



**Hélder António Fontes
Gomes**

Aquecimento de águas numa habitação recorrendo a energias renováveis

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizada sob a orientação científica do Doutor Henrique Manuel Morais Diz, Professor Catedrático do Departamento de Economia e Gestão Industrial da Universidade de Aveiro

Dedico este trabalho à minha esposa e aos meus familiares pelo incansável apoio.

o júri

presidente

Prof. Doutor Joaquim José Borges Gouveia
Professor catedrático da universidade de Aveiro

Prof. Doutora Maria José Aguilar Madeira Valente da Silva
Professora da Universidade da Beira Interior

Prof. Doutor Henrique Manuel Morais Diz
Professor catedrático da Universidade de Aveiro

agradecimentos

Ao Professor Henrique Diz, que aceitou ser meu orientador.
Aos membros do júri e todos que tornam possível a realização desta dissertação.

palavras-chave

Energias renováveis; Aquecimento de águas

resumo

Face aos desajustamentos dos preços das energias fósseis e ao impacto que provocam, as energias renováveis demonstram cada vez mais a sua importância e merecem cada vez mais a credibilidade dos seus utilizadores.

A energia solar está a ser cada vez mais utilizada para o aquecimento de água, tanto para uso industrial, comercial como residencial, apresentando, esta última, um crescimento nos últimos anos, muito por força da alteração da legislação e dos incentivos por parte do estado.

Para manter a temperatura da água do reservatório nas condições estabelecidas para o uso é necessário a utilização de uma fonte de energia auxiliar. As duas fontes de energia auxiliar mais empregadas nos sistemas de aquecimento de água por energia solar são a electricidade e o gás.

Mas o presente documento vai demonstrar que existem mais fontes de calor de energia para auxiliar o sistema de aquecimento de águas, e que estas podem ser realizadas com recurso a energias renováveis, que por se renovarem apresentam mais vantagens em relação às não renováveis.

Na presente dissertação foram realizadas recolhas de dados, com a finalidade de analisar o comportamento energético de um sistema de aquecimento de água por energia solar, por circulação natural, e por circulação forçada. Esta análise foi desenvolvida com parâmetros de utilização e parâmetros de qualidade dos materiais e, ainda, com a caracterização dos componentes da instalação. Para a execução do trabalho foram realizadas dez leituras de temperaturas, uma por dia.

No último capítulo, serão apresentados os equipamentos pela qual se pode realizar o aquecimento de uma habitação com o recurso a energias renováveis.

keywords

Renewed energies, heating of a habitation,

abstract

Face to the maladjustments of the prices of the fossils energies and to the impact that they provoke, the energies demonstrate to each time all the extremely importance and deserve each time more the credibility of its users.

The solar energy it's been used every time more for the water heating, and for industrial, commercial and residential use, presenting, this last one, a growth in recent years, much for force of the alteration of the legislation and the incentives on the part of the state.

To keep the temperature of the water of the reservoir in the conditions established for the use it's necessary use a power plant auxiliary. The two power plants auxiliary more used in the systems of water heating for solar energy are the electricity and the gas.

But the present document try to demonstrate that more sources of energy heat exist to assist the system of water heating, and that these can be carried through with resource the energies renewed, that for if renewing they present more advantages in relation you did not renew.

In the present document retractions of data had been carried through, with the purpose to analyze the energy behavior of a system of water heating for solar energy, natural circulation, and for forced circulation. This analysis was developed with parameters of use and the parameters of quality of the materials and, still, with the characterization of the components of the installation. For the execution of the work ten readings of temperatures had been carried through, one per day.

In the last capitulate will be presented the equipment for which if it can carry through the heating of a habitation with the resource to energies renewed.

Índice

1. INTRODUÇÃO	6
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	7
2.1. O que é a energia	7
2.2. A história da energia	7
2.3. Fontes de Energia	8
2.3.1. Energias Não Renováveis	8
2.3.1.1. Carvão	9
2.3.1.2. Petróleo	11
2.3.1.3. Gás Natural	12
2.3.1.4. Energia Nuclear	13
2.3.2. Energias Renováveis	13
2.3.2.1. Energia Solar.....	14
2.3.2.2. Energia Eólica.....	15
2.3.2.3. Energia Geotérmica	15
2.3.2.4. Energia Hídrica.....	16
2.3.2.5. Biomassa.....	16
3. Enquadramento Legal	20
3.1. Protocolo de Quioto	20
3.1.2 Metas pós - Quioto.....	22
3.2. Microgeração	23
3.3. Decreto-lei nº 78/2006 de 4 de Abril de 2006.....	24
3.4. Decreto-lei nº 79/2006 de 4 de Abril de 2006 (Regulamento dos sistemas energéticos e de climatização em edifícios).....	25
3.5. Decreto-lei nº 80/2006 de 4 de Abril de 2006 (Regulamento das características de comportamento térmico dos edifícios).....	27
3.6. Incentivos fiscais à utilização de energias renováveis	28
4. ENERGIA SOLAR	29
4.1. Radiação solar	29
4.2. Vantagens e desvantagens da energia solar	31
4.2.1. Vantagens.....	31
4.2.2. Desvantagens	32
5. AQUECIMENTO DE ÁGUAS ATRAVÉS DA ENERGIA SOLAR	33
5.1. Processos de transferência de Calor.....	33

5.1.1. Condução	34
5.1.2. Convecção	34
5.1.2.1 Convecção forçada.....	34
5.1.2.2. Convecção natural.....	35
5.2. Instalação do sistema de aquecimento de águas.....	35
5.2.1. Orientação e localização	35
6. SISTEMAS DE AQUECIMENTO DE ÁGUAS QUENTES SANITÁRIAS	37
6.1. Circulação natural.....	37
6.2. Circulação forçada.....	38
6.3. Constituintes de um sistema de aquecimento de águas sanitárias.....	40
6.3.1. Colector solar	40
6.3.1.1 Colectores em tubos de vácuo	40
6.3.1.2 Colectores CPC (concentrador parabólico composto)	42
6.3.1.3 Colectores planos	42
6.3.2. Depósito	46
6.3.3. Válvula de segurança limitadora de pressão no circuito.....	48
6.3.4. Vaso de expansão.....	49
6.3.5. Purgadores de ar.....	50
6.3.6. Válvulas misturadoras termostática	50
6.3.7. Bombas circuladoras	51
6.3.8. Fonte de energia auxiliar.....	51
6.3.8.1. Estufa de <i>Pellets</i>	52
6.3.8.2. Bombas de calor geotérmicas	55
6.4. Recolha e análise dos dados experimentais	58
6.5. Comparação dos sistemas de aquecimento de águas sanitárias	62
7. Sistema de aquecimento de uma habitação recorrendo a energia renováveis	65
7.1. Piso radiante.....	66
7.2. Ventiló-convectores	68
7.3. Radiadores por condução de água ou não eléctricos	69
7.4. Comparação dos diferentes sistemas de aquecimento de uma habitação.....	70
7.5. Associação de painéis solares a outros equipamentos com a finalidade de aquecer a habitação	72
8. Conclusão	75
9. Referências	76

Índice de Figuras

Figura 1 – Representação das principais fontes de energia não renováveis	9
Figura 2 – Processo de Refinação do Petróleo	12
Figura 3 – Representação das principais fontes de energia renováveis.....	14
Figura 4 – Trajectória elíptica da Terra ao redor do Sol	30
Figura 5 - Apoio colocado no interior do depósito	39
Figura 6 - Apoio colocado no exterior do depósito	39
Figura 7 – Esquema aquecedor solar de placa	43
Figura 8 – Depósito vertical e Horizontal representado esquematicamente.....	47
Figura 9- Depósitos sem serpentina, com uma serpentina e com duas serpentinas	48
Figura 10 - Válvula de segurança.....	49
Figura 11 - Vaso de expansão.....	49
Figura 12 - Misturadora termostática	50
Figura 13 - Estufa de <i>Pellets</i>	52
Figura 14 – <i>Pellets</i>	55
Figura 15 – Bomba de calor geotérmica.....	55
Figura 16 – Princípio da bomba de calor geotérmica.....	57
Figura 17 - Colector Selectivo de marca Solius	59
Figura 18 - Representação esquemática da instalação do sistema de circulação forçada	60
Figura 19 - Representação esquemática da instalação do sistema de termosifão	60
Figura 20 – Colocação do tubo no sistema de piso radiante.....	66
Figura 21 – Montagem do piso radiante	67
Figura 22 - Propagação do calor através do piso radiante	67
Figura 22 – Exemplo de um ventilador-convetor	69
Figura 24 – Forma como se propaga o calor através de um radiador.....	70

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Estufa de <i>Pellets</i> – Dados Técnicos	52
Tabela 2 - Comparativo do consumo de combustível	54
Tabela 3 – Recolha dos dados experimentais.....	61
Tabela 4 – Exemplos de preço de fornecimento e instalação dos diferentes sistemas material <i>cirelius</i> em 2009	72

Índice de Gráficos

Gráfico 1 - Composição do carvão.....	10
Gráfico 2 - Registo das temperaturas verificadas nos dois sistemas de Aquecimento de águas quentes sanitária	62

1. INTRODUÇÃO

A necessidade do desenvolvimento tecnológico, o acréscimo da população e a melhoria do bem-estar humano está directamente relacionado com o aumento do consumo de energia no nosso planeta. A crescente procura de energia poderá ocasionar um desequilíbrio ambiental, como por exemplo, a devastação de florestas e a inundação de campos, para produzir a energia necessária para sustentar o desenvolvimento.

As fontes alternativas de energia tem vindo a conquistar um espaço importante na matriz energética mundial, conciliando a geração de riquezas com a redução da degradação do meio ambiente e diminuindo especialmente o volume de emissões de gases poluentes.

As energias renováveis continuam a serem vistas por muitos, como a futura solução para o problema energético mundial. Apesar de todos os avanços tecnológicos já conseguidos nestas áreas, somados a todos os apelos dos ecologistas e juntamente com todos os apoios efectuados pelos governantes, não foram ainda suficientes para cativar o público em geral.

Em Portugal para colmatar a não adesão em adoptar estes tipos de energias, o governo aprovou uma legislação na qual vigora a obrigatoriedade de colocação de painéis solares em habitações a serem construídas desde o passado mês de Março do presente ano.

Um dos principais obstáculos verificados até agora passa muito pela novidade deste tipo de energia. Os portugueses sempre foram um povo com dificuldade pela total adesão a situações/circunstâncias novas. Por outro lado diz-se que o custo inicial de instalação de um sistema que aproveite a energia solar é elevado, e que está dependente das condições atmosféricas.

A melhor forma de tratar o problema da utilização da energia solar, não é super valorizar nem negligenciando as suas desvantagens, mas continuamente pesquisar novos sistemas, técnicas ou materiais, por forma a aperfeiçoar o sistema em si e desta forma sensibilizar e cativar a população para adopção de estes sistemas.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. O que é a energia

A etimologia da palavra energia tem origem no idioma grego *εργος* (erfos) que significa “trabalho”. A definição de energia pode variar consoante o ponto de vista de quem faz a definição, seja o físico, o engenheiro ou o cidadão.

O termo energia também pode designar as reacções de uma determinada condição de trabalho, por exemplo calor, movimento ou luz. Estes podem ser realizados por uma fonte inanimada ou por um organismo vivo.

A energia manifesta-se de diferentes modos, ou seja, são conhecidas diferentes formas de energia, por exemplo mecânica, calorífica, gravítica, eléctrica, química, nuclear, etc.

De acordo com o objectivo do trabalho, mas sem colocar nenhuma das outras definições de parte, energia pode ser definida como o potencial inato para executar trabalho ou realizar uma acção.

2.2. A história da energia

A história da energia confunde-se com a história da Humanidade, uma vez que desde os primórdios que o Homem necessita de energia para viver.

No tempo dos Homens das cavernas, o fogo era utilizado na sua protecção contra inimigos e animais, na preparação da sua alimentação, e no aquecimento em noites frias, sendo o fogo a fonte de calor e de luz.

Mais tarde, o Homem passou a utilizar a energia dos animais que domesticava, para realizar os trabalhos mais pesados, como arar a terra e transportar cargas.

Os navegadores, por sua vez, souberam tirar proveito da energia dos ventos para navegarem pelos mares, descobrindo e colonizando novos continentes.

A revolução industrial na Europa, veio marcar definitivamente o uso e a importância da energia nos tempos modernos.

Na segunda metade do século XIX, inicia-se a utilização de novas fontes de energia, como o petróleo e a electricidade, sendo assim dado um grande passo no desenvolvimento da humanidade.

Hoje em dia, a grande percentagem de energia consumida é obtida através do carvão, petróleo e gás natural, mas a velocidade de reposição destas energias é praticamente nula na escala da vida humana. Por isso, o futuro depende da importância que o Homem der às energias renováveis, como a energia que nos vem do sol, do vento, e da própria Terra.

2.3. Fontes de Energia

O planeta Terra mudou. O homem mudou e evoluiu. De dia para dia, a procura energética aumenta, e os cenários de crescimento mostram que algumas dessas fontes terminarão um dia.

Além de toda a problemática existente envolvendo as fontes de energia, actualmente as mais utilizadas são as energias não renováveis. Mas em tempos de debates sobre o aquecimento global, são as energias renováveis que têm sido apontadas, não só como a evolução das fontes energéticas, mas como sendo uma necessidade do mundo moderno.

Assim, as fontes de energia podem ser divididas em dois grupos:

- Energias não renováveis (temporárias);
- Energias renováveis (permanentes).

2.3.1. Energias Não Renováveis

As fontes de energia não renováveis, não são possíveis de repor o que foi gasto, isto é, irão acabar um dia.

As principais são a energia nuclear e os combustíveis fósseis (carvão, petróleo, e gás natural).

Os combustíveis fósseis podem ser usados na forma sólida (carvão), líquida (petróleo) ou gasosa (gás natural). São acumulações de seres vivos que viveram há milhões de anos e que foram fossilizados formando o carvão ou os hidrocarbonetos.

O carvão provém de bosques e florestas nas zonas húmidas, o petróleo e o gás natural provém de grandes massas de plâncton marinho acumulado no fundo do mar. Em ambos os casos, a matéria orgânica foi parcialmente decomposta por falta de oxigénio, acumulando-se moléculas com ligações de alta energia.

Os hidrocarbonetos provêm da decomposição de organismos vivos durante Eras geológicas, pela acção da temperatura, pressão e certas bactérias.

Actualmente, a procura de energia assenta fundamentalmente nas fontes de energia não renováveis, as quais têm tecnologia difundida, mas possuem um elevado impacto ambiental.

Estima-se que o planeta poderá fornecer energia para mais 40 anos, no caso petróleo, mais de 200 no caso do carvão, e mais 60 anos no caso do gás natural.

Importa inverter esta tendência, tornando o consumo, das energias não renováveis, mais eficiente e substituindo-o gradualmente por energias renováveis.

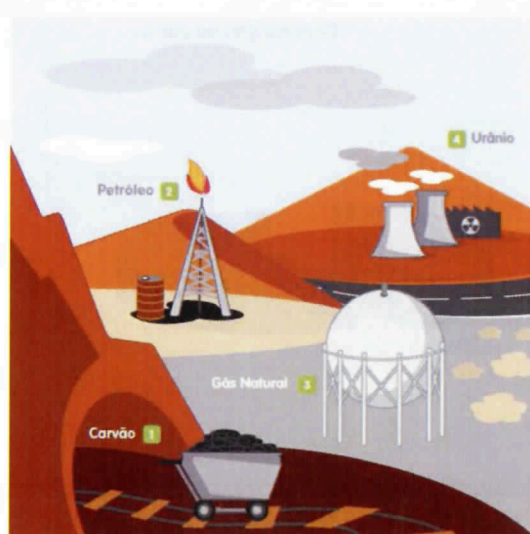


Figura 1 – Representação das principais fontes de energia não renováveis

Fonte: Guia edp

2 3.1.1. Carvão

O carvão é um combustível fóssil extraído de explorações minerais e foi o primeiro a ser utilizado em grande escala, o que acarreta um maior impacto ambiental em termos de poluição e alterações climáticas. No entanto, face à grande disponibilidade do carvão mineral e vegetal, e ao seu baixo custo, conferem a este combustível um papel relevante na economia actual, e em especial para economias em desenvolvimento.

Formação

Ocorre a deposição de matéria orgânica. De seguida começa a incarbonização externa a uma pequena distância da superfície, na qual se decompõe a matéria orgânica em carbono e voláteis, por meio de bactérias anaeróbias que se alimentam de hidratos de carbono. A incarbonização interna vem após os terrenos sofrerem um abatimento, estando assim sujeitos a maior pressão e temperatura.

Nestas condições vai durante largos períodos de tempo, diminuir o tamanho e aumentar a densidade, aumentar a percentagem de carbono por perda de outros componentes, e diminuir a concentração de voláteis.

A composição do carvão é a seguinte:

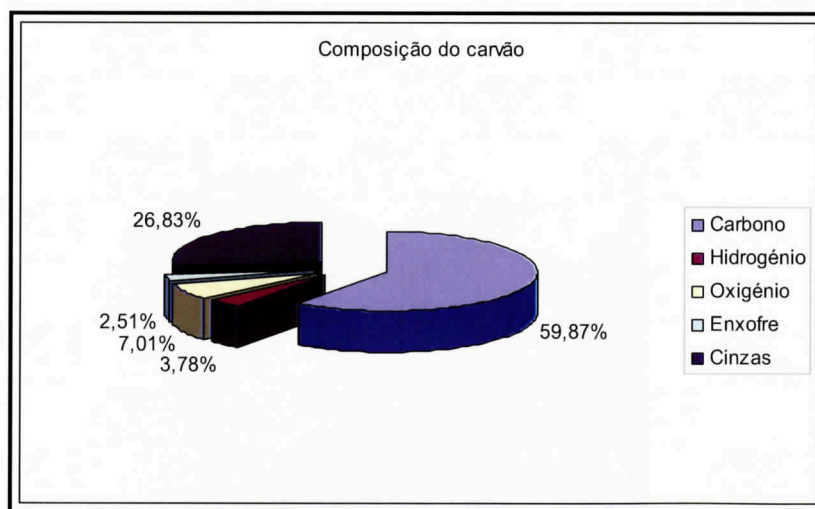


Gráfico 1 - Composição do carvão

Fonte: adaptado Wikipedia

2.3.1.2. Petróleo

O petróleo é constituído por uma mistura de compostos orgânicos. É uma das maiores fontes de poluição atmosférica, porque é utilizado sobretudo nos transportes.

Este combustível fóssil é motivo de disputas económicas e conflitos armados.

Formação

Com base na teoria orgânica da origem do petróleo, o mesmo deverá ser encontrado, com maior probabilidade, nas áreas em que no decorrer de diferentes Eras geológicas, houve uma deposição de rochas sedimentares e acumulação de restos orgânicos.

Na composição de petróleo encontram-se hidrocarbonetos: as fracções leves de hidrocarbonetos formam os gases, enquanto as fracções pesadas formam o óleo cru. A proporção entre estes hidrocarbonetos é que define os vários tipos de petróleo.

Extracção

O sistema de extracção de petróleo varia com a quantidade de gás, acumulada nas rochas. Se a quantidade de gás for suficiente, a sua pressão pode expulsar por si mesma, o óleo, bastando uma tubulação que comunique o poço com o exterior. Se a pressão for fraca ou nula, será preciso a ajuda de bombas de extracção.

Refinação

O processo começa pela destilação do petróleo bruto (1) em que são eliminados os sais minerais. Posteriormente, o óleo é aquecido a 320° C em fornos de fogo directo (2) e passa para as unidades de fraccionamento, onde podem ocorrer até três etapas diferentes. A etapa principal é realizada na coluna atmosférica (3): o petróleo aquecido é introduzido na parte inferior da coluna junto com vapor de água para facilitar a destilação. Desta coluna surgem as fracções (4) ou extracções laterais, que ainda terão de ser

transformadas (5) para obter os produtos finais desejados. A maioria dos produtos sofre tratamentos suplementares para melhorar a sua qualidade.

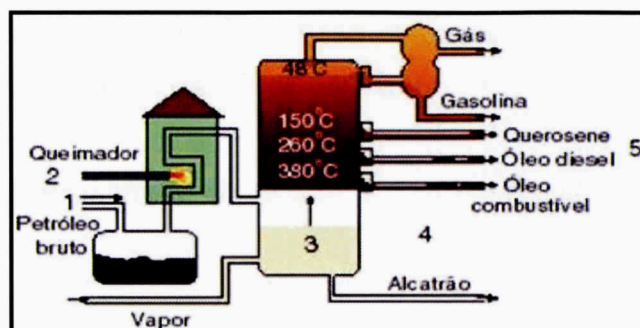


Figura 2 – Processo de Refinação do Petróleo

Fonte: www.iped.com.br

2.3.1.3. Gás Natural

O gás natural embora menos poluente que o carvão e o petróleo, também contribui para as alterações climáticas. É utilizado como combustível e em nossas casas.

Da combustão do gás natural resultam pequenas quantidades de óxido de enxofre e de azoto (responsáveis pelas chuvas ácidas), bem como de dióxido de carbono, que está na origem do efeito estufa.

Formação

O gás natural é uma mistura de gases encontrados frequentemente em combustíveis fósseis. Formam-se durante milhões de anos a partir dos sedimentos de animais e plantas. Tal como o petróleo, o gás natural encontra-se em jazidas naturais subterrâneas ou bolsas. É destas bolsas de onde o gás natural é extraído e transportado até ao utilizador final, sendo consumido sem passar por qualquer processo de transformação.

2.3.1.4. Energia Nuclear

A energia nuclear é a energia libertada durante a fusão ou fissão do núcleo atómico de um elemento pesado, como por exemplo, o urânio e o plutónio.

Na fusão, os dois átomos de pequenas dimensões combinam-se originando um átomo de maiores dimensões constituindo um elemento diferente.

Enquanto na fissão, um átomo de um elemento é dividido, produzindo dois átomos de menores dimensões de elementos diferentes.

Quando se separa o núcleo dos átomos ocorre uma reacção química, libertando-se uma grande quantidade de luz, calor e radiações, sendo esta última mortal para a vida humana.

Quando se separa o núcleo do átomo lentamente, a energia produzida pode ser transformada, nas centrais termonucleares, em energia eléctrica. Se a separação ocorrer de forma brusca ocorre uma devastadora explosão criando-se assim, a bomba atómica.

Todos os reactores nucleares produzem energia a partir da reacção de fissão, mas os cientistas acreditam que a fusão nuclear controlada pode originar uma fonte de energia alternativa, relativamente barata de produção de electricidade, o que ajudaria a conservar o suprimento de combustíveis fósseis do planeta, que rapidamente se esgotará. Além da valiosa fonte de energia eléctrica para uso comercial, os reactores nucleares também servem para impelir alguns tipos de navios militares e submarinos.

2.3.2. Energias Renováveis

As fontes de energia renováveis são caracterizadas por não se estabelecer um limite de tempo para a sua utilização. Trata-se de fontes limpas de energia, também conhecidas como energias verdes, por não poluírem a atmosfera com gases com efeito de estufa.

Estas energias são produzidas: pelo calor do Sol, pela força do vento ou da água.

As fontes de energia renováveis ainda são pouco utilizadas devido aos custos de instalação, à inexistência de tecnologias e redes de distribuição experimentadas e, em geral, ao desconhecimento e falta de sensibilização para o assunto por parte dos consumidores e dos municípios.

Ao ritmo que cresce o consumo dos combustíveis fósseis colocam-se dois importantes problemas, o primeiro de ordem ambiental e o segundo o facto dos recursos energéticos fósseis serem finitos, ou seja, esgotáveis.

As fontes de energia renováveis surgem como uma alternativa ou complemento às convencionais.

Num país como Portugal, que não dispõe de recursos energéticos fósseis, o aproveitamento das fontes de energia renováveis deveria ser um dos objectivos primordiais da política energética nacional.



Figura 3 – Representação das principais fontes de energia renováveis

Fonte: Guia edp

2.3.2.1. Energia Solar

A energia solar provém da luz do Sol, que depois de captada pode ser transformada em energia eléctrica ou térmica.

Este tipo de energia terá especial destaque no capítulo quatro, neste trabalho.

2.3.2.2. Energia Eólica

A energia eólica provém do vento. Esta energia tem sido aproveitada desde a antiguidade para navegar ou para fazer funcionar os moinhos.

No início da década de 70, com a crise mundial do petróleo, houve um grande interesse de países europeus e dos Estados Unidos em desenvolver equipamentos para a produção de electricidade que ajudassem a diminuir a dependência do petróleo e do carvão.

Rapidamente se desenvolveu uma sólida indústria de componentes e de equipamentos para o aproveitamento da energia eólica, passando esta a ser muito mais competitiva, com aperfeiçoamentos constantes e sem efeitos nocivos para o ambiente.

A produção de energia eólica é uma das tecnologia mais sensata e económica, actualmente disponível, tendo a vantagem de não emitir quaisquer gás com efeito estufa.

As grandes dimensões das turbinas eólicas, que modificam a paisagem, produzem algum ruído e têm alguma influência na avifauna, são as principais desvantagens associadas a este tipo de energia.

2.3.2.3. Energia Geotérmica

A energia geotérmica provém do interior do nosso Planeta, libertada sob a forma de calor.

Está relacionada com fenómenos geológicos que se processam à escala global. Pode ser utilizada para banhos quentes, termas, aquecimento doméstico e de grandes edifícios, agricultura (estufas), criação animal, entre outras.

Numa central de energia geotérmica, são feitas perfurações de forma a criarem-se canais até às camadas interiores da Terra, onde a temperatura é bastante elevada, e injecta-se-lhes água. Esta, por sua vez, transforma-se em vapor e volta à superfície onde é canalizada numa turbina.

Antes de ser utilizado o vapor é submetido a um processo de purificação.

As principais vantagens desta fonte de energia são o facto de não ser poluente e das centrais não necessitarem de muito espaço, de forma que o impacto ambiental é bastante reduzido. No entanto, grande parte desta energia encontra-se dispersa, a baixas temperaturas e apenas uma pequena parte desse calor pode ser recuperado e economicamente aproveitado.

2.3.2.4. Energia Hídrica

A energia hídrica é obtida a partir do curso de água e pode ser aproveitada por meio de um desnível ou queda de água.

Nas centrais hidroeléctricas, através de turbinas hidráulicas, associadas a geradores e alternadores é possível converter energia hídrica em energia eléctrica. Na maioria dos casos o rendimento global é superior a 90%.

O princípio de funcionamento destas centrais consiste em converter a energia mecânica existente num curso de água, como um rio, em energia eléctrica, que pode ser transportada a grandes distâncias e finalmente usada em nossas casas. Para aumentar o potencial do curso de água, constroem-se barragens, cujo propósito é reter a maior quantidade de água possível e criar um desnível acentuado.

Da construção de barragens de grandes dimensões pode resultar alguns impactos negativos no meio ambiente e no eco sistema fluvial. Assim, para potências iguais ou inferiores a 10 MW é possível definir uma exploração como mini hídrica, que ao invés das barragens de grande dimensão têm menos impactos ambientais.

O facto de utilizar um recurso renovável para a produção de energia, já apresenta por si uma vantagem.

2.3.2.5. Biomassa

De acordo com a Directiva 2001/77/CE, de 27 de Setembro de 2001, a biomassa constitui "a fracção biodegradável de produtos e resíduos da agricultura (incluindo substâncias vegetais e animais), da floresta e das indústrias

conexas, bem como a fracção biodegradável dos resíduos industriais e urbanos”.

A tecnologia de utilização da biomassa para o aquecimento das zonas residenciais e industriais é usual. Existe uma forte tradição dessa utilização. Este é o sector que utiliza a maior quantidade de biomassa.

Todos os tipos de biomassa podem ser utilizados para a produção de electricidade, utilizando diferentes tecnologias.

Existem vários métodos para a transformação de biomassa em energia, embora o mais utilizado seja os métodos termoquímicos.

Os métodos termoquímicos baseiam-se na utilização de calor como fonte de transformação da biomassa. Tratam-se de métodos que têm vindo a ser desenvolvidos para a conversão da biomassa residual obtida a partir das actividades agrícolas e florestais e das indústrias de transformação agro-alimentar e da madeira.

Existem três tipos de processos (que dependem da quantidade de oxigénio presente no momento da transformação):

- Combustão – a biomassa é submetida a altas temperaturas num contexto em que se regista um excesso de oxigénio. É o método tradicional de produção de calor nos processos domésticos e industriais ou de energia eléctrica.

- Pirólise – a biomassa é submetida a altas temperaturas (cerca de 500°C) na ausência de oxigénio. É utilizado na produção de carvão vegetal e na produção de combustíveis líquidos semelhantes aos hidrocarbonetos.

- Gaseificação – a biomassa é submetida a temperaturas muito altas na presença de quantidades limitadas de oxigénio, mas de modo a permitir uma combustão completa.

Conforme se utiliza ar ou oxigénio, obtêm-se produtos diferentes. No caso de se utilizar ar, obtém-se um gás pobre que se pode utilizar para a produção de electricidade e vapor de água. No caso de se utilizar oxigénio puro, obtém-se um gás de síntese que pode ser transformado em combustível líquido.

As vantagens da utilização desta energia são o seu baixo custo, o facto de ser renovável o que permite o reaproveitamento de resíduos e é muito

menos poluente que as outras formas de energia como aquela obtida a partir de combustíveis fósseis.

A partir da biomassa pode-se produzir os biocombustíveis gasosos e líquidos.

Biocombustíveis

Um biocombustível é qualquer combustível de origem biológica, excluindo a origem fóssil, que pode ser usado isoladamente ou ser misturado com outros combustíveis convencionais. Existem vários tipos de biocombustíveis, como sejam o bioetanol, o biometanol, o biodiesel, e o biogás.

Os exemplos mais comuns de biocombustíveis líquidos são o biodiesel (alternativa ao gasóleo) e o bioetanol (alternativa à gasolina).

Actualmente, os processos produtivos de biocombustíveis envolvem tecnologias de 1ª geração, que utilizam como matéria-prima biomassa também utilizada na produção de alimentos. O bioetanol é obtido tipicamente a partir do milho ou da cana-de-açúcar por processos de fermentação e o biodiesel é obtido a partir de óleos vegetais (soja, colza, girassol, etc.) por um processo de transesterificação.

Devido às matérias-primas envolvidas na sua produção, os biocombustíveis de 1ª geração tem gerado alguma controvérsia, pelo que se encontram em fase de forte investigação, o estudo de matérias-primas alternativas que não concorram com a produção de alimentos e o desenvolvimento de tecnologias ditas de 2ª geração.

A utilização de óleos alimentares usados e de óleos extraídos de microalgas e de culturas não alimentares com crescimento em terrenos inférteis para a produção de biodiesel e a utilização de biomassa lenhocelulósica (resíduos florestais e agrícolas) para a produção de biocombustíveis por processos de liquefacção, pirólise e gasificação, são alguns dos exemplos.

O futuro a médio/longo prazo dos biocombustíveis passam necessariamente pela utilização de tecnologias de 2ª geração.

Os biocombustíveis gasosos, ou seja, o biogás tem origem nos efluentes agro-pecuários, da agro-indústria e urbanos (lamas das estações de tratamento dos efluentes domésticos) e ainda nos aterros de resíduos sólidos urbanos.

Este resulta da degradação biológica anaeróbia da matéria orgânica contida nos resíduos anteriormente referidos e é constituído por uma mistura de metano e o restante de dióxido de carbono.

3. Enquadramento Legal

3.1. Protocolo de Quioto

O Protocolo de Quioto é a consequência de uma série de eventos iniciada com a *Toronto Conference on the Changing Atmosphere*, no Canadá realizada em outubro de 1988, seguida pelo *IPCC's First Assessment Report* em Sundsvall, na Suécia em Agosto de 1990 e que culminou com a *Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança Climática*, no Brasil em junho de 1992.

Discutido e negociado em Quioto, no Japão em 1997, foi aberto para assinaturas em 11 de Dezembro de 1997 e ratificado em 15 de Março de 1999. Para este entrar em vigor, foi necessário que 55% dos países, que juntos, produzem 55% das emissões, o ratificassem, entrando em vigor em 16 de Fevereiro de 2005, depois da Rússia o ratificar em Novembro de 2004.

O acordo internacional foi ratificado por 156 países, mas vários países industrializados recusaram-se a ratificar o protocolo, entre os quais os EUA e a Austrália.

O protocolo propõe um calendário pelo qual os países membros (principalmente os desenvolvidos) têm a obrigação de reduzir a emissão de gases que agravam o efeito estufa em, pelo menos, 5% em relação aos níveis de 1990 no período entre 2008 e 2012, também chamado de primeiro período de compromisso (para muitos países, como os membros da UE, isso corresponde a 15% abaixo das emissões esperadas para 2008).

As metas de redução não são homogéneas para todos os países, colocando níveis diferenciados para os trinta e oito países que mais emitem gases. Os países em franco desenvolvimento como é o caso do Brasil, México, Argentina e Índia não receberam metas de redução, pelo menos momentaneamente.

A redução dessas emissões deverá acontecer em várias actividades económicas. O protocolo estimula os países signatários a cooperarem entre si, através de algumas acções básicas como reformar os sectores da energia e transportes, promover o uso de fontes energéticas renováveis e limitar as

emissões de metano, através da gestão de resíduos e dos sistemas energéticos, protecção das florestas e outros sumidouros de carbono.

Se todos os objectivos forem cumpridos, estima-se que a temperatura global reduza entre 1.4° C e 5.8°C até 2100.

O protocolo de Quioto expira em 2012, e já há o compromisso com Organização das Nações Unidas e de alguns governos para o delineamento de um novo acordo ou o que é mais provável um segundo período de vigoração do protocolo, mas com novas metas a serem definidas.

A união europeia, divulgou no dia 23 de Janeiro de 2008, as cotas relativas a cada Estado Membro para que sejam atingidas as metas traçadas em Março de 2007 para a redução das emissões de gases com efeito estufa.

O principal critério avaliado por Bruxelas, para distribuir os esforços de redução baseou-se no produto interno bruto (PIB) *per capita* de cada Estado Membro, que varia num intervalo entre 20% de redução (caso da Dinamarca, Luxemburgo e Irlanda) e um aumento das emissões de 20%, (caso da Bulgária e da Roménia).

Os vinte e sete terão de reduzir 10% das emissões de CO₂, em relação a 2005, nos sectores excluídos do Comercio Europeu das Licenças de Emissão, como os transportes, edifícios ou agricultura.

A união europeia divulgou ainda um pacote legislativo que prevê a criação de um plano europeu de atribuição de licenças de emissão, substituirá, a partir de 2013, os vinte e sete planos nacionais.

Situação em Portugal

No âmbito do acordo de Partilha de Responsabilidade, Portugal assumiu o compromisso de não apresentar um aumento de emissão superior a 27% relativamente ao ano de referência de 1990, durante o período de 2008 a 2012.

A união europeia, anunciou no dia 23 de Janeiro de 2008 que Portugal pode aumentar em 1% as emissões de gases poluentes, nos sectores não abrangidos no Comercio Europeu das Licenças de Emissão.

A nível nacional, o instrumento por excelência que promove a redução dos gases com efeito de estufa é o Plano Nacional para as Alterações Climáticas (PNAC 2006) que constitui um suporte à análise do compromisso de Portugal

face ao primeiro período de cumprimento do protocolo de Quioto e sistematiza e apresenta estimativas de emissão de gases com efeito de estufa para o ano de 2010. O PNAC apresenta ainda um conjunto de políticas e medidas adicionais com vista a aproximar a situação nacional dos compromissos internacionais.

Os sectores que mais contribuem para o balanço nacional dos gases com efeito de estufa são os sectores dos transportes, oferta de energia e indústria, pelo que são alvo de maior atenção no PNAC.

Como exemplo de medidas do PNAC, podem referir-se:

- Programa de água quente solar para Portugal: promoção do aquecimento da água por energia solar no sector residencial.
- Produção de electricidade a partir de fontes renováveis de energia, como a eólica ou a fotovoltaica;
- Promoção da utilização de lâmpadas de alta eficiência, através da introdução de taxas sobre lâmpadas convencionais;
- Construção e ampliação de redes metropolitanas.

O PNAC assume um aumento de emissões de cerca de 6% acima dos 27% permitidos, o que obrigará a recorrer aos mecanismos de flexibilidade previstos no protocolo de Quioto.

O Fundo Português de Carbono é um instrumento financeiro constituído em 2006, que permite a obtenção de créditos de emissão, e também apoiar projectos nacionais que conduzem a uma redução das emissões e ao cumprimento das metas estabelecidas no protocolo de Quioto.

Neste sentido, foi aprovado em 2006, o Plano Nacional de Atribuição de Licenças de Emissão, que estabelece a quantidade total de licenças de emissão a atribuir e como estas serão distribuídas pelos diferentes sectores de actividade e instalação, entre 2008 e 2012.

3.1.2 Metas pós - Quioto

Os compromissos da União Europeia (UE) para combater as alterações climáticas foram o ponto forte do Conselho Europeu da Primavera. Desta

cimeira resultou como medidas a redução de 20 por cento a emissão de gases com efeito de estufa até 2020, e 30 por cento até 2030.

O pacote de medidas para a energia, apresentado por Durão Barroso a 10 de Janeiro, teve o acordo dos ministros no Conselho Europeu de Ambiente de 20 de Fevereiro e foi confirmado com a distribuição das obrigações que cabem a cada Estado-membro.

José Sócrates, o primeiro-ministro português, afirmou que as metas traçadas por Portugal são mais ambiciosas do que foi definido para a UE, nomeadamente o aumento até 45 por cento da electricidade proveniente de fontes renováveis, já em 2010, e a antecipação da meta dos biocombustíveis de 2020 para 2010.

A reunião dos 27 foi marcada pela divisão quanto ao papel da energia nuclear no combate às alterações climáticas. Enquanto a Alemanha, que assume a presidência da UE, a Comissão Europeia e um grupo de países, entre eles o Reino Unido, defendeu o reforço das energias renováveis, um grupo liderado pela França, Eslováquia e República Checa considerou que apenas com o contributo do nuclear será possível atingir os objectivos de redução de emissões.

3.2. Microgeração

Com o objectivo de incentivar a utilização de energias renováveis através da produção de energia por parte de pessoas singulares ou colectivas, públicas ou privadas, recorrendo à produção local de energia para consumo próprio e/ou venda, foi criada legislação que permite identificar os incentivos e requisitos aos sistemas de micro geração.

Estes incentivos têm como objectivo descentralizar a produção de energia e um melhor e maior aproveitamento das energias renováveis. A legislação criada para o efeito, DL 363/2007 e DL 69/2002, regula a actividade de produção em baixa tensão destinada predominantemente ao consumo próprio, sem prejuízo de poder distribuir a produção excedente a terceiros ou injectar esse excesso na rede pública.

A portaria n.º 201/2001 fixa as taxas a cobrar pelos serviços previstos no n.º 1 do artigo 23.º do Decreto-Lei n.º 363/2007, de 2 de Novembro, que estabelece

o regime jurídico aplicável à produção de electricidade por intermédio de unidades de microprodução.

Nos termos desta Portaria o valor da taxa aplicável em 2009 foi:

a) Taxa de registo da instalação de microprodução: €256.30

b) Taxa de reinspecção: €153.80

Em Portugal quem pretender instalar equipamentos de microgeração de energia encontra algumas limitações em relação à capacidade de energia, nomeadamente a potência, que pode debitar na Rede Eléctrica de Serviço Público (RESP), não podendo ser superior a 50% da potência contratada para a instalação eléctrica de utilização (excepto condomínios), nem superior a 150Kw, sendo que o somatório das ligações de micro geração a um posto de transformação não pode ultrapassar 25% da potência do mesmo.

Para se poder iniciar a actividade de micro geração de energia é primeiro necessário proceder ao registo provisório no sistema de registo de microprodução (SRM), mediante o preenchimento de um formulário a aprovar por despacho do director-geral de energia e geologia. Após a aprovação do registo provisório e pagamento das taxas envolvidas, o requerente dispõe de 120 dias para a instalação do equipamento e requerer o certificado de exploração através do SRM, com o qual se obtém a autorização entregar a energia a terceiros ou à rede pública.

Durante a inspecção realizada à instalação dos equipamentos de micro geração estes serão alvo de ensaios por forma a verificar os valores fixados no prEN50438, de Julho de 2005, relativamente ao máximo e mínimo de tensão, máximo e mínimo de frequência, *flicker* e harmónicas e outros que venham a ser definidos por despacho do director-geral de Energia e Geologia, previsto no n.º 3 do artigo 7.º do DL n.º 363/2007, de 2 de Novembro.

3.3. Decreto-lei nº 78/2006 de 4 de Abril de 2006

Este Decreto-Lei dá cumprimento à obrigatoriedade de implementação de um sistema de certificação energética que assegure a melhoria do

desempenho energético e da qualidade do ar interior nos edifícios e que garanta que estes passem a deter um Certificado de Desempenho Energético.

O Sistema Nacional de Certificação Energética tem como finalidade:

- Para os edifícios residenciais, informar os proprietários, compradores e arrendatários sobre a eficiência energética e os consumos de energia esperados numa utilização normal do edifício, bem como das medidas de melhoria de desempenho, com viabilidade económica, que o proprietário pode implementar para reduzir as suas despesas energéticas;
- Para os edifícios de serviços, para além de informar sobre o desempenho energético do edifício, assegurar aos utentes que o edifício reúne condições para garantir uma adequada qualidade do ar interior.

Esta é uma iniciativa particularmente relevante no combate às alterações climáticas, contribuindo para uma maior racionalização dos consumos energéticos nos edifícios e para a prossecução de uma das medidas do Programa Nacional para as Alterações Climáticas, Eficiência Energética nos Edifícios, pelo impulso que é dado ao cumprimento dos Regulamentos relativos aos Sistemas Energéticos e de Climatização dos Edifícios (RSECE) e às Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE), ambos ligados ao Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar nos Edifícios (SCE).

As medidas previstas neste Decreto-Lei materializam, no que respeita aos edifícios, as orientações políticas sobre eficiência energética assumidas na Estratégia Nacional para a Energia.

3.4. Decreto-lei nº 79/2006 de 4 de Abril de 2006 (Regulamento dos sistemas energéticos e de climatização em edifícios)

Este Decreto-Lei visa melhorar a eficiência energética dos imóveis e reduzir o consumo de energia e as correspondentes emissões de CO₂ do sector dos edifícios como parte do esforço de redução das emissões a envolver todos os sectores consumidores de energia.

Deste modo, reformula-se o Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização dos Edifícios (RSECE) com os seguintes objectivos:

- Definir as condições de conforto térmico e de higiene que devem ser requeridas nos diferentes espaços dos edifícios, em consonância com as respectivas funções;
- Melhorar a eficiência energética global dos edifícios, não só nos consumos para climatização mas em todos os tipos de consumos de energia que neles têm lugar, promovendo a sua limitação efectiva para padrões aceitáveis, quer nos edifícios existentes, quer nos edifícios a construir ou nas grandes intervenções de reabilitação de edifícios existentes;
- Impor regras de eficiência aos sistemas de climatização que permitam melhorar o seu desempenho energético efectivo e garantir os meios para a manutenção de uma boa qualidade do ar interior, quer a nível do projecto, quer a nível da sua instalação, quer durante o seu funcionamento, através de uma manutenção adequada;
- Monitorizar com regularidade as práticas da manutenção dos sistemas de climatização como condição da eficiência energética e da qualidade do ar interior dos edifícios.

Nesta sua reformulação, o RSECE impõe, também, mecanismos mais efectivos de comprovação da conformidade regulamentar dos projectos licenciados ou autorizados e aumenta as penalizações, sob a forma pecuniária e em termos profissionais, para os casos de incumprimento. O diploma aumenta, igualmente, o grau de exigência de formação profissional dos técnicos responsáveis pela verificação dos requisitos deste regulamento (Peritos Qualificados de Certificação Energética), de forma a aumentar o nível da sua competência e a conferir mais credibilidade e probabilidade de sucesso à satisfação dos objectivos pretendidos.

Por outro lado, para além desta intervenção no licenciamento, o RSECE impõe também mecanismos de auditoria periódica dos edifícios.

3.5. Decreto-lei nº 80/2006 de 4 de Abril de 2006 (Regulamento das características de comportamento térmico dos edifícios)

Este decreto-lei visa introduzir as alterações ao mesmo, estabelecendo as regras a observar no projecto de todos os edifícios de habitação e dos edifícios de serviços sem sistemas de climatização centralizados.

Além da obrigatoriedade do recurso a colectores solares, pretende-se que as exigências de conforto térmico, sejam de aquecimento ou de arrefecimento, de ventilação para garantia de qualidade do ar no interior em edifícios, ou as necessidades de água quente sanitária, possam vir a ser satisfeitas sem dispêndio excessivo de energia e, por outro lado, que sejam minimizadas as situações patológicas nos elementos de construção provocadas pela ocorrência de condensações superficiais ou internas, com potencial impacto negativo na durabilidade dos elementos de construção e na qualidade do ar interior.

O novo regulamento das características de comportamento térmico dos edifícios (RCCTE) impõe, também, limites aos consumos que decorrem dos seus potenciais existência e uso, fixando as condições ambientais de referência para cálculo dos consumos energéticos nominais, segundo padrões típicos admitidos como os médios prováveis, quer em termos de temperatura ambiente, quer em termos de ventilação para renovação do ar e garantia de uma qualidade do ar interior aceitável.

O RCCTE define, ainda, objectivos claros de provisão de taxas de renovação do ar adequadas que os projectistas devem obrigatoriamente satisfazer.

Por outro lado, este RCCTE impõe mecanismos mais efectivos de comprovação do cumprimento dos requisitos legais e aumenta o grau de exigência de formação profissional dos técnicos que responsáveis pela comprovação dos requisitos deste regulamento (Peritos Qualificados de Certificação Energética), por forma a aumentar a sua competência e dar mais credibilidade e probabilidade de sucesso à satisfação dos objectivos pretendidos com este diploma.

3.6. Incentivos fiscais à utilização de energias renováveis

Foram criados uma série de medidas, dentro do enquadramento fiscal, que visam o incentivo às energias renováveis.

Para os equipamentos de energias renováveis, como sendo os sistemas de aquecimento de águas quentes sanitárias, ou equipamentos de climatização que visam a utilização das energias renováveis, o IVA, foi reduzido de 20% para 12%.

Como forma de incentivar a aquisição de sistemas de energias renováveis, foi criada uma medida, que visa a dedução de 30% nas despesas efectuadas na aquisição de tais equipamentos, até a um limite de 777 euros.

Para a aquisição de painéis fotovoltaicos, regime bonificado na aquisição dos mesmos, e incentivo através do pagamento de electricidade produzido. Por cada Kw, 0.65 €, durante os cinco primeiros anos de contrato.

4. ENERGIA SOLAR

Energia solar é a designação dada a qualquer tipo de captação de raios solares proveniente do Sol.

A energia solar origina todas as outras energias renováveis: a energia eólica – parte dos raios solares aquecem desproporcionalmente a atmosfera da terra e dos mares, dando origem a uma zona de baixa e alta pressão que permite o movimento das massas de ar; a hídrica – as águas aquecidas pelo Sol liberta vapor de água que regressa a Terra sob a forma de precipitação. Os caudais sobem, originando energia mecânica que faz girar as turbinas; a biomassa – a fotossíntese permite o seu desenvolvimento.

O Sol, não só é uma fonte de energia inesgotável, como permite obter uma energia limpa e a baixo custo.

Actualmente existe dois sistemas para aproveitar a energia solar: a energia solar fotovoltaica e a energia solar térmica.

Na energia solar fotovoltaica, é produzida electricidade através de painéis solares fotovoltaicos, que podem ser utilizados em sistemas autónomos ou ligados à rede de distribuição de energia eléctrica.

No caso da energia solar térmica, a produção de água quente para casas, edifícios, piscinas e outras instalações é feita a partir de colectores solares.

4.1. Radiação solar

A maior fonte de energia disponível na Terra provém do Sol. A energia solar é indispensável para a existência de vida na Terra, sendo o ponto de partida para a realização de processos químicos e biológicos.

No centro do Sol ocorre um processo de fusão nuclear, na qual dois núcleos de hidrogénio se fundem com um de hélio, radiando para o espaço uma grande quantidade de energia. A energia proveniente desta fusão é radiada para o espaço em forma de ondas electromagnéticas. Tendo em conta que o Sol se encontra a 143 milhões de quilómetros da Terra apenas uma pequena fracção da energia irradiada está disponível.

A radiação solar é uma onda electromagnética curta, responsável pela energia no planeta. A trajectória elíptica da Terra ao redor do Sol, em conjunto com o movimento de rotação da Terra determina as variações na intensidade da radiação ao longo do ano e durante o dia, respectivamente.

As estações do ano são definidas pelo movimento de translação da Terra ao redor do Sol. A trajectória elíptica diferencia o Outono e Primavera do Inverno e Verão, enquanto a inclinação do eixo de rotação da terra em relação ao plano do equador ($23^{\circ}27'$) diferencia o verão do Inverno.

A figura seguinte ilustra a trajectória elíptica da Terra ao redor do Sol:

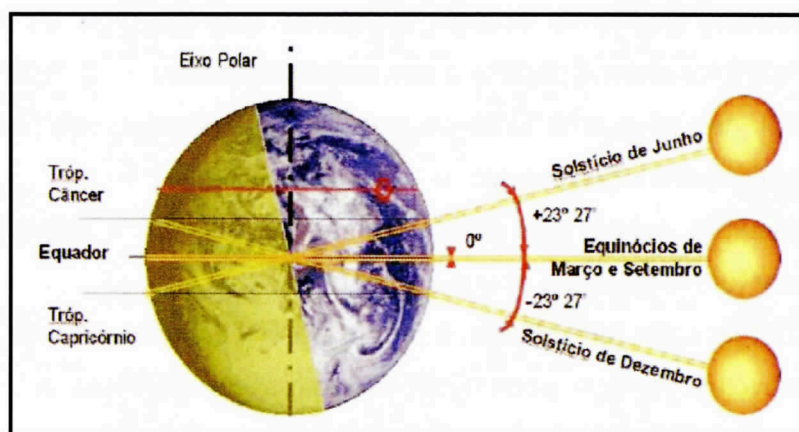


Figura 4 – Trajectória elíptica da Terra ao redor do Sol

Retirado Manual de instalação cirelius 2009

As regiões que mais recebem a radiação solar localizam-se entre os trópicos: Câncer, no hemisfério norte e Capricórnio, no hemisfério sul.

Sob o ponto de vista do observador, o Sol movimenta-se entre estas regiões, limitado pelos solstícios de Verão e Inverno.

Em Portugal, a disponibilidade do recurso solar é elevada, situando-se bem acima da média europeia. Ao contrário do que é comum pensar-se, a variação da radiação solar útil entre o sul e o norte de Portugal (aproveitada por um sistema solar para aquecimento de águas) não é significativa, cifrando-se em apenas de 18 % de diferença entre Porto e Faro.

As tecnologias solares térmicas transformam a radiação do Sol para os mais diversos fins. Para simplificar, dividiu-se em duas grandes áreas: tecnologias solares passivas e activas.

Na tecnologia solar passiva, os edifícios são concebidos para, ao longo do ano e consoante a sua localização geográfica, fornecerem conforto e qualidade do ar adequado aos utilizadores reduzido tanto a potência como o consumo energético dos sistemas de climatização clássicos.

A tecnologia solar activa por sua vez é usada para aquecer e arrefecer espaços pelo aquecimento de fluidos frigorigénios que, em muitos casos pode ser água. Esta tecnologia divide-se em classes de temperatura, ou seja, de acordo com o aumento de temperatura do fluido no interior do colector. Assim tem-se colectores de baixa temperatura, com aumentos de até 50°C, usados em climatização – piso radiante, aquecimento de piscinas, arrefecimento de espaços (através de ciclos de absorção) e aquecimento de águas quentes sanitárias.

Os sistemas de média temperatura, com aumentos de temperatura entre 50 a 100°C são aplicados em sistemas de dessalinização, ou para cozinhar alimentos através da produção de vapor. Há cozinhas industriais que recorrem ao vapor aquecido por colectores parabólicos colocados no telhado dos edifícios.

Nos sistemas de altas temperaturas, a temperatura do fluido de trabalho aumenta mais de 100 °C, tornando o fluido de trabalho em vapor a altas pressões e temperaturas. Tal como numa central termoelétrica, o vapor acciona uma ou várias turbinas que, acopladas a um gerador, produzem electricidade.

Basicamente, um sistema solar pode ser definido como um equipamento que aquece a água a partir do Sol. Tem dois componentes essenciais: o colector solar, para captação da energia solar e o depósito de armazenamento de água quente.

4.2.Vantagens e desvantagens da energia solar

4.2.1. Vantagens

- A energia solar não polui durante o seu uso.
- As centrais necessitam de uma manutenção mínima.

- Os painéis solares são a cada dia mais potentes ao mesmo tempo que seu custo vem decaindo. Isso torna cada vez mais a energia solar uma solução economicamente viável.
- A energia solar é excelente em lugares remotos ou de difícil acesso, pois sua instalação em pequena escala não obriga a enormes investimentos em linhas de transmissão.

4.2.2. Desvantagens

- Um painel solar consome uma quantidade enorme de energia para ser fabricado. A energia para a fabricação de um painel solar pode ser maior do que a energia gerada por ele.
- Os preços são muito elevados em relação aos outros meios de energia.
- Existe variação nas quantidades produzidas de acordo com a situação atmosférica (chuvas, neve), além de que durante a noite não existe produção alguma, o que obriga a que existam meios de armazenamento da energia produzida durante o dia em locais onde os painéis solares não estejam ligados à rede de transmissão de energia.
- Locais em latitudes médias e altas (Ex: Finlândia, Islândia, Nova Zelândia e Sul da Argentina e Chile) sofrem quedas bruscas de produção durante os meses de Inverno devido à menor disponibilidade diária de energia solar. Locais com frequente cobertura de nuvens (Curitiba, Londres), tendem a ter variações diárias de produção de acordo com o grau de nebulosidade.
- As formas de armazenamento da energia solar são pouco eficientes quando comparadas por exemplo aos combustíveis fósseis (carvão, petróleo e gás), a energia hidroelétrica e a biomassa.

5. AQUECIMENTO DE ÁGUAS ATRAVÉS DA ENERGIA SOLAR

O recurso às energias renováveis constitui uma solução para muitos problemas sociais associados ao consumo de combustíveis fósseis. O seu uso permite uma melhoria do nível de vida, em especial nos países sem reservas petrolíferas como Portugal, diminuindo a sua dependência económica e reduzindo os impactos negativos resultantes da queima dos combustíveis na sua utilização e na transformação em energia.

O nosso país é a nível europeu, dos que tem mais horas de Sol por ano: cerca de 2200 a 3000 horas.

Perante este cenário, seria natural que fossemos também um dos maiores consumidores de energia solar, no entanto isto não se verifica.

A simples introdução de sistemas de aquecimento solar não significa um bom aproveitamento energético. As instalações necessitam de ser correctamente dimensionadas, instaladas e mantidas. Caso um destes aspectos não seja devidamente tido em consideração, o desempenho do sistema poderá ser muito inferior ao que inicialmente estava previsto.

O aquecimento de água é fundamental para o conforto do homem.

Nas nossas casas, a aquecimento da água é habitualmente feita por esquentadores, caldeiras a gás etc. Estes equipamentos consomem muita energia que provém da queima de muitos combustíveis fósseis (gás butano, gás propano, gás natural, diesel, etc). Além de não serem renováveis, o que significa que são finitos, estes recursos são muito poluentes para a atmosfera.

Hoje em dia, através da utilização de painéis solares consegue-se captar os raios de sol e transforma-los em energia térmica (calor).

5.1. Processos de transferência de Calor

Existem dois tipos de processos de transferência de calor: por condução e por convecção. A convecção pode ser forçada ou natural.

5.1.1. Condução

Este processo de transferência de calor requer o contacto físico entre dois corpos a diferentes temperaturas. O corpo com menor temperatura absorve calor até se atingir a temperatura de equilíbrio.

A transferência de calor por condução é um fenómeno associado à transferência de energia através do choque entre moléculas. Uma zona mais quente apresenta maior agitação molecular. Essas moléculas, chocando com moléculas vizinhas aumentam a sua agitação, transferindo-lhes energia até que seja atingido o ponto de equilíbrio.

5.1.2. Convecção

Implica um movimento do corpo que transporta o calor e é a transferência de calor típica nos fluidos (líquidos ou gasosos) e pode ser natural ou forçada. Dependerá da velocidade do fluido e da natureza do fluido (densidade, viscosidade, condutividade térmica e do calor específico).

Para que haja transferência de calor por convecção, é necessário haver movimento relativo entre um meio fluido a uma determinada temperatura e um corpo sólido a temperatura diferente, estando ambos em contacto. Essa transmissão ocorre em duas fases. Na primeira fase as moléculas do fluido aquecem-se ou resfriam-se por condução, sofrendo uma mudança de densidade adquirindo, na segunda fase, um movimento convectivo ascendente ou descendente.

5.1.2.1 Convecção forçada

Na convecção forçada, as correntes de fluido são geradas por um elemento externo ao sistema em análise. O fluido escoia com uma determinada velocidade pela superfície de troca de calor.

5.1.2.2. Convecção natural

Neste caso, são as diferenças de temperatura entre fluido em contacto com o corpo e o fluido mais afastado que pela acção da força da gravidade geram as correntes de convecção. Este é o princípio explorado pelos sistemas de termosifão.

5.2. Instalação do sistema de aquecimento de águas

Todos os componentes utilizados num sistema solar para aquecimento de água devem operar satisfatoriamente sob as piores condições possíveis, ou seja, os materiais devem resistir às altas temperaturas que podem ocorrer num período de forte radiação, como também devem resistir a baixas temperaturas verificadas no Inverno, que pode levar até ao congelamento do fluido no interior do colector.

Seguindo á risca os manuais de instalação, e com colectores devidamente construídos, estes poderão operar satisfatoriamente por períodos superiores a 15 anos, com o mínimo de manutenção.

Para se poder tirar o máximo de rendimento dos colectores, estes devem ser criteriosamente localizados e orientados.

5.2.1. Orientação e localização

Os colectores devem ser instalados apontando para o sul geográfico, e inclinados em relação à horizontal de um ângulo Φ , que deve ser otimizado para que se tenha a maior quantidade possível de energia colectada na época desejada. Para calcular as inclinações optimizadas, utiliza-se uma inclinação igual à latitude do local, para colectar a máxima quantidade anual de energia. Para se ter a máxima quantidade de energia colectada, no Verão a inclinação deve ser menor que a sua latitude local 15 graus, e no Inverno deverá ser superior á sua latitude local 15 graus.

Acresce se ou diminui-se 15 graus, porque o desvio de 15 graus para nascente ou para poente traduz-se respectivamente num avanço ou atraso à captação de 1 hora.

Dada a dificuldade em alterar a inclinação da superfície absorvedora ao longo do ano, a sua inclinação, fixa, é determinada pela sua latitude local menos 5 graus.

A título de exemplo, a latitude local da cidade do Porto é de $41,5^\circ$. Assim sendo a inclinação optimizada durante o ano deverá ser de $36,5^\circ$.

O sombreamento é uma situação a ter também em conta. O sombreamento é a distancia a manter entre as fileiras de colectores, de modo a que as da frente não provoquem sombra nas de trás, por isso deve-se evitar a colocação de vários colectores sob uma mesma linha de orientação. Caso não seja possível, cada fila de colectores deverá ser espaçada consoante a inclinação dos mesmos colectores.

Para colectores instalados a 45° o espaçamento entre as linhas deverá ser de 2.7 m.

6. SISTEMAS DE AQUECIMENTO DE ÁGUAS QUENTES SANITÁRIAS

Os sistemas de aquecimento de água por energia solar podem ser divididos, de acordo com o seu princípio de funcionamento.

È recorrente verificar em muita bibliografia da especialidade, os sistemas serem referidos como activos e passivos. Muita outra, refere os mesmos como sendo sistemas de termosifão ou circulação natural e sistema de circulação forçada.

Esta última designação será a mais correcta. Designa-se de sistemas de circulação natural pois a circulação da água no circuito é feita de forma natural; e circulação forçada porque esta faz-se através de bombas de água circuladoras, daí serem designadas por circulação forçada.

Ambos os sistemas utilizam um fluído que juntamente com a água, é aquecido pelo calor obtido da absorção da radiação solar incidente no colector e armazenado num depósito.

6.1. Circulação natural

No sistema de circulação natural ou também designado por termosifão, a circulação de água entre os colectores e o reservatório ocorre pela diferença de densidade entre a água fria que se encontra alojada na parte inferior do depósito, e a água quente que após a radiação solar, transforma a água instalada no fundo do colector em vapor de água, fazendo com que esta no seu estado gasoso suba pelo colector alojando-se na parte superior do mesmo.

Este tipo de sistema tem algumas restrições, como sendo a colocação do depósito acima do nível do colector e as grandes distâncias de tubagem entre o colector e o depósito, e entre o depósito e os pontos de água.

A condição da colocação do depósito acima do nível do colector, evita que se faça recirculação nocturna, que ocorre sempre que o fluído do depósito estiver a uma temperatura superior à do painel.

Se o reservatório estiver colocado acima do nível do colector, haverá sempre uma coluna de água quente na tubagem que liga o colector ao

depósito, fazendo com que não exista diferenças de pressão, anulando o efeito de recirculação.

Deve-se também evitar grandes distâncias de tubagem, para permitir a melhor circulação da água no sistema e também para se evitar perdas de calor pela mesma tubagem. O facto do depósito geralmente estar localizado em ambiente descoberto, faz com que as transferências de calor entre depósito e ambientes frios sejam maiores, e como está susceptível as diferentes condições climáticas (ventos, chuvas, neves, calor) faz com que a sua durabilidade seja menor.

Pelo facto de este sistema ter várias restrições faz com que a flexibilidade de instalação do mesmo seja menor.

6.2. Circulação forçada

Neste tipo de sistema, a circulação da água entre colector e depósito é feita através de uma bomba de circulação, accionada por dispositivos e sensores de temperatura. Esta bomba é accionada sempre que a temperatura da água no interior do painel seja superior à temperatura verificada no depósito.

A necessidade de bombas circuladoras, componentes eléctricos e/ou electrónicos fazem com que este tipo de sistema tenha um rendimento superior ao sistema de termosifão, mas agrega muito mais custos, tanto ao nível da aquisição do conjunto de aquecimento, como ao nível de utilização e manutenção do mesmo.

Neste sistema é utilizado uma bomba circuladora que faz impulsionar de forma controlada o fluído e a água pelo circuito.

A utilização de uma bomba, possibilita que o depósito seja instalado em qualquer ponto da habitação, sendo a lavandaria e a garagem as divisões onde usualmente se coloca o mesmo.

Apesar de possibilitar a colocação em qualquer ponto da habitação a distância entre o colector e o depósito não deve exceder os 15 metros, isto para que as perdas de calor pela tubagem não sejam excessivas.

Os sistemas de circulação forçada podem ser classificados de acordo com a forma em que a energia solar e o respectivo apoio aquecem a água:

- Com apoio colocado no interior do depósito; (Figura 5)
- Com apoio colocado no exterior do depósito; (Figura 6)

Num sistema de um depósito, como o que está representado na figura 3, o calor proveniente da energia auxiliar e da energia solar são adicionadas no mesmo depósito. É exemplo deste sistema, um painel solar apoiado por uma resistência eléctrica. Essa resistência é colocada no interior do depósito da água que é aquecida pela energia solar.

No outro caso, temos como exemplo, quando o apoio ao aquecimento solar é realizado por um esquentador a gás ou através de uma estufa de *pellets*.

Todo o sistema de circulação forçada deve possuir sensores e controladores de temperatura para que a bomba possa ser accionada, nos casos em que a temperatura do painel seja superior à do depósito.

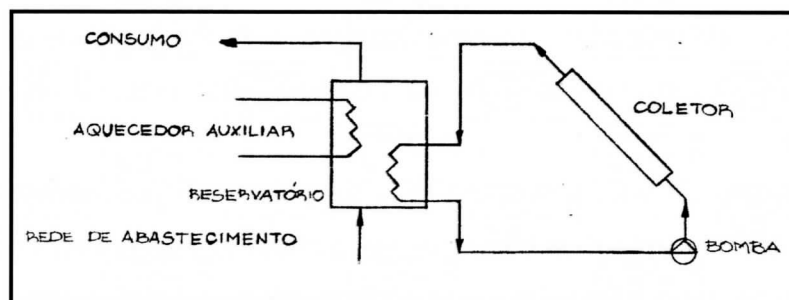


Figura 5 - Apoio colocado no interior do depósito

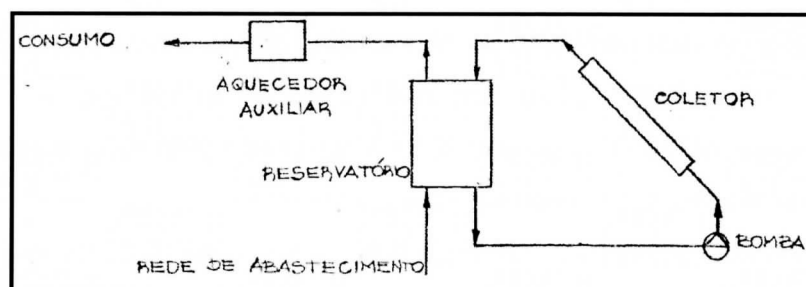


Figura 6 - Apoio colocado no exterior do depósito

6.3. Constituintes de um sistema de aquecimento de águas sanitárias

6.3.1. Colector solar

O colector solar é um permutador de calor, que tem como princípio de funcionamento a transformação da energia solar radiante em calor.

São conhecidos até ao momento três tipos de colectores:

- Colectores em tubos de vácuo;
- CPC (concentrador Parabólico Composto);
- Colectores planos;

6.3.1.1 Colectores em tubos de vácuo

Este tipo de colectores em termos construtivos é totalmente diferente dos colectores planos.

Apesar de respeitar o mesmo princípio, o da formação de estufa, a sua composição e a forma de como os seus componentes efectuam o efeito estufa é diferente.

Um tubo de vácuo consiste num tubo de vidro borossilicato de parede dupla, dentro da qual existe vácuo. A parede interna está coberta de nitrato de alumínio, material com excelente capacidade absorvedora de calor.

Cada tubo de vidro tem no seu interior um tubo de cobre e alhetas metálicas.

A água circula pelo tubo de cobre, que com as alhetas posicionadas no centro do outro tubo de vidro, faz o efeito de vácuo. O tubo de vidro deixa passar a radiação solar. Essa radiação é absorvida pelo tubo e pelas alhetas metálicas que transferem o calor para a água.

Neste tipo de colector interessa que a placa colectora absorva o máximo de radiação. De forma a tirar o máximo rendimento deste tipo de colector, é necessário a utilização de materiais de baixa emissividade para evitar a emissão de radiação solar, ou seja, para que não existam perdas de calor por radiação.

Actualmente empregam-se o óxido de titânio.

Vantagens de um colector tubo de vácuo

- Apresenta boa eficiência, mesmo com elevadas diferenças de temperatura entre o absorvedor e o meio envolvente;
- Apresenta boa eficiência com baixa radiação (no Inverno);
- Suporta cargas térmicas com mais eficiência do que os colectores planos;
- Atinge elevadas temperaturas, possibilitando a utilização de vapor de água;
- Facilidade em ser transportado para qualquer lado, pois apresenta um baixo peso e pode ser montado no local da instalação;
- Inexistência de água no interior dos tubos (tubos de aquecimento), que no caso de quebra de algum tubo, o colector continua o seu normal funcionamento;
- Não existe riscos de danificação devido à expansão da água quando congelada;
- Os tubos de vácuo permitem a incidência seja sempre perpendicular à superfície, que reduz a reflexão e maximiza a quantidade total de radiação solar a que os colectores estão expostos durante o dia;
- Vidro borossilicato de alta resistência capaz de sustentar o impacto do granizo.

Desvantagens de um colector tubo de vácuo

- Mais caro do que um colector plano;
- Não pode ser utilizado para instalações horizontais (mínimo 25°C)

6.3.1.2 Colectores CPC (concentrador parabólico composto)

A captação solar realiza-se nas duas faces das alhetas, o que diminui as perdas térmicas, melhorando a prestação a altas temperaturas.

O modo de funcionamento destes colectores passa pela concentração da radiação solar, na placa absorsora, através de um sistema duplo de absorção de radiação. Assim, os colectores são constituídos por um sistema de absorsores que permite absorver a radiação de forma semelhante aos colectores planos e por um sistema de reflexão da radiação que permite a absorção da radiação na parte inferior do absorsor.

São conhecidos por colectores parabólicos compostos, devido à configuração da superfície reflectora em forma de parábola.

A superfície reflectora, através da sua configuração, permite assim concentrar a radiação com a utilização de materiais espelhados com elevado nível de reflectividade.

Vantagem Colectores CPC

- Possui as mesmas vantagens dos tubos de vácuo, mas tem uma maior rentabilidade, devido a sua zona espelhada.

Desvantagem Colectores CPC

- Relativamente aos tubos de vácuo estes são mais caros

6.3.1.3 Colectores planos

Os colectores planos destinam-se a aquecer a água a temperaturas para uso sanitário (60°C).

O colector solar é composto pelos seguintes elementos:

- Cobertura;
- Placa absorvedora;
- Caixa do colector;

- Isolamento térmico e vedações;
- Tubagens;
- Fluido;

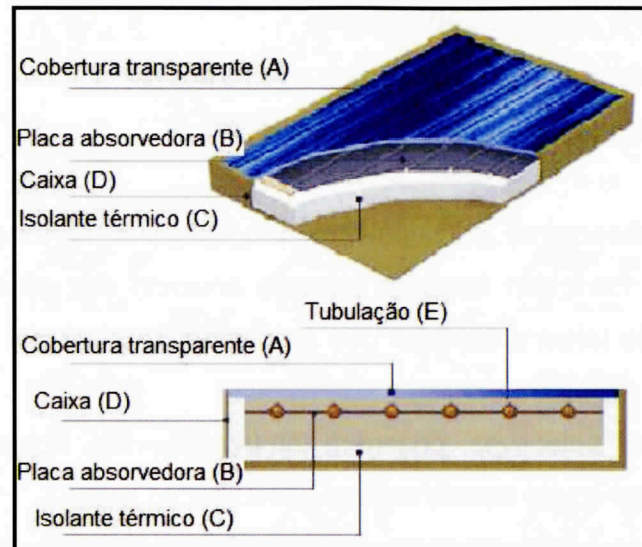


Figura 7 – Esquema aquecedor solar de placa

Fonte: Gás Natural (2004)

Cobertura

A cobertura é usada para diminuir as perdas de calor e proteger a superfície absorvedora. Deve permitir a passagem da maior parte dos raios solares e reter a radiação emitida pela placa absorvedora.

O material mais utilizado é o vidro, pois é transparente, tem um valor elevado de transmissão de radiação solar (83 a 91%) e baixa transmissão à radiação térmica.

Tem como principal desvantagem a sua fragilidade e densidade.

Poderão ser utilizados outros materiais como o acrílico, se bem que não seja recomendado, pois o seu valor de radiação solar é muito inferior ao do vidro.

Placa absorvora

Esta placa serve para absorver a energia radiante proveniente do Sol e transformar essa energia em calor e transferir esse calor para o fluido.

Existem dois tipos placas absorvoras:

- Placas absorvoras de superfícies não selectivas;
- Placas absorvoras de superfícies selectivas;

As placas absorvoras de superfície não selectiva, absorve muito bem a radiação solar, mas têm também elevada emissão de radiação térmica. A elevada radiação térmica faz com que as perdas de calor por radiação sejam elevadas.

As superfícies selectivas, possuem também elevada absorção à radiação solar, mas emitem muito menos radiação térmica.

As superfícies selectivas mais comuns são as que são feitas através do cromo e níquel.

Caixa do colector

A caixa do colector é uma estrutura que protege todos os componentes da acção do meio ambiente (chuvas, neve, calor, ventos), e deve permitir a dilatação térmica dos componentes.

A caixa do colector pode ser de diversos materiais, como sendo o alumínio, fibra de vidro ou mesmo o aço galvanizado, se bem que o aço galvanizado exposto ao ambiente precisa de ser revestido contra a corrosão.

Como os colectores são geralmente instalados em locais de difícil acesso, o uso de materiais como alumínio e fibra de vidro são o mais indicado por forma a reduzir a necessidade de manutenção.

Isolamento Térmico e Vedação

O isolamento térmico deve ser feito com materiais de baixa condutividade térmica, ou seja, se for feito com esse tipo de materiais, reduz as perdas de calor entre a placa absorvedora, caixa e a cobertura do colector.

Quanto à vedação do colector, deve ser usado material com elevado coeficiente de elasticidade, mas que tenha boa resistência ao ambiente externo. O material mais utilizado é a borracha de silicone.

Tubagens

As tubagens devem ser em materiais metálicos, com boa condutividade de calor, por forma a evitar ao máximo perdas de calor. Essa tubagem encontra-se por norma com um revestimento extra para conservar o calor. Os materiais mais utilizados são o cobre, aço inox e pex.

O aço inox, tal como o cobre, tem excelente resistência à corrosão, mas apresenta valores de condutividade térmica muito menores, levando assim a que as perdas de calor sejam menores.

Fluído

O objectivo do fluído é retirar calor do colector e transferi-lo para o depósito.

Para se retirar o máximo rendimento do mesmo, o fluído deve ter alta condutividade e capacidade térmica e conter baixa viscosidade, densidade e coeficiente de expansão.

A água é um fluído que tem essas características, mas apresenta graves problemas no que diz respeito ao congelamento e à ebulição. De forma a resolver essas duas condicionantes, deve-se utilizar uma mistura anti-congelante de água com glicol.

6.3.2. Depósito

Os depósitos devem ser constituídos com material de baixa condutividade térmica, isto para evitar as perdas de calor pelas paredes do mesmo.

Nos depósitos em que ficam colocados no exterior, é essencial que estes tenham elevada resistência à corrosão e às condições do ambiente externo (chuvas, ventos, neve, calor).

O cobre é um material muito usado, devido à sua elevada resistência à corrosão, mas tem como principal desvantagem a sua elevada condutividade térmica, o que leva a perdas de calor elevadas.

O aço inox é também muito usado na fabricação de depósitos. Tem também boa resistência à corrosão, e a sua condutividade térmica é muito menor quando comparada com a do cobre. A principal desvantagem deve-se ao seu elevado preço.

Os polímeros, como o polipropileno também podem ser usados para os depósitos. A sua resistência à corrosão e à degradação estão abaixo do nível dos de cobre e/ou de aço inox, sendo que estes são mais utilizados nos depósitos para sistemas de circulação forçada, que normalmente ficam resguardados das condições climatéricas.

Para os depósitos que ficam no exterior, devem ter valores de condutividade térmica baixos, e serem resistentes às condições climatéricas. Nestes casos os depósitos são de alumínio, se bem que interiormente são revestidos com isolantes como borracha de silicone e polímeros.

Para os depósitos que ficam colocados no interior, podem ser verticais ou horizontais. Os mais aconselháveis são os verticais pois, a posição vertical do depósito promove os fenómenos de estratificação e diminui a superfície de contacto entre depósito e chão, diminuindo assim as perdas térmicas por condução.

Para se obter uma boa estratificação da água no depósito, é importante evitar a mistura entre a água que entra e a água quente existente no mesmo.

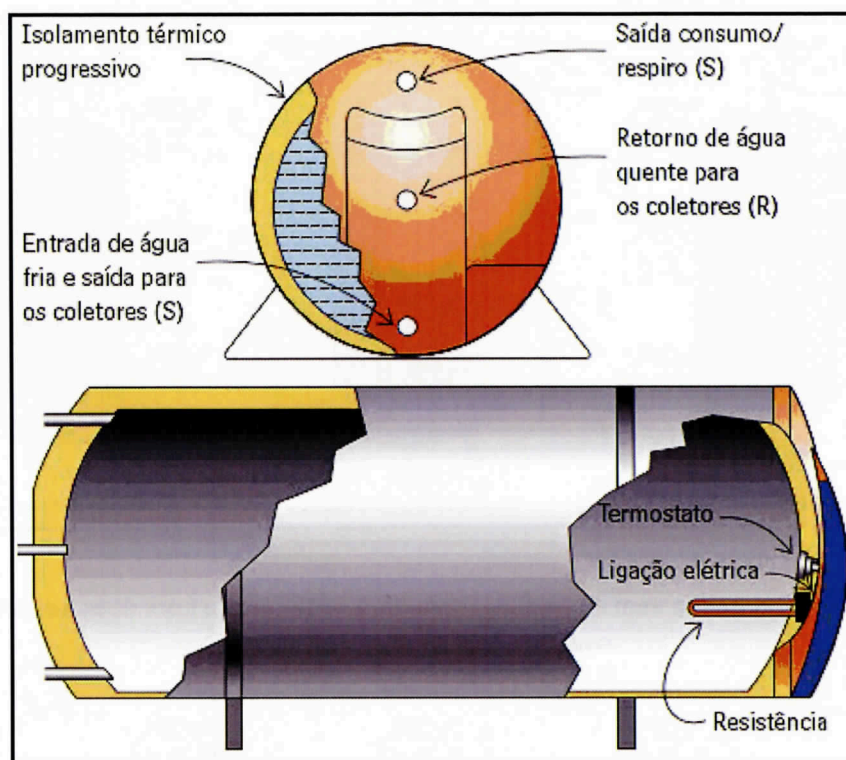


Figura 8 – Depósito vertical e Horizontal representado esquematicamente

Fonte: Manual de Instalação – Cirelius 2009

Os depósitos na sua constituição, além do material de que são fabricados, podem ter ou não internamente serpentinas. Os depósitos sem serpentinas, são mais usuais em depósitos com grande volume (750 ou mesmo 1000 litros), e para situações com trocador de calor externo.

Existem também depósitos com uma, duas ou três serpentinas.

Acumulador com uma serpentina é aconselhado para situações em que o apoio será realizado por uma resistência.

A única ligação à serpentina será feita pelas entradas de água fria, da rede, e da água quente que vem do painel.

Os acumuladores com duas serpentinas são aconselhados para situações em que o apoio será feito por uma caldeira externa.

Este tipo de acumulador além da primeira serpentina contempla mais uma que será ligada à caldeira.

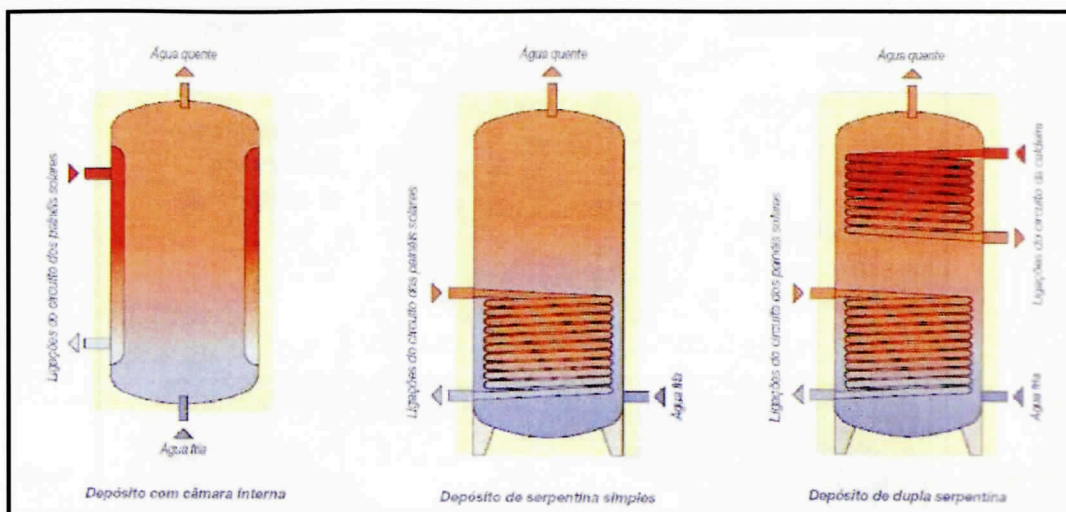


Figura 9- Depósitos sem serpentina, com uma serpentina e com duas serpentinas

Fonte: Manual de instalação – Cirelius 2009

6.3.3. Válvula de segurança limitadora de pressão no circuito

Estas válvulas a uma pressão pré-definida são accionadas, libertando uma pequena quantidade de fluido do circuito.

A utilização das mesmas serve para limitar a pressão dos circuitos. Os diversos componentes constituintes do sistema de aquecimento estão susceptíveis a diferentes pressões, e como tal terá de existir um componente que em situações de pressão extrema, façam baixar essa mesma pressão.

A falta de um componente como este, num sistema de aquecimento de águas por aquecimento solar, levaria a consequências catastróficas para o mesmo.

Princípio de funcionamento

O obturador (1) impelido por uma mola calibrada (2), levanta-se quando se atinge a pressão de regulação e abre completamente a passagem de descarga.

A pressão de regulação é escolhida em função da pressão máxima permitida na instalação.

O diâmetro da ligação à saída (3) é maior para favorecer a descarga.

Quando diminui a pressão verifica-se a acção inversa, com o consequente fecho da válvula dentro das tolerâncias impostas.

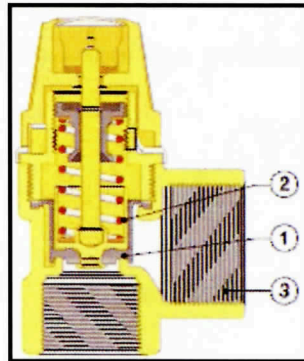


Figura 10 - Válvula de segurança

Fonte: Manual de instalação – Cirelius 2009

6.3.4. Vaso de expansão

O aquecimento do fluido térmico que circula no circuito origina a sua dilatação, com o consequente aumento de pressão. O vaso de expansão vai absorver essa dilatação, fazendo com que a pressão no circuito não exceda uma determinada pressão.

Deve se ter alguns cuidados no que ao vaso de expansão diz respeito.

A pressão (absoluta) de enchimento da câmara-de-ar do vaso de expansão deve ser igual a $2/3$ da pressão do circuito parado em frio. O objectivo do mesmo é que se crie uma almofada de ar, quando o fluido está quente, conforme está representado na figura.

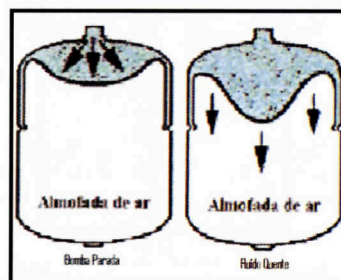


Figura 11 - Vaso de expansão

Fonte: Manual de instalação – Cirelius 2009

6.3.5. Purgadores de ar

São instalados para que, no arranque da instalação, todo o ar existente no circuito seja expulso.

Estes devem ser instalados em todos os pontos altos susceptíveis de acumulação de ar.

6.3.6. Válvulas misturadoras termostática

Este tipo de válvula faz homogeneizar a temperatura no circuito. Como o próprio nome indica, ela vai “misturar” as águas quentes e frias na tubagem.

Este dispositivo permite poupar água, energia e evitar queimaduras graves.

Princípio de funcionamento

Este dispositivo tem duas entradas de água, e uma saída. As duas entradas de água provém uma da água quente e outra da água fria.

Após ser seleccionada uma temperatura de referência na válvula, esta vai aumentar ou reduzir a entrada da água quente ou fria, ou seja, se a água proveniente do painel solar está a 60°C, e a temperatura de referência da misturadora se encontra nos 45°C, a entrada de água quente será reduzida e a entrada de água fria será aumentada, por forma a homogeneizar a temperatura aos 45°C.



Figura 12 - Misturadora termostática

Fonte: Manual de instalação – Cirelius 2009

6.3.7. Bombas circuladoras

Nos sistemas de circulação forçada, existirá uma bomba circuladora para assegurar um diferencial de pressão no circuito, que permita vencer a perda de carga total existente.

Essa bomba deverá estar localizada na zona fria do circuito, ou seja, entre a saída do permutador de calor e a bateria de colectores.

Esta bomba será associada a controladores de temperatura que fazem accionar a bomba.

6.3.8. Fonte de energia auxiliar

Sistemas de aquecimento de água com energia solar necessitam de uma fonte de energia auxiliar para suprir a procura de energia em períodos prolongados de baixa ou nenhuma radiação solar. Esta fonte pode ser eléctrica, gás, diesel, através de fontes de energia renováveis, como é exemplo a estufa de *pellets*, ou gerada por uma bomba de calor.

A finalidade da energia auxiliar num sistema solar de aquecimento de água é o de manter a água de consumo num nível de temperatura mínimo requerido.

A maioria das diversas fontes de energia auxiliar mencionadas anteriormente pertence ao grupo de energias não renováveis.

A finalidade deste projecto é a apresentação do aquecimento de águas, mas com recurso a energias renováveis. Até ao momento, e apesar de já existirem diversas fontes de energias renováveis, como foi referido em capítulos anteriores, o facto é que a tecnologia ainda não está totalmente desenvolvida, como forma de aproveitar essas mesmas energias para o caso em questão, o de servir de fonte de energia auxiliar.

Neste momento ainda não existe desenvolvimento necessário para se tirar partido de uma caldeira de biodiesel, ou de biogás.

Nesses pressupostos tem-se apenas a estufa de *pellets*, que não é mais do que uma caldeira, que através da combustão de biomassa, produz o calor necessário para auxiliar a energia solar térmica e a bomba de calor geotérmica.

6.3.8.1. Estufa de *Pellets*

A estufa ou caldeira de *pellets*, é um equipamento concebido unicamente para o aquecimento. O seu aspecto exterior é idêntico a um recuperador a lenha.



Figura 13 - Estufa de *Pellets*

Fonte: Cirelius – Catalogo Cliente 2009

É alimentado a *pellets*, composto por um queimador e uma sonda de temperatura, que faz com que seja possível regular a temperatura.

Potência no queimador (Kw)	8,5	16	28
Rendimento médio (%)	80	80	92
Consumo de <i>Pellets</i> (kg/h)	0,9 -1,8	0,7-2,5	1,8-5,5
Preço (€)	1 866	2 945	4 595

Tabela 1 – Estufa de *Pellets* – Dados Técnicos

Fonte : Cirelius – Catalogo Cliente 2009

Os *pellets* são a forma mais avançada, evoluída e refinada de biomassa, proveniente do aproveitamento do serrim derivado da indústria da madeira.

Depois de recolhido seco, o serrim é refinado e compactado, ficando com um aspecto em tudo semelhante à ração animal, grânulos cilíndricos de 6 a 10mm de espessura. Depois de processado obtém-se um combustível uniforme e fiável, com valores de densidade e humidade controlados. Os

recuperadores a *pellets* são também, avançados tecnologicamente quando comparados com os de lenha, e até com a maior parte dos equipamentos combustíveis fósseis, podendo chegar aos 95% de rendimento. Devido às exigências do *pellets* na sua combustão, todos os parâmetros são controlados: extracção de fumos, alimentação do *pellets* e potência de funcionamento.

Devido à uniformização do *pellets*, é possível saber com bastante certeza qual a potência calorífica por Kilograma e o rendimento certo do aparelho. Assim, pode-se fazer comparações directas com o gás ou o gasóleo, duas das formas mais utilizadas para aquecimento doméstico. Sendo que dois quilos de *pellets* equivalem a aproximadamente um litro de gasóleo em termos de poder calorífico, o resultado energético varia de acordo com o rendimento do aparelho.

As principais vantagens são:

- Recurso renovável;
- Combustível a baixo custo;
- Elevada fiabilidade e rendimento dos aparelhos;
- Valorização dos resíduos industriais e florestais;
- Emissão total de dióxido de carbono igual a zero, dado que o dióxido de carbono libertado foi antes retirado da atmosfera pelas plantas.

As suas desvantagens são:

- Custo dos equipamentos certificados elevado;
- Cadeias de produção de *Pellets* e recolha de biomassa ainda em desenvolvimento;
- IVA dos *pellets* de 20%.

Pellets e o ambiente:

Os *pellets* de madeira são um combustível limpo e eficiente, que permite uma combustão sem fumo. Sendo a matéria-prima composta por subprodutos da indústria do mobiliário e desperdícios gerados pela floresta, evita-se o corte

de árvores, implementando a limpeza das matas e o combate aos incêndios. Por outro lado têm um preço mais competitivo do que o gás e o petróleo.

Os *pellets* de madeira são portanto um combustível amigo do ambiente, libertando muito menos CO₂ do que qualquer outro combustível fóssil. Em termos de poluição, comparativamente aos outros combustíveis, os *pellets* libertam menos monóxido de carbono e, no que respeita ao dióxido de carbono liberta de forma neutra, apenas é libertado o dióxido de carbono captado durante o crescimento da árvore.

A sua utilização permite a redução da dependência energética nacional e contribui para os objectivos de redução de emissões de dióxido de carbono.

Pellets e a economia:

Para demonstrar a economia tomou-se como exemplo o aquecimento de uma habitação com uma área de 150 m². O custo do aquecimento foi calculado para uma utilização de quatro meses por ano, tendo uma temperatura média ambiente de 22° entre as 9h e as 18h, e nas restantes horas uma temperatura ambiente de 18°, podemos verificar no gráfico comparativo os custos para cada um dos combustíveis.

COMBUSTÍVEL	Preços	Unidade de medida	Energia Produzida Kwh / unidade de medida	P.V.P c/IVA / Kwh
Gás Natural	0,784 €	M ³	9,161	0,085 €
Gás Propano	1,766 €	Kg	11,201	0,157 €
Gasóleo Aquecimento	0,856 €	Lt	7,908	0,108 €
EDP (Média ponderada)	0,107 €	Kw/h	1,000	0,107 €
Biomassa PELLETS	0,206 €	Kg	4,972	0,041 €

Tabela 2 - Comparativo do consumo de combustível

Fonte : Cirelius – Catalogo Cliente 2009

Para além de todos os aspectos e vantagens ambientais que este tipo de combustível acarreta, a biomassa, e no caso, os *pellets* são a solução mais rentável a nível económico.

Talvez por desconhecimento do produto, ou talvez pela insegurança que uma novidade pode trazer, o certo é que a aceitação das caldeiras de *pellets*, ainda não está perto de ser totalmente conseguida.



Figura 14 – Pellets

Fonte: Cirelius – Catalogo Cliente

6.3.8.2. Bombas de calor geotérmicas

As bombas de calor geotérmicas são equipamentos reversíveis, que aproveitam e transferem o calor, armazenado a poucos metros da superfície da Terra, permitindo a sua utilização para aquecimento de águas sanitárias e climatização dos edifícios, podendo representar um potencial de 2000 kw.

O calor armazenado a pouca profundidade do solo é recuperado com a instalação de um sistema de tubos subterrâneos, submergidos num canal localizado perto de casa, os quais recuperam o calor da Terra.

A energia térmica armazenada no chão aquece o líquido amigo do ambiente que circula no sistema de tubos e a bomba de calor geotérmica, recupera esse calor dos tubos e utiliza-o para aquecer a água e toda a habitação através deste processo simples, económico e amigo do ambiente.



Figura 15 – Bomba de calor geotérmica

Fonte: <http://www.modernunes.pt>

Princípio de funcionamento do aquecimento geotérmico

O princípio de funcionamento é o mesmo do de um frigorífico, ou seja, um ciclo *Carnot*. No caso de um frigorífico o calor é retirado dos alimentos e transferido para o ar. A bomba retira o calor dentro do solo e transfere-o para dentro da habitação.

Para a recuperação do calor são instaladas redes hidráulicas horizontais a um metro de profundidade perto da casa. Em alternativa, as tubagens do permutador de calor podem ser instaladas em furos na terra com uma profundidade entre os 150-200 metros ou podem também, ser colocadas num lençol de água subterrânea com uma profundidade superior a 3 metros.

O calor da terra e/ou da água, dependendo do local de instalação, aquecem o líquido ecológico que circula na tubagem (ou serpentina). A bomba que capta o calor enviará a água quente para o reservatório.

A única electricidade gasta pelo sistema é da circulação da bomba e a da alimentação do compressor.

Além da parte económica, um factor deveras importante é a vertente ambiental, dado que regenera o calor armazenado na terra não libertando dióxido de carbono para a atmosfera.

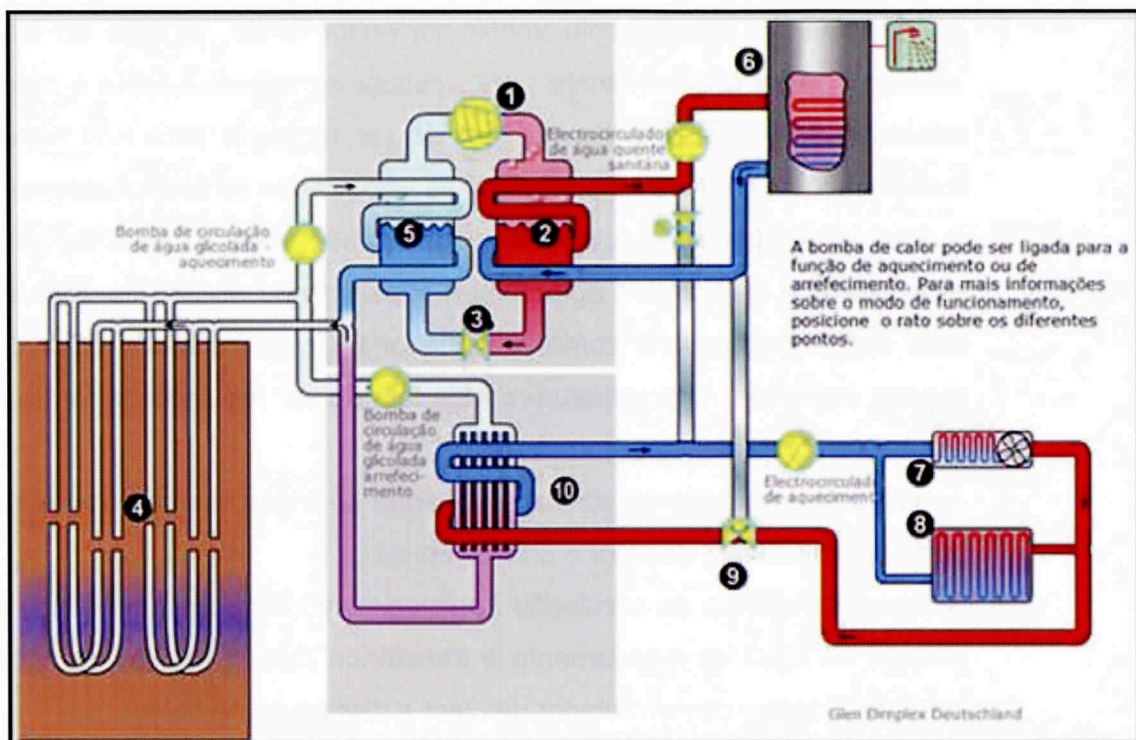


Figura 16 – Princípio da bomba de calor geotérmica

Fonte: <http://www.modernunes.pt>

Legenda da figura 16:

1. O compressor faz com que o fluido refrigerante, que circula em circuito fechado, atinja pressão e temperaturas elevadas.
2. No condensador (permutador de calor) o calor é transferido para o aquecimento central. O fluido refrigerante arrefece e liquefaz-se.
3. Na válvula de expansão, o fluido refrigerante expande-se (queda de pressão) e arrefece.
4. Sondagens geotérmicas permitem aproveitar o calor constante que existe nas camadas do subsolo, para que a produção de água quente sanitária e como fonte de frio para o arrefecimento passivo.
5. No evaporador (permutador de calor) a energia captada pela sonda geotérmica é transferida para o fluido refrigerante. Este aquece e evapora-se.
6. Para a operação paralela do aquecimento central da água e do arrefecimento passivo, os dois sistemas são separados hidraulicamente por válvulas comutadoras.

7. A água fria ao circular pelo ventilo-convector envia, através do seu ventilador, para o ar ambiente uma frescura agradável e retira o calor existente. A temperatura de ida tem de ser regulada para não haver condensação. O ventilador possui várias velocidades de funcionamento.
8. A água arrefecida ao circular pelo piso radiante, pelas paredes ou pelo tecto arrefece de maneira agradável a superfície da divisão do edifício. Esta superfície funciona como permutador de calor retirando calor do espaço ambiente. A temperatura de ida tem de ser regulada de forma a não haver condensação.
9. As válvulas comutadoras conduzem a água do aquecimento através do permutador passivo de calor e arrefecem-no.
10. Activando a bomba de circulação / arrefecimento de água com glicol, a energia da água de aquecimento é transferida para o circuito de água com glicol dentro do permutador de calor e dissipa-se no solo.

6.4. Recolha e análise dos dados experimentais

Foram recolhidos de alguns dados experimentais para este sistema de aquecimento. A recolha incidiu na leitura das temperaturas no depósito do sistema em questão.

Testou-se dois sistemas, um sistema de circulação forçada de 300 litros e o sistema de termosifão de 300 litros.

O objectivo desta recolha de dados, foi fazer um estudo comparativo dos dois sistemas.

Tentou-se que as condições fossem as mais idênticas possíveis, e assim sendo, os colectores eram iguais para os dois sistemas.

Os colectores em questão são colectores selectivos, tal como estão representados na figura seguinte.

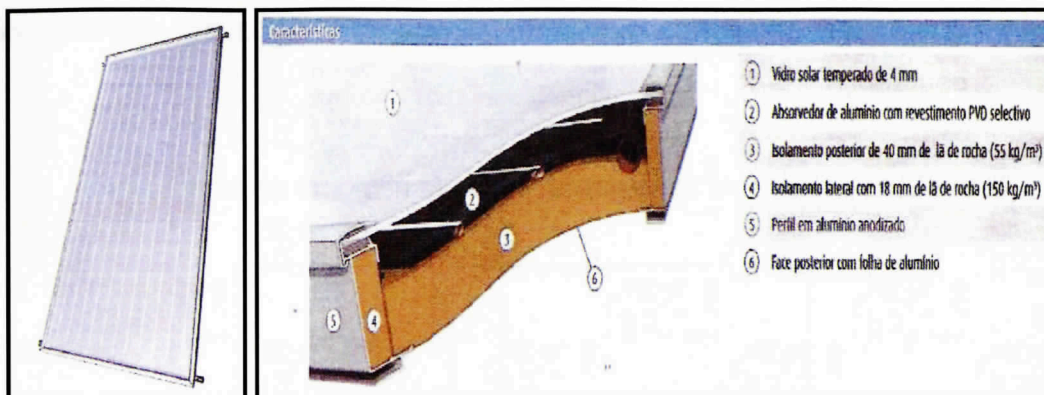


Figura 17 - Colector Selectivo de marca Solius

Fonte: Cirelius – Catalogo do Cliente

A sua inclinação e a sua orientação também eram iguais, ou seja, foram colocados com inclinação de 35° e com orientação para sul de 0°. Por impossibilidade técnica, não foi possível que os dois sistemas fossem testados na mesma cidade, mas tentou-se instalar o mais próximo possível, isto para que as condições climatéricas fossem semelhantes.

Assim foi colocado um sistema de circulação forçada na cidade da Trofa, e um sistema de termosifão na cidade de Vila Nova de Famalicão.

O sistema de circulação forçada é constituído por:

- 2 colectores *Solius Silversol*;
- 2 uniões ¾”;
- 2 casquilhos ¾”;
- 1 controlador solar, de marca *Solius*;
- 1 grupo hidráulico de marca *PAW*;
- 1 separador de ar;
- 1 vaso de expansão solar 18 litros e respectivo kit de ligação;
- 10 litros de fluído solar, composto por água e glicol;
- 1 termómetro de imersão;
- 1 acumulador de 300 litros serpentina dupla, com revestimento exterior em inox;
- estrutura para terraço, com inclinação de 35°;
- misturadora solar;

- grupo de segurança sanitário, composto por duas válvulas de segurança;

Este sistema foi montado conforme indicado na figura seguinte.

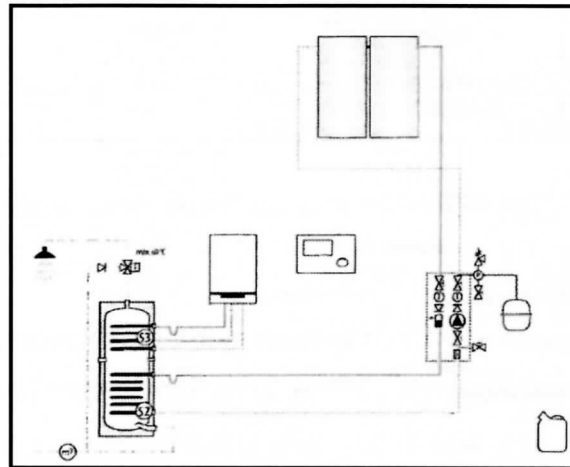


Figura 18 - Representação esquemática da instalação do sistema de circulação forçada

Fonte: Manual de instalação – Cirelius 2009

O sistema de termosifão é composto por:

- 2 colectores *Solius Silversol*;
- 1 depósito de 300 litros horizontal, com revestimento exterior em alumínio.
- 2 válvulas de segurança de 3 e 6 Bar;
- 1 purgador de ar;

A representação deste sistema encontra-se na figura seguinte:

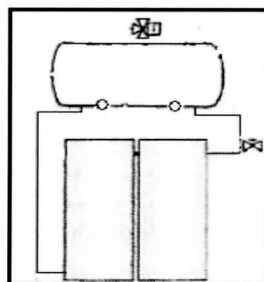


Figura 19 - Representação esquemática da instalação do sistema de termosifão

Fonte: Manual de instalação – Cirelius 2009

A recolha dos dados teve a duração de dez dias consecutivos e efectuados no mês de Março do ano de 2009.

Dia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Temp. Termosifão(°C)	30	44	48	57	60	60	53	50	48	52
Temp. Circulação forçada (°C)	30	45	50	59	60	60	58	56	56	60
Temperatura Exterior (°C)	19	22	23	21	23	24	20	18	17	19

Tabela 3 – Recolha dos dados experimentais

Nos cinco primeiros dias, não foi gasta água do sistema. A finalidade prende-se com o facto de se verificar quanto tempo era necessário para cada um dos sistemas chegar à temperatura de referência de 60 °C.

Após terem atingido a temperatura de referência, pretendeu-se verificar nos restantes dias o comportamento dos dois sistemas, simulados para o consumo de uma habitação com quatro pessoas.

Não foi activado o sistema de fonte de calor de apoio.

As medições foram efectuadas sempre pelas 16 horas, para ambas as situações.

Pode-se também referir a título informativo, que durante a noite, a perda de calor nos dois depósitos foi diferente. Em média o depósito do sistema de circulação forçada perdia apenas 2 °C durante a noite, enquanto o depósito do sistema de termosifão perdia 4 a 5 °C.

O gráfico seguinte representa as temperaturas registadas nos 10 dias.

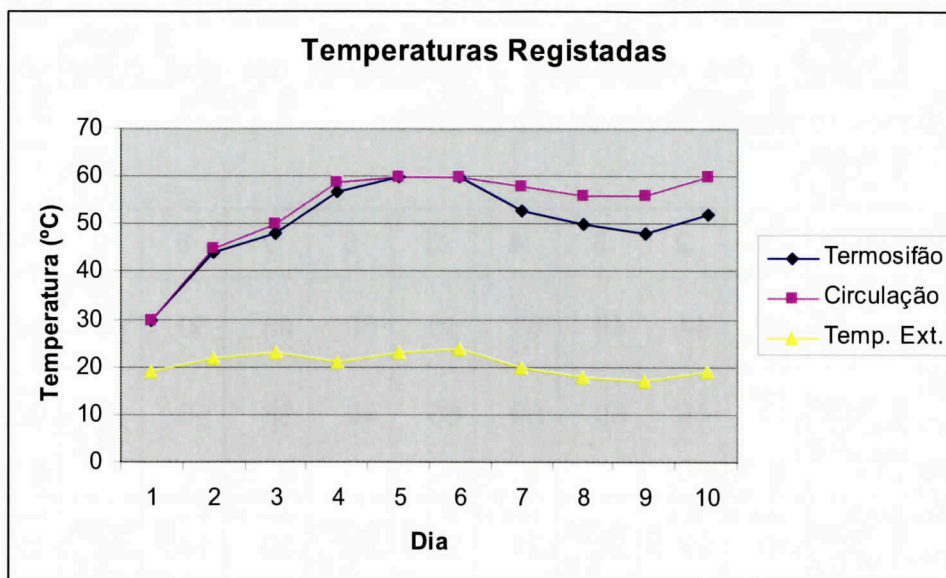


Gráfico 2 – Registo das temperaturas verificadas nos dois sistemas de aquecimento de águas quentes sanitária

6.5. Comparação dos sistemas de aquecimento de águas sanitárias

Pela análise dos dados recolhidos, poder-se-á retirar algumas conclusões.

Na primeira fase da amostra, ou seja, até ao quinto dia, pretendia-se verificar qual o sistema que demoraria menos tempo a aquecer os 300 litros. Como seria de esperar o sistema de circulação forçada aqueceu mais rapidamente a mesma quantidade de água, isto apesar de ao final do quinto dia estarem os dois sistemas à temperatura de referência, a diferença é que às 11 horas do quinto dia, a temperatura do sistema de circulação forçada tinha atingido os 60 °C.

Verificou-se que no primeiro dia tinham a mesma temperatura, e isto porque os colectores eram do mesmo material, composto pelos mesmos componentes, e com orientações e inclinações idênticas.

Mesmo que o resultado diferisse em cerca de 0.5 °C também poderia ser considerado como aceitável, pois como estão em cidades diferentes, a radiação captada poderia não ser a mesma.

Após o primeiro dia, verifica-se que o aceleração do aquecimento no sistema de circulação forçada é maior, isto deve-se ao facto de, como o depósito fica resguardado das condições climatéricas, logo as perdas de calor durante a noite são menores, e como são menores, a água que se encontra no depósito de circulação forçada já se encontra mais quente do que a água que se encontra no depósito do sistema de termosifão.

Por outro lado, verificou-se que a perda de calor durante a noite, apesar de ser maior no caso do sistema de termosifão, por se encontrar ao ar livre, a diferença verificada nos dois sistemas não foi significativa.

Tal ocorrência é justificável com a temperatura amena verificada nas semanas de medições dos sistemas.

A temperatura do depósito no sistema de termosifão está directamente relacionada com a temperatura exterior, e verificou-se que sempre que a temperatura exterior baixava, a temperatura do depósito do sistema também baixava.

De salientar também, que as temperaturas registadas nos depósitos em ambos os casos atingiram temperaturas bastante razoáveis para a altura do ano, apesar de só em dois dias terem atingido a temperatura máxima.

As diferenças de temperatura poderão ser justificadas devido ao tipo de depósito. Anteriormente foi referenciado e justificado que um depósito vertical, tem mais vantagens do que um horizontal. De facto no sistema de termosifão o depósito encontra-se na posição horizontal, enquanto no sistema de circulação forçada testado o seu depósito tinha a configuração vertical.

Apesar do depósito de circulação forçada ter duas serpentinas, não acrescenta nenhuma mais valia em relação ao do termosifão, pois os sistemas encontravam-se ambos sem o apoio de outra fonte de calor.

Nem sempre se poderá considerar que exista linearidade entre as temperaturas exteriores e as temperaturas verificadas nos respectivos depósitos. Assim sendo as temperaturas mais elevadas no depósito, nem sempre estão associadas a uma maior incidência solar. Contrariamente ao que por vezes se possa pensar, os melhores meses para o aquecimento das águas

quentes sanitárias, são os meses de Maio, Junho e Setembro, apesar de normalmente se verificar as temperaturas exteriores mais elevadas nos meses de Julho e Agosto.

Pode-se pois concluir que o calor não está directamente relacionado com o rendimento dos colectores.

7. Sistema de aquecimento de uma habitação recorrendo a energia renováveis

A climatização de uma habitação, ganha cada vez mais importância na cultura da população portuguesa. Hoje em dia, o investimento em sistemas e em materiais que garantam o bom isolamento de uma habitação, tem aumentado. A tecnologia foi evoluindo, a cultura das pessoas também, muito por força da necessidade de se obter comodidade.

Se por um lado o conceito de bom isolamento e melhor climatização começa a estar patente na mentalidade das pessoas, o mesmo já não se poderá dizer, quando se fala de climatização através das energias renováveis. O maior entrave, continua a ser, a ignorância relativamente à oferta do mercado.

Os equipamentos eléctricos continuam a ser os que têm maior procura. Se por um lado, esta escolha é justificável muito por força da quantidade elevada existente no mercado, sendo assim mais fácil cativar a atenção das pessoas, principalmente pelo seu preço, o mesmo já não se adequa, a equipamentos que consomem combustíveis fósseis (principalmente gás e diesel).

Estes equipamentos, como por exemplo as caldeiras a gás ou diesel, têm preços que apesar de ser um pouco inferiores, quando comparados com equipamentos análogos, mas com funcionamento a recurso de energias renováveis, não justificam de todo a sua compra, ao nível económico. Isto sem referir ao nível ambiental.

A maioria das novas habitações, equipadas com aquecimento central, ainda opta por sistemas que consomem combustíveis fósseis.

O grande objectivo, deste capítulo, é dar a conhecer outras formas de se ter aquecimento numa habitação, mas sem ter que se recorrer a equipamentos que utilizem combustíveis fósseis.

Se a população em geral demonstrar aceitação por este tipo de energias, os equipamentos que lhes estão associado, poderão evoluir muito mais rapidamente.

O aquecimento de uma habitação, ainda continua no presente, a ser realizado através de radiadores e aquecedores a óleo, aquecedores a gás, aquecedores eléctricos, termoventiladores ou através de sistemas de ar

condicionado, se bem que neste último caso, seja necessário associar a componente eléctrica ao gás. As caldeiras a gás ou diesel ligados a radiadores, distribuídos pelas divisões da habitação, são outras opções de aquecimento.

Mas no mercado existem já soluções, que visam única e exclusivamente o consumo de energias renováveis. As soluções são os pisos radiantes, os ventilo-convectores e os radiadores por condução de água.

Cada uma destas soluções terá de ser associada a uma fonte de calor. Essas fontes de calor podem ser efectuadas através de estufa de *pellets*, ou através de bombas geotérmicas.

A solução que neste momento promete revolucionar o mercado e por conseguinte obter mais aceitação é o piso radiante.

7.1. Piso radiante

O piso radiante, é composto por um conjunto de tubos que estão embutidos no piso, e por onde a água passa após ser aquecida na fonte de calor preparada para o efeito (estufa de *pellets* ou bomba geotérmica).

O aquecimento por piso radiante é efectuado através da circulação de água quente (40°C). Estes tubos transmitem o calor para o pavimento, que por sua vez o transmitem para o interior da casa.

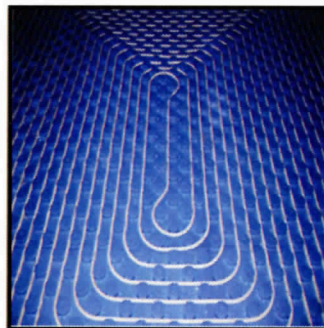


Figura 20 – Colocação do tubo no sistema de piso radiante

Fonte: Manual de instalação - cirelius

Este tipo de tubo, possui excelente resistência à corrosão, devido à sua camada interior ser extremamente lisa, não permitindo qualquer incrustação ou corrosão.

Por outro lado este material tem excelentes características de transmissão térmica e elevada resistência mecânica, assim como elevada condutividade térmica em relação a outras tubagens plásticas.

Dado que os mesmos são instalados com a possibilidade de o caudal da água ser ajustado em função das necessidades térmicas de cada divisão da casa. A regulação do caudal permite circular a água à temperatura desejada e controlar de forma independente a temperatura ambiente de cada um dos locais aquecidos.

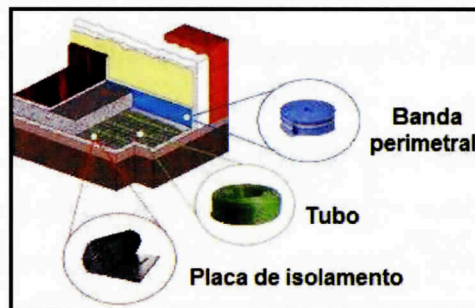


Figura 21 – Montagem do piso radiante

Fonte: Manual de instalação - Cirelius

Por outro lado, este tipo de climatização obedece à condição de distribuição ideal do calor (pés quentes, cabeça fria), ou seja, com o chão aquecido e temperatura amena na cabeça, sem calor excessivo e incomodativo.

A figura seguinte mostra a propagação de calor através do piso radiante.

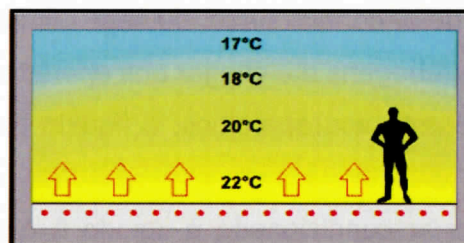


Figura 22 - Propagação do calor através do piso radiante

Fonte: Manual de instalação - Cirelius

Como o calor é uniformemente distribuído proporciona uma sensação de conforto e bem-estar, com temperaturas mais baixas que os sistemas tradicionais.

O seu funcionamento a baixas temperaturas aumenta a eficiência dos equipamentos de produção de calor.

Como no piso radiante, o aquecimento é muito ameno, com apenas uma diferença de temperatura entre chão e ar ambiente, faz com que não exista movimento de ar ou pó, nem alteração de humidade, sendo muito apreciado por quem sofre de problemas respiratórios, ou alergias, pois não havendo movimento de ar, o risco de transmissão de vírus e bactérias é muito menor.

O piso radiante como não ocupa espaço visível, pois é totalmente oculto, permite a decoração numa habitação sem qualquer constrangimento, e sem que seja necessário, contornar certos pressupostos, como sendo a localização de janelas ou porta.

Como é totalmente oculto, logo não existe perigo de acidentes por queimadelas ou cortes em arestas vivas, sendo ideal para crianças.

Mesmo sendo colocado no pavimento, este não levanta limitações quanto ao tipo de acabamento a ser colocado, sendo possível colocar pavimentos em madeira ou pavimentos cerâmicos.

7.2. Ventilador-convectores

Os ventilador-convectores, são aparelhos de climatização, que produzem aquecimento e arrefecimento. O seu princípio de funcionamento é o mesmo do que os aparelhos de ar condicionado, ou seja, o líquido que provém da fonte de calor, passa pelas tubagens até chegar aos aparelhos em questão.

Após a chegada aos aparelhos, o líquido passa pelas serpentinas e é libertado o calor.

No caso do ar condicionado o líquido é o gás, enquanto nos ventilador-convectores o líquido é a água. Essa água chega aos ventilador-convectores a uma temperatura de 60 °C.

O calor libertado é também expandido, por força de uma ventoinha interna, que faz com que o calor se expanda e se propague na divisão.

A figura seguinte mostra o exemplo de um ventilo-convector.

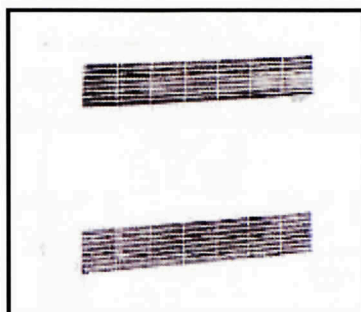


Figura 22 – Exemplo de um ventilo-convector

Fonte : Cirelius – Catalogo Cliente

7.3. Radiadores por condução de água ou não eléctricos

Os radiadores não eléctricos, são equipamentos apenas de aquecimento. O seu princípio de funcionamento tem algumas semelhanças com os ventilo-convectores.

Este aparelho é constituído por uma serpentina, por onde a água aquecida passa e liberta o calor desejado. São colocados, como acontece nos ventilo-convectores, na parte inferior da parede, fazendo com que o calor libertado, faça o sentido ascendente, junto à mesma parede.

A sua principal diferença para os ventilo-convectores, é que estes não têm apoio nenhum eléctrico, ou seja, o seu calor é libertado e faz o seu sentido ascendente de forma natural.

Como não tem qualquer apoio para ajudar a expandir o calor, a água passa pelas serpentinas destes equipamentos a temperaturas bastante elevadas, cerca de 80 °C.

Isto significa que a fonte de calor, nestes casos terá de consumir muito mais para que o equipamento possa ter o rendimento e o efeito desejado.

Outra desvantagem deste equipamento é que o aquecimento se processa de uma forma irregular, isto porque na zona da parede onde está instalado o equipamento, a temperatura é mais elevada do que a temperatura registado no oposto da mesma divisão, como se pode verificar na figura seguinte.

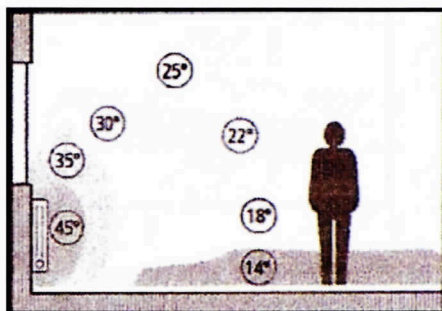


Figura 24 – Forma como se propaga o calor através de um radiador

Fonte: Cirelius – Catálogo Cliente

7.4. Comparação dos diferentes sistemas de aquecimento de uma habitação

Pressupostos de comparação:

Carga Térmica de aquecimento (casa bem isolada): 70W/m²

Área a aquecer: 135 m²

Carga Térmica Total: 135 m²

Temperatura mínima exterior (em Santo Tirso): -0.8 °C

A habitação contemplava as seguintes divisões a aquecer:

- 3 Quartos (aproximadamente 75m²);
- 1 Cozinha (aproximadamente 14 m²);
- 1 Sala (aproximadamente 25 m²);
- 1 Escritório (aproximadamente 10 m²);

Pelo que foi transcrito anteriormente, facilmente se chega à conclusão que o sistema de aquecimento com maior rentabilidade será o sistema que efectua o aquecimento por piso radiante.

Como o aquecimento está colocado no chão, tem a vantagem de aquecer primeiro os pés e só depois a cabeça e como o ar quente tem tendência a subir, e vindo este do chão, e também porque usa a área total da divisão para aquecer, o seu aquecimento é feito de uma forma regular, e como a água circula pela totalidade dessa mesma área, a sua temperatura não necessita de ser tão elevada como as dos outros sistemas.

Tem outra vantagem, mais focalizada para a estética e ocupação de espaços, pois como está assente no chão não ocupa espaço e não fica visível.

A sua única e grande desvantagem em relação aos restantes sistemas, é o seu exagerado preço. O seu elevadíssimo preço, deve-se muito ao infinito número de componentes, desde termóstatos, controladores, válvulas de segurança, cabeças térmóstáticas, etc.

O sistema de aquecimento por ventilo-convectores, é o sistema de aquecimento mais equilibrado, ou seja, o que apresenta uma melhor relação entre vantagens e desvantagens.

Este sistema como utiliza água a 60 °C, faz com que a fonte de calor tenha consumos maiores de energia, quando comparados com o sistema de aquecimento por piso radiante.

Como utiliza água a 60 °C, pode ser ligado aos painéis solares e tirar 100 % de rendimento dos mesmos, pois a água que está acumulada no depósito atinge 60 °C.

Tem outra vantagem muito grande, que é ser constituída também por uma ventoinha interna. Ventoinha essa que faz expandir o calor a qualquer ponto da divisão.

O facto de ter um componente eléctrico, pode ser visto como uma desvantagem, pois é mais um consumo de energia associado.

O preço dos ventilo-convectores pode-se considerar como uma vantagem em relação ao piso radiante, pois o seu preço é inferior a este.

Os radiadores são aqueles que apresentam pior rendimento no aquecimento da habitação porque necessitam de água a passar a 80 °C pela serpentina interna do radiador, o consumo de energia da fonte de calor auxiliar

dispara e como não tem qualquer auxílio de componentes eléctricos, o calor libertado faz um aquecimento desequilibrado. A zona da parede onde fica instalado o radiador é a primeira a aquecer, mas do lado oposto ter-se-á a divisão bastante mais fria, dando-se por vezes um choque térmico.

A sua única vantagem é o preço, pois é das três soluções apresentadas, a que menor custo tem na aquisição dos equipamentos.

Este tipo de aquecimento seguramente será o mais fraco, quando ponderadas todas as vantagens ou desvantagens dos sistemas de aquecimento em questão. Mas apesar de ser o mais fraco, estranhamente é o mais utilizado.

Será que o preço mais baixo tem sempre primazia em relação a outros elementos de decisão?

Infelizmente parece que sim...

O quadro seguinte traduz os preços de cada um dos sistemas, para os pressupostos mencionados anteriormente.

Designação do sistema	Preço
Piso radiante	4 402.00 €
Ventiloconvectores	3 700.00 €
Radiadores não eléctricos	2 400.00 €

Tabela 4 – Exemplos de preço de fornecimento e instalação dos diferentes sistemas material *cirelius* em 2009

7.5. Associação de painéis solares a outros equipamentos com a finalidade de aquecer a habitação

Contrariamente ao que se possa pensar, os painéis solares foram concebidos para o aquecimento de águas sanitárias e não para o aquecimento total de uma habitação.

A associação de painéis solares com a finalidade de aquecer a habitação tem vários pressupostos a respeitar:

- Devem ser ligados a equipamentos interiores que tenham como

temperatura máxima admissível, a mesma temperatura que a água do depósito, sendo que a temperatura máxima admissível no interior de um depósito são 60°, equipamentos que tenham como pressuposto de funcionamento, temperaturas superiores aos 60° devem ser excluídos;

- O número de painéis deve respeitar a mesma correlação existente para o aquecimento de águas quentes sanitárias, um painel aquece no máximo 200 litros;
- Deve ser calculado o volume de água que perfaz o circuito interno de aquecimento. Se para o circuito de água são necessários 300 litros, por exemplo, o número de colectores e o volume total dos sistemas aquecimento de águas sanitárias mais o aquecimento da habitação deve respeitar o rácio número de colectores / volume do depósito.

O principal problema que se coloca e este tipo de instalação tem haver com a necessidade de todo o calor acumulado pelos painéis ser libertado, no próprio dia ou no dia seguinte.

Quando isto não acontece, as válvulas de segurança estão continuamente a ser accionadas, dando-se o risco dos equipamentos, principalmente os colectores e o depósito se danificarem.

O aquecimento de uma habitação tem maior necessidade de ser aquecida na estação do inverno. Por essas alturas a quantidade de raios solares são bem menores, e assim sendo será mais difícil aquecer o mesmo volume de água.

Se associarmos a este facto, à necessidade de aquecer um volume ainda maior, por causa do aquecimento da habitação, logo se chega à conclusão que o volume de água não atingirá o seu valor de referência 60 °C, nos dias desta esta estação do ano.

Como o aquecimento através dos raios solares não é suficiente, será necessário recorrer-se ao uso de uma fonte de calor, para auxiliar o aquecimento.

Após a partida do inverno e a chegada da primavera, a necessidade de se aquecer uma habitação deixa de existir. Não sendo preciso aquecer a habitação, deixará de ser necessário que a água circule pelos equipamentos de aquecimento definidos para esse efeito (piso radiante, ventilo-colectores), e

como tal surgirá um grande problema.

Não sendo preciso o aquecimento, a água deixa de fazer o seu circuito, e assim sendo passará dias e dias acumulada no depósito. Sendo continuamente aquecido pelos raios solares, chegar-se-á a uma altura que o sistema por força das altíssimas temperaturas, e por conseguinte pelas altas pressões, accionará continuamente as válvulas de segurança.

Para a resolução desta situação, existirá sempre duas soluções.

Para as habitações que tenham piscina ao ar livre, esta situação é facilmente resolvida. Durante as estações do ano, onde é necessário aquecer a habitação, todo aquecimento pela radiação solar, é canalizado para o aquecimento das águas quentes sanitárias e do aquecimento da habitação, mas durante as estações do ano, onde não é necessário aquecer a habitação, todo o aquecimento pela radiação solar, será canalizado para o aquecimento das águas quentes sanitárias e o restante desviado para a piscina, que sendo exterior, facilmente libertará o calor em excesso.

A grande maioria das habitações não tem piscina, e como tal ter-se-ia que arranjar outra forma de solucionar o problema.

Assim sendo, quando se instala os respectivos colectores, estes terão de ser instalados em conjuntos separados, em vez, de um único, terá de ser instalado um sistema solar para o aquecimento de águas quentes sanitárias e um outro, totalmente independente, para o aquecimento da habitação.

Esta medida, serve para quando o aquecimento da habitação não for necessário, seja possível anular o aquecimento da habitação independentemente do aquecimento das águas sanitárias.

Os sistemas sendo independentes, poder-se-á anular o sistema de aquecimento para a habitação, cobrindo-se os colectores com uma cobertura própria, para que esses mesmos colectores não recebam os raios solares e por conseguinte que a água desse sistema não seja aquecida.

Apesar de este método ser visto como uma solução, esta não passa de uma solução de recurso, por não ser cómodo, andar-se a cobrir e a descobrir os colectores consoante a necessidade de aquecer a habitação, sobretudo, se estes colectores estiverem instalados em locais de difícil acesso.

8. Conclusão

Este trabalho teve como principal objectivo dar a conhecer a existência de formas de aquecimento da água para o uso doméstico, ou para aquecimento de uma habitação, com o recurso única e exclusivamente a energias renováveis.

Primeiramente, procedeu-se ao levantamento de conceitos chaves, nomeadamente, as principais fontes de energias renováveis, bem como os equipamentos associados e a instalação de sistemas de aquecimento.

No que se refere a informações e conceitos por parte da instalação de aquecimento de águas para consumo doméstico devido à vasta literatura existente e aos diversos equipamentos existentes no mercado, a tarefa de dar a conhecer este tipo de sistema ficou muito mais facilitada.

O facto de se poder retirar dados experimentais desses sistemas, vem facilitar e reforçar os conceitos teóricos referenciados.

Relativamente ao aquecimento da habitação, tal não foi conseguido, sendo que a referência aos conceitos teóricos, elucidam o utilizar quanto ao principal objectivo do trabalho.

Como existem diversos equipamentos para proceder à mesma finalidade, aquecer as águas para consumo ou para aquecimento generalizado, debateu-se as suas vantagens e desvantagens comparativamente aos outros.

Conclui-se deste modo que existem soluções muito mais ecológicas e eficientes no aquecimento de uma habitação, em comparação com as tradicionais, que utilizam combustíveis fósseis.

9. Referências

Marcos Fernández Gomes, microgeração e gestão de energia em ambientes residenciais, Dissertação de mestrado, Aveiro, 2008

Sílvia Marques, Energias Fósseis versus Energias Renováveis, Dissertação de mestrado, Braga, Junho 2007

Octávio Matos Luchini, Projeto básico e estudo de viabilidade económica de um sistema de aquecimento de água para uso doméstico, tese de mestrado, Brasil 2007

AITA, F. Estudo do desempenho de um sistema de aquecimento de água por energia solar e gás. Dissertação de Mestrado em Engenharia. Porto Alegre, 2006.

Franciscatto, Anderson, 2005, "energia solar Eólica e solar Fotovoltaica no contexto da universalização e diversificação da matriz de geração brasileira, tese de mestrado.

GAS NATURAL. Manual de cálculo y diseño de instalaciones de producción de agua caliente sanitaria en edificaciones de viviendas mediante energía solar y apoyo individual a gas natural. Espanha, 2004;

Lima, Juliana Beloni, otimização de sistemas de aquecimento solar de águas em edificações residenciais unifamiliares utilizando o programa Trnsys, tese de mestrado, São Paulo 2003

Vieira, Luiz Rosa, 2001. "Estratégias para Minimizar o Consumo de Energia Elétrica no Apoio a Sistemas Solares de Aquecimento de Água", Dissertação de Mestrado, PROMEC, UFRGS, Porto Alegre, Brasil.

Lourenço Junior, I., 2000. "Estudo de um Sistema de Aquecimento de Água Híbrido-Gás- Solar", Dissertação de Mestrado, PROMEC, UFRGS, Porto Alegre, Brasil.

Cirelius, catalogo clientes, 2009

Cirelius, Manual do instalador, 2009

EDP - Energias de Portugal, S.A., "Guia prático da eficiência energética",
Junho de 2006

Confederação dos agricultores de Portugal (2003) – *Culturas energéticas:
enquadramento e oportunidades*. <http://www.cap.iweb.pt>

MANUAL de Uso e Instalação Sistema de Aquecimento Solar.

Disponível em: www.cumulus.com.br

<http://www.iped.com.br>

<http://www.modernunes.pt>

<http://www.portugal.gov.pt>

<http://www.dgge.pt>

<http://www.iapmei.pt>

<http://www.ambienteonline.pt/noticias>

<http://www.renovaveisnagora.pt>