva	✓ Pouca chuva	✓ Chuva nos meses de inverno
✓ Muito vento	✓ Pouco vento (possibilidade de tempestade)	✓ Pouco vento
✓ Níveis freáticos próximos da superfície	✓ Níveis freáticos profundos	✓ Níveis freáticos próximos da superfície
✓ Muito calor	✓ Muito calor (durante o dia)	✓ Calor nos meses de verão
✓ Pouco frio	✓ Muito frio (durante a noite)	✓ Frio nos meses de inverno
✓ Muita humidade	✓ Pouca humidade	✓ Humidade nos meses de inverno

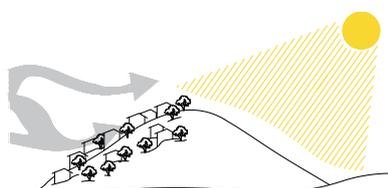
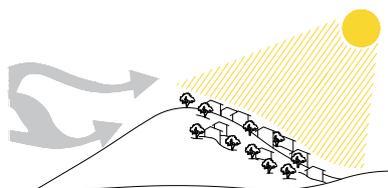
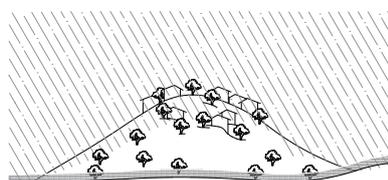
Tabela 3 – Esquema das condições climáticas por cada tipo de clima.

<sup>11</sup> Wladimir Peter Koppen foi um geógrafo, meteorólogo e climatólogo, precursor da ciência meteorológica, cujas descobertas influenciaram significativamente a ciência da atmosfera.

Devido às semelhanças entre os grupos de climas C e D, Temperado e Frio, decidimos, quanto à análise das suas condicionantes e efeitos sobre a habitação, abordá-los da mesma forma. E, devido à pouca atividade humana no Clima Polar, optamos por não abordar este clima.

### Terreno

O terreno, no que diz respeito à altitude, ao relevo topográfico e aos níveis freáticos, tem características que afetam as condições do clima. Isto é, o aumento da altitude, por exemplo, em princípio significa diminuição da temperatura e da humidade média de uma região. E, no cimo de uma montanha, onde existe uma maior exposição solar, pode haver um sobreaquecimento do espaço interior das habitações, ao mesmo tempo que no vale o efeito pode ser o oposto, por quase não haver incidência solar pode indicar sobrearrefecimento. Assim, a posição topográfica da habitação assume um papel igualmente importante, na medida em que pode alterar todo o seu conforto e a sua segurança. Seguem-se alguns exemplos disso, em função dos três climas que estão sumarizados na Tabela 3:



Num local onde chove quase todo o ano, como acontece no clima tropical, as habitações devem situar-se nas áreas mais altas, uma vez que a água se dirige para as partes mais baixas, e estar elevadas do solo, para evitar a sua humidade.

Num local com um clima frio ou temperado as casas devem localizar-se de forma a proteger-se do vento e a aproveitar os raios solares. As árvores também devem ser mantidas, pois ajudam a manter o calor das paredes, protegendo-as do vento.

Pelo contrário, num clima seco, as habitações devem proteger-se dos raios solares diretos e aproveitar a brisa fresca, logo a sua posição no terreno será a oposta à incidência solar e favorável ao vento. Porque, por exemplo, numa região com uma temperatura média de 15°C o vento pode descer a temperatura até aos 10°C na área junto às habitações (Lengen, 2004).

Desenhos de possíveis posições topográficas em função do sol, da chuva e do vento.

Assim sendo, verificamos que, antes de mais, as condições climáticas determinam a posição/orientação territorial das habitações e que o sol, o vento e a chuva podem alterar especificamente cada habitação, dependendo da sua posição no terreno.

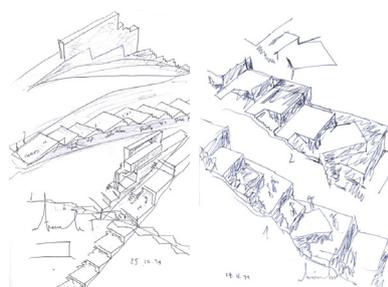


Figura 10 – Desenhos de Alvaro Leite Siza Vieira para a Casa Toló, que se adaptou à natureza morfológica do terreno e permitiu preservar quase toda a vegetação existente.

Acerca do relevo topográfico tudo indica que a habitação deve adaptar-se ao declive do terreno. A nível ambiental existe um menor impacto, uma vez que não se destrói a envolvente natural em prol de um terreno plano, e a nível económico evita-se o gasto com muros de contenção e terraplanagem (Lengen, 2004). O uso do desnível existente no terreno no que diz respeito ao desenho pode trazer mais eficiência e exclusividade, uma vez que possibilita espaços desnivelados e, por exemplo, sem uma parede podem criar-se zonas com diferentes funções, tipos de privacidade ou intensidades de luz.

Os níveis freáticos, tal como vimos quando falamos da continentalidade, suavizam as características climáticas. Em dias quentes a água armazena calor que libertará em dias frios e os terrenos húmidos libertam humidade (Mascarenhas, 2014).

Assim, concluímos que as condições climáticas, definidas por Koppen, podem alterar-se dependendo das condições do terreno. E, se o objetivo é encontrar uma solução que garanta conforto interior, economia na construção e respeito pelo ambiente, não basta estudar as características genéricas de um local, mas devemos analisar as especificidades de cada terreno e a sua envolvente próxima.

### Insidência Solar

*“Factores como a captação da radiação solar nos períodos em que existe uma maior necessidade de energia (Inverno e a necessidade de ter a menor superfície possível exposta à luz solar quando existe a necessidade de dissipar o calor, determinam o grau de conforto oferecido pelo edifício aos seus ocupantes e os consequentes consumos de energia (EnerBuilding, 2008). O clima determina efectivamente a escolha da orientação do edifício, estando estes dois factores sempre interligados.”*

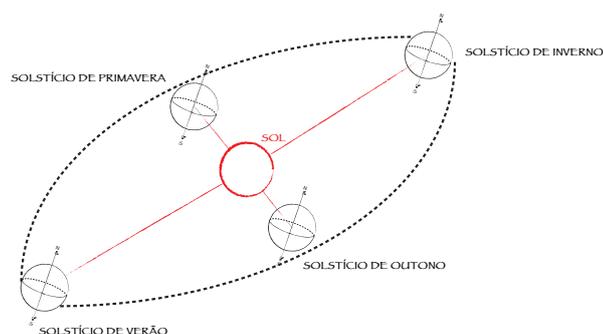
*(Mendes, 2011, p.43)*

O sol, como fonte de luz e calor, tem uma grande influência na iluminação interior e no comportamento térmico de uma habitação.

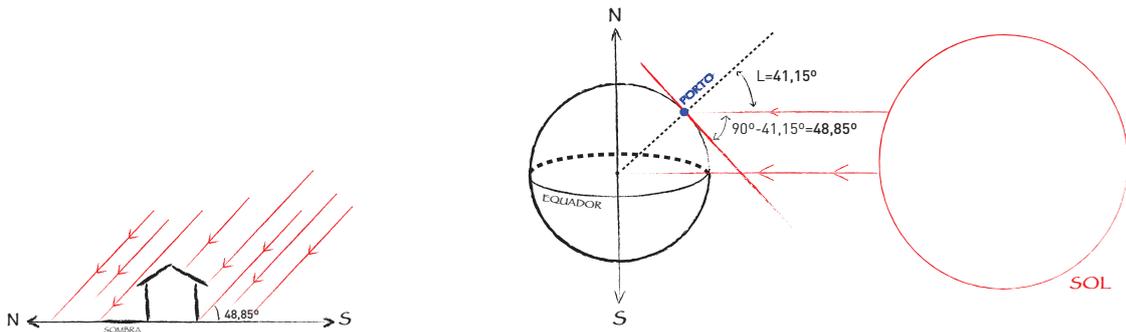
Para tomarmos decisões mais acertadas relativamente à habitação que pretendemos projetar, devemos elaborar uma carta solar. Isto é, determinar os ângulos formados pelos raios solares quando estes atingem a superfície da terra, nos solstícios de Primavera, Verão, Outono e Inverno.

Utiliza-se o meio-dia (Solar Noon), hora em que os raios solares incidem perpendicularmente à linha de longitude, para definir o maior ângulo de incidência solar.

Nos Solstícios de Primavera e Outono, quando a linha do eixo da terra é perpendicular à linha que une os centros da Terra e do Sol, o ângulo existente entre os raios de sol e o plano do equador é nulo ( $0^\circ$ ), nesses dois dias qualquer lugar na terra recebe 12h de incidência solar.



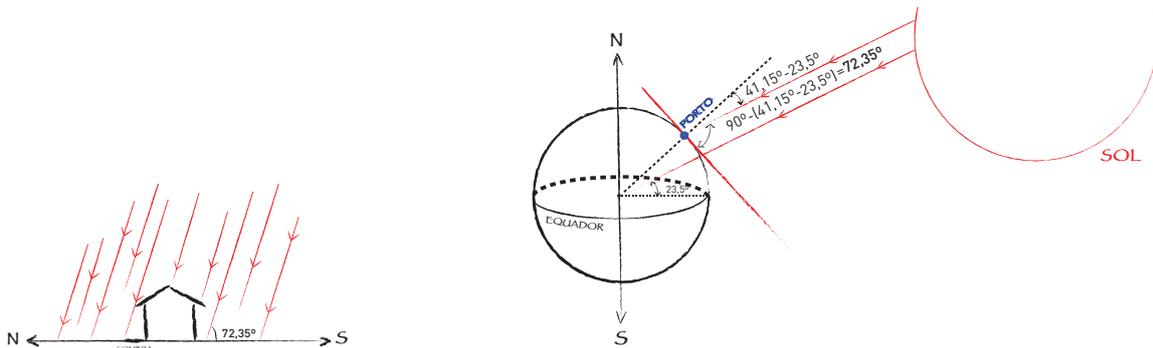
No Porto (Portugal), por exemplo, em que a latitude é  $41,15^\circ$  calcula-se a incidência solar da seguinte forma:



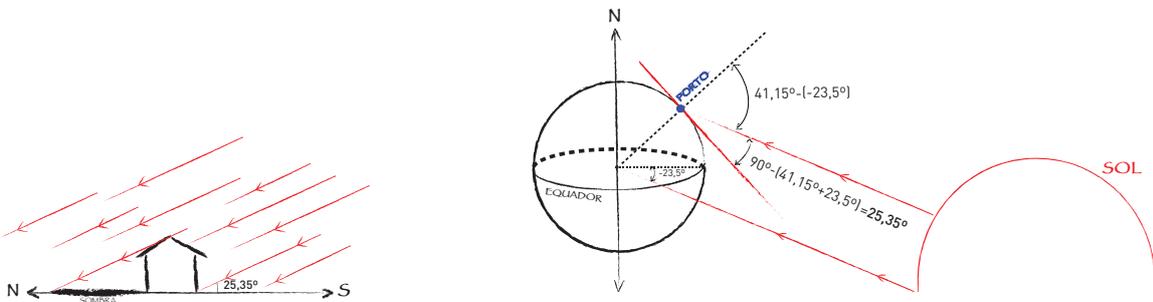
Assim sendo, o ângulo mais direto em que os raios solares atingem o solo portuense é  $48,85^\circ$ .

Nos solstícios de Verão e Inverno, no dia de maior incidência solar, em que a linha do eixo da terra coincide com a linha que liga os centros da Terra e do Sol, o ângulo máximo entre o plano do equador e os raios solares é de, aproximadamente,  $23,5^\circ$ .

No solstício de verão, quando o sol se encontra o mais a norte possível, o ângulo de incidência e a duração do dia atingem o seu valor máximo no hemisfério norte. Por isso, calculamos o ângulo de incidência solar deste solstício, na cidade do Porto, da seguinte forma:



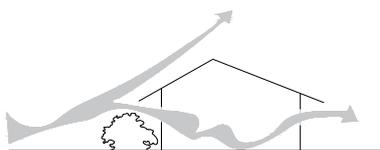
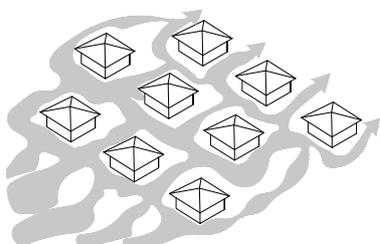
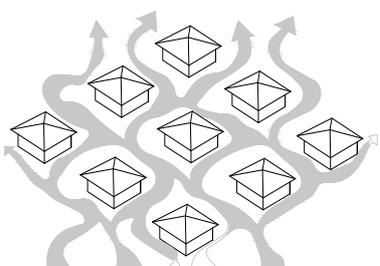
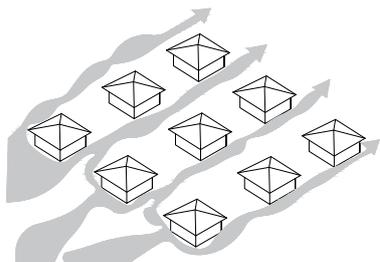
No solstício de inverno, quando o sol se encontra aparentemente o mais a sul possível, o ângulo de incidência e a duração dos dias no Porto atingem o seu mínimo. A incidência solar do solstício de inverno no Porto calcula-se da seguinte forma:



## Predominância de Ventos

*"O vento corresponde à deslocação de uma massa de ar, provocada pelas diferenças de pressão atmosférica. Este fenómeno é influenciado pelas condições atmosféricas, por obstáculos e condições do solo."*

*(Gouveia, 2011, pp. 64-65)*



Desenhos de formas de aproveitamento da ventilação natural.

A intensidade do vento tende a aumentar com a latitude e o declive do terreno. Deste modo, diferentes medidas podem ser tomadas, tanto na proteção como no aproveitamento dos ventos, aquando o planeamento de uma habitação.

Os dados relativos ao vento são obtidos através da observação real do seu comportamento, diariamente ao longo do ano. Podemos obter a direção e a velocidade do vento e, conseqüentemente os efeitos na habitação. A direção do vento pode ser Norte, Nor-nordeste, Nordeste, Lés-nortes, Este, Lés-sudeste, Sudeste, Sul-sudeste, Sul, Sul-sudoeste, Sudoeste, Oés-sudoeste, Oeste, Oés-noroeste, Noroeste e Noe-noroeste. A velocidade do vento pode ser apresentada em Nós, Beaufort, m/s, Km/h e mph, e pode designar-se por Bafagem, Aragem, Fraco, Moderado, Fresco, Fresquito, Muito fresco, Forte, Muito forte, Duro, Muito duro, Tempestade e Furacão.<sup>12</sup>

A predominância e o comportamento do vento devem ser estudados na medida em que este influencia o ambiente interior. Porque, perante um contexto em que há necessidade de aquecimento do interior, a habitação deve estar protegida do vento, devendo evitar uma orientação perpendicular aos ventos ou evitar ter janelas horizontais. No entanto, o vento também pode ser utilizado a favor de uma ventilação natural, face a uma necessidade de arrefecimento interior, o vento pode constituir uma forma de ventilação noturna, caso o edifício se encontre devidamente orientado (Gouveia, 2011).

Consideramos que a análise do enquadramento geográfico é a principal premissa que evita o planeamento e construção de uma habitação com perdas de calor provocadas pela diferença de temperatura, zonas de pressão criadas pelo vento, degradação dos materiais associada à humidade e à chuva e desconforto provocado pelo sobreaquecimento ou sobrearrefecimento. E, pelo contrário, permite o planeamento de uma habitação que tira proveito do vento para ventilar, da água da chuva para alguns tipos de utilização doméstica, dos raios solares para obter energia ou como luz natural, entre outras formas que iremos abordar na fase do desenho.

<sup>12</sup> Fonte consultada a 15 de Outubro de 2015: <<http://pt.windfinder.com/wind/windspeed.htm>>

## Desenho

"(...) projectar, planear, desenhar, devem significar apenas encontrar a forma justa, a forma correcta, a forma que realiza com eficiência e beleza a síntese entre o necessário e o possível, tendo em atenção que essa forma vai ter uma vida, vai constituir circunstância."

(Távora, 2006, p. 74)

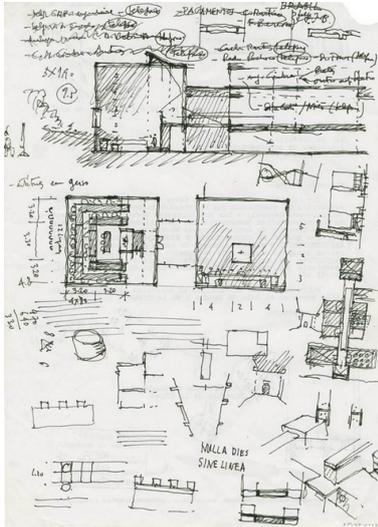


Figura 11 – Esquissos da Sala de Desenho, Escola de Arquitectura da Universidade do Minho (Portugal), de Fernando Távora.

Para Fernando Távora o que diferencia a Arquitetura das outras formas de arte é a possibilidade de criar o espaço interior, que conjuga a terceira e a quarta dimensões com o tempo. Isto é, "no caso teórico dum espaço organizado a três dimensões por um ponto temos duas hipóteses: ou o observador se mantém fixo ou o observador se movimenta, o que significa que num e noutro caso o observador vê o espaço organizado de modos diferentes, no primeiro estaticamente organizado (por convenção), no segundo dinamicamente organizado. E no caso do espaço organizado a quatro dimensões as mesmas hipóteses podem pôr-se: observador fixo ou observador em movimento, criando-se igualmente situações novas na relação espaço-observador" (Távora, 2006, p.12). Assim sendo, o espaço deve ser desenhado de forma a ser contínuo e organizado, espaço que é criado para ser vivido, percorrido e apreendido.

Desta forma, e analisados os fatores que condicionam o projeto (utilizadores, posição geográfica, clima, terreno e incidência solar), entendemos que o desenho da habitação tem um forte impacto no desempenho dos espaços interiores, na medida em que este condiciona a envolvente exterior, na qual existe um conjunto de variáveis, e determina a relação que existe entre ambos. Isto é, o desenho do edifício é uma importante variável arquitetónica para as condições de conforto do interior. Posto isto, definimos os elementos do desenho que maior influência têm no comportamento ambiental dos espaços interiores: a orientação, as paredes e a cobertura, as fenestrações e os elementos exteriores.

### Orientação

A orientação das fachadas da habitação está intimamente ligada com o princípio utilitas, designado por Vitruvius como a adequação funcional que a construção deve ter segundo o local e o uso. Porque o comportamento térmico, acústico e visual dos espaços interiores varia de acordo com a forma e orientação da habitação em relação aos agentes exteriores, nomeadamente o sol e o vento.

Portanto, a orientação adequada do edifício habitacional é um requisito imprescindível para tirar proveito dos ganhos solares, garantir um bom desempenho térmico e uma boa iluminação natural, e, conseqüentemente, reduzir as necessidades de utilização de energia para climatizar e iluminar os espaços interiores.

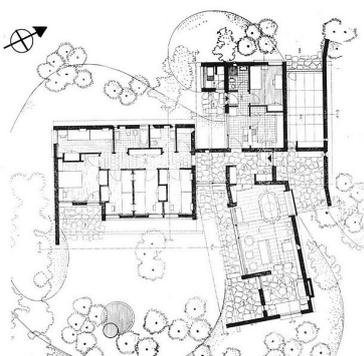


Figura 12 – Casa de férias em Ofir (Portugal), desenho de Fernando Távora, 1956.

Podemos observar a orientação escolhida dos espaços interiores das habitações vernáculas – arquitetura que traduz o saber que resultou da experiência e ensinamento transmitidos ao longo dos séculos, como uma necessidade de responder às adversidades do ambiente interior – como um exemplo de uma boa adequação aos agentes exteriores. Neste tipo de arquitetura, num clima tropical verificamos que a orientação dos espaços evita a incidência direta do sol, como por exemplo, no hemisfério sul, a cozinha encontra-se orientada a sul, para evitar o sobreaquecimento do espaço. No clima quente e seco a orientação da habitação é, por vezes, determinada pelo declive do terreno, porque o uso da terra como isolante protege o interior de grandes variações de temperatura. No entanto, na maioria das vezes, encontramos os quartos orientados a Nascente, para que o sol aqueça os quartos de manhã, quando o utilizador se levanta, e não ao final do dia, quando o morador se deita. Muitas vezes a cozinha situa-se no exterior, para evitar a transmissão de calor deste compartimento para o resto dos espaços da habitação, e existe um pátio (planta em forma de O), onde o frio e a humidade da noite se acumulam. Por outro lado, num clima temperado e frio a orientação escolhida é aquela que permite maximizar os ganhos solares, ou seja, no hemisfério norte, as habitações têm a maior fachada virada a sul, no entanto, há o recurso a elementos opacos amovíveis, para se conseguir responder à variação do clima ao longo do ano, pois no verão há o risco de sobreaquecimento pelo excesso de radiação solar a entrar pelas fenestraçãoes.

Em defesa desta arquitetura, Serra (1988, p.7) argumenta que “já foram feitos vários estudos que provam que edifícios com condições naturais resultam melhor do que os edifícios com condições artificiais, que tentam produzir uma sensação de conforto equivalente.” Para além disso, a arquitetura vernacular também representa o bom aproveitamento dos recursos locais e uma boa solução ao clima do lugar, desde a forma aos materiais utilizados.

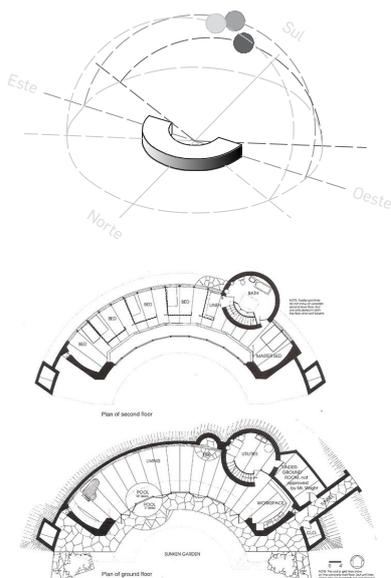


Figura 13 – Plantas da casa Jacobs II, em Middleton (EUA), de Frank Lloyd Wright.

Frank Lloyd Wright é um arquiteto da arquitetura moderna que adota estes princípios e desde cedo demonstra a sua preocupação com a integração do homem com o meio. Este desenvolveu, por exemplo, a Casa Jacob II (cf. Figura 13), entre 1946-48, cuja configuração parte de um semicírculo, que forma um arco voltado para sul, que se adapta aos diferentes percursos do sol ao longo do ano. A fachada côncava a Sul beneficia da incidência solar durante todas as horas do dia no Inverno e promove sombreamentos a si mesma no Verão.

A par destas premissas, consideramos que o uso dos espaços interiores da habitação deve determinar a sua orientação, o que torna imprescindível o estudo dos hábitos de vida do utilizador e a sua participação. Por exemplo, no que se refere ao aproveitamento dos raios solares, se uma determinada zona

da habitação num clima temperado no hemisfério norte tiver o seu pico de utilização ao final do dia, esta deve estar orientada a poente, para um maior aproveitamento da luz natural. O mesmo acontece numa habitação de um clima frio, com a mesma posição geográfica relativamente ao equador, o espaço mais utilizado durante a tarde deve estar orientado a poente, porque para além de ter luz natural é a área mais quente da casa durante a tarde.

No que diz respeito à ação do vento, se queremos uma ventilação natural devemos posicionar a fachada com fenestrações, perpendicularmente à direção do vento. Por outro lado, se o objetivo é criar espaços exteriores protegidos do vento, a planta da habitação em forma de U ou L, devidamente orientada, pode criar barreiras e consequentemente espaços protegidos do vento.

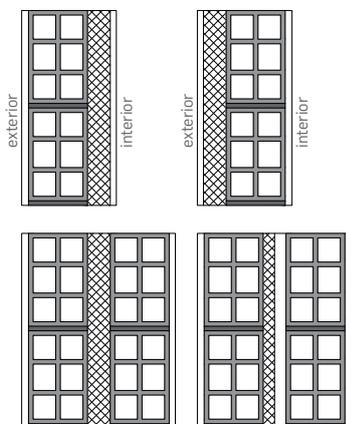
Da mesma forma, relativamente à acústica, o desenho da planta pode desempenhar a função de barreira de som, desde que bem orientada em relação à zona de maior ruído exterior. Os espaços de circulação interior, como os corredores, também podem estar estrategicamente localizados em relação ao ruído e, por isso, servir de barreira de som relativamente às zonas de estar.

### Paredes e cobertura

*"A geometrização do espaço de habitar traz como consequência a estabilização das suas delimitações físicas sujeitas a dois tipos de fronteiras que de uma forma simplificada, se poderão considerar como "horizontais" – o chão e o tecto - e "verticais" - as paredes."*

*(Quintão, 2000, p. 16)*

As paredes exteriores e a cobertura suportam a tensão exterior/interior e têm as funções de limite e conforto. Definem, protegem e assim permite ao homem permanecer no seu interior. "Factores amorfos e imateriais como o vento, a luz solar, o céu, a paisagem são separados e capturados pelas paredes, que dessa maneira actuam a favor do mundo interior que definem" (Dal Co, 2001, p. 449).

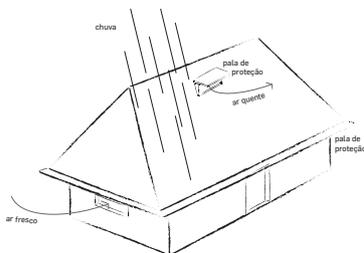


No planeamento das paredes e da cobertura devemos ter em conta parâmetros como: a sustentabilidade ambiental, que diz respeito ao momento em que escolhemos os materiais; a economia, que tem que ver com a construção e a manutenção do material escolhido; a funcionalidade, que se refere à espessura (que influencia a área útil e a inércia térmica); o isolamento térmico, que no caso das paredes pode ser pelo interior, exterior ou pela caixa-de-ar e no caso da cobertura pode ser sobre a laje ou sob a estrutura; e o isolamento acústico, que varia essencialmente na escolha do material. A cor aplicada ao revestimento das paredes e da cobertura também tem uma

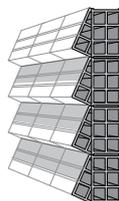
grande influência na temperatura interior, pois “uma fachada de cor branca pode absorver até 30% do calor do sol, enquanto uma escura pode absorver mais de 90%” (Vaz, 2013, p.24). Isto é, revestimentos de cor clara refletem uma parte significativa da radiação solar, o que contribui para uma temperatura interior inferior, e revestimentos de cor escura permitem um maior aproveitamento da radiação solar e conseqüentemente um aquecimento natural do espaço interior.

A inercia térmica é uma característica própria dos materiais que tem influência direta nos ganhos e perdas de energia. Os materiais mais pesados e mais densos têm, em princípio, uma maior capacidade térmica, em detrimento dos materiais leves, funcionando como armazenadores de calor e atenuantes térmicos, ou seja, amenizam e contrariam os picos climáticos exteriores. No Verão o material pode absorver o calor, mantendo o espaço interior mais fresco, no Inverno libertar o calor absorvido durante o verão, mantendo a temperatura interior mais quente, para além disso, pode prevenir a transferência de calor por condução entre o interior e o exterior da habitação.

Em alguns casos pode usar-se o máximo possível da inercia térmica do próprio terreno, com construções subterrâneas, procurando a estabilização da temperatura interior. Mas, mais uma vez, este tipo de decisões deve ter em conta o clima do local para se conseguir melhores níveis de conforto e desempenho energético do espaço interior do edifício. Como afirma Lenggen (2008, p. 44) “o teto, o piso e as paredes devem integrar-se no ambiente natural e no clima, e usa-los de forma favorável”<sup>13</sup>. Assim, analisamos as opções tomadas na arquitetura vernácula, por clima, relativamente a este assunto:



tijolo tradicional

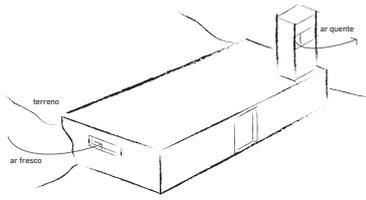


tijolo novo

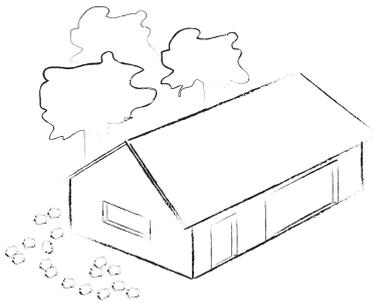
Num clima tropical observamos que as habitações têm a cobertura muito inclinada, para que a chuva escorra mais rápido e para que o sol não aqueça demasiado os materiais, e as fenestraçãoes posicionam-se de forma a promover a ventilação. Há também o recurso a palas que protegem as paredes e as janelas das chuvas e do desgaste do sol. No entanto, nas construções recentes, encontramos estes princípios adaptados às novas ferramentas que dispomos para aumentar a eficiência da habitação, como por exemplo o desenho das paredes criado pelos arquitetos Miguel Niño e Johanna Navarro, através do tradicional tijolo utilizado na Colômbia. Estes projetam fachadas protegidas parcialmente da radiação solar e da absorção de calor, através do mesmo tijolo, mas composto por um retângulo e um triângulo irregular. Para além da ventilação que o próprio tijolo já permitia, e que reduzia o calor no seu interior.

Nas habitações vernáculas de um clima seco podemos observar que a cobertura é plana e, normalmente, acessível e há o

<sup>13</sup> Tradução livre: “The roof, floor and walls should integrate into the natural environment and climate, and use it in a favorable way”.



recurso a torres de vento, uma técnica que promove o movimento do ar – reduz o calor diurno e o frio noturno – e como quase nunca chove não há problemas de humidade. Por vezes é utilizada a terra do próprio local para enterrar parcialmente a casa, no caso de se localizar num terreno com um declive acentuado, ou cobrir a parte mais baixa das paredes, no caso de um terreno plano. Com isto economiza-se material e dinheiro e garante-se o isolamento do interior da habitação. Em regiões com este tipo de clima o desenho arquitetónico deve tratar de, com o aproveitamento máximo dos recursos naturais, amenizar as variações de temperatura entre o dia e a noite, para se conseguir obter sustentabilidade e conforto no interior dos espaços da habitação.



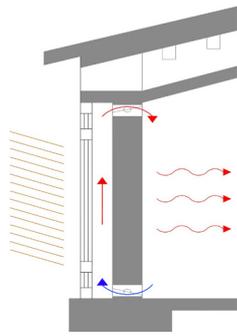
Por último, no clima temperado e frio as coberturas são inclinadas e revestidas por um material capaz de captar e armazenar calor bem como permeáveis ao ar, como por exemplo a telha, que protege o edifício contra as intempéries do ambiente exterior e facilita o escoamento da água das chuvas. A estrutura das paredes das habitações são compactas para diminuir as perdas de calor no inverno, por outro lado, existem estratégias de arrefecimento, como a aplicação de vegetação junto das paredes, como resposta aos verões quentes. Em habitações deste clima encontramos várias soluções arquitetónicas passivas, nomeadamente nas paredes e na cobertura, que contribuem para o aquecimento ou arrefecimento dos espaços interiores, tal como a parede de trombe e a cobertura verde.



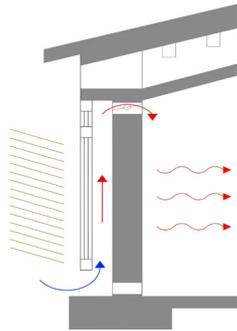
Figura 14 – Aspeto exterior de uma Parede de Trombe, “Casa Schäfer”, em Porto Santo (Portugal).

A parede de trombe é uma solução sustentável de absorção da energia solar, que permite armazenar e libertar calor para o interior da habitação. É um sistema integrado na parede exterior, constituído por um elemento envidraçado, colocado na parte exterior, e uma parede maciça, colocada na parte interior (cf. Figura 14), com um espaço de 5 a 20 cm entre estes dois elementos para que se forme uma caixa-de-ar (Vaz, 2013, p.43). A orientação escolhida da parede de trombe deve ser aquela que recebe mais sol durante a época mais fria, ou seja, no hemisfério Norte, a parede deve pertencer à fachada Sul, e no hemisfério Sul a parede deve estar virada a Norte. A composição e a dimensão da parede devem ser cuidadosamente calculadas para determinar a inércia térmica ideal. O material pode ser tijolo, betão, pedra ou adobe, dependendo das suas características térmicas e dos objetivos que se pretende obter, bem como a sua espessura. A superfície que está em contacto com a caixa-de-ar deve ter uma cor escura para aumentar a absorção da radiação solar à qual será exposta.

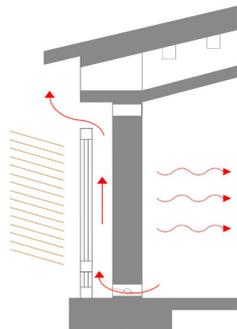
A radiação solar atravessa o vidro e aquece a parede, cuja radiação refletida não consegue atravessar o vidro novamente. Com isto, obtém-se um sistema que pode atingir entre 30º a 60ºC, no efeito de estufa que é criado entre o vidro e a parede



Parede de trombe no Inverno



Parede de trombe Outono/Primavera



Parede de trombe no Verão



Figura 15 – Esquema de montagem de uma Cobertura Verde.

(Gonçalves, 2004, p.36), e o calor é absorvido pela parede e aos poucos transferido para o interior, aquecendo lentamente o ambiente.

No entanto, têm vindo a ser introduzidas variações neste sistema e, as paredes de trombe, podem ser ventiladas, com aberturas nas partes superior e/ou inferior, permitindo a circulação de ar. Esta alteração permite tirar proveito deste sistema no inverno, em que o ar quente é transferido de imediato para o interior do espaço através das aberturas existentes na parede maciça; na primavera e no outono, em que se pode armazenar o calor na caixa de ar e libertar para o interior só ao final do dia, como se pode verificar nos desenhos; e no verão, com o recurso a dispositivos móveis de sombreamento, que permitam controlar a temperatura durante o dia, mas que permitam ventilar o espaço interior de dia e de noite. As aberturas dão versatilidade ao sistema, tornando-o capaz de aquecer ou arrefecer o ambiente interior.

A utilização deste sistema solar passivo, como alternativa ao ar condicionado, contribui para um menor investimento na habitação, a longo prazo, e um índice de poluição atmosférica inferior. A utilização da energia solar para o aquecimento interior como alternativa ao ar condicionado diminui o gasto de energia elétrica consumida, não emite poluentes, por não necessitar de combustível, e torna o ambiente mais saudável, como se comprovou no projeto realizado pela Organização Pan-Americana da Saúde, no Perú, onde foram instaladas várias paredes de Trombe em habitações para amenizar o frio da região, e o resultado demonstrou uma diminuição significativa de doenças em crianças e idosos (Velasco, 2014).

A cobertura verde (cf. Figura 15) é constituída ordenadamente por um sistema de impermeabilização, colocado imediatamente por cima da laje, protegendo-a de eventuais infiltrações; pelo isolamento térmico colocado imediatamente a seguir à membrana de impermeabilização para a proteger dos agentes externos; por uma camada de drenagem, como brita, lascas de pedra ou tapetes porosos, que regulem a água e permitam que a vegetação a recupere; por uma camada de proteção das raízes, que controle o seu crescimento e evite eventuais danos na estrutura; pelo substrato, que pode ser de origem vegetal, mineral ou orgânico, responsável pelo crescimento da vegetação; e por fim, pela vegetação, que deve ser escolhida conforme as condições locais e os objetivos que se pretendem alcançar.

Embora ainda não tenham sido encontradas soluções que tornem o sistema mais económico e o mais ecológico possível, a cobertura verde constitui soluções arquitetónicas sustentáveis, na medida em que “1m<sup>2</sup> de cobertura vegetal produz o equivalente à quantidade de oxigénio que uma pessoa consome

por ano (e) 1m<sup>2</sup> de cobertura vegetal filtra 130g de pó por ano” (Vaz, 2013, p.103). E, no meio urbano, a perda de espaços verdes tende a aumentar, conduzindo ao aumento da temperatura, consequência da absorção da energia solar pelas construções, e do risco de inundações, consequência da impermeabilização excessiva dos solos.

Posto isto, a terra e a água retida pela vegetação melhora significativamente o isolamento térmico e acústico do interior da habitação e afeta positivamente a melhoria do microclima.

### Fenestraçãoes

*“Para que a casa não se torne para o homem uma prisão, requer aberturas para o mundo que comuniquem o interior com o exterior de forma apropriada. Essas aberturas abrem a casa para se relacionar com o mundo. São a porta e a janela. Ambas são membros de conexão que relacionam o mundo de dentro com o de fora. Mas realizam esta missão de forma bem distinta. (...) “É profundamente essencial no homem (...) que se ponha um limite a si mesmo, mas com liberdade, isto é, de tal forma que possa anular esse limite, transpondo-o.””*

*(Bollnow, 1969, p.143)(Quintão, 2000, p.16)*

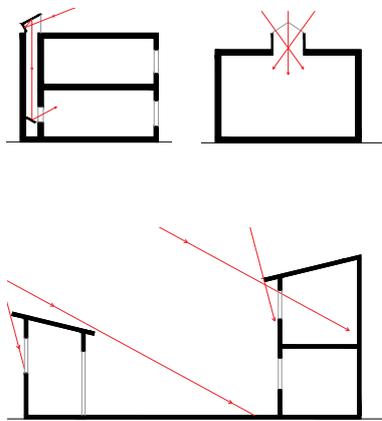
As fenestraçãoes são um elemento essencial no processo projetual, uma vez que a escolha dos vãos está diretamente ligada com a qualidade visual e a qualidade térmica da habitação. Podem ser considerados dispositivos de passagem, visuais ou corporais, que representam o momento em que são feitas as conexões entre o espaço interior e o espaço exterior. Se, por um lado, o homem tem a necessidade de se proteger do exterior e vê no espaço interior da habitação essa função, por outro, também com este exterior quer interagir. Nas palavras de Sousa (2014, p.67) “a janela liga os dois mundos de forma visual, enquanto que a porta permite o alcance físico de ambos os lados. Pela porta trespasamos o limite, alcançamos e encontramos o exterior. Pela janela atravessamos o olhar, deixamos o pensamento criar e imaginar sensações, permanecendo o nosso corpo no interior. E em ambas as ligações – janela e porta – o mundo exterior entra e se torna presente no interior, muito embora sob formas bem diferenciadas”.

É na fase de projeto que se pode manipular os limites criados entre o interior e o exterior, decidindo os vãos que se abrem, recorrendo à decisão de abrir ou encerrar, mas também às tecnologias e materiais de que dispomos e que ajudam na caracterização (dimensão e orientação) e conexão interior/ exterior (considerando o enquadramento geográfico).

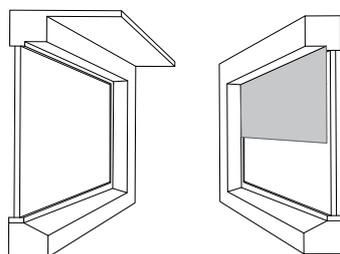
Assim, no planeamento das fenestraçãoes, devemos considerar duas questões como sendo principais: a iluminação e o

comportamento térmico. A luz natural, no interior de uma habitação, “é sem dúvida o melhor tipo de iluminação, uma vez que é psicologicamente mais atraente, permitindo quebrar a monotonia, através das suas mudanças ao longo do dia e, ainda, não implica consumos energéticos” (Silva, 2009, p.49). O comportamento térmico é parte responsável pela salubridade e conforto, inerente aos ganhos solares e ao vento predominante, responsáveis pelo arrefecimento, pelo aquecimento e pela ventilação interior.

No hemisfério norte, por exemplo, fenestrações viradas a norte podem contribuir para uma iluminação favorável, ao mesmo tempo que contribuem para o arrefecimento da habitação, enquanto fenestrações viradas a sul podem permitir um excesso de luz numa área específica e sobreaquecer o espaço interior da habitação. Para controlar a quantidade de luz natural no interior e o aquecimento e arrefecimento provenientes das fenestrações existem dispositivos de aproveitamento da luz e dispositivos de proteção exterior.



Os dispositivos de aproveitamento são um conjunto de elementos como a orientação, a organização, a dimensão e as características térmicas do material, que influenciam a quantidade de luz, o conforto visual, o comportamento térmico e qualidade do ar interior. Alguns exemplos destes dispositivos são: os luminodutos, que permitem a captação de luz natural e a sua condução para espaços interiores; as claraboias, que permitem a entrada de luz natural pela cobertura e podem permitir ventilação; e o átrio, que quando acompanhado por materiais transparentes, permite a entrada de luz natural, favorece a ventilação natural e permite regular sazonalmente a radiação no edifício (Mendes, 2011).



Os dispositivos de proteção são sistemas que permitem controlar a radiação solar direta, podendo ser fixos ou móveis, colocados no interior ou no exterior, ou estar associados ao próprio vão, podendo conter vidros simples, duplo ou triplo (com a possibilidade de ser refletante), caixilharia de madeira, de plástico ou de alumínio, sem corte térmico ou com corte térmico e de diferentes espessuras. A pala horizontal simples é o exemplo de um dispositivo fixo, de sombreamento exterior, que devidamente dimensionado protege o envidraçado do sol no verão e permite a penetração no sol no inverno. Um dispositivo móvel de proteção pelo interior pode ser, por exemplo, o estore de rolo cujo grau de penetração da luz depende do material utilizado, que pode ser de grande eficácia e versatilidade, podendo ser recolhido ou descido.

Assim, no hemisfério norte, numa região com um clima temperado ou frio, os maiores vãos devem ser colocadas na fachada sul, para receberem maior quantidade de radiação solar ao longo do dia, principalmente no inverno, e os espaços

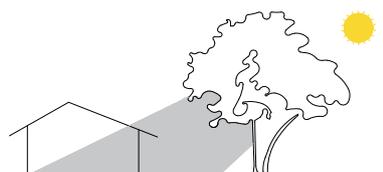
que não necessitam de aquecimento, como a cozinha e as instalações sanitárias, podem estar orientados a norte. Se o objetivo é aquecer o espaço, também devemos evitar que o calor que entra pela fachada sul saia pela fachada oposta. Também não devemos deixar que o calor se dissipe pela cobertura, já que o ar quente tende a subir. Devido à variação da temperatura ao longo do ano, as fenestraçãoes devem estar sempre acompanhadas por dispositivos de sombreamento, que permitam controlar a ventilação e a radiação solar consoante as necessidades sentidas nas diferentes estações do ano.

No entanto, num clima seco as fenestraçãoes devem ser pequenas e localizadas o mais alto possível, para permitirem ventilação fresca ao mesmo tempo que protegem da poeira. Como por exemplo o uso de luminoduto. Mas temos de ter em atenção que a iluminação pode ser insuficiente e provocar fadiga. Uma outra técnica de captar luz e ar fresco é desenhar um pátio no interior, com abertura para a parte em sombra. “Com a abertura de janelas ou portas para o pátio, o ar entrará pela casa podendo recorrer-se a uma ventilação cruzada através da abertura de vãos e janelas em paredes opostas” (Vaz, 2013, p.111).

Posto isto, para conseguirmos equilíbrio entre a iluminação, a qualidade do ar e a temperatura térmica, as fenestraçãoes e respetivos dispositivos (fixos ou móveis), que permitem controlar a quantidade de radiação e ar que entra pelas fenestraçãoes, devem ser consideradas logo na fase inicial do projeto: o desenho. Perceber a orientação, organização e geometria dos espaços que são necessários iluminar e ventilar e qual a temperatura adequada, que repercutirá na localização, forma e dimensão da fenestração ou fenestraçãoes dos espaços e respetivo material (Mendes, 2011).

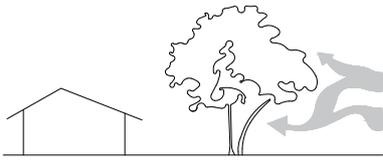
Deste modo, conseguimos o conforto visual e térmico para a realização das tarefas no interior dos espaços, redução dos impactos ambientais, resultantes do aproveitamento da luz e do aquecimento e arrefecimento naturais, e uma melhor qualidade do ambiente interior, pela ventilação natural e diminuição da saturação do ar interior provocada pelos dispositivos de iluminação aquecimento ou arrefecimento do ar.

Depois da integração destes elementos também deve ser considerado o sistema de iluminação artificial, que permita a utilização dos espaços durante a noite e nos momentos em que a radiação solar não é suficiente para a execução de tarefas no interior da habitação.



## Exterior

Os elementos que circundam a habitação têm uma grande influência na qualidade do espaço interior. A vegetação, por exemplo, pode melhorar a qualidade do ar, servir de barreira



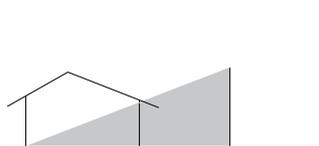
contra o vento, controlar a quantidade de radiação solar e absorver o ruído. A água pode baixar a temperatura do ar interior através da frescura e humidade levadas pelo vento. Elementos opacos como muros podem criar um microclima, onde não entra luz nem vento.



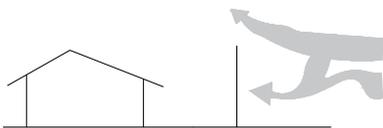
A vegetação, nomeadamente, as árvores podem influenciar a luz que entra para o interior de uma habitação, podendo adaptar-se às estações do clima. O seu efeito no interior da habitação depende das características que apresentam, por exemplo, as árvores de folha caduca permitem regular a radiação solar nas fachadas e, conseqüentemente, a temperatura interior, oferecendo sombra no verão e transparência no inverno; as plantas de folha perene podem servir de barreiras de vento e quando são densas também absorvem o ruído; e as trepadeiras podem proteger acústica e termicamente as fachadas. Estes elementos naturais também podem criar barreiras visuais e, assim, criar mais privacidade no interior da habitação. Para além disto, todos os elementos vegetais apresentam a vantagem de promoverem a renovação do ambiente pela sua produção de oxigénio (Mendes, 2011).



As superfícies de água refletem a luz e o som, mas o principal impacto sobre a habitação é a humidade que estes elementos podem criar. Esta característica relacionada com a direção do vento pode ser uma boa solução para habitações situadas em climas quentes e secos, mas uma péssima solução para climas tropicais. Isto é, se existir um espelho de água orientado na direção do vento dominante, este fará com que o ar arrefeça e chegue à habitação mais fresco. Estas superfícies de água podem ser piscinas, lagos ou fontes.



Quando optamos por desenhar um pátio, com vegetação ou um espelho de água, podemos usufruir do denominado arrefecimento evaporativo, uma estratégia que diz respeito à diminuição da temperatura associada à mudança de fase da água do estado líquido ao estado de vapor. Num clima quente e seco, a evapotranspiração originada pelos elementos vegetais e a evaporação da água faz descer a temperatura do pátio e, com recurso à ventilação cruzada, a temperatura do ar interior da habitação (Vaz, 2013, p.111).



Colocar elementos opacos, como muros ou palas, no espaço exterior também pode influenciar a luminosidade, a acústica e a temperatura do espaço interior. A nível da iluminação estes elementos podem obstruir a luz solar ou então refleti-la. A nível acústico estes elementos podem significar proteção do ruído ou reflexão do mesmo. E, se a função pretendida for a de proteção do ruído, deve-se estudar a trajetória das ondas acústicas e depois decidir o local onde os colocar. A nível da temperatura estes elementos podem ajudar a resguardar a habitação de tal forma que se pode criar um microclima dentro de quatro muros, onde não entra vento.

Posto isto, "(...) projectar, planear, desenhar, não deverão traduzir-se para o arquitecto na criação de formas vazias de sentido, impostas por capricho da moda ou por capricho de qualquer outra natureza. As formas que ele criará deverão resultar, antes, de um equilíbrio sábio entre a sua visão pessoal e a circunstância que o envolve e para tanto deverá ele conhecê-la intensamente, tão intensamente que conhecer e ser se confundem" (Távora, 2006, p. 74).