

CAPÍTULO 2

A questão energética associada aos edifícios

2.1 Construção sustentável

Segundo a Organização das Nações Unidas (ONU), a população mundial será de 8,5 milhares de milhões de habitantes em 2025 e atingirá os 10,2 milhares de milhões em 2100 [3] sendo que os maiores aumentos de população serão nos países menos favorecidos. A par desta evolução demográfica, está também uma forte urbanização, bastião do desenvolvimento económico e social. Estes factores exercem uma enorme pressão no meio ambiente, visto esgotarem os recursos e aumentarem os resíduos, o que provoca a sobrecarga do biociclo natural e levando à inevitável poluição (Figura 2.1). Este é, infelizmente, um dos problemas com que a humanidade se tem vindo a debater nas últimas décadas, e é claro, que é hoje, muito mais relevante que há alguns séculos atrás, em que a população não ultrapassava os 5 a 10 milhões de habitantes [3]. Torna-se então premente, conseguir que o ciclo natural na origem da vida seja preservado.

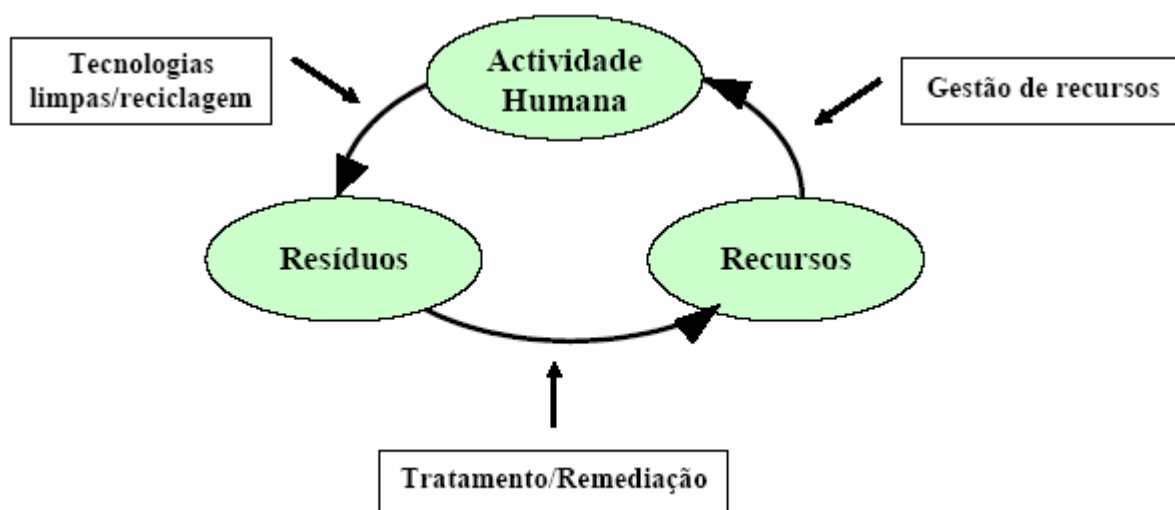


Figura 2.1 – Ciclo da vida [3]

Desta forma, têm sido seguidas duas estratégias: melhorar os passos limitantes do ciclo e economizar os recursos. A primeira estratégia envolve políticas de reciclagem, de tratamento de resíduos e eventualmente, num estado já de poluição severa, de remediação. A segunda estratégia envolve o aumento da eficiência dos processos utilizados, para que, o consumo de recursos seja minimizado. Importa realçar que esta abordagem traz importantes benefícios económicos.

A aplicação desta estratégia tem sido possível com o aperfeiçoamento tecnológico, sendo exemplo disto, as importantes reestruturações de que foi, e tem sido alvo, a indústria a partir dos anos 80, e que permitiu diminuir o consumo de energia, de um rácio de 40% do total consumido na UE nos anos 80, para apenas 28% do total da energia consumida actualmente [3]. É também vital a sensibilização dos cidadãos para esta problemática, contribuindo com isso para desmistificar a ideia de que o bem-estar está relacionado com o esbanjamento de recursos.

Na área da construção, o fascínio pela técnica e a inconsciência da esgotabilidade dos recursos, conduziram a que, as boas práticas ancestrais fossem sendo esquecidas, talvez por se pensar que a tecnologia poderia resolver todos os problemas. Entrou-se então numa época, em que, grande parte dos princípios básicos de construção, foram sendo substituídos por interesses económicos ou estéticos, e onde foi necessário, para suplantar o desconforto causado, introduzir soluções tecnológicas, tais como sistemas de iluminação e climatização artificiais. Isto levou a que, os consumos energéticos dos edifícios, sobretudo em energia eléctrica, aumentassem de forma exagerada, consumos totalmente desnecessários que poderiam ser diminuídos ou mesmo eliminados seguindo outras vias. Ora esta realidade, só começou a ser um problema, quando se começou a falar não só da escassez de combustíveis fósseis, mas também do aquecimento global, provocado em grande parte pela emissão de gases de efeito de estufa como o CO₂. As emissões em massa deste gás, resultantes essencialmente da queima de combustíveis fósseis, quer nas centrais termoeléctricas para produção de energia eléctrica, quer nos meios de transporte, são uma carga para o ciclo do carbono. Como consequência o CO₂ acumula-se na atmosfera, contribuindo assim para a retenção da radiação solar na Terra e consequentemente para o seu aquecimento global. Por este motivo, e desde que se tomou consciência deste problema, esforços têm sido feitos para diminuir este tipo de emissões, nomeadamente através do protocolo de Quioto, quer no sector dos transportes, quer no sector da indústria bem como no dos edifícios!

Cerca de 50% dos recursos materiais retirados da natureza e 50% dos resíduos produzidos em cada país, estão relacionados com o sector da construção [3]. Em paralelo, cerca de 40% do consumo de energia na Europa está relacionado com os gastos em edifícios [3]. Por estes motivos, e por existirem soluções que minimizam estes desperdícios, o sector da construção tem potencial para evoluir no sentido de adoptar e favorecer medidas que minimizem os gastos energéticos e os impactos ambientais no meio ambiente de forma a promover um

urbanismo sustentável.

Quando, no início dos anos oitenta, se começou a introduzir o vidro duplo em Portugal, verificou-se a existência de alguma resistência, por parte de alguns sectores, a esse lançamento. Hoje o vidro duplo é um material usado de forma generalizada, como acontece também com o isolamento térmico, que era praticamente inexistente até então na construção do século XX. Mas o uso de novos materiais e tecnologias não basta. Aliás, há hoje materiais e tecnologias no mercado, cujo uso, sem um juízo acerca do seu comportamento térmico em obra, conduz geralmente a erros graves. Faltam duas coisas: (sempre) cultura tecnológica, nomeadamente dos profissionais que lidam com os produtos tecnológicos, e uma prática regulamentar que oriente e discipline a actividade da construção, certamente a mais autóctone das actividades industriais [4].

Um edifício pode ser considerado como verdadeiramente funcional quando a sua construção se interliga com uma aproximação sensível e consciente às questões energéticas, assim como a variadas outras situações (qualidade de vida, saúde, aspectos sociais, etc). É necessário por isso, a criação de novas soluções arquitectónicas e de ferramentas técnicas que ofereçam resposta a todo este conjunto de especificações.

Uma “boa arquitectura” tem de preencher necessariamente muitos requisitos, e uma aproximação sensível e consciente às questões energéticas é seguramente uma delas. Alguns edifícios, no entanto, assemelham-se mais a “máquinas energéticas” que a propriamente edifícios, uma vez que o objectivo da poupança de energia é muitas vezes negligenciado. “Forma, Função e Construção” – Estes são os três critérios regulares utilizados para avaliar a qualidade arquitectónica de um edifício. Não existe a necessidade da criação de um outro critério intitulado “Consumo de Energia” uma vez que este se encontra incorporado no critério “Função”. Os edifícios que apresentam deficiências no relacionamento com questões de consumo de energia, possuem invariavelmente falta de funcionalidade, sendo incapazes de responder favoravelmente às necessidades dos seus ocupantes.

A cada dia, os novos edifícios estão a tornar-se elementos cada vez mais complexos, devido ao aumento generalizado de novos materiais, tecnologias e métodos de construção. A quantidade de substâncias e materiais utilizados na indústria da construção tem aumentado de forma exponencial no último século, sendo que a arquitectura tem procurado constantemente a aplicação prática das inovações na concretização de novos projectos de edifícios. Nasceram por isso diariamente, numerosos desafios relacionados com esta nova complexidade e diversidade. Para cada era arquitectónica pode ser observado uma relevância que, no actual

momento, se centra na questão do desenvolvimento sustentado. Esta procura verifica-se para soluções sistemáticas o que muitas vezes conduz a conflitos na realização de programas concretos de desenvolvimento. Todo o conceito de sustentabilidade requer uma aproximação sistemática e metódica.

Os pré-requisitos básicos para os edifícios sustentáveis são um longo período de ocupação e um prolongado uso de todos os sistemas associados. É o caso, por exemplo, da comparação entre passar o máximo de tempo de ocupação possível numa habitação em que o seu funcionamento requer baixos níveis de energia, assim como baixos custos de manutenção, e alguns edifícios, com baixos índices de conforto térmico, e que necessitam de uma renovação total do seu conceito funcional. Um edifício sustentável deverá ter uma capacidade funcional de pelo menos um século [5].

Em termos de síntese refira-se que, a sustentabilidade na construção passa por três medidas essenciais: em primeiro lugar, a melhoria dos projectos em termos de eficiência energética, diminuindo as suas necessidades em iluminação, ventilação e climatização artificiais; em segundo lugar, a substituição do consumo de energia convencional por energia renovável, não poluente e gratuita; e finalmente, em terceiro lugar, a utilização de materiais locais, preferencialmente materiais de fontes renováveis ou com possibilidade de reutilização e que minimizem o impacto ambiental (extração, gastos de energia, consumo de água na sua extração, aspectos de saúde, emissões poluentes etc.). É também de notar, que a construção sustentável pode ainda adoptar outras medidas, como sistemas de tratamento de resíduos orgânicos, sistemas de reaproveitamento de água e outros que não vão ser abordados por não estarem no âmbito deste trabalho.

2.2 O comportamento energético dos edifícios

O trabalho desenvolvido tem como linha de orientação os aspectos relacionados com o comportamento energético dos edifícios nas suas diversas vertentes. A União Europeia, no seu Plano de Acção para as questões energéticas [6], considera de fundamental relevância a vertente da poupança de energia em edifícios, sublinhando que o potencial nesta área é enorme. De facto, a indústria da construção, indica estimativas de poupança na ordem dos 10% a 25% em edifícios antigos, através da implementação de medidas como o isolamento térmico melhorado, sistemas de revestimento, de iluminação e de controlo mais eficientes [7]. O potencial é consideravelmente superior para os edifícios novos.

Em termos de energia, o consumo no sector dos edifícios representa 22% da energia final consumida em Portugal [7]. Apesar de longe dos 40% da média comunitária, este consumo tem aumentado de forma preocupante a uma taxa de 7.5% ao ano [7], tendo na última década o consumo de energia nos edifícios aumentado 30% [7]. Este número corresponde a um consumo de energia (e conseqüente emissão de CO₂) equivalente a 3.5 milhões de toneladas de petróleo [7]. O comportamento energético dos edifícios urbanos torna-se, deste modo, um alvo de análise e de intervenção prioritário.

Neste momento, os gastos com energia superam largamente a energia poupada nos edifícios existentes, onde as despesas com a produção de energia e manutenção são maiores do que toda a poupança efectuada ao longo do período de ocupação [5].

A título de exemplo, mostra-se na tabela 2.1 os consumos energéticos médios de dois tipos comuns de unidades residenciais portuguesas: um apartamento e uma moradia [8].

Através da análise dos valores tabelados, verifica-se que os consumos energéticos são substancialmente elevados, principalmente no que se refere à estação de aquecimento. De referir que os consumos na estação de arrefecimento, apesar de baixos em valor absoluto, são também exagerados dado que o clima português não exige, na maior parte das situações, qualquer sistema para assegurar as necessárias condições de conforto estival.

A análise dos valores tabelados permite concluir que existe um elevado potencial de redução de consumos energéticos nos edifícios portugueses.

Tabela 2.1 – Valores do consumo de energia para um edifício de qualidade mínima

Zona Climática	Consumo de energia (kWh/m ² ano)	
	Apartamento (100m ²)	Moradia (210m ²)
Inverno	Aquecimento	
I1	40	55
I2	70	90
I3	125	160
Verão	Arrefecimento	
V1	10	15
V2	15	20
V3	20	30

Para reduzir os consumos energéticos nos edifícios pode-se intervir a vários níveis, pois são vários os factores que interferem no seu comportamento térmico como brevemente se referem no ponto seguinte.

2.3 Factores que afectam o comportamento térmico dos edifícios

De entre os diversos factores que afectam o comportamento térmico dos edifícios, destacam-se sobretudo os relacionados com a localização, orientação e os materiais utilizados na definição da envolvente. A figura 2.2 além de mostrar a discrepância entre as necessidades de aquecimento para cada uma das zonas climáticas, realça a importância da escolha da zona em detrimento do nível ou espessura de isolamento que se possa incluir na habitação. Verifica-se perfeitamente, que a partir de determinado ponto, o aumento da espessura do isolamento não tem tradução directa na diminuição dos gastos com o aquecimento.

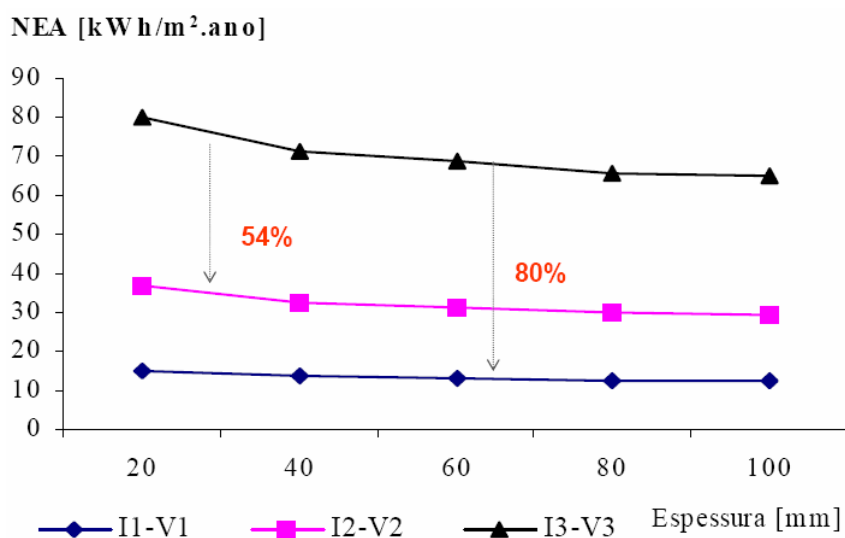


Figura 2.2 – Influência da zona climática de implantação dos edifícios nas suas necessidades energéticas, em função do nível de isolamento [8]

Quanto à orientação do edifício, o mais importante a ter em conta é a exposição solar. Normalmente é importante ter um edifício com a maior fachada voltada a Sul para receber o máximo de energia possível, tendo no entanto sombreamentos programados para o Verão. A orientação do edifício deve também contar com os ventos dominantes e a sua influência na ventilação natural e infiltrações.

Existem ainda outras particularidades interessantes, tal como a orientação das diferentes divisões de uma casa de forma a proporcionar o ambiente mais adequada à sua função. Por exemplo, a biblioteca deve estar orientada com uma forte componente Norte, visto ser um local em que habitualmente se pretende uma atmosfera fresca e seca, enquanto que a cozinha deve estar orientada com uma forte componente Sul, visto ser esse um local onde uma temperatura elevada é mais habitual.

Através da análise da figura 2.3 constata-se que as necessidades de arrefecimento e sobretudo de aquecimento advêm especialmente da escolha da orientação do edifício. Esta figura mostra que um edifício com a maior fachada orientada a nascente/poente apresenta mais do dobro das necessidades energéticas do mesmo edifício com uma orientação Norte/Sul. Para além disso, é também evidente que, mais de 80% das necessidades energéticas do edifício são necessidades de aquecimento.

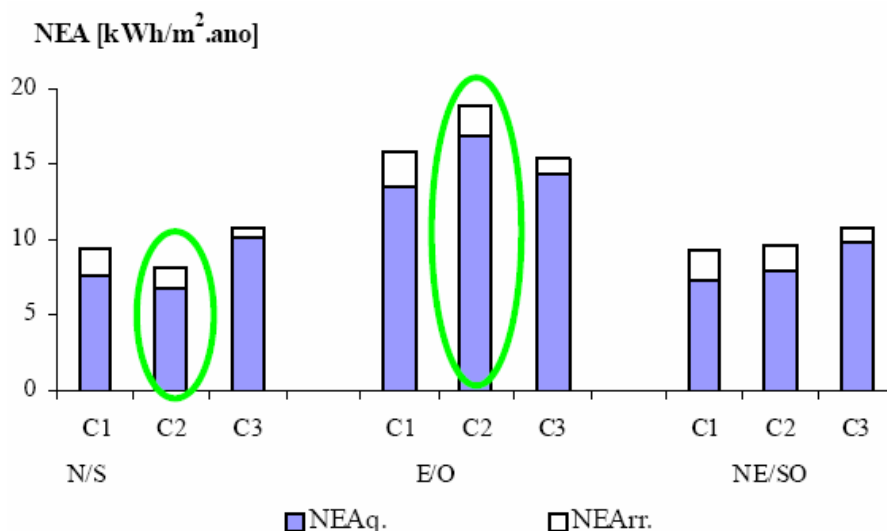


Figura 2.3 – Influência da forma nas necessidades energéticas em função da orientação [8]

A presença ou não de massa de armazenamento térmico é outro factor a ter em conta. De facto, a massa térmica é responsável pelo atraso entre o fornecimento de calor e o aumento da temperatura no interior do edifício. Este fenómeno pode ser explorado a diferentes níveis, nomeadamente em associação com um correcto isolamento térmico e ventilação. Numa base diária, durante o Inverno, uma massa térmica estudada leva a que a energia recebida durante o dia se manifeste no interior durante a noite. No Verão a função é idêntica mas o calor pode ser libertado durante a noite para o exterior usando ventilação.

Também é possível este funcionamento em escalas de tempo mais elevadas, mas apenas massas térmicas enormes seriam capazes de tal proeza.

Generalizando, materiais de construção com massas elevadas comportam-se como massas térmicas eficazes.

Em Portugal, este é um factor essencial, visto que o maior problema de climas quentes é o calor. Consequentemente, uma das preocupações ao construir edifícios, é prever mecanismos que consigam evitar a entrada excessiva de calor e que consigam dissipar o calor que entra. Como tal, uma massa térmica elevada, associada a isolamento (preferencialmente externo)

deve ser uma estratégia na construção em Portugal para preservar uma temperatura fresca durante o dia e apenas permitir libertação de calor à noite, altura em que se pode utilizar a ventilação nocturna para dissipar esse calor. Esta ventilação nocturna pode ser assegurada por diversos mecanismos sofisticados mas funciona também a partir de uma das técnicas mais antigas e conhecidas: o abrir das janelas durante a noite!

Através da análise da figura 2.4 pode-se verificar que quanto maior for a inércia menor são as necessidades requeridas para aquecimento. De facto, observa-se que, mesmo para um baixo nível de isolamento, se consegue, através de uma inércia forte, uma maior redução das necessidades energéticas de aquecimento em contraponto com uma fraca inércia mesmo que inerente a um elevado nível de isolamento dos elementos.

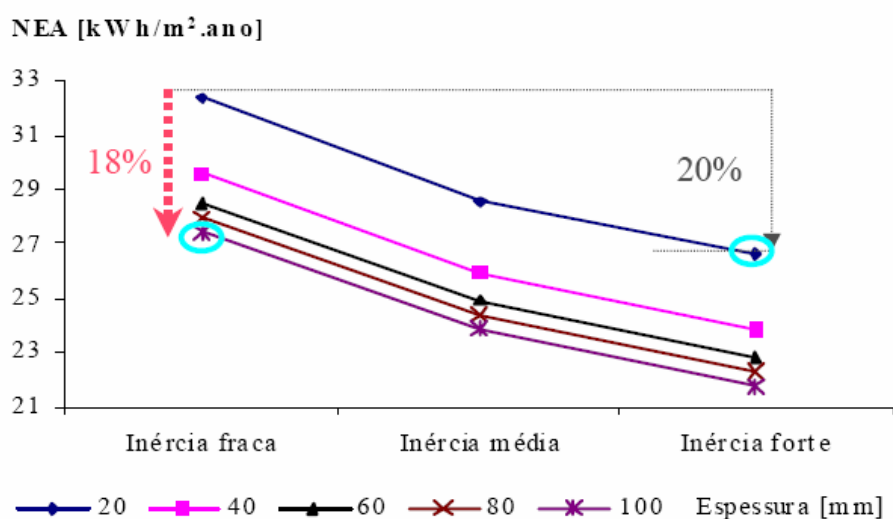


Figura 2.4 – Influência do tipo de inércia em função do nível de isolamento dos elementos [8]

Quanto ao isolamento, este previne a transferência de calor por condução entre o interior e o exterior do edifício. Esta razão faz do isolamento uma característica essencial tanto no Verão como no Inverno. Por exemplo, é corrente na indústria de construção que, as pontes térmicas, devem ser evitadas tanto quanto possível, visto que podem constituir a fonte de até 30% das perdas de calor do edifício [3] (Figura 2.5). A preocupação com o isolamento deve ser considerada tanto a nível das superfícies opacas, como também a nível das áreas envidraçadas, visto ser esse um dos principais pontos de absorção e perda de radiação solar, tanto no Verão como no Inverno.

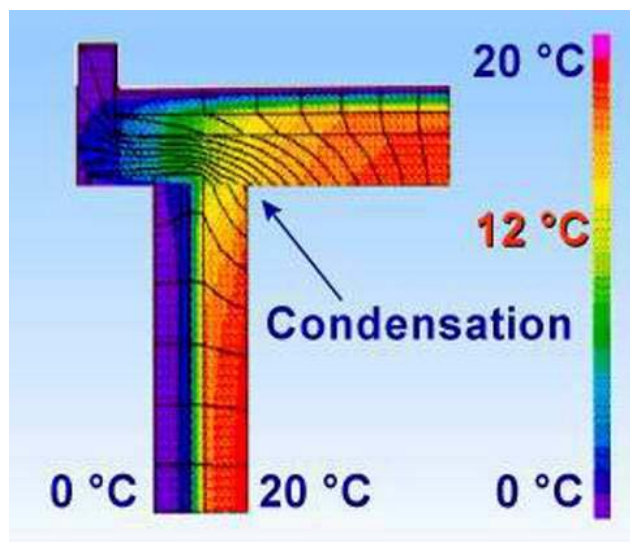


Figura 2.5 – Exemplo de um programa de modelação que permite calcular as pontes térmicas [3]

Em termos de reabilitação urbana, é possível, e bastante exequível, embora com alguns custos, a reabilitação de um edifício em termos de isolamento térmico, pelo exterior. O grande problema desta técnica é a possibilidade de vandalismo nos andares térreos e/ou acessíveis pelo exterior do edifício visto que não é muito resistente. Esta técnica deve ser implementada com o cuidado necessário de forma a não permitir a perda de calor pelo solo, e a deterioração da instalação nas esquinas dos edifícios. Mesmo em edifícios novos esta técnica pode ser vantajosa pelo facto de eliminar pontes térmicas nos revestimentos dos edifícios.

Pela análise da figura 2.6 pode-se constatar que a definição da localização do isolamento sobrepõe-se, em termos de resultados qualitativos, ao tipo de definição física da parede. Além disso, verifica-se que são as paredes com isolamento pelo exterior (11+11 ext e 11+15 ext) que se destacam pela positiva no que se refere a necessidades energéticas de edifícios que as integrem.

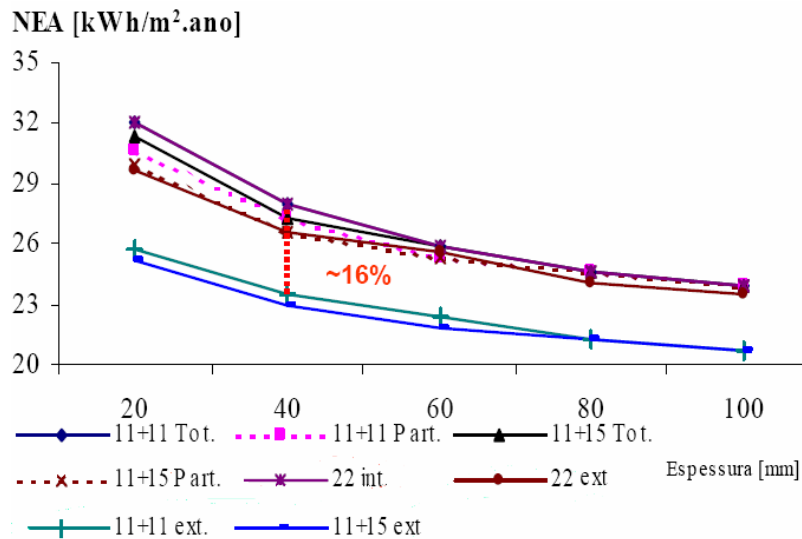


Figura 2.6 – Avaliação da eficiência energética dos diversos tipos de parede, em função do seu isolamento [8]

A figura 2.7 reflecte que a escolha dos materiais de fenestração terá de ser avaliado sob um ponto de vista qualitativo global em termos de capacidade de transmissão térmica. De facto, quanto mais baixo for o coeficiente de perdas do conjunto, melhor será o seu comportamento, pelo que a análise do elemento, neste caso um envidraçado, terá ser efectuada no âmbito do seu comportamento enquanto um todo.

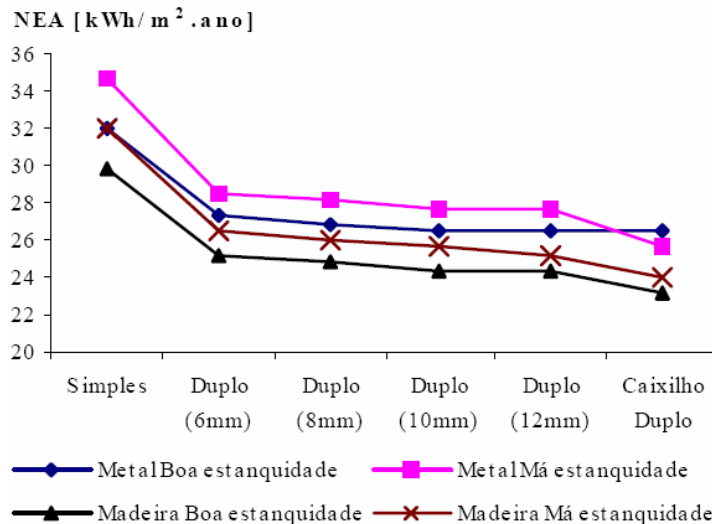


Figura 2.7 – Avaliação da eficiência energética dos diversos tipos de envidraçado, em função do tipo de caixilharia [8]

Todos estes factores não devem, no entanto, ser encarados individual e isoladamente. Só faz sentido actuar em cada um numa perspectiva global, que encare a questão energética de uma

forma mais abrangente como é o caso, por exemplo, dos conceitos inerentes à Arquitectura Bioclimática.

2.4 Arquitectura Bioclimática – conceitos para um edifício sustentável

Um dos factores chave para um design passivo eficaz e eficiente é a compreensão de que não existe uma solução óptima e aplicável a todas as situações, mas sim, inúmeros mecanismos que devem ser seleccionados no sentido de se encontrar uma solução adequada para determinado local. Alguns dos factores que podem afectar esta escolha são o facto de o edifício ser urbano ou rural, se está localizado numa montanha ou numa planície, a quantidade de radiação solar recebida diariamente, etc.

O primeiro passo para se desenvolver uma estratégia de Arquitectura Bioclimática, consiste em começar por estudar as características climáticas do local onde se pretende implantar a habitação, seguindo esse estudo por uma análise de quais as localizações específicas que se adaptam a uma utilização eficaz em termos de factores de conforto humano (“bioclimatic chart”). De seguida devem ser considerados factores técnicos associados a diversas vertentes, como orientação, cálculos de sombreamento, forma da habitação, movimentos do ar e avaliação das temperaturas internas. Finalmente, deve ser realizado um projecto arquitectónico, recorrendo a modelos de simulação idênticos ao apresentado neste trabalho, e que aproveite os resultados das fases anteriores de forma a contribuir com o plano de uma habitação bioclimática. Este método foca as particularidades regionais em termos de clima e às vezes mesmo de microclima inerentes a cada construção. Como tal, cada projecto bioclimático deve ser analisado isoladamente. Esta questão da envolvente é crucial no que respeita à Arquitectura Bioclimática, o que significa que já não basta a um arquitecto criar um projecto esteticamente bem conseguido e integrado com a envolvente urbanística, sendo necessário uma completa integração com o meio ambiente (efeitos dos edifícios envolventes em termos de exposição solar e ventos, radiação solar recebida ao longo do ano, etc).

2.4.1 Soluções para arrefecimento no Verão

Este tema é de fundamental importância para Portugal porque reduziria ou eliminaria grande parte das necessidades energéticas de arrefecimento por ar condicionado e consequentemente reduziria em muito as necessidades energéticas dos edifícios além de que traria enormes benefícios em termos de conforto e ambientais.

2.4.1.1 Protecção da radiação

Como é óbvio, no Verão os ganhos de calor têm de ser reduzidos ao mínimo. Felizmente o Sol encontra-se mais alto durante o Verão o que reduz a sua penetração em vãos voltados a Sul. A utilização de sombreamentos vai reduzir ainda mais esta penetração (Figura 2.8). Por fim, também o vidro contribui para a redução da captação de energia solar por radiação devido ao seu comportamento. É que a radiação incidente tem mais dificuldades em atravessar o vidro quanto maior for o ângulo de incidência (Figura 2.9). Para além disso pode-se, hoje em dia, utilizar vidros com diferentes tipos de características, tais como vidros com baixa emissividade o que reduz consideravelmente os ganhos de calor. Por outro lado, o tamanho das janelas ou aberturas é também um factor de extrema importância no nosso clima. A área de fenestração deve ser cuidadosamente planeada para não ser exagerada e provocar condições de desconforto térmico.

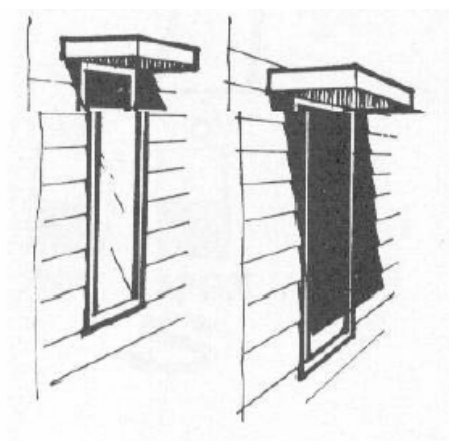


Figura 2.8 – Exemplo de palas fixas numa situação de Inverno (à esquerda) e Verão (à direita) [3]

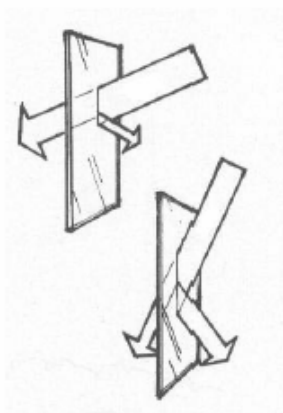


Figura 2.9 – Influência do ângulo de incidência da radiação na sua penetração. Inverno (em cima), Verão (em baixo) [3]

No entanto, existem alguns problemas que necessitam uma atenção especial. Por um lado, o solstício de Verão não coincide com os dias mais quentes do ano o que significa que quando os dias mais quentes chegam, o Sol já está mais baixo, penetrando assim melhor nas janelas voltadas a Sul. Por outro lado, os dias são mais longos e com mais Sol que no Inverno. Ou seja, embora se consiga evitar a radiação directa, a difusa e reflectida permanecem e são também factores importantes no aquecimento dos edifícios. Entre as técnicas que se utilizam para reduzir a radiação que entra nos edifícios no Verão encontram-se as seguintes:

- Pala fixa, que ao estar colocada no local correcto e dimensionada de acordo com as cartas solares, impeça a passagem de radiação directa no Verão sem perturbar muito no Inverno (Figura 2.10);

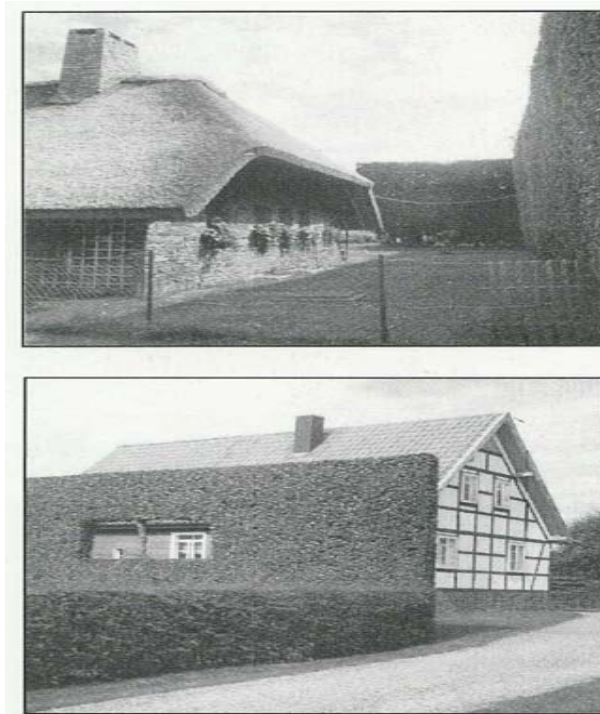


Figura 2.10 – Exemplo de sombreamento natural [3]

- Palas exteriores ajustáveis como estores, portadas ou toldos ou então sombreamento interior como cortinas e cortinados. Apesar dos mecanismos de sombreamento internos serem de manuseamento mais fácil, em virtude da sua acessibilidade, são cerca de 30% [3] menos eficientes do que os mecanismos externos, visto que os primeiros estão localizados no interior do edifício e a reflexão da luminosidade nunca é conseguida a 100%, sendo parte da energia absorvida pela habitação. Em mecanismos externos a

energia é dissipada pela ventilação exterior, constituindo portanto um sistema mais eficiente;

- Estruturas com plantas de folha caduca que promovem sombreamento no Verão e transparência no Inverno (Figura 2.11);
- Utilização de árvores. Funcionam como sombreamento e ainda promovem o arrefecimento da área através da sua transpiração (Figura 2.12);
- Utilizações de cores claras (idealmente o branco), que não absorvam muita radiação solar.

As fachadas a Oeste e Leste, assim como o tecto estão sujeitas a radiação muito intensa durante o Verão. Assim, devem ser incluídas poucas aberturas nestas zonas e a existir devem ser de pequena dimensão visto a sua única função ser ventilação e iluminação pois não são úteis para captura de radiação no Inverno.

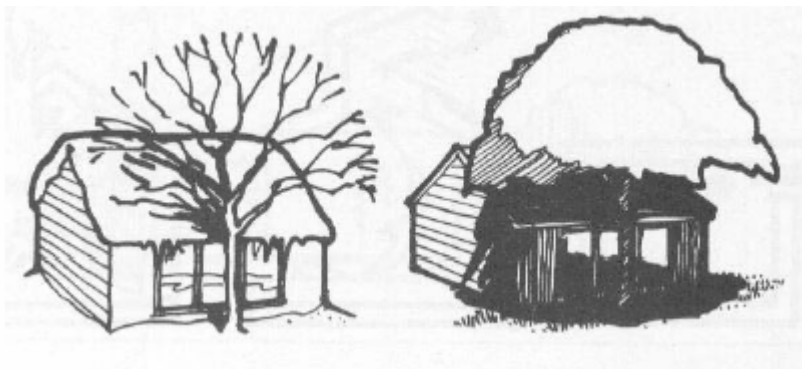


Figura 2.11 – Exemplo de sombreamento com uma árvore de folha de caduca no Inverno (à esquerda) e no Verão (à direita) [3]

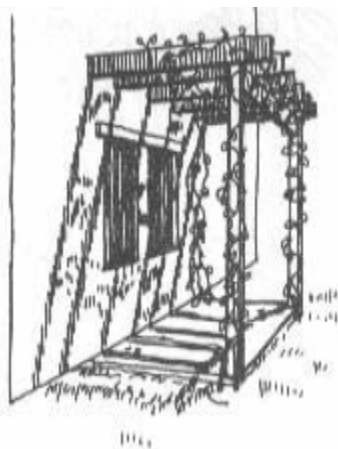


Figura 2.12 – Exemplo de sombreamento com uma trepadeira [3]

2.4.1.2 Sistemas de arrefecimento evaporativo

Como já foi referido, a evaporação de água arrefece as zonas adjacentes pelo que, sempre que possível, devem ser consideradas pequenas fontes e zonas com plantas no projecto do edifício. No entanto muitas plantas vão levar a um aumento da humidade do ar o que pode reduzir o conforto térmico no Verão.

Este tipo de soluções cumpre um papel importante, não só em termos térmicos mas também em termos de conforto psicológico pois são sempre agradáveis esteticamente e produzem um efeito de habitabilidade. Existem ainda soluções diversas que propõem fontes de água dentro do edifício. Para além disto existem inúmeras soluções que podem e devem ser utilizadas sobretudo num clima como o de Portugal. Exemplos são as “*roof-ponds*” ou sistemas de “*roof-spraying*”, que, tal como os nomes indicam, permitem um arrefecimento do telhado, promovendo a dissipação do calor da radiação solar através da evaporação da água (Figura 2.13).

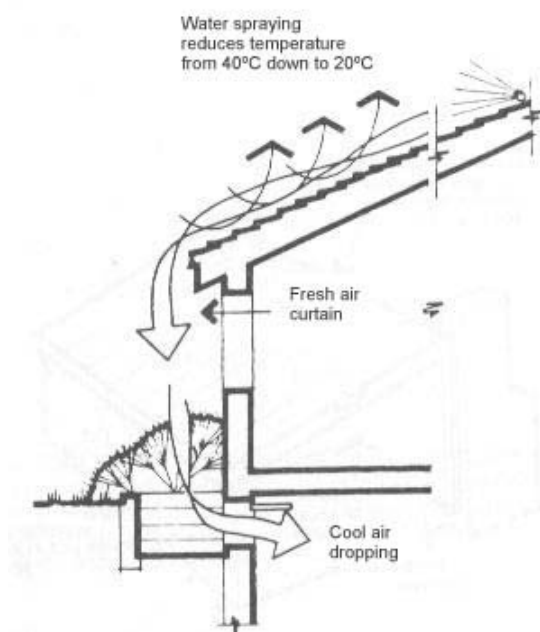


Figura 2.13 – Exemplo de um sistema “*roof-spraying*” [3]

2.4.1.3 Ventilação

Na Arquitectura Bioclimática a ventilação é também muito importante, visto que num clima médio em termos de humidade e temperatura, pelo menos 1/3 [3] do volume de ar de cada divisão deve ser substituído em cada hora, de forma a assegurar um nível de conforto, de qualidade do ar e de habitabilidade mínimo na divisão em causa (Figura 2.14).



Figura 2.14 – Óculo circular destinado à ventilação da sala [3]

No Verão, aumenta o conforto térmico, pois como já foi dito o movimento do ar aumenta as perdas de calor do corpo humano e como promove convecção forçada com as paredes, chão e tectos, ajuda a dissipar o calor. Todas as configurações ao nível das aberturas para ventilação podem ser estudadas através do ensaio destas (configurações) em túneis de vento como é referido em [9]. Em Portugal a ventilação é um dos factores essenciais a ter em consideração na projecção de um edifício existindo já inúmeras hipóteses desde chaminés ditas “solares” (Figura 2.15) até à simples ventilação cruzada.

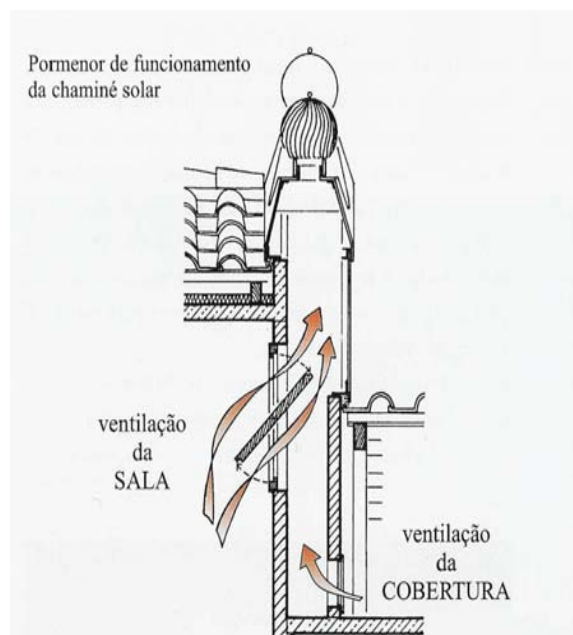


Figura 2.15 – Pormenor do funcionamento da chaminé solar [3]

Existem várias soluções que podem ser aplicadas à ventilação. Uma delas consiste em aproveitar a elevada massa térmica do solo como aliado (Figura 2.16).

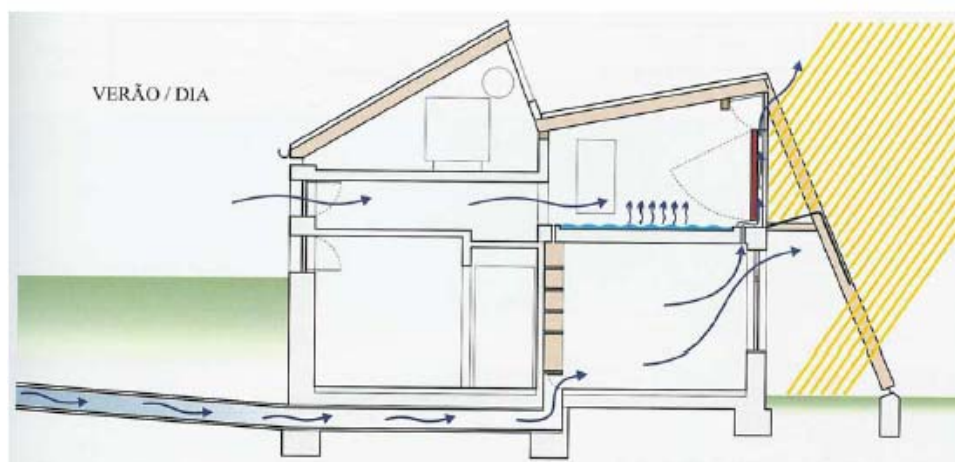


Figura 2.16 – Esquema de funcionamento de um sistema de arrefecimento/ventilação durante um dia de Verão [3]

Durante o Verão a temperatura do solo é inferior à do ar e no Inverno é superior, fazendo assim do solo um aliado. Existem efectivamente soluções que tiram partido deste facto como é o caso de um sistema que consiste em enterrar uma rede de condutas de ar de ventilação num local adjacente ao edifício (Figura 2.17). O ar é captado a partir de uma abertura a uma certa distância do local e é introduzido no edifício. A vantagem deste sistema é que proporciona uma ventilação “condicionada”, ou seja no Verão a temperatura da terra é inferior à do ar e portanto o ar introduzido é mais frio do que o ar ambiente e promove o arrefecimento, acontecendo o inverso no Inverno.

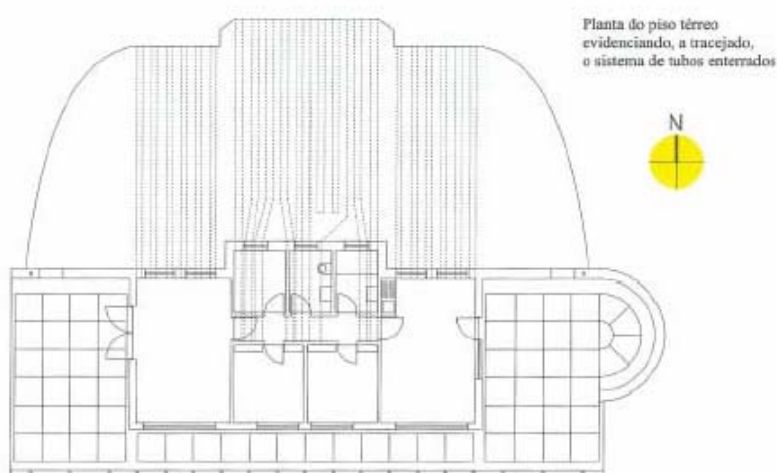


Figura 2.17 – Plano do piso térreo da “Casa Solar de Porto Santo” em Porto Santo [3]

2.4.1.4 Iluminação

A boa iluminação de um edifício, sobretudo com luz natural, é essencial ao seu bom funcionamento energético e ao conforto dos seus ocupantes. Aproximadamente 25% do consumo energético em edifícios é utilizado no sistema de iluminação e equipamentos [3]. Estima-se aliás que por cada kWh de energia poupada em iluminação na estação quente contribui-se para uma poupança de cerca de 0.3 kWh em ar condicionado [10]. Deste modo, o arquitecto deve sempre ter em consideração o arranjo das aberturas e distribuição das superfícies internas para garantir uma distribuição de luz adequada. O objectivo é portanto maximizar a área do edifício e pessoas com acesso à iluminação natural, dando prioridade a locais onde se desempenhem tarefas com maior exigência visual. Áreas de ocupação secundária ou pouco prolongada devem ser então remetidas para as zonas mais interiores do edifício. Deve todavia ser considerado que um aumento da radiação que penetra no edifício leva também a um aumento do efeito de estufa aquecendo assim o edifício. As decisões de projecto devem assim ser ponderadas e optimizadas tendo em conta a localização e horário principal de utilização do edifício em causa.

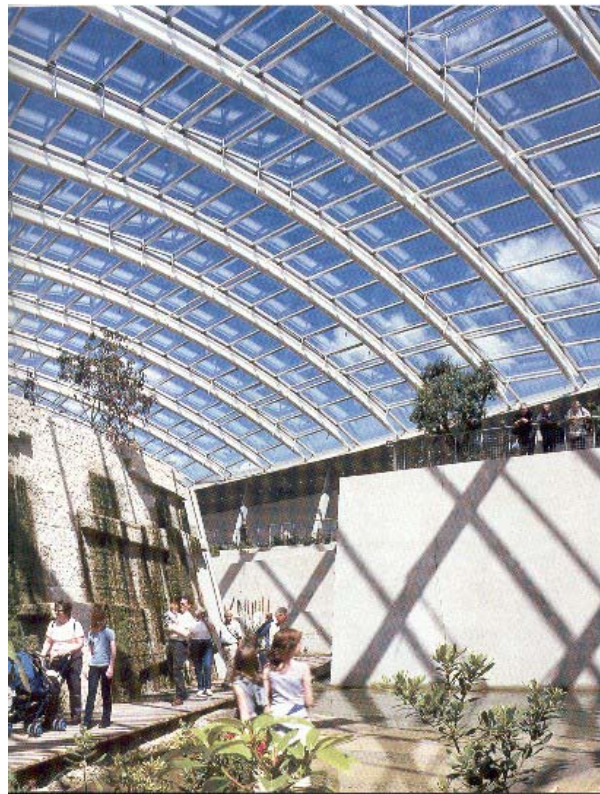


Figura 2.18 – Edifício com elevada área envidraçada [3]

Outro modo de solucionar de certa forma o problema do sobreaquecimento de edifícios com elevada área envidraçada (Figura 2.18), logo sujeitos a muita radiação solar, é jogar com a ventilação. Existem inúmeras hipóteses para aberturas de iluminação que, ao mesmo tempo, permitem encontrar soluções de ventilação. É uma questão que depende quase que unicamente da criatividade do projectista. As aberturas para iluminação natural podem ser subdivididas em: iluminação lateral, iluminação de cobertura, iluminação indirecta (luz reflectida), iluminação com luz directa do sol, iluminação de pátios, átrios, reentrâncias e as suas diversas combinações. Importa sublinhar que, sobretudo em climas como o de Portugal, a iluminação tem sempre de ser prevista tendo em atenção o factor de sobreaquecimento. Por esta razão, é importante nunca esquecer de prever sombreamentos eficientes e ventilação adequada e bem projectada para que um bom efeito estético não se transforme num forno no período Verão!

Devido à natureza do trabalho em causa, parece-nos desnecessário entrar em pormenores em questões como implementação/orientação e aberturas nos edifícios, tipologias de aberturas, características do ambiente externo e interno e avaliação de desempenho luminotecnico e grandezas fotométricas.

Um ponto relevante em termos de optimização da componente de iluminação de um edifício prende-se com os sistemas de Gestão de Energia (BEMS). Estes constituem uma componente importante num quadro de reabilitação de edifícios, visto permitirem a optimização da eficiência energética de diversos componentes activos, como a iluminação artificial.

Este tipo de sistema inclui por exemplo a instalação nas diversas áreas que necessitem de iluminação de sensores de presença evitando situações em que as luzes estão acesas sem necessidade. Em [11] sugere-se que existam sensores em zonas que possam ser servidas por iluminação natural (preferencial), para que a iluminação artificial possa ir aumentando à medida que a iluminação natural desapareça e vice-versa. Isto permitiria manter a mesma qualidade de iluminação no edifício, privilegiando a iluminação natural sempre que possível. No entanto é importante alertar que embora estes sistemas permitam uma diminuição efectiva dos gastos em energia, é fundamental que permitam rapidamente a um utilizador ultrapassar o controlo automático. Aliás um outro ponto focado em [11] é o de sistemas autónomos de controlo da iluminação, mas que, em caso do utilizador preferir o modo manual, lhe indiquem em paralelo qual o dispêndio adicional de energia envolvido na operação alternativa, alertando-o assim para uma situação desfavorável. E finalmente um ponto que é menosprezado normalmente é o que se refere à limpeza da iluminação e encaixes associados:

por vezes cerca de 30% da luz é perdida desta forma [3]. Claro que de forma a incentivar esta operação todo o sistema deve estar facilmente acessível para limpeza.

2.4.2 Soluções para aquecimento no Inverno

2.4.2.1 Captação solar

A energia solar é um factor determinante na arquitectura bioclimática. Desde sempre o Sol constituiu um ponto central na vida das comunidades humanas, sendo que todas as habitações eram construídas tendo em vista o ciclo solar, de forma a otimizar o efeito térmico, a higiene e os efeitos psicológicos a si associados. A própria acção germicida da radiação solar levou a que alguns códigos de construção obrigassem à iluminação de todas as zonas habitacionais durante pelo menos 2 horas diárias em 250 dias do ano [12].

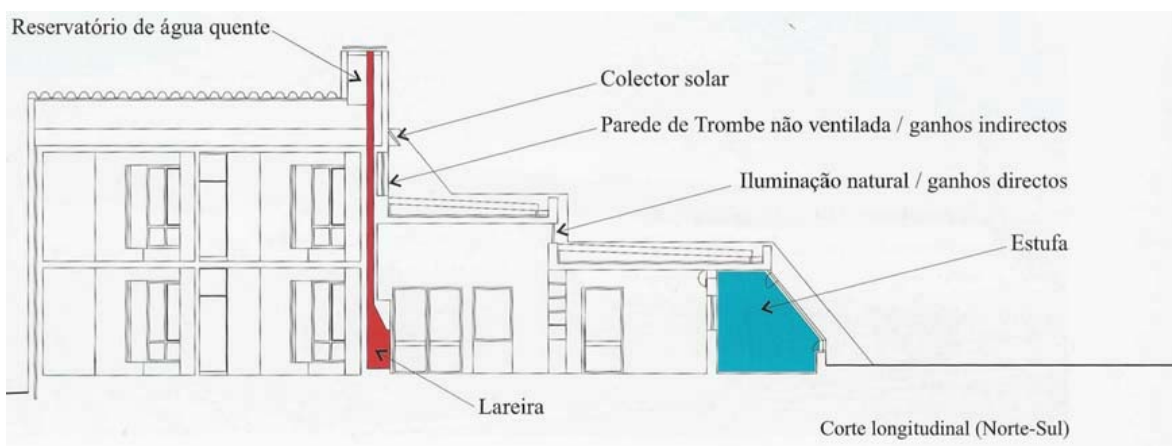


Figura 2.19 – Exemplos de mecanismos de captação solar [3]

No Inverno, devido à diferença entre a temperatura no interior de um edifício e a temperatura exterior, existem perdas de energia, neste caso de calor, que para manter o conforto térmico necessitam ser compensadas. Num edifício moderno comum, o mais frequente é utilizarem-se sistemas de aquecimento para compensar estas perdas. Ora a Arquitectura Bioclimática propõe precisamente soluções que maximizam os ganhos solares de um edifício para que estes sejam os necessários, ou quase, para compensar as perdas, não havendo então necessidade de recorrer aos sistemas de aquecimento artificiais. Estes sistemas incluem, factores tão simples como a orientação do edifício e área de fenestração assim como sistemas mais complexos de captação de energia solar (Figura 2.19).

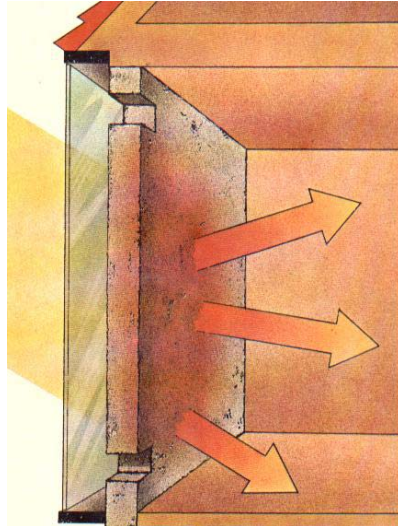


Figura 2.20 – Exemplo de uma parede de captação solar [3]

Os sistemas de captação de energia solar podem ser definidos por dois parâmetros: eficiência (energia retida vs. energia incidente) e atraso (tempo entre o armazenamento da energia e a sua libertação). Os sistemas de retenção classificam-se de directos, indirectos e semi-directos. Nos directos, como no caso das janelas comuns, o Sol penetra directamente no edifício através do vidro, conseguindo-se eficiência máxima e atraso mínimo. Nos semi-directos, a energia solar passa por um espaço intermédio onde o calor que transita para o interior pode ser controlado. Nos indirectos, para reter a energia solar recorre-se ao efeito de estufa. A captação da energia dá-se num elemento montado logo após o vidro (com uns centímetros de intervalo) e o calor armazenado desloca-se para o interior por condução, convecção e radiação. Um dos exemplos são as paredes “Trombe” que possuem passagens ajustáveis que permitem controlar a transferência de calor, conforme se pode observar na Figura 2.20. Um exemplo da aplicação destas paredes, que felizmente já vão sendo utilizadas com alguma frequência, é na “Casa Schäfer” ilustrado na Figura 2.21 [3].

Sublinha-se que o projecto deve sempre prever sombreamentos e obstáculos para os sistemas de captação de modo a que esta seja mínima no Verão e máxima no Inverno.

É bastante importante ter-se a noção de que em edifícios desenhados sem qualquer preocupação especial, a energia solar contribui com 20% para o seu aquecimento, podendo esse valor aumentar para 40% caso se dedique algum tempo a esta temática quando da concepção do edifício [3]. É impressionante notar que se a preocupação com os ganhos solares associados aos edifícios estivesse generalizada em Portugal (como já acontece em cerca de 10% dos edifícios), a contribuição seria de cerca de 1Mtep, que era em 1997 cerca de 7% do total de energia final consumida [3]!

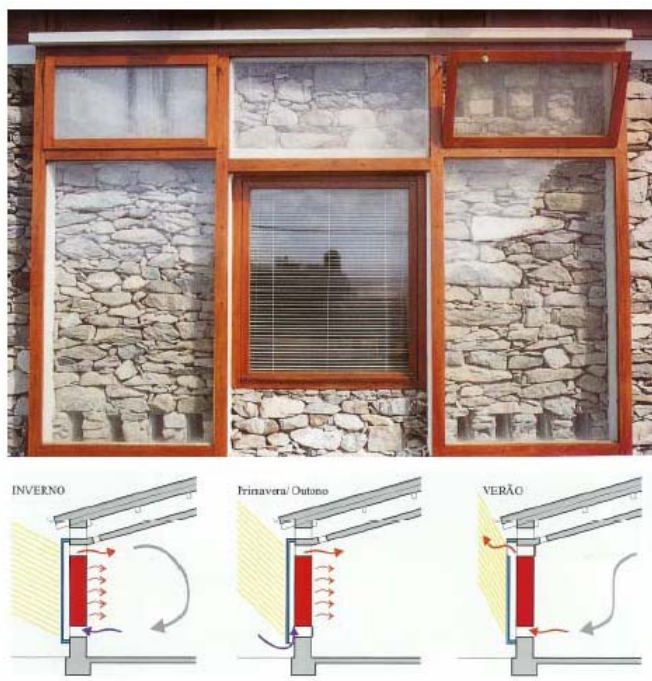


Figura 2.21 – Casa Schäfer, Porto Santo. Fotografia do aspecto exterior de uma parede de Trombe; esquema do seu funcionamento consoante as estações do ano [3]

2.4.3 Incentivos à aplicação do conceito

De maneira a criar as condições para que estes conceitos sejam aplicados de forma generalizada, têm sido criados alguns projectos temáticos de desenvolvimento, dos quais se destaca a Rede Europeia de Habitação Ecológica – EHEN [13] que teve a sua origem em 1993. Na base da sua formação esteve um grupo de promotores de habitação cujos projectos inovadores na área da construção sustentável foram contemplados com um subsídio comunitário no âmbito do programa THERMIE (apoio de projectos inovadores de utilização de energias renováveis). A candidatura a estes subsídios implicou a formação de parcerias entre dois ou mais países, e promoção de reuniões regulares entre todos os projectos apoiados, tendo em vista a disseminação das tecnologias e dos conceitos envolvidos na arquitectura sustentável. A Rede Europeia de Habitação Ecológica (EHEN) transformou-se num fórum de diálogo técnico em prol da construção sustentável, atraindo a atenção de muitos promotores europeus. Em menos de quatro anos a Rede reuniu 38 membros de 10 países europeus diferentes. Actualmente a rede é constituída por 57 membros oriundos de 11 países da Europa [14].

Para todos estes promotores o objectivo é reduzir o impacto ambiental dos seus empreendimentos, independentemente de estes se localizarem em contextos climáticos e

culturais muito diferentes. Todos os membros da rede estão desde há muito conscientes de que nestas reuniões não importa a troca de "receitas", porque estas não funcionam da mesma maneira quando aplicadas a contextos climáticos diferentes, mas, ao contrário, é importante o acesso à informação e à troca de experiências e saberes entre empreendimentos diferentes, cujos resultados de sucesso estimulam o grupo a prosseguir no caminho da sustentabilidade.

2.4.3.1 Casos concretos de aplicação

Desde 1993 a Rede Europeia de Habitação Ecológica reuniu 14 vezes em cidades europeias diferentes. O programa de cada reunião contempla sempre um período de discussão técnica e um período de visitas guiadas a empreendimentos sustentáveis no país anfitrião. Destas visitas, que, são sempre de enorme interesse, são de destacar dois empreendimentos sustentáveis exemplares, a Ecolonia na Holanda e a Egebjerggars na Dinamarca (duas áreas urbanas criadas nos anos 90) [14].

Nos dias 27 e 28 de Abril de 2000, a Rede Europeia de Habitação Ecológica reuniu em Lisboa, sob a coordenação de Tirone Nunes e com o patrocínio da Câmara Municipal de Lisboa que cedeu o Padrão dos Descobrimentos para a realização do evento.

Para além de dois dias de diálogo técnico, no qual participaram cerca de 80 pessoas, foi visitado um edifício habitacional a custos controlados na Avenida de Ceuta, construído no âmbito do programa PER no qual foi possível integrar algumas medidas de eficiência energética, através da participação do INETI.

Foram visitados também o Edifício Administrativo do Parque das Nações e o Pavilhão Atlântico – ambos considerados exemplares pelas medidas de eficiência energética aplicadas que reduziram em 50% os seus gastos energéticos.

Foi finalmente visitada a Torre Verde, edifício residencial bioclimático, também no Parque das Nações, onde se reduziram em mais de 80% [14] os gastos energéticos e os moradores podem usufruir de um elevado nível de conforto térmico durante todo o ano.

Na reunião EHEN – Lisboa 2000, apresentaram-se vários novos projectos. Da Finlândia ao País de Gales ficou claro que, os promotores encaram a eficiência energética dos edifícios como uma medida que já faz parte do "*business as usual*" dos empreendimentos que promovem.

Dos empreendimentos apresentados faz-se aqui referência aqueles que parecem mais interessantes para demonstrar a diversidade de soluções possíveis – todas elas sustentáveis. Por isso, as imagens de cada projecto – Figuras 2.22 e 2.23 – são acompanhadas de alguns

elementos técnicos para demonstrar que apesar da diversidade de medidas técnicas utilizadas, os resultados comprovam uma redução clara do consumo de energia.

THE FOYER



Figura 2.22 – Edifício “The Foyer” [3]

Localização:

Swansea, Wales

Medida sustentáveis:

Recuperação da fachada de um edifício classificado.

Localização do empreendimento perto de rede de transportes públicos.

Janelas super eficientes.

Utilização de materiais reciclados e reutilização de materiais da demolição.

Aplicação de sistema solar passivo através da cobertura em vidro do átrio actuando como zona de transição para reduzir as perdas de calor das residências.

Sistema de painéis solares para aquecimento da água quente doméstica e de painéis fotovoltaicos para sistema de apoio mecânico dos sombreamentos da cobertura do átrio.

Sistema de ventilação natural para o arrefecimento do átrio.

Elevada integração de sistemas de isolamento térmico para redução de perdas de calor

Medidas para redução do consumo de água e electricidade.

TORRE VERDE



Figura 2.23 – Edifício “Torre Verde” [3]

Localização:

Lote 4.21 – Parque das Nações, Lisboa

Medidas sustentáveis:

Todos os apartamentos usufruem de orientação privilegiada a Sul.

Proporção correcta das áreas envidraçadas em função de cada orientação.

Isolamento térmico contínuo aplicado pelo exterior (com 6cm de espessura).

Aplicação de vidros duplos de grande espessura (conforto térmico e acústico).

Aplicação de palas e estores exteriores (protecção solar).

Aplicação de paredes de “Trombe” (não ventiladas) no alçado Sul.

Seleccção de materiais, tendo em conta o ciclo de vida energético e o grau de toxicidade.

Aplicação de pavimentos flutuantes para reduzir a transmissão de ruído.

Medidas para reduccção do consumo de água e electricidade.

2.5 Enquadramento legal enquanto suporte do conceito

A crescente consciência ambiental por parte da sociedade em geral, tem levado a uma contínua procura de soluções para resolver os problemas associados à produção e consumo de energia, tentando reduzir o impacto negativo do seu uso, sem contudo reduzir os actuais padrões de qualidade e de conforto no interior dos edifícios. Tudo passa pelo recurso crescente às energias renováveis e, mais concretamente, pelo aproveitamento da energia solar no sector dos edifícios, tanto de uma forma activa como de uma forma passiva [7]. No entanto, estas medidas só serão viáveis com um forte apoio legislativo nesse sentido.

Um dos actuais objectivos da Comissão Europeia consiste em, até 2010, reduzir em 20% o consumo de energia primária no parque habitacional urbano. O comportamento energético dos edifícios urbanos torna-se, deste modo, um alvo de análise e de intervenção prioritário.

Com o objectivo de estabelecer um quadro comum para promoção da melhoria do rendimento energético dos edifícios, o Parlamento Europeu e o Conselho adoptaram, em 16 de Dezembro de 2002, a Directiva 2002/91/CE [15], relativa ao desempenho energético dos edifícios.

Inserida no âmbito das iniciativas comunitárias em matéria de alterações climáticas (obrigações decorrentes do Protocolo de Quioto) e de segurança do aprovisionamento energético (Livro Verde sobre a segurança do aprovisionamento energético), esta directiva surge na sequência das medidas adoptadas em relação às caldeiras, aos produtos de construção e às disposições do programa SAVE (Decisão n.º 647/2000/CE) [16] relativas aos edifícios.

Efectivamente, a directiva relativa à certificação energética dos edifícios (Directiva 93/76/CE), adoptada em 1993, é anterior à conclusão do acordo de Quioto e às dúvidas recentemente colocadas pelo relatório sobre a segurança do aprovisionamento energético da União, pelo que se impunha uma directiva complementar favorável à abordagem da racionalização do consumo energético dos edifícios no contexto de novos desafios, capaz de propor acções mais concretas para colmatar as lacunas existentes. Uma das respostas encontradas para resolver os problemas energéticos da UE, em especial a sua forte dependência face a fontes de energia externas e o aumento das emissões de gases responsáveis pelo efeito de estufa, consta da Directiva 2002/91/CE visando um melhor desempenho energético dos edifícios, residenciais e do sector terciário, aos quais se atribui mais de 40% do consumo final de energia da Comunidade, com tendência para crescer.

Esta directiva estabelece requisitos em matéria de:

- enquadramento geral para uma metodologia de cálculo do desempenho energético integrado dos edifícios;
- aplicação de requisitos mínimos para o desempenho energético dos novos edifícios;
- aplicação de requisitos mínimos para o desempenho energético dos grandes edifícios existentes que sejam sujeitos a importantes obras de renovação;
- certificação energética dos edifícios;
- inspecção regular de caldeiras e instalações de ar condicionado nos edifícios e, complementarmente, avaliação da instalação de aquecimento quando as caldeiras tiverem mais de 15 anos.

2.5.1 Directivas, normas e regulamentos ligados ao comportamento térmico dos edifícios em Portugal

Dada a urgência do cumprimento dos objectivos delineados em Quioto por parte da UE, todos os países membros têm de implementar a nível nacional, planos para promover o uso de tecnologias energéticas que levem à redução da emissão de gases de efeito de estufa (GEE) e em particular do CO₂, gás que é largamente o maior responsável pelo aquecimento global do planeta.

Portugal, conta desde 19 de Outubro de 2001 com uma Resolução do Conselho de Ministros que adopta o Programa E4 (Eficiência Energética e Energias Endógenas) [17] como a base para a obtenção a nível nacional do objectivo que a UE pediu ao nosso país em termos da redução das emissões até 2012 (a par com o PNAC, Plano Nacional para as Alterações Climáticas [18]). O nosso país ultrapassou já os limites estabelecidos para 2012 e portanto o cumprimento do objectivo final está agora mais longe. No entanto não é intenção deste trabalho abordar esse problema. Dentro deste Programa está incluído o programa nacional para a eficiência energética dos edifícios, designado por P3E [19]. Neste sub programa destinado aos edifícios são de salientar os seguintes objectivos:

- promover a melhoria da eficiência energética nos edifícios, ou a utilização racional de energia (URE), cobrindo todos os tipos de consumo, desde a preparação de água quente sanitária (utilização básica de maior consumo nos edifícios residenciais), passando pela iluminação e pelos equipamentos e electrodomésticos (acesso aos resultados dos avanços tecnológicos), sem esquecer a melhoria da envolvente tendo em conta o impacto desta nos consumos de climatização (aquecimento, arrefecimento e ventilação) para assegurar o conforto ambiente;
- promover o recurso às energias endógenas nos edifícios, criando os meios e instrumentos que facilitam a penetração das energias renováveis (solar térmico, solar fotovoltaico, etc.) e das novas tecnologias energéticas (micro-turbinas para micro-cogeração, células de combustível, etc.), incluindo o estabelecimento das condições para a ligação destes pequenos produtores de electricidade em baixa tensão à rede eléctrica nacional.

Como objectivos mais concretos são apontados os seguintes:

- revisão dos regulamentos térmicos RCCTE [20] e RSECE [21] já que o primeiro tem mais de dez anos sem alterações, e o segundo deve ser revisto a breve prazo. Salientam-se as medidas para obrigar ao aumento do isolamento dos edifícios para que o coeficiente de

transmissão térmica seja cerca de 40% mais baixo que o actual e a adopção de vidros duplos (em situações de pouco ganho solar);

- certificação energética de edifícios; incluindo-a no Sistema Português da Qualidade para clarificar a qualidade da oferta e ao mesmo tempo do consumidor mais intensivo de energia (Sector dos Serviços). Bastante interesse suscita a apresentação obrigatória do Certificado Energético no final da construção de edifícios novos ou reabilitações importantes de edifícios existentes antes da concessão da licença de utilização. A definição de um “limite aceitável” para o consumo específico de cada sub-sector é, por si só, um conceito inovador. Definindo esse limite por exemplo, em cerca de 60% ou 75% da distribuição real de consumos, impõe-se aos edifícios com consumos superiores a esse limite, a necessidade obrigatória de promover acções de conservação de energia que reduzam, efectivamente, por exemplo 1% ao ano, o consumo de energia para os níveis aceitáveis, tendo em conta parâmetros de viabilidade económica da intervenção.
- verificação mais efectiva do RCCTE e do RSECE, consertando esforços com a certificação energética;
- requisitos de formação e competência técnica para os técnicos, quer a nível da autoria dos projectos, quer na verificação e certificação energética através da sua responsabilização pela aplicação efectiva;
- organizar acções de formação acreditadas obrigatórias para a qualificação dos técnicos intervenientes no processo, envolvendo todos os intervenientes. Nomeadamente envolver Associações de Engenheiros Técnicos e Ordens para que haja reconhecimento da importância destas acções;
- certificação energética do património da Administração, para dar o exemplo aos particulares;
- alteração do sistema de incentivos do POE (Plano Operacional da Economia) para a eficiência energética, o MAPE (Medida de Apoio ao Aproveitamento do Potencial Energético e Racionalização dos Consumos), introduzindo os ajustes necessários à promoção de bons edifícios, novos ou reabilitados, bem como de bons sistemas de climatização e demais equipamentos consumidores de energia;
- indexar os incentivos ao desempenho global dos edifícios e sistemas de climatização, entre 30% e 40% do investimento elegível, em função do grau de melhoria relativo às exigências do RCCTE e do RSECE, acima dos 30%;

- promover acções de gestão da procura junto da população, baseado num Observatório para a Energia nos Edifícios, com o apoio da Agência para a Energia. Este observatório, que deve também informar a Administração no sentido de se poder intervir mais rápida e eficazmente;
- promover o recurso às energias renováveis nos edifícios, incluindo a promulgação de uma Lei dos Direitos de Acesso ao Sol.

Resumindo, e em termos mais específicos, o objectivo deste programa é promover a melhoria do desempenho energético dos edifícios, tendo em conta as condições climáticas externas e as condições locais, bem como as exigências em matéria de clima interior e a rentabilidade económica.

2.5.1.1 Âmbito de aplicação dos regulamentos RCCTE e RSECE

Os regulamentos RCCTE e RSECE foram alvo de revisão recente esperando-se que sejam publicados a breve prazo. Nesta proposta o âmbito de aplicação destes regulamentos varia de acordo com a tipologia e função dos edifícios. Assim, e conforme se pode observar na tabela 2.2, o RCCTE é aplicado a todo o tipo de edifícios destinados a habitação. Por sua vez, o RSECE só é aplicado aos edifícios que incluam sistemas AVAC.

Tabela 2.2 – Âmbito da aplicação nos edifícios de habitação

HABITAÇÃO		
	RCCTE	RSECE
< 150 m ²	SIM	
> 150 m ²	SIM	
sem AVAC		NÃO
com AVAC		SIM

Em relação aos edifícios de serviços (Tabela 2.3), verifica-se que para áreas inferiores a 1000m² sem sistema AVAC, se impõe a aplicação do RCCTE em detrimento do RSECE. A partir de 1000m² impõe-se por sua vez a aplicação do RSECE em detrimento do RCCTE.

Tabela 2.3 – Âmbito da aplicação nos edifícios de serviços

SERVIÇOS		
	RCCTE	RSECE
< 1000 m ² e sem sist. AVAC	SIM	NÃO
> 1000 m ² e com sist. AVAC	NÃO*	SIM**
> 1000 m ²	NÃO*	SIM

2.5.1.2 Regulamento de Características de Comportamento Térmico de Edifícios (RCCTE)

Relativamente ao regulamento que aborda as questões energéticas associadas ao comportamento da envolvente dos edifícios (RCCTE), os seus principais objectivos são:

- Melhorar a qualidade da construção tirando partido da arquitectura e das tecnologias para, explorando as potencialidades do clima, satisfazer as condições de conforto;
- Reduzir as necessidades energéticas para o conforto de aquecimento e de arrefecimento contribuindo assim para a sustentabilidade urbana.

Segundo a nova proposta de regulamento, deve também ser contabilizada a energia gasta no aquecimento das águas sanitárias (AQS), o que é uma das novidades introduzidas. Para além disso, há a referir, como novidades, o seguinte:

- Definição do clima mais detalhado, incluindo a diferenciação por altitude;
- Condições interiores definidas com maior rigor;
- Consideração, com maior detalhe, das trocas de calor por renovação de ar (natural, mecânica, ...);
- Consideração das perdas térmicas para o terreno e maior detalhe na definição das pontes térmicas;
- Contabilização no modelo de diferentes padrões de ganhos internos;
- Maior detalhe no cálculo dos ganhos de Verão, mas ainda simplificados;
- Possibilidade de contabilização da contribuição dos sistemas solares passivos.

A energia necessária para aquecimento das águas sanitárias, normalmente pode ser fornecido através de sistemas de Energia Solar Térmica Activa – AQS [22] – como colectores solares térmicos, que acumulam a energia solar disponível durante o dia em depósitos de água,

* não significa que, no RSECE, não se declarem aplicáveis certos requisitos de qualidade mínima para a envolvente.

** requisitos a definir nunca inferiores aos do actual RSECE, desde que acima do limiar de potência instalada, como indicado no actual RSECE ou mesmo na Directiva Europeia.

disponibilizando assim, água quente para consumo. Existem sistemas aplicáveis tanto para a pequena escala como para a grande escala de consumos. Em condições normais, os sistemas solares podem fornecer entre 70 a 80% da energia necessária para o aquecimento das AQS's [23]. Vários estudos económicos mostram que a rentabilidade numa aplicação doméstica deste tipo de sistemas solares pode ser bastante interessante: tendo em conta os benefícios fiscais existentes no IRS (deduzir 30% das importâncias despendidas na aquisição de equipamentos novos de energias renováveis, com o limite máximo de 700€), o rendimento dos equipamentos existentes no mercado assim como o seu custo, é possível atingir valores para o período de retorno do investimento entre os 6 e os 10 anos, dependendo do tipo de energia de substituição (gás natural, gás propano, electricidade, ...) e da escala do sistema aplicado [23]. Em aplicações de raiz ou de maior dimensão é possível diminuir consideravelmente os valores do período do retorno do investimento, o que torna o solar térmico para o aquecimento das AQS, tanto no sector doméstico ou residencial como no sector institucional ou serviços, uma boa solução para a redução dos consumos energéticos.

2.5.1.3 Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios (RSECE)

Relativamente ao RSECE, os principais objectivos delineados por este programa englobam os seguintes pontos:

- Assegurar condições de higiene e de conforto ambiente;
- Limitar os consumos de energia nos edifícios com sistemas AVAC;
- Garantir a qualidade dos equipamentos e instalações de AVAC bem como a sua manutenção.

Este regulamento visa sobretudo aplicar regras mais exigentes aos edifícios que possuem sistemas de climatização mecânicos e colocar uma barreira mais elevada para casos com área superior a 1000m². Os requisitos que terão de ser aplicados aos edifícios que se incluam neste âmbito são:

- Conforto e higiene (conforto higratérmico, qualidade e velocidade do ar);
- Ventilação e filtragem de ar;
- Técnicas eficientes de climatização;
- Requisitos mínimos de eficiência de equipamentos (bombas, ventiladores, motores, ...);
- Ensaio de recepção;
- Requisitos de manutenção e limpeza de condutas;
- Segurança (multi-splits).

2.6 Ferramentas para avaliação do comportamento térmico dos edifícios

Tem-se verificado nos últimos anos uma maior preocupação pelo conforto térmico e logo um aumento dos consumos dedicados a aquecimento e arrefecimento, prevendo-se que esta tendência se mantenha. Torna-se pois necessária a introdução de tecnologias e metodologias que melhorem o conforto térmico nos edifícios, mas minimizem os gastos energéticos. Há que adoptar novas ferramentas, novos métodos de abordagem e análise dos edifícios e do ambiente construído nas nossas cidades, nova regulamentação e métodos de certificação, introduzir sistemas solares passivos e medidas de eficiência energética, e preparar os profissionais do sector.

Uma vez assegurado o quadro legal de apoio à implementação de medidas que visem o controlo dos consumos energéticos no sector dos edifícios, torna-se importante dotar os profissionais do sector, com ferramentas que lhes permitam avaliar as consequências das suas opções a nível construtivo, no comportamento térmico dos edifícios. A melhor forma de encarar a situação actual é utilizando ferramentas que permitam efectuar as correcções necessárias e, simultaneamente, efectuar uma análise custo/benefício em termos da avaliação térmica dos edifícios. Torna-se então necessário que essas ferramentas estejam acessíveis desde o primeiro instante junto de quem tem responsabilidades sobre a execução dos projectos de edifícios. Da mesma forma terá que haver uma consciência de desempenho energético sempre que existam obras de remodelação ou alteração de edifícios, aproveitando desta forma para efectuar correcções energéticas consideradas fundamentais.

Para avaliar esse desempenho energético, o mais correcto será utilizar programas de simulação que permitam identificar as soluções construtivas mais eficientes e adequadas a determinadas situações específicas. A utilização destes programas irá permitir verificar, qual a melhor estratégia que potencie o conforto térmico requerido, minimizando simultaneamente os custos associados ao desenvolvimento da mesma e durante a sua vida útil. É de fundamental importância analisar os custos associados ao funcionamento do edifício ao longo da sua vida útil! Através do recurso a um programa de simulação será possível efectuar várias comparações entre soluções e estratégias construtivas que permitam constatar a influência dos diversos elementos relacionados quer com a envolvente quer com a localização dos edifícios. Até agora as ferramentas existentes que permitiam a avaliação da evolução das condições térmicas num dado espaço estavam restritas a alguns programas que necessitavam de grandes modelos de cálculo, com grandes tempos de computação e de difícil interface com o utilizador. Foi, atendendo a todos estes elementos, que surgiu o programa agora apresentado. Uma vez que utiliza um interface gráfico de fácil utilização, poderá revelar-se muito útil na

observância das condições exigidas a um determinado espaço, consoante a sua localização geográfica e características térmicas requeridas, com base nos pressupostos funcionais que hoje em dia regem a generalidade dos projectos, contribuindo deste modo para a convergência com a política de desempenho energético estabelecida pela UE.