



Alterações Climáticas Boas Práticas de Engenharia



ORDEM
DOS
ENGENHEIROS

20
18

ANO DE
das alterações
climáticas

“As questões relacionadas com o acompanhamento, mitigação e adaptação às evidentes consequências das alterações climáticas, passaram, assim, a fazer parte da nossa agenda quotidiana.”

Carlos Mineiro Aires

ÍNDICE DE CONTEÚDOS

PREÂMBULO

TEXTO ENQUADRADOR

TEMA 01

CIDADES INTELIGENTES

1.0 Introdução

1.1 Símulas

1.2 Subtema Principal – Cidades Inteligentes e o Futuro da Mobilidade Urbana

TEMA 02

INDÚSTRIA E SERVIÇOS

2.0 Introdução

2.1 Símulas

2.2 Subtema Principal – Boas Práticas para o Desenvolvimento Sustentável na Indústria Extrativa

TEMA 03

AGRICULTURA E FLORESTAS

3.0 Introdução

3.1 Símulas

3.2 Subtema Principal – Pastagens Semeadas Biodiversas: Um Paradigma para as Soluções para o Clima baseadas na Natureza

TEMA 04

MAR E LITORAL

4.0 Introdução

4.1 Símulas

4.2 Subtema Principal – Gestão de Sedimentos: Guia de boas práticas

TEMA 05

AMBIENTE E RECURSOS NATURAIS

5.0 Introdução

5.1 Símulas

5.2 Subtema Principal – Eficiência Energética – Sistemas Solares Térmicos Em Edifícios

COLABORAÇÕES

PREÂMBULO

O Conselho Diretivo Nacional da Ordem dos Engenheiros (OE) deliberou decretar o ano de 2018 como o "Ano OE das Alterações Climáticas", iniciativa que mereceu o Alto Patrocínio do Sua Exa. o Presidente da República e o apoio do Governo, através do Ministério do Ambiente.

Assim, encetámos um novo caminho de alerta e inquietação em torno de preocupações ambientais, mostrando uma nova faceta do que já são as missões e as prioridades globais da Engenharia, onde as questões relacionadas com o acompanhamento, mitigação e adaptação às evidentes consequências das alterações climáticas passaram a integrar a nossa agenda quotidiana.

Nesta mesma linha, o Conselho Diretivo Nacional já declarou o ano de 2019 como o ano da primeira componente da Economia Circular, a Eficiência Material, embora em estreita ligação com as eficiências hídrica e energética, como forma de alertar a Sociedade para a necessidade de serem adotadas novas posturas e despertar a consciência coletiva para alguns dos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) das Nações Unidas.

Paralelamente, iremos agora complementar os contributos recebidos e as conclusões e as orientações que a OE entendeu compilar e plasmar neste documento, para que possamos enfatizar junto dos decisores políticos a importância do papel e da intervenção da Engenharia neste importante desafio.

Assim, num modelo mais ambicioso, iremos progressivamente densificar o que entendemos chamar por "Alterações Climáticas | Boas Práticas de Engenharia", cujo início reside nesta publicação.

A intenção é criar um documento "aberto", que parte de um cenário base, sustentado por um conjunto de conclusões de atividades que levámos a efeito ao longo de todo o ano, mas que possa ser objeto de permanente atualização através da inserção de todas as situações tipificáveis no domínio de cada especialidade de Engenharia.

A Ordem dos Engenheiros, ao liderar a abordagem deste tema, para além de prestar um serviço público, alerta para a necessidade de prossecução de políticas de responsabilidade social, ambiental e de sustentabilidade, consubstanciadas na implementação das melhores práticas globais neste domínio e coloca o seu conhecimento e capacidade de atuação e de cooperação à disposição do Governo de Portugal.

A todos o que ajudaram a prosseguir este projeto, ficam os nossos agradecimen-

Carlos Mineiro Aires
Bastónario

TEXTO ENQUADRADOR

1. O CONTEXTO

Em concretização da sua iniciativa de decretar o ano de 2018 como o "Ano OE das Alterações Climáticas", a Ordem dos Engenheiros desenvolveu durante o ano um programa de atividades que envolveu todos os órgãos nacionais e regionais e permitiu a abordagem transversal do papel da Engenharia e dos Engenheiros no acompanhamento e na mitigação dos impactos das alterações climáticas, bem como o papel das soluções tecnológicas na garantia de um futuro mais sustentável.

Foi ainda deliberada a inclusão, no âmbito daquelas atividades, do lançamento de um de um documento de Boas Práticas, a ocorrer durante a sessão de encerramento do programa.

A publicação deste documento resultou de proposta da autoria do Professor Engenheiro Fernando Santana, publicamente formulada na sessão de abertura e prontamente aceite por parte do Bastonário, Engenheiro Carlos Mineiro Aires.

Os objetivos então explicitados incidiam sobre a mais-valia associada ao registo e acessibilidade a informação sobre boas práticas profissionais em áreas temáticas cuja atualidade e importância fulcral estavam a ser enfatizadas e cultivadas pela Ordem dos Engenheiros.

2. A SISTEMATIZAÇÃO

Na preparação das atividades de elaboração do documento, foram acolhidas várias bases de estruturação.

A primeira incidiu sobre a sua longevidade de utilização, tendo sido acolhida a ideia de que, sendo evidente que as matérias das alterações climáticas remanescerão no topo das atenções durante muitos anos, se deveria optar por uma publicação evolutiva, com uma estruturação temática de base e com inserção progressiva de documentos relativos a boas práticas enquadradas em cada um dos temas e subtemas.

Depois e tendo presente a transversalidade do tema foi decidido acolher uma sistematização temática como segue:

01 Cidades Inteligentes

02 Indústria e Serviços

03 Desenvolvimento Rural, Agricultura e Florestas

04 Mar e Litoral

05 Ambiente e Recursos Naturais

Para cada um dos temas, foi constituído um Grupo de Coordenação com as atribuições de segmentação em subtemas, de especificação das abordagens a concretizar e de definição e dinamização dos autores dos documentos a incluir no documento.

No decurso dos trabalhos, foram especialmente tomados em conta os documentos publicados no âmbito das atividades que vêm sendo empreendidas no plano supranacional, com destaque para as iniciativas implementadas pelo IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*).

Relativamente a cada tema, foi escolhido um subtema principal com a finalidade de ser objeto de tratamento especial, consubstanciado na produção de texto descritivo de uma boa prática.

Para além da valia intrínseca da prática descrita, pretendeu-se que cada um daqueles textos constitua um protótipo propiciador da eventual indução posterior de melhorias de formatos e procedimentos que venham a mostrar-se justificados.

Referenciam-se em seguida os desenvolvimentos conseguidos.



TEMA 05 AMBIENTE E RECURSOS NATURAIS

Jorge Cruz Costa

5.0 INTRODUÇÃO

A queima de combustíveis fósseis (por exemplo carvão, petróleo e gás natural) e outras atividades antropogénicas têm levado a elevadas emissões de monóxido de carbono, dióxido de carbono, óxidos de azoto, dióxido de enxofre, metano e clorofluorcarbonos, gases que, em elevadas concentrações na atmosfera, têm sido responsáveis pelo aumento da temperatura média do globo e consequentes alterações climáticas. Simultaneamente, a desflorestação à escala mundial impede que o carbono em excesso na atmosfera possa ser removido e os incêndios libertam também elevadas quantidades de dióxido de carbono para a atmosfera.

A forma mais consensual de enfrentar o problema é através da adoção de medidas mitigadoras, para reduzir as emissões dos gases com efeito de estufa, ou absorver os já emitidos, e de medidas de adaptação para reduzir as consequências futuras das alterações climáticas.

O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) sugere várias medidas de mitigação e adaptação às alterações climáticas, tendo sido selecionadas para este painel subtemas como:

- i) as energias renováveis, que poderão substituir os combustíveis fósseis, em especial no que se refere à produção de energia elétrica;
- ii) as emissões de gases com efeito de estufa, que devem ser reduzidos na origem e eliminados da atmosfera;
- iii) a adaptação energética nos sistemas de produção, de transporte e de eletricidade, que levará à implementação de modelos de organização da atividade de distribuição de eletricidade acessíveis a produtores locais, podendo os cidadãos participar nas decisões de gestão da atividade de produção distribuída, comercialização, autoconsumo e racionalização de eletricidade;
- iv) armazenamento de energia, que prevê o incremento de tecnologias de base química para a produção de hidrogénio ou de metano, que podem depois ser utilizados em processos de combustão ou em pilhas de combustível;
- v) eficiência energética, que prevê modelos de gestão para a utilização racional de energia, associados à implementação quer de fontes de energia renovável em edifícios, como por exemplo o uso de painéis solares, quer ao recurso a sistemas de cogeração.

5.1 SÚMULAS

SÚMULA SUBTEMA PRINCIPAL

Sistemas Solares Térmicos em Edifícios: Portugal foi uma das pioneiras na captação da energia solar com as realizações do Padre Himalaia, cuja intuição, de que a energia solar e outras energias renováveis poderiam vir a tornar-se as energias do futuro, o tornou percussor daquilo que hoje se pode definir como desenvolvimento ecologicamente sustentado.

Portugal é um dos países da Europa com maior disponibilidade de radiação solar, mas este recurso tem sido mal aproveitado.

No setor doméstico, a água quente é utilizada essencialmente em duchas e banhos de imersão, na lavagem de louça e da roupa.

Os equipamentos convencionais mais comuns utilizados no aquecimento da água são os esquentadores e caldeiras murais a gás e os termoacumuladores a gás e elétricos. Estes aparelhos são responsáveis por cerca de 50% do consumo de energia no setor doméstico.

A utilização de coletores solares, em larga escala, poderá contribuir para a redução substancial dessa fatura e do peso do setor no balanço energético global.

Por outro lado, a energia solar é um recurso endógeno gratuito que pode proporcionar uma importante poupança para os seus utilizadores e contribuir para a redução das emissões de CO₂.

De acordo com o levantamento efetuado para o programa E4 (Eficiência Energética e Energias Endógenas – Resolução do Conselho de Ministros n.º 154/2001), no nosso País poderiam ser instalados 7 500 000 m² de coletores solares, proporcionando cerca de 4 900 GWh/ano de energia útil.

A incorporação de sistema solares térmicos passou a ser obrigatória pelo Decreto-Lei n.º 80/2006, em novas construções e grandes reabilitações, desde que haja área com exposição adequada.

Qual a razão para o mercado não estar florescente?

As dificuldades de integração arquitetónica e o preço, são um incentivo para se encontrarem justificações legais para a sua não utilização.

A certificação de componentes e de sistemas resolveu muitos problemas. Abordaremos neste capítulo as principais Regras de Arte para a conceção, instalação e utilização destes equipamentos, sem esquecer os aspetos de integração arquitetónica.

SÚMULA SUBTEMA 2

Adaptação energética nos sistemas de produção, de transporte e de eletricidade que permitam o autoconsumo e produção distribuída: As

macropolíticas de energia elétrica, em especial da eletricidade, são definidas de uma forma estrutural ao nível da União Europeia através de Diretivas, sendo permitido, ao cidadão europeu, poucas opções de participação e escolha na gestão da eletricidade que utiliza. Por outro lado, aos países membros são colocados objetivos de política ambiental, de segurança de abastecimento e de gestão da utilização de eletricidade, cujo alcance, para ser viável, conduzem a abordagens disruptivas de utilização de novas tecnologias de produção sobretudo de pequena escala e a participação local da produção, distribuição e comercialização de eletricidade.

O futuro acesso a tecnologias de produção de eletricidade renovável, de pequena potência e a custos competitivos, permite prever a constituição próxima de unidades de mini e microprodução que satisfaçam as necessidades próprias de pequenos consumidores e permitem produzir excedentes que podem ser vendidos localmente através das redes regionais. O futuro apresenta um novo paradigma: a democratização do acesso à produção e fornecimento de eletricidade.

Em termos gerais, e em muitos países, as entidades que participam na atividade de distribuição de eletricidade são simultaneamente as que controlam quotas significativas da produção da energia elétrica comercializada. Existe normalmente um efeito de oligopólio e uma mútua influência na cadeia de valor. Este modelo não assegura a emergência de formas adicionais de participação, quer públicas e quer privadas, em concorrência, na atividade de fornecimento de eletricidade ao nível local. Em termos gerais e em qualquer mercado, podemos afirmar que a produção local independente de eletricidade, em pequena escala e competitiva, incorpora uma óbvia conflitualidade com os interesses dos grandes produtores centralizados de eletricidade e que controlam a maioria da produção atual. A tecnologia emergente neste setor obriga a transferências de valor dos grandes para os pequenos agentes.

Esta conflitualidade prática e compreensível ao nível nacional é ao mesmo tempo um objetivo definido nos grandes alinhamentos de Governança Global:

i) Está alinhado com a atual agenda das Nações Unidas: *Transforming Our World – the 2030 Agenda for Sustainable Development*. Com efeito, este tema da gestão local da energia, do autoconsumo e da produção distribuída de pequena escala enquadra-se em seis dos 17 tópicos do *SDG-Sustainable Development Goals*, a saber:

Topic 7 – *Ensure access to affordable, reliable, sustainable and modern energy for all;*

Topic 8 – *Promote sustained, inclusive and sustainable economic growth, full and productive employment and decent work for all;*

Topic 9 – *Build resilient infrastructure, promote inclusive and sustainable industrialization and foster innovation;*

Topic 10 – *Make cities and human settlements inclusive, safe, resilient and sustainable;*

Topic 12 – *Ensure sustainable consumption and production patterns;*

Topic 13 – *Take urgent action to combat climate change and its impacts.*

ii) Converte com as políticas da União Europeia para a energia, em cinco dimensões:

- Segurança de aprovisionamento
- Mercado interno de energia
- Eficiência energética
- Redução das emissões
- Investigação/Inovação no setor da energia

De acordo com estas dimensões, a UE estabeleceu objetivos estratégicos e climáticos até 2020: 20% de redução de emissões de gases de efeito de estufa, 20% de energia obtida a partir de fontes renováveis e 20% de melhoria de eficiência energética.

Para 2030, os objetivos recentemente estabelecidos são ainda mais ambiciosos: 40% de redução de emissões de gases de efeito de estufa, 27% de energia obtida a partir de fontes renováveis 27% de melhoria de eficiência energética e 15% de interligação elétrica entre os vários países. Para alcançar estes objetivos serão necessárias políticas claras de ruptura de paradigma na produção de eletricidade.

A produção local de energias renováveis com base em autoconsumo e produção distribuída são, aliado ao governo local desta política, um instrumento ímpar para alcançar estes objetivos.

i) Coincide com a discussão atual sobre a contínua evolução tecnológica de equipamentos associados ao autoconsumo de eletricidade, à sua produção distribuída e redes inteligentes por disponibilização massiva de banda larga na Europa e no território nacional.

A relevância do tema e as pressões globais de controle das alterações climáticas, permitem prever modelos de organização da atividade de distribuição de eletricidade acessíveis a produtores locais de energia que, em competição aberta, possam oferecer os seus excedentes às redes locais. Esta possibilidade permite que os cidadãos abrangidos tenham oportunidades de maior participação nas decisões locais de gestão da atividade de produção distribuída, comercialização, autoconsumo e racionalização.



SÚMULA SUBTEMA 3

Armazenamento de Energia: Durante muitos anos, a ideia de armazenamento de energia estava associada às centrais hidroelétricas alimentadas a partir de albufeiras formadas pela construção de grandes barragens. Os volumes de água retidos nessas albufeiras são algumas ordens de grandeza superiores aos volumes horários que alimentam os grupos turbina/gerador e daí a ideia de que se está em presença de reservatórios.

O armazenamento de energia é, obviamente, um conceito muito mais lato do que este e um exemplo simples e com centenas de milhões de casos de aplicação é o dos volantes utilizados no caso dos motores de explosão (e não só). Um volante é simplesmente uma massa que roda e que absorve energia cinética numa fase do seu movimento e posteriormente a liberta noutra.

Outros exemplos podem ser dados como o caso das baterias elétricas, os reservatórios de água quente ou fria (incluindo bancos de gelo) no caso de sistemas de refrigeração ou ar condicionado, ou nas águas sanitárias, os reservatórios de ar comprimido.

A questão principal que distingue o caso inicial dos outros é que a quantidade de energia armazenada nestes é relativamente pequena quando comparada com aqueles. Mais que isso, dada a estrutura de consumos e do sistema de geração de energia elétrica, é possível estender o conceito do armazenamento via componente económica. Se bem que o repor água numa albufeira tenha uma eficiência inferior à unidade (2.º Princípio de Termodinâmica), a realidade é que face aos diferenciais de preço da unidade de energia ao longo do dia pode ser muito atrativo pagar a realimentação do reservatório a preços baixos e entregar posteriormente essa energia a preços altos. A figura mostra a barragem da Foz do Tua, parte da sua albufeira, o canal de escoamento para o Douro (leito) e a central equipada, com grupos turbina-bomba.

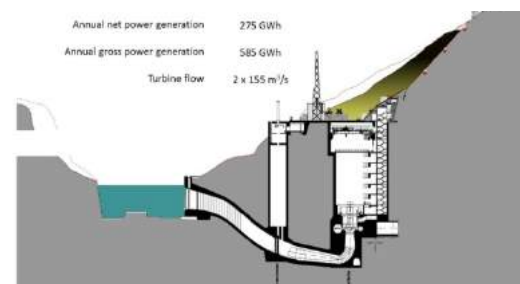
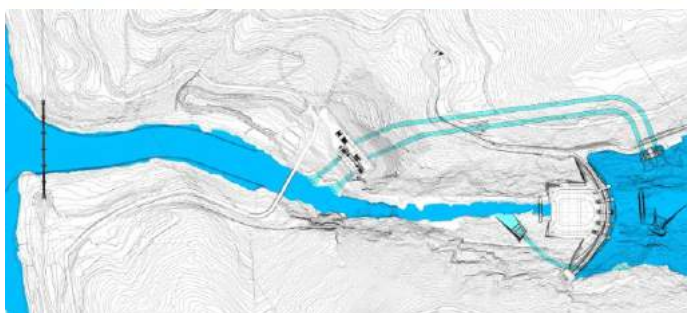
No entanto, tem havido um avanço notável na perspetiva com que se encara o armazenamento de energia. Essa nova perspetiva passa pela gestão de um número muito grande de pequenos sistemas quer isolados, quer ligados em rede. Casos emblemáticos começam a ser apresentados:

1- Os “pequenos” reservatórios de águas quentes sanitárias (milhões) que consomem energia de aquecimento (por exemplo elétrico) durante as horas de menor carga nas redes e vão entregando essa água ao consumo durante o dia;

2 - Os “grandes” reservatórios de água quente ou fria e os chamados bancos de gelo das grandes instalações de ar condicionado (grandes edifícios comerciais e de serviços), bem como os dos sistemas de distribuição de calor e frio em áreas urbanas que são, conjuntamente com os casos anteriores, exemplos de aplicação de armazenamento de energia térmica;

3 - Os carros elétricos, cujas baterias podem ser carregadas durante a noite libertando a energia durante a utilização diária ou as baterias associadas aos sistemas fotovoltaicos de pequena dimensão (auto-produção) que armazenam a energia nas horas de sol e a podem entregar aos utilizadores durante a noite, são casos típicos de armazenamento de energia elétrica;

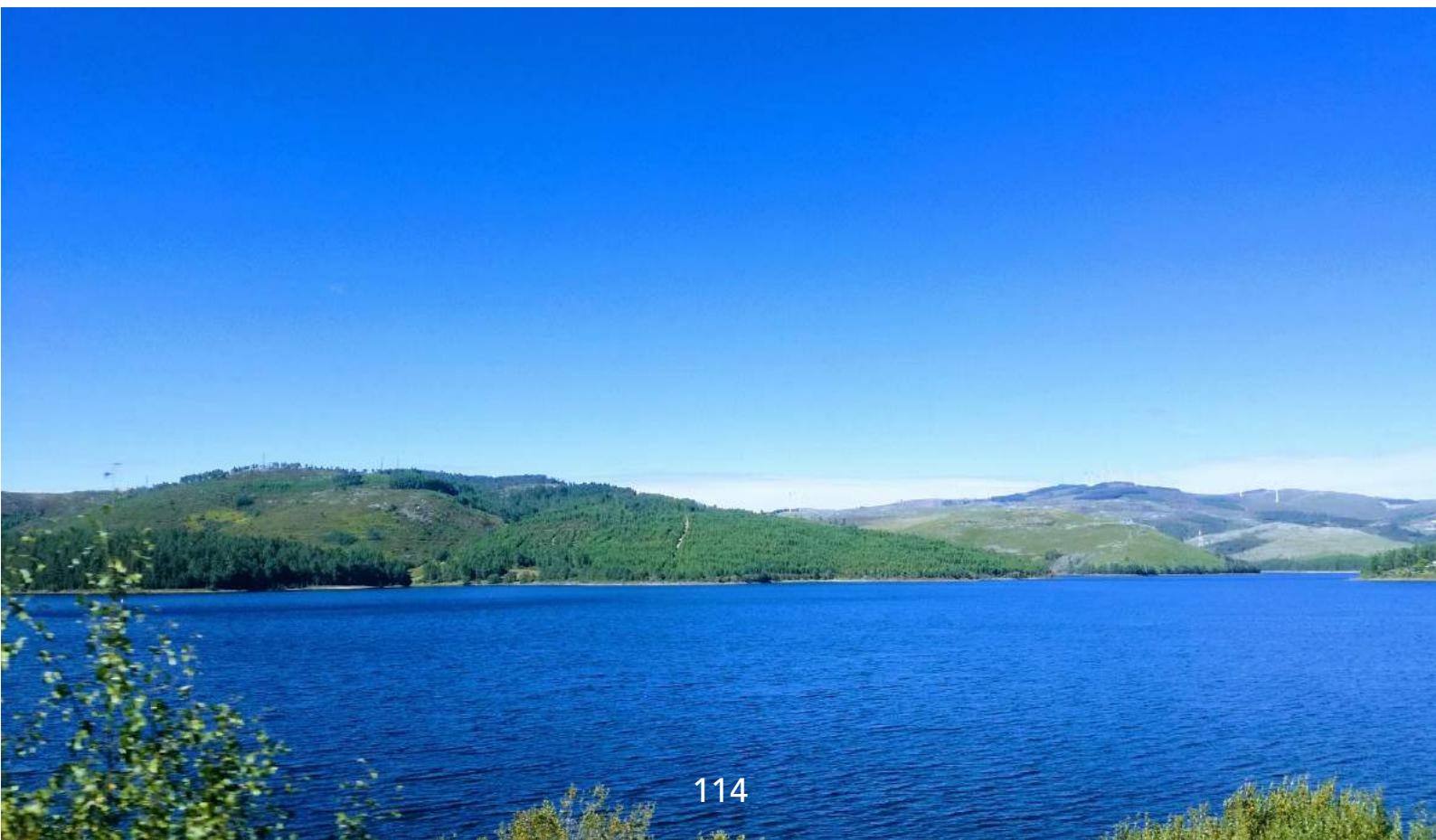
4 - Os reservatórios de ar comprimido de oficinas e garagens e em unidades industriais que permitem o mesmo tipo de gestão referido.



Todos estes sistemas (basicamente eletromecânicos, se bem que alguns associados a processos termodinâmicos e outros a processos químicos) são hoje complementados, espera-se que de forma crescente, a partir de outro tipo de armazenamento (componente química). É o caso da produção de hidrogénio ou de metano, a serem depois utilizados em processos de combustão ou em pilhas de combustível que têm hoje aplicações, ainda que não generalizadas, quer nos transportes quer no edificado.

Finalmente, convém deixar claro que as tecnologias de armazenamento têm algumas limitações e riscos associados à sua utilização. Muito embora que as limitações passem no essencial pela capacidade real de armazenamento (quase todas apropriadas para alguns kWh e não para MWh) e pela fiabilidade dos sistemas (como é o caso, por exemplo, das pilhas de combustível), já os riscos têm aspetos que fogem ao controlo da maioria dos potenciais utilizadores. De facto, os riscos de mercado, associados quase exclusivamente às características do mercado de energia elétrica, aos riscos da regulação e das políticas energéticas, levam a manter o elevado potencial existente nos utilizadores finais como um potencial e não como uma realidade.

Acresce que os métodos convencionais de avaliação da viabilidade dificilmente podem ser considerados como próprios para este tipo de aplicações, o que retrai ainda mais a possibilidade de exploração conjunta dos “pequenos sistemas”.



SÚMULA SUBTEMA 4

Emissão de Gases com Efeito de Estufa: Designam-se por gases com efeito de estufa (GEE) aqueles que, estando presentes na atmosfera, absorvem radiação solar, emitindo depois a maior parte dessa radiação em comprimentos de onda, que ficam retidos na atmosfera, levando ao seu aquecimento.

Para além do vapor de água, que não é contabilizado (associado ao ciclo hidrológico), os principais GEE são: o dióxido de carbono (CO₂), o metano (CH₄), o óxido nitroso (N₂O) e os chamados CFC e HCFC (gases com a presença de componentes fluorados usados, por exemplo, como propulsores ou em sistemas de refrigeração e ar condicionado).

O CO₂ representava, nas emissões contabilizadas entre 2010 e 2014, três quartos (~76%) do total de GEE; o CH₄ representou no mesmo período 16% e o N₂O 6%, sendo os restantes 2% provenientes dos CFC. Vale referir que as emissões de CO₂ originadas pela queima de combustíveis fósseis representaram 85% do total associado a este gás sendo os outros 15% devidos a efeitos associados ao uso da terra como a deflorestação (a Europa é o único Continente em que a área florestal tem aumentado), ou a degradação dos solos.

O CH₄ é libertado para a atmosfera, na sua quase totalidade, por processos associados a: atividades agrícolas, uso dos combustíveis fósseis e decomposição dos lixos. Já a libertação do N₂O está associada maioritariamente ao uso de fertilizantes na agricultura (cerca de 2/3), se bem que os processos de combustão representem uma quota-parte não desprezível.

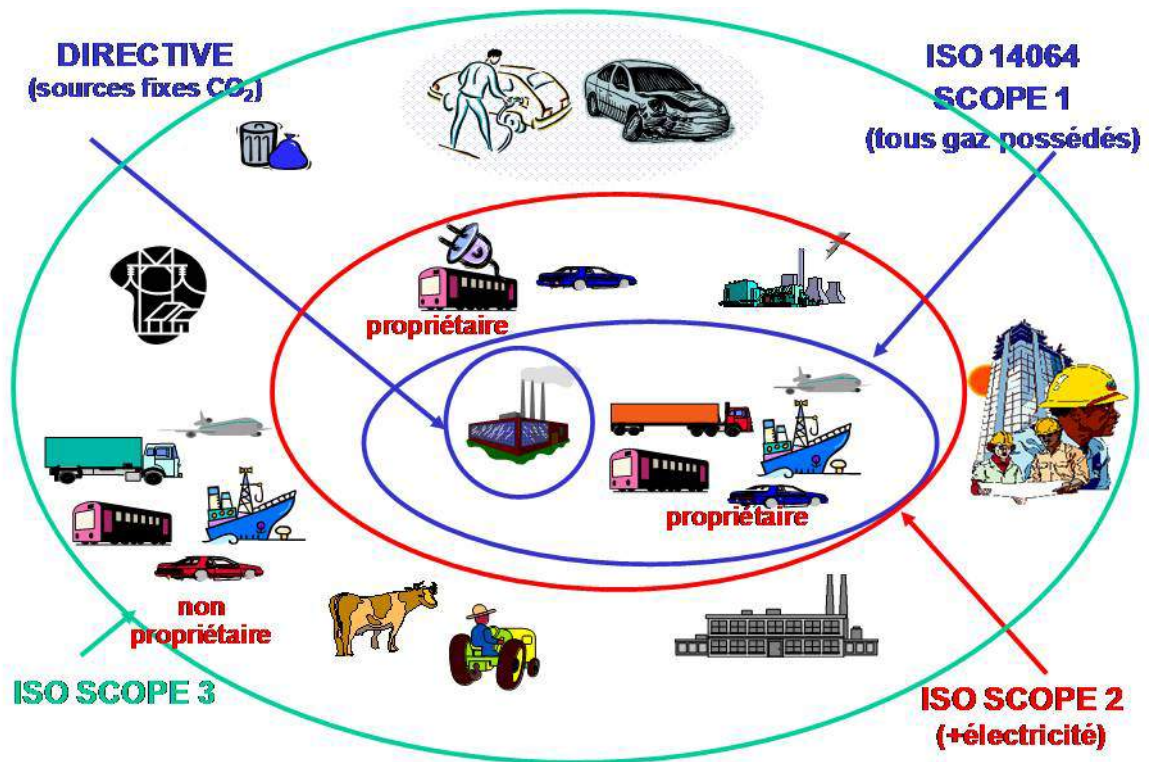
É importante ter em atenção dois aspetos complementares em relação a estes gases: o primeiro é a sua capacidade de absorção de calor (eficiência radiativa), sendo usual a comparação com o CO₂; o segundo é o tempo médio de permanência na atmosfera. Pesando estes dois fatores com as emissões, é possível estabelecer a importância de cada um deles, sendo utilizado o termo "equivalente em CO₂", que inclui o tempo de permanência médio na atmosfera (considerado tipicamente 100 anos, ainda que outros períodos de tempo possam e sejam usados).

O CO₂ tem um tempo médio de residência na atmosfera da ordem dos 100 a 150 anos; o do CH₄ é da ordem dos 10 anos, mas a sua eficiência radiativa é 21 vezes superior à do CO₂; o N₂O tem um tempo de permanência na atmosfera da ordem do do CO₂, mas a sua eficiência radiativa é cerca de 270 vezes superior à deste; os CFC foram, durante muitos anos, considerados inertes no que se referia ao efeito de estufa, até que os seus efeitos na destruição da camada de ozono se começaram a fazer sentir (a destruição da camada de ozono na alta atmosfera significa que mais radiação, em especial na banda do ultravioleta, atinge a superfície da Terra, aumentando, por essa via, o efeito de estufa). A substituição dos CFC por HCFC diminuiu significativamente o problema da destruição da camada do ozono mas aumentou os problemas associados ao efeito de estufa, já que são eles próprios gases que contribuem diretamente para o dito efeito com uma eficiência radiativa superior à do N₂O e com um período de permanência na atmosfera muito longo (as eficiências radiativas dos CFC e HCFC variam tipicamente entre 1 500 a 10 000).

Isto significa que, na realidade, apesar do CO₂ representar percentualmente a maior parte das emissões, pode não ser o GEE que mais contribui para o aumento da temperatura global do Planeta.

Por outro lado, é possível, com base no tipo de emissões, considerar formas de as reduzir ou evitar (mudando, por exemplo, o tipo de agricultura). Essa análise é mais facilmente feita conhecendo a forma como as emissões de GEE se repartem pelos diferentes setores da economia.

A produção de eletricidade e calor é responsável por um quarto do total de emissões e outro quarto está associado à agricultura, floresta e uso da terra. Segue-se o setor industrial com 20% (a eletricidade de uso industrial é contabilizada na produção de eletricidade e calor) e os transportes com 14%. O setor do edificado é responsável por 6% cabendo o restante (cerca de 10%) a outros processos (extração, refinação, transporte, ...) associados à energia. Existem vários procedimentos suportados por Diretivas, normas ISO (14064), que podem/devem ser seguidos por empresas, entidades públicas, regiões e países para estimarem a sua contribuição para as emissões globais. A figura ilustra algumas das fronteiras correntemente utilizadas nessas avaliações.



No que se refere a pessoas e agregados familiares existem dezenas de modelos simples, de utilização muito prática, que permitem a cada um estimar a sua própria pegada de carbono. Sem qualquer intuito publicitário sugere-se a consulta à página da Internet <https://www.carbonfootprint.com/calculator.aspx>

SÚMULA SUBTEMA 5

Energias Renováveis: Há 30 anos, quem falava e escrevia sobre as Energias Renováveis e a sua utilização, nomeadamente visando minimizar o consumo de combustíveis fósseis e as consequências que esse consumo tinha para o Planeta, era visto como um visionário.

As primeiras ideias e desenvolvimentos tinham surgido, em algumas instituições dos países mais ricos do Planeta, associadas aos choques petrolíferos (enormes aumentos do preço) de 1974 e 1978. Pela primeira vez, tornou-se claro para políticos, e não só, que a energia (leia-se, basicamente a obtida através do consumo dos combustíveis fósseis) não podia ser “contabilizada” como uma matéria-prima: era (é) um bem essencial, completamente distinto, e um pilar fundamental no desenvolvimento da Humanidade. Não deixa de ser interessante verificar que as “grandes hídricas” não eram contabilizadas no grupo das renováveis e criou-se mesmo um termo específico que permitia serem contabilizadas como associadas, no plano energético, aos combustíveis fósseis: eram as chamadas “energias convencionais”.

Apenas década e meia depois, a questão complementar da “sustentabilidade” era levantada ao nível da Sociedade, na sequência da publicação, pelas Nações Unidas, do chamado relatório “Brundtland” (*Our Common Future*). Já nessa altura, uma unidade de investigação com dimensão significativa – mais de 80 pessoas em dois campus – o Departamento de energias renováveis do então Laboratório Nacional de Engenharia e Tecnologia Industrial, abrigava em Portugal trabalhos de investigação, desenvolvimento e demonstração na área das Energias Renováveis. A figura seguinte apresenta o logotipo desse Departamento, que foi concebido por “mestre” Cargaleiro.



Mais dez anos (transição do Séc. XX para o XXI) e a questão das energias renováveis tornou-se incontornável, se bem que, em muitos aspetos e para uma grande parte da Sociedade, a realidade seja afetada pela ignorância sobre o tema.

A primeira questão que deve ficar clara é o que se entende por “energias renováveis”. Trata-se de (formas de) energia produzida a partir de fontes renováveis, entendendo-se que estas são natural e integralmente recuperadas numa escala de tempos de uma vida humana. São exemplos clássicos a luz do sol, o vento, a chuva (ciclo hidrológico), as marés e as ondas, a biomassa e a geotermia (calor).

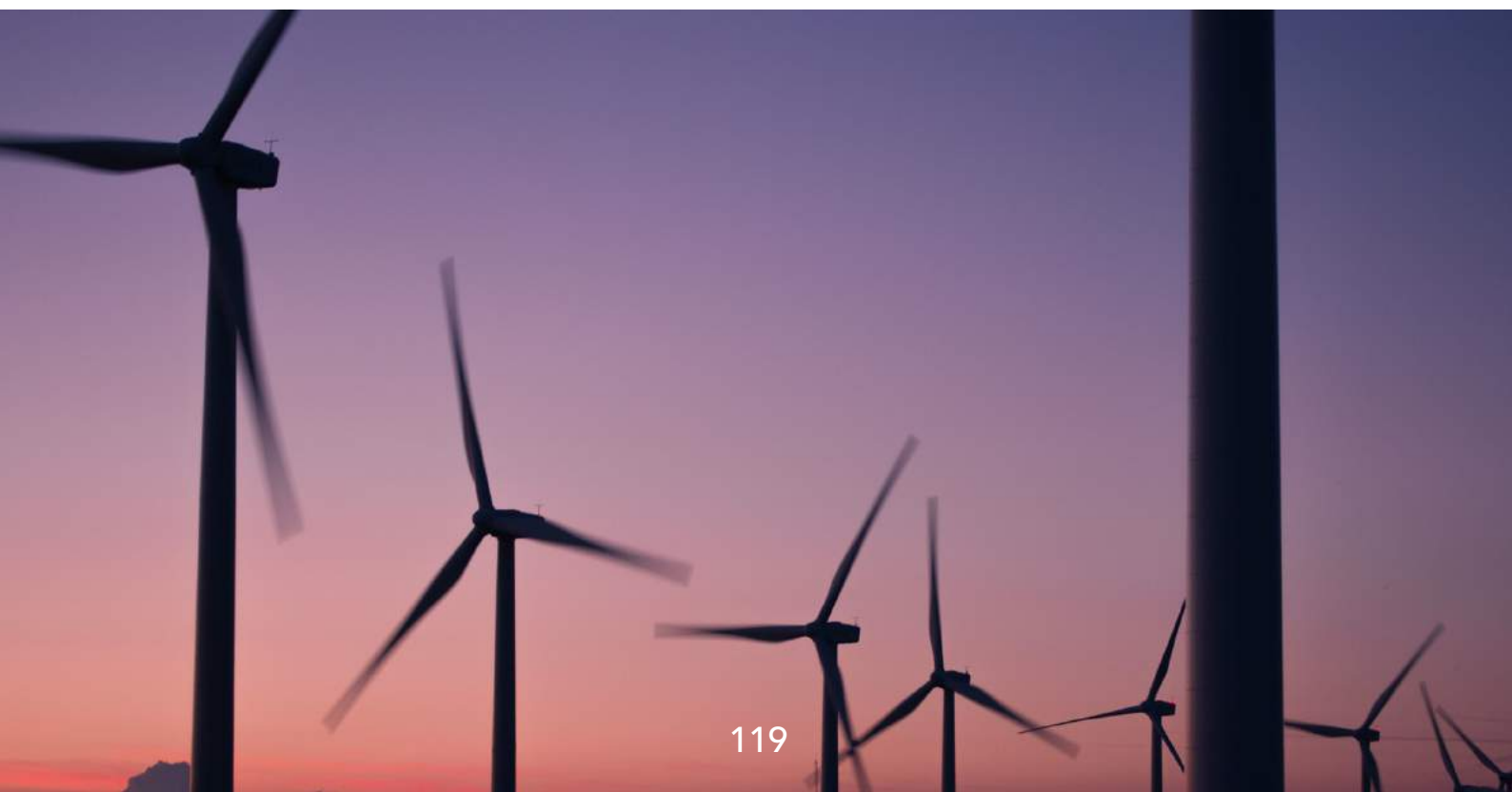
A utilização destas fontes exige tecnologias específicas para diferentes tipos de aproveitamentos e formas finais de entrega aos utilizadores (calor, eletricidade, energia mecânica, ...), sendo importante chamar a atenção para o facto de muitas dessas tecnologias serem integradas nas chamadas “*High Technologies*” como é, por exemplo, o caso das turbinas eólicas. Como contrapartida outras (em quantidade não despreciable no balanço global do consumo das renováveis) recorrem a tecnologias primitivas: é o caso da queima de biomassa para cozinha e aquecimento.

Vale referir um aspeto particularmente interessante associado a estas tecnologias: o seu estado de desenvolvimento. De facto, umas já estão hoje no mercado ou prestes a entrar, mas muitas há que estão ainda em diferentes fases de desenvolvimento e que poderão, mais tarde ou mais cedo, juntar a sua contribuição. Casos como a energia das ondas, o aproveitamento de algumas espécies de microalgas, o desenvolvimento de meios de transporte que recorrem a energias renováveis, processos artificiais de fotossíntese ou mesmo técnicas de dessalinização de água, são alguns exemplos de tecnologias que se espera que, a prazo não muito longo, passem a integrar o mercado.

O recurso crescente a fontes renováveis tem a vantagem de mitigar a rapidez com que as emissões de gases com efeito de estufa se verificam, criando um benefício económico adicional (custo das emissões).

Em 2017, as ER representaram cerca de 20% do consumo mundial de energia; cerca de um quarto está associada à produção de energia elétrica.

Não deixa de ser interessante notar que as barreiras mais importantes a uma implementação maior e mais rápida das energias renováveis e ao recurso de estratégias energéticas baseadas em baixas emissões de carbono sejam políticas e não tecnológicas: o "lobby" dos combustíveis fósseis, a inação política, os consumos crescentes e insustentáveis de energia, as infraestruturas energéticas ultrapassadas e as limitações financeiras juntam-se ao número (decrecente) dos que negam as alterações climáticas.



5.2 SUBTEMA PRINCIPAL - SISTEMAS SOLARES TÉRMICOS EM EDIFÍCIOS

INTRODUÇÃO

Portugal foi um dos países pioneiros na captação da energia solar com as realizações do Padre Himalaia, cuja intuição, de que a energia solar e outras energias renováveis poderiam vir a tornar-se as energias do futuro, o tornou percussor daquilo que hoje se pode definir como desenvolvimento ecologicamente sustentado.

Em 1904 na Exposição Mundial em St. Louis, no Missouri, o seu Pirelióforo, com 80 m² de espelhos atingiu 3500°C e recebeu o "Grand Prix".

Portugal é um dos países da Europa com maior disponibilidade de radiação solar, mas este recurso tem sido mal aproveitado.

No setor doméstico, a água quente é utilizada essencialmente em duchas e banhos de imersão, na lavagem de louça e da roupa.

Os equipamentos convencionais mais comuns utilizados no aquecimento da água são os esquentadores e caldeiras murais a gás e os termoacumuladores a gás e elétricos. Estes aparelhos são responsáveis por cerca de 50% do consumo de energia no setor doméstico.

A utilização de coletores solares em larga escala poderá contribuir para a redução substancial dessa fatura e do peso do setor no balanço energético global.

Por outro lado, a energia solar é um recurso endógeno gratuito que pode proporcionar uma importante poupança para os seus utilizadores e contribuir para a redução das emissões de CO₂.

De acordo com o levantamento efetuado para o programa E4 (Eficiência Energética e Energias Endógenas – Resolução do Conselho de Ministros n.º 154/2001), no nosso País poderiam ser instalados 7 500 000 m² de coletores solares, proporcionando cerca de 4 900 GWh/ano de energia útil.

A incorporação de sistemas solares térmicos passou a ser obrigatória pelo Decreto-Lei n.º 80/2006, em novas construções e grandes reabilitações, desde que haja área com exposição adequada (Ver Art.º 7).

Qual a razão para o mercado não estar florescente?

As dificuldades de integração arquitetónica e o preço, são um incentivo para se encontrarem justificações legais para a sua não utilização.

A certificação de componentes e de sistemas resolveu muitos problemas.

Abordaremos neste capítulo as principais Regras de Arte para a conceção, instalação e utilização destes equipamentos, sem esquecer os aspetos de integração arquitetónica.

TIPOS DE SISTEMAS

Os sistemas solares mais utilizados para aquecimento solar de águas sanitárias, no setor doméstico são:

Sistemas unifamiliares, em termosifão ou com circulação forçada para satisfazer as necessidades de água quente de uma família.

Sistemas coletivos, que servem mais do que uma família num mesmo edifício.

Os sistemas solares são de grande fiabilidade, como o comprova o período de garantia de seis ou mais anos actualmente oferecido pelos principais fabricantes e instaladores, superior à dos equipamentos convencionais de aquecimento de águas sanitárias. Existem numerosos casos de sistemas solares a funcionar em boas condições há mais de 15 anos, o que dá uma perspetiva dos resultados satisfatórios que o utilizador pode esperar.

Independentemente da sua dimensão, os componentes básicos de um sistema solar para aquecimento de águas são os seguintes:

Captador - Um ou mais coletores que transformam a radiação solar incidente em energia térmica.

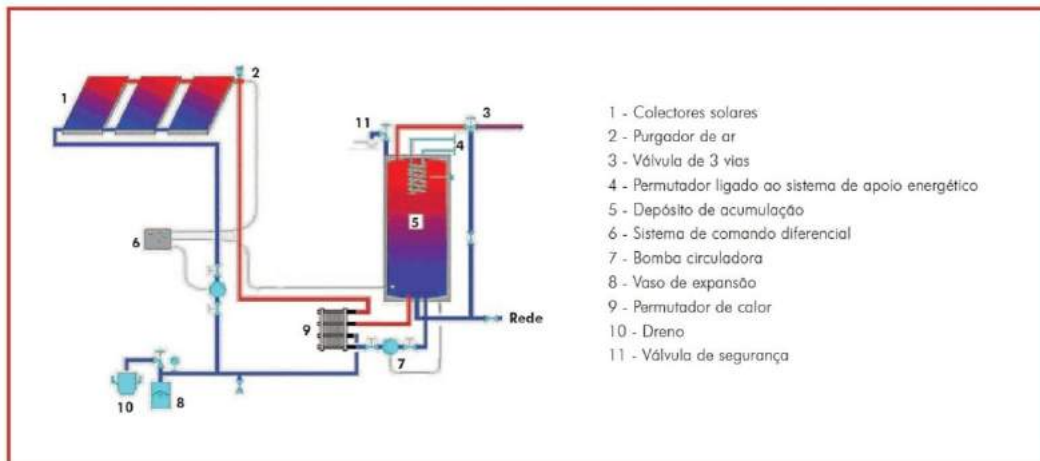
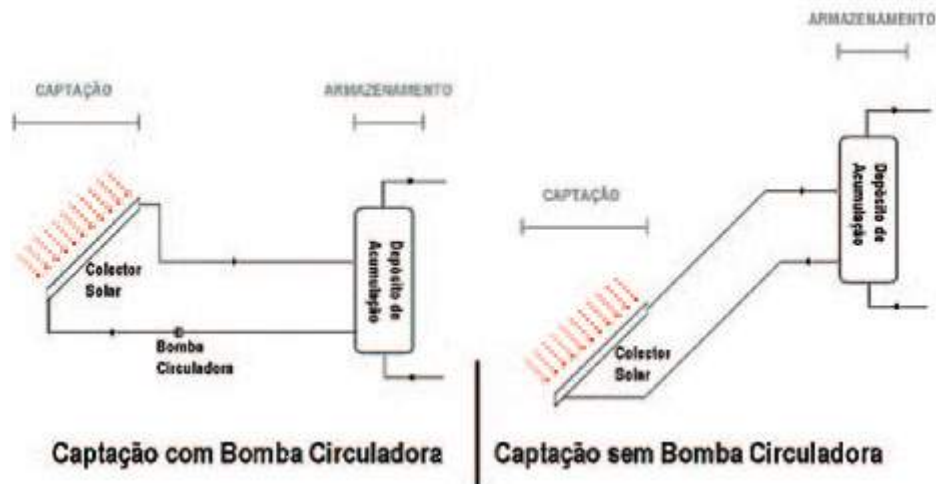
Armazenamento - Um ou mais depósitos que acumulam a água quente, permitindo desfasamento entre a captação e o consumo.

Permutador - Efetua a transferência da energia térmica captada pelos coletores para a água quente de consumo.

Circuito hidráulico - Tubagens, bombas, válvulas, etc..

Regulação e controlo - Elementos mecânicos e eletromecânicos que asseguram o correto funcionamento da instalação.

Apoio energético - Para fazer face a períodos de menor insolação, é utilizado um equipamento convencional de apoio que terá de garantir a "prioridade ao sol".



Consumo de água e o desempenho dos sistemas solares

No setor doméstico, os coletores solares para a produção de águas quentes sanitárias (AQS) são geralmente dimensionados para fornecer a totalidade das necessidades de água quente durante os meses de verão. No resto do ano terá de existir um sistema de apoio, e a economia situar-se-á entre 50 a 80%.

Como regra básica, para instalações domésticas de pequena dimensão podemos considerar uma relação direta entre a área de coletores necessária (1 a 2 m² por pessoa) e o volume de armazenamento (50 a 70 litros por pessoa).

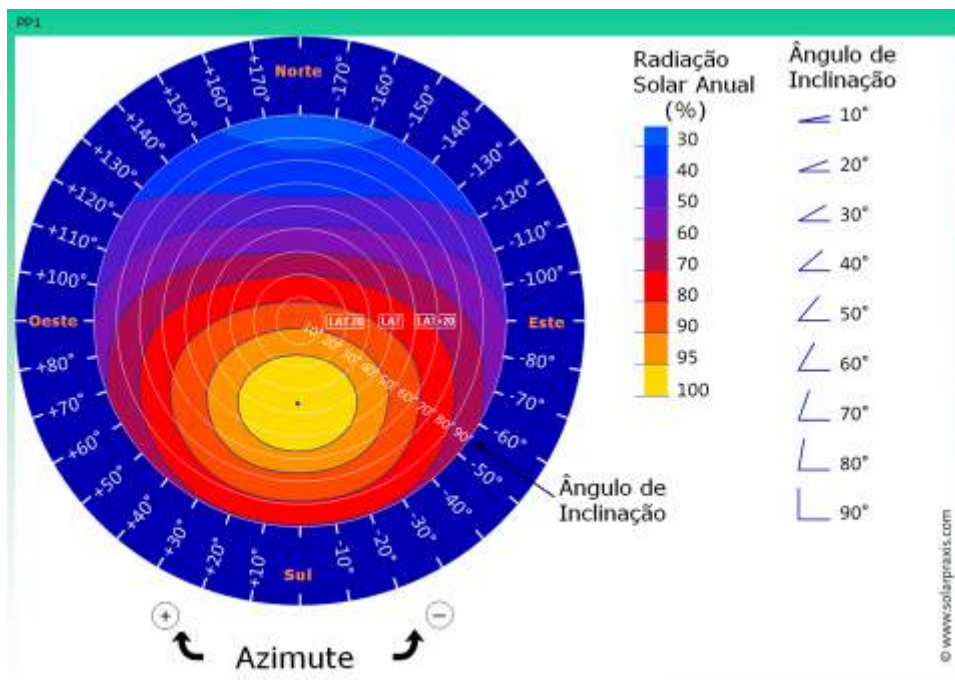
A economia vai depender da localização e da orientação dos coletores.

Muito importante será a repartição de consumos ao longo do ano, se constantes ou com alguma sazonalidade.

INTEGRAÇÃO EM EDIFÍCIOS

Uma instalação solar pode envolver a colocação de alguns equipamentos em locais que possam ter um impacto arquitectónico, sendo importante minimizar esse impacto.

A orientação óptima (em Portugal) para os sistemas solares é o Sul e a inclinação vai depender da repartição de consumos ao longo do ano.



A quantificação dessa penalização pode flexibilizar soluções de maior integração.

Apresentamos de seguida alguns exemplos, de integração ou não:



SEGURANÇA AO VENTO E A SISMOS

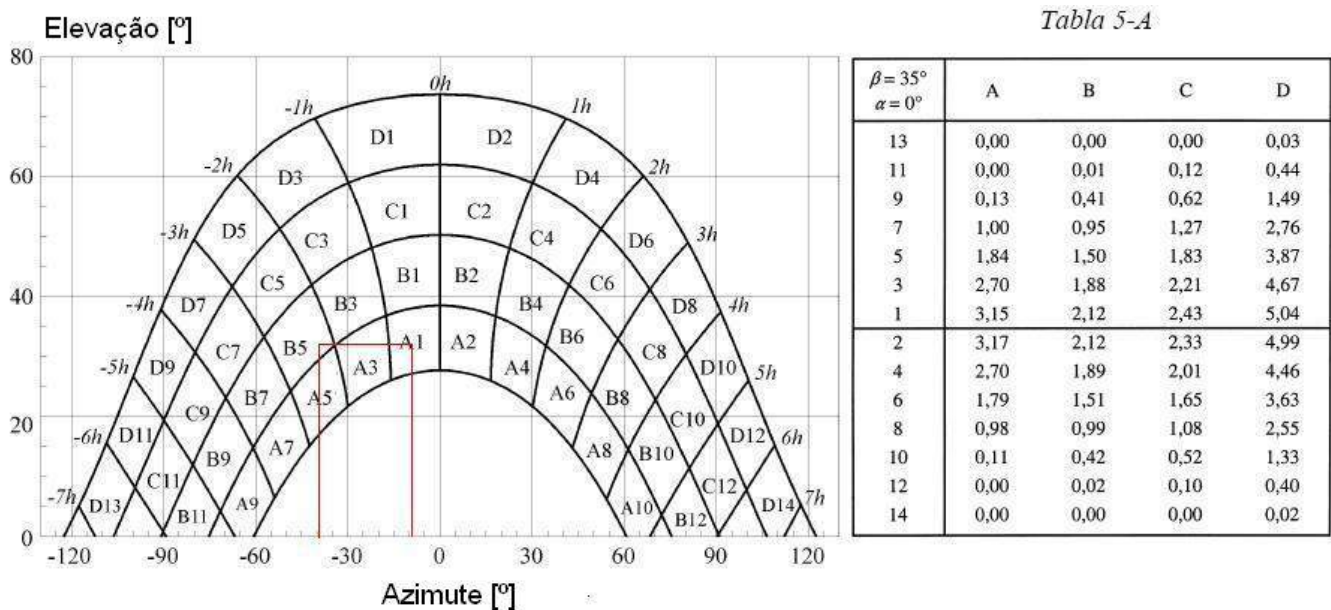
Há que ter particular atenção com as estruturas a colocar nas coberturas, designadamente no que respeita às ações do vento e de sismos. Há regulamentos que têm de ser cumpridos.

No entanto, a preocupação de integração dos coletores solares, minimiza a exposição ao vento e os problemas estruturais.

OBSTÁCULOS QUE PROVOCAM SOMBRA

As sombras sobre os coletores são um fator de penalização. Os próprios coletores terão de ter um espaçamento adequado. Quanto maior for a latitude, maior tem de ser o espaçamento, pois o sol anda mais baixo.

Se num diagrama representarmos os obstáculos, é possível estimar a penalização devido às sombras:



Penalização = 0,25 A1 + 0,7 A3 + 0,5 A5 + 0,1 B5 = 3,75 %

Simulação c/ SOLTERM 5

Esolar (s/sombras) = 54722 kWh/ano

Esolar (c/ sombras) = 52662 kWh/ano

Penalização = 3,8%

FONTE: IDAE

As sombras podem transformar a instalação solar num armazém de colectores sem qualquer utilidade:



TIPOS DE COLETORES

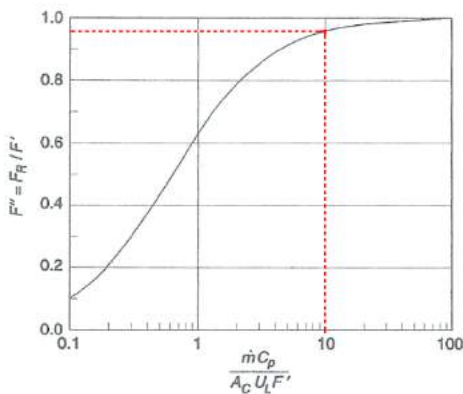
Há diversos tipos de coletores e a sua escolha dependerá da temperatura média de cada tipo de utilização.

CIRCUITO HIDRÁULICO

O circuito hidráulico que assegura a transferência de calor dos coletores para o armazenamento é geralmente fechado, permitindo a utilização de um fluido que não congele no inverno.

A circulação pode ser natural (termossifão) ou forçada.

O caudal recomendado depende das características dos coletores. Nos quadros seguintes apresentam-se valores indicativos:



	CAUDAL RECOMENDADO. lg(l/m ²)	Temp. de Entrada [°C]			
		10	20	45	65
corpo negro	172	15	24	47	65
cn + ef. estufa	69	20	30	52	70
c.sel. + ef estufa	43	25	34	57	75
CPC	34	28	37	59	77
Tubo de vácuo	17	47	56	78	96

Temperaturas de saída para diversos coletores em função da temp. de entrada

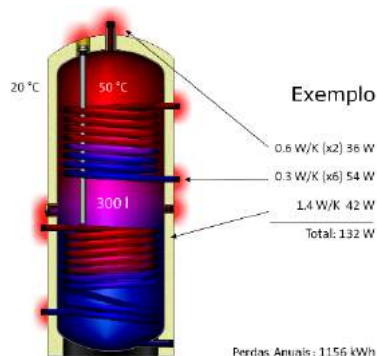
O isolamento térmico da tubagem é muito importante, mas deve ter em conta que as temperaturas no circuito primário podem ultrapassar os 100°C. Os coletores devem ser agrupados de forma a garantir o equilíbrio hidráulico, assegurando em todos o mesmo caudal específico (por m²).

Na distribuição, sempre que possível, devem evitar-se soluções "energívoras", como são os anéis de água quente. Em muitos casos serão possíveis soluções do tipo "radial".

ARMAZENAMENTO

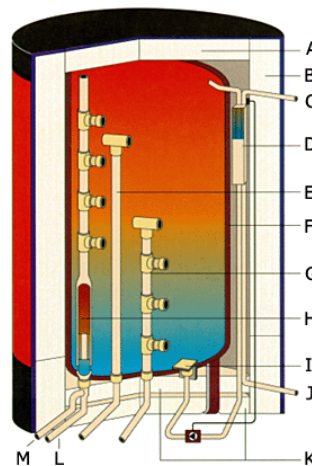
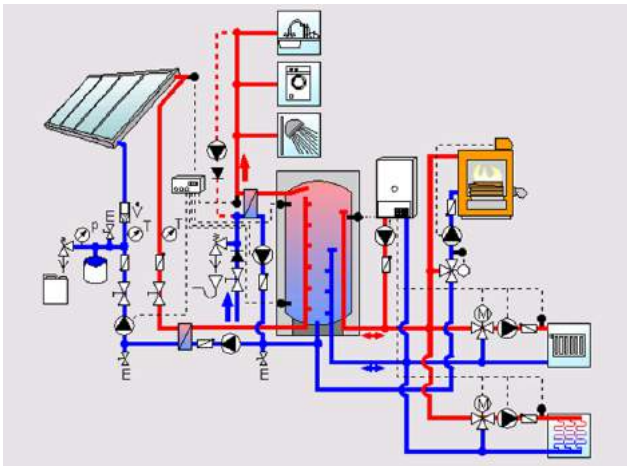
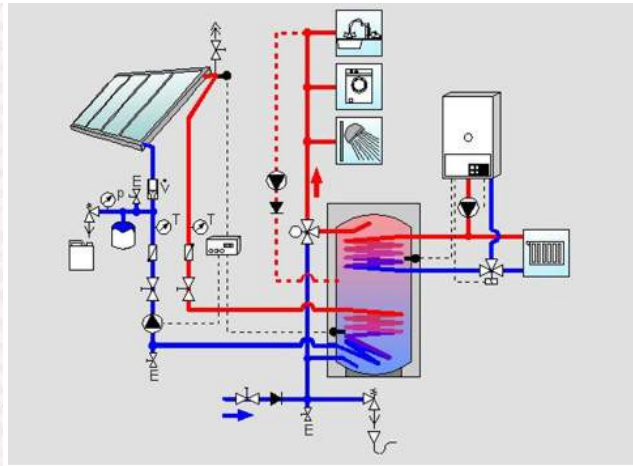
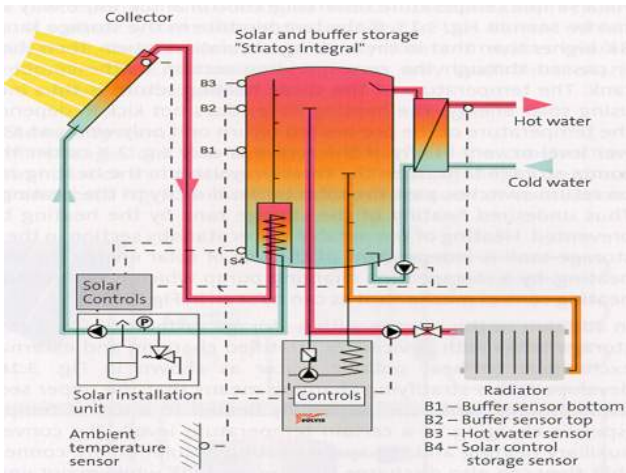
Para o armazenamento devem privilegiar-se as soluções que promovam a "Prioridade ao Sol" e a estratificação.

Sempre que possível, o apoio deve encontrar-se separado do solar e, se estiverem no mesmo depósito, o apoio só deve aquecer a parte superior e deve ser minimizada a agitação dentro do depósito.



SISTEMAS COMBINADOS

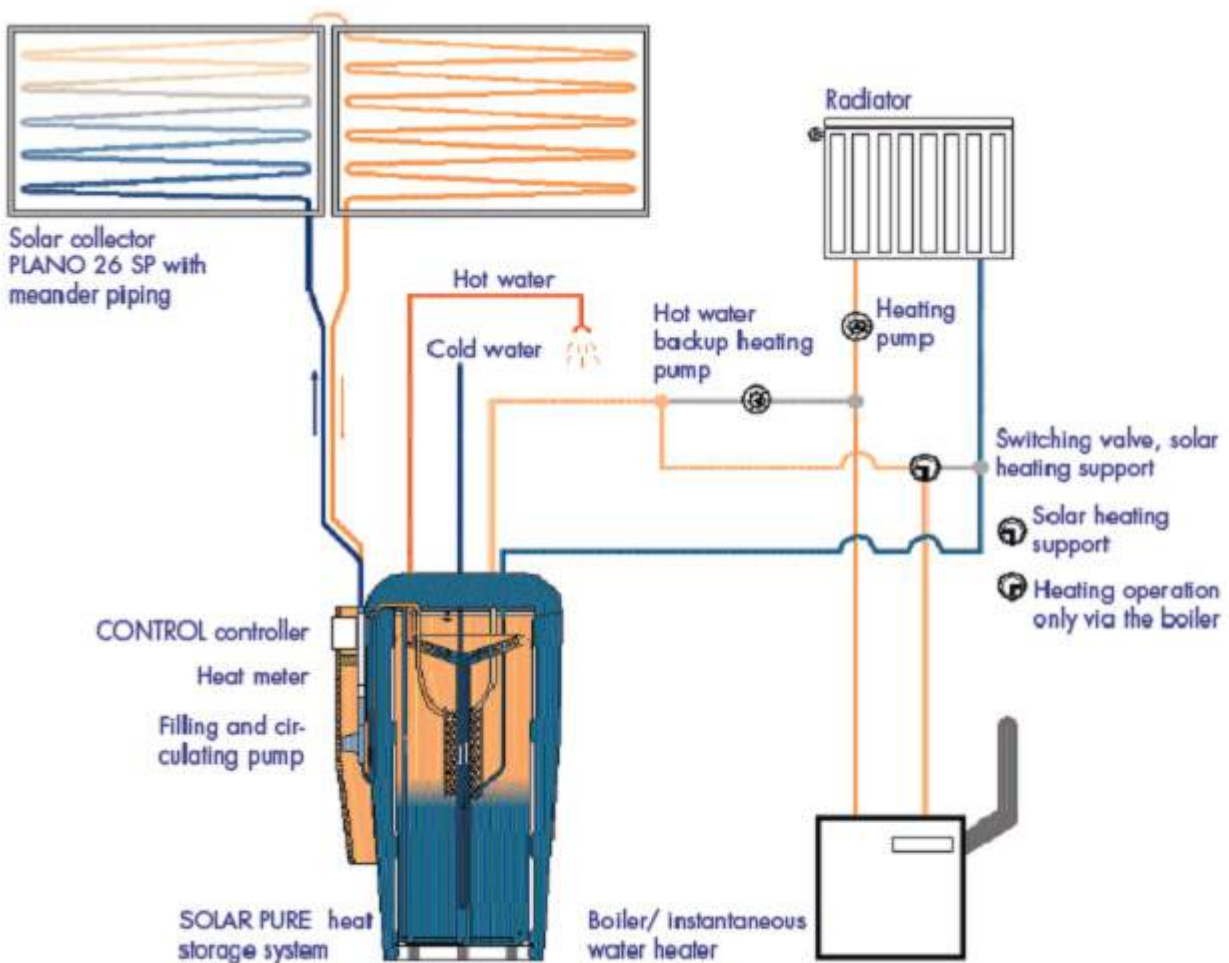
Mesmo os sistemas familiares podem ser bem mais complexos tendo em vista o fornecimento de energia ao aquecimento ambiente, com soluções muito interessantes para promoção da estratificação:



Fonte: Ineti

SISTEMAS DE DESPEJO AUTOMÁTICO

Para evitar a utilização de anticongelante e minimizar os problemas de sobreaquecimento há sistemas em que os coletores ficam secos quando a circulação pára (falta de sol ou temperatura excessiva no depósito).



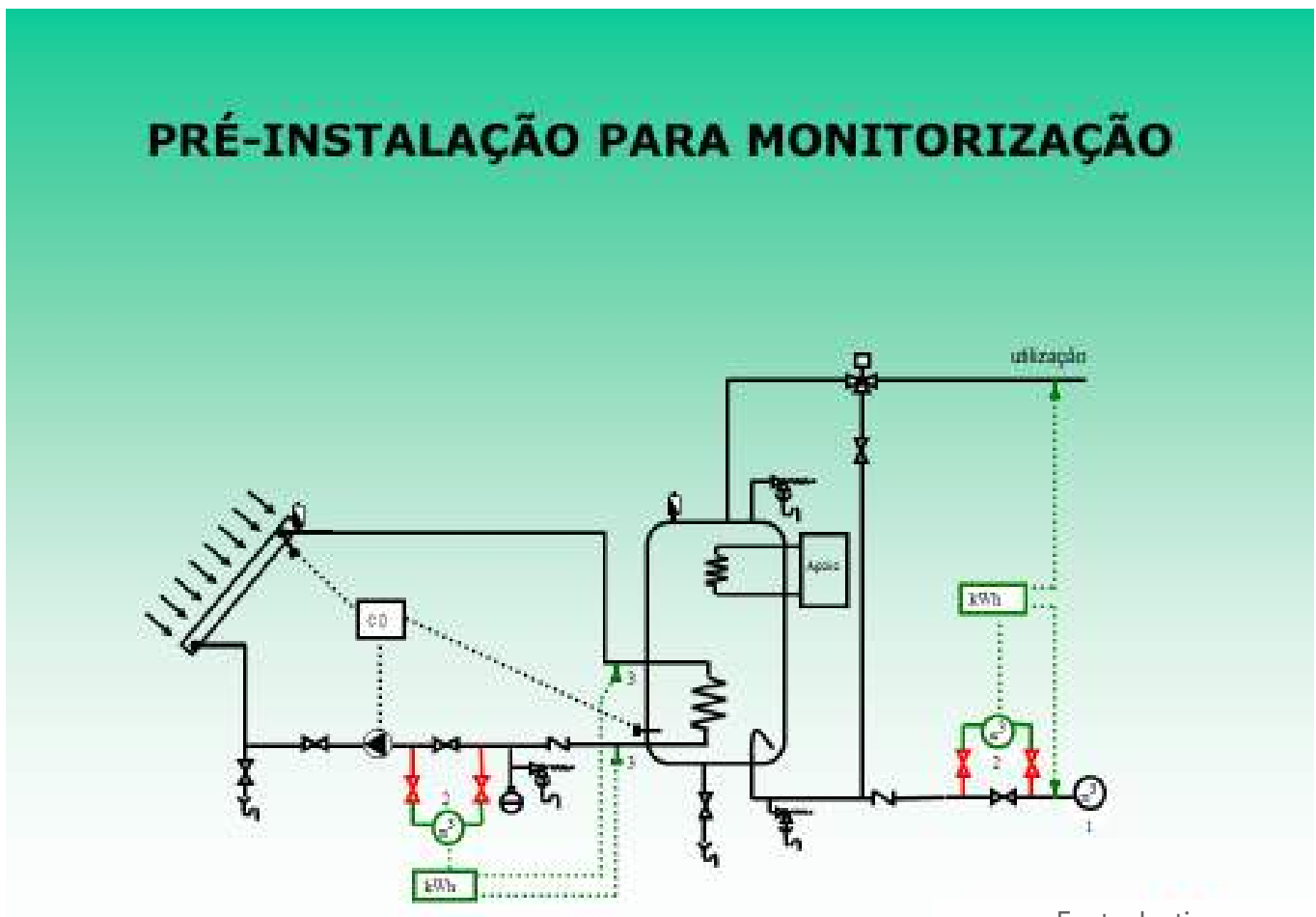
Function diagram with heating circuit of the drain-back system SOLAR PURE for gas and oil boiler

MONITORIZAÇÃO

É importante monitorizar o comportamento das instalações, para otimizar o seu funcionamento e para saber qual a economia real.

Em pequenas instalações, no mínimo, interessa saber a água quente gasta. Numa instalação média, interessa saber a água quente gasta, mas pode haver uma pré-instalação que permita fazer uma monitorização durante um determinado período.

Em Instalações maiores, a monitorização deve ser permanente.

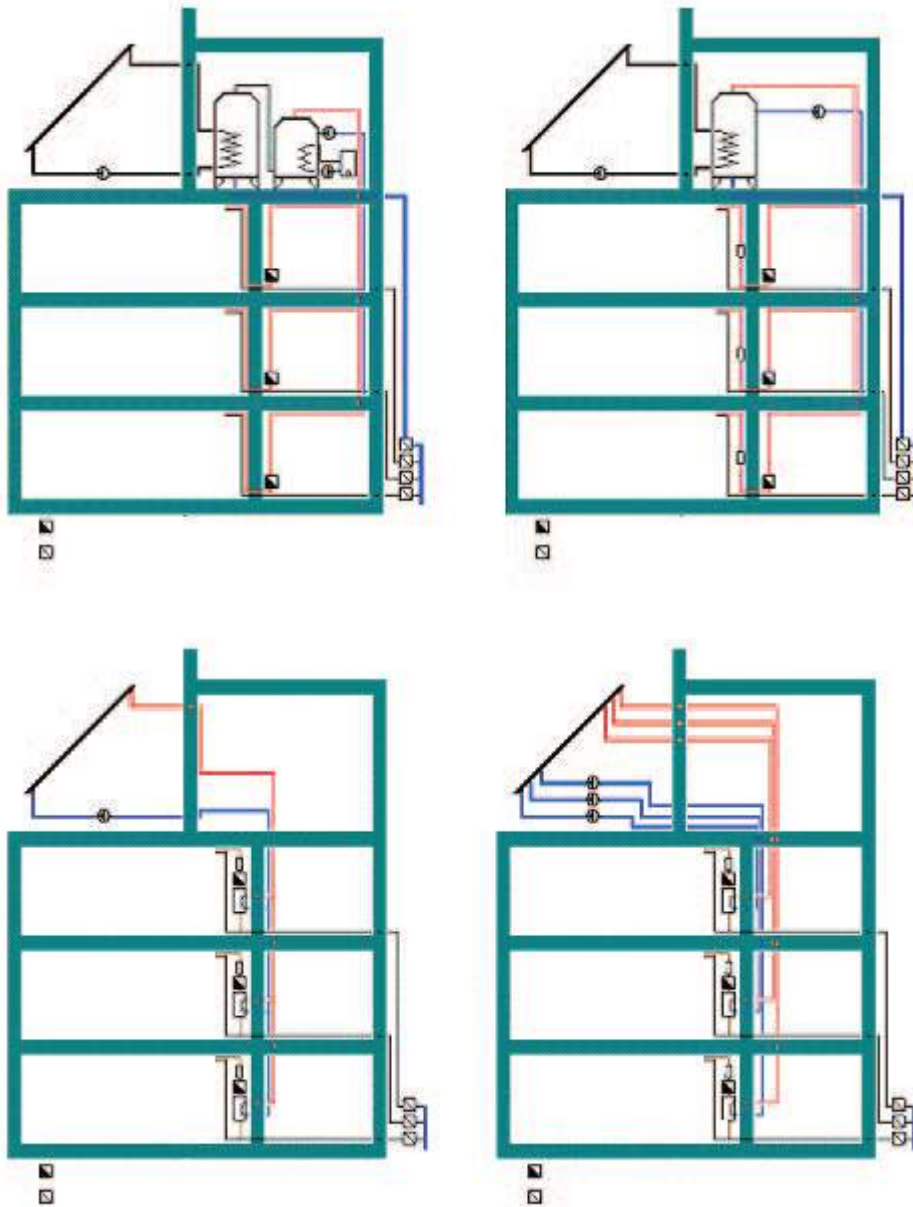


Fonte: Ineti

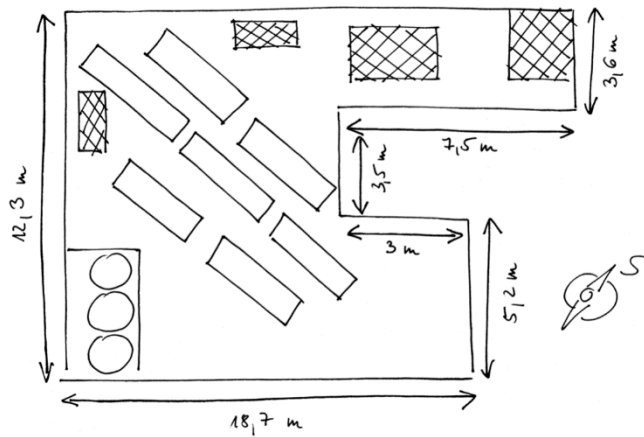
INSTALAÇÕES EM CONDOMÍNIO

Há várias soluções possíveis:

- Solar e apoio coletivos com distribuição a temperatura constante. A repartição de encargos é proporcional ao consumo (simples contador de água).
- Solar coletivo e apoio individual. A repartição será baseada em contadores entálpicos.
- Solar com armazenamento e apoio individuais. Repartição com contadores entálpicos.
- Solar e apoio totalmente individualizados. É a solução mais cara e menos vantajosa.

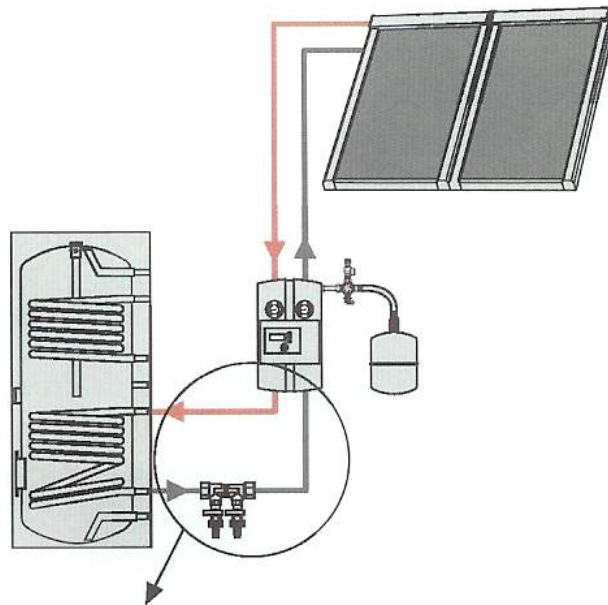


EXECUÇÃO E MANUTENÇÃO



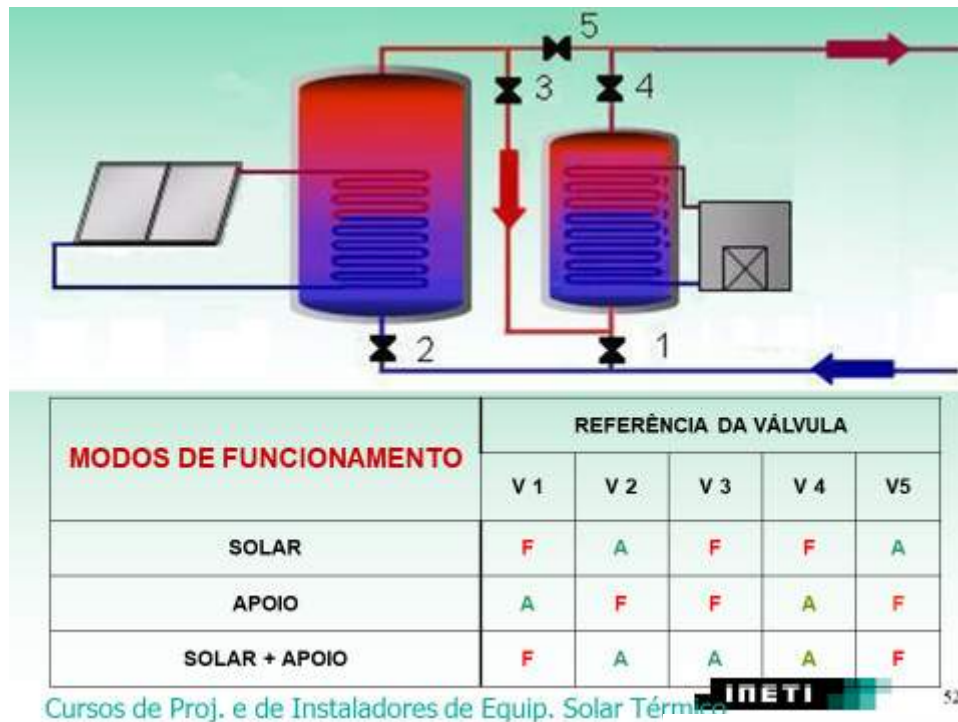
A manipulação, armazenamento e instalação dos coletores solares deve respeitar as seguintes recomendações:

- após desembalados, os coletores devem ser armazenados num ângulo entre 20° e 70° ;
- os coletores devem permanecer cobertos até ao enchimento do circuito primário;
- a utilização de estruturas de suporte, executadas por medida, carece de projeto para prevenir sobrecargas aerodinâmicas ou possibilidade de deslize e queda;
- o arranque da instalação deve respeitar as seguintes etapas:
 - limpeza, por enchimento e purga, dos circuitos primário e secundário
 - enchimento do circuito secundário, assegurando a completa exaustão de bolhas de ar do circuito
 - instalação do vaso de expansão
 - verificação do posicionamento de todas as válvulas (I/O)
 - arranque da bomba
 - descobrimento da área de captação



A entrega da instalação pressupõe a realização de algumas provas prévias, nomeadamente:

- Prova de estanquicidade: os circuitos hidráulicos devem permanecer durante um período não inferior a 30 minutos a $1.5 \times$ a pressão normal de serviço sem redução de pressão no circuito, comprovando a inexistência de fugas,
- No circuito primário solar o teste deve ser feito com os coletores à sombra,
- Regular a pressão de pré-carga no vaso de expansão,
- Prova de aquecimento: O Delta T deve ser o recomendado, e num dia claro, sem consumo, a temperatura do depósito deve registar um aumento, entre 30°C a 40°C ,
- Esquema identificando cada elemento,
- Informações sobre o uso da instalação,
- Modos de funcionamento,
- Operações de segurança,
- Operações de manutenção e conservação.



Fonte: Ineti

OPERAÇÕES DE MANUTENÇÃO

COMPONENTE	INTERVENÇÃO	FREQÜÊNCIA (Meses)	OBSERVAÇÕES
CAMPO DE COLECTORES	LIMPEZA	12	Com água e detergente. Realizar esta operação em horas de baixa insolação, ao amanhecer ou ao escurecer.
	ESTRUTURA	12	Recuperar partes da estrutura que apresentam indícios de corrosão, lixar e pintar, verificar o aperto dos parafusos.
	COLECTOR	6	Inspeção visual. Substituir em caso de rotura. Em caso de condensações acentuadas verificar a origem e corrigir.
	- Cobertura		Inspeção visual (aderência, deformações e degradação).
	- Juntas		Inspeção para detectar escamação de pintura, focos de corrosão; deposição de corpos estranhos, deformações. Substituir em caso de fugas.
	- Absorsora		Inspeção visual para a detecção de fugas.
- Tubagem	Inspeção visual para a detecção de deformações e oscilações.		
- Caixa			

COMPONENTE	INTERVENÇÃO	FREQUÊNCIA (Meses)	OBSERVAÇÕES
CUITO PRIMÁRIO	Fluído de Circulação	12	Comprovar, uma vez por ano, a sua densidade e pH (indicando o seu estado de degradação – pH<5 poderá implicar substituição).
		60	Substituição do fluído de circulação.
	Estanqueidade	24 (max.)	Efectuar provas de pressão a partir do segundo ano.
	Isolamento	12	Inspecção visual (humidade).
	Purgadores - automáticos - manuais	12 0,5	Limpar e confirmar o correcto funcionamento. Esvaziar o ar acumulado.
	Serpentina	60	Limpeza de desincrustação.
	Bomba	12	Estanqueidade e lubrificação.
	Termostato	12	Limpeza, controlo de funcionamento e regulação. Utilizar sondas de temperatura.
	Vaso de expansão	12	Comprovação da pressão.
Permutador	60	Limpeza e inspecção (12 meses para lugares com águas duras)	

COMPONENTE	INTERVENÇÃO	FREQUÊNCIA (Meses)	OBSERVAÇÕES
CIRCUITO SECUNDÁRIO	Válvula de corte	12	Lubrificar e apertar.
	Válvula de segurança	12	Movimenta-las para evitar encrustação ou calcificação.
		60	Comprovar a pressão.
	Acumulação (Depósito)	24 (max.)	Verificar o sistema de protecção corrosiva.
COMPONENTES ELÉCTRICOS	Interruptores	12	Limpeza e aperto dos bornos.
	Contadores	12	Limpeza e aperto dos bornos.
	Diferenciais	12	Controlo de funcionamento. Verificação da ligação à terra.
	Armário eléctrico	12	Limpeza.

COLABORAÇÕES

A Ordem dos Engenheiros agradece aos grupos de coordenação de cada área temática e aos diferentes autores, as reflexões e orientações vertidas neste documento.

TEMA 01

CIDADES INTELIGENTES

José Nunes do Vale, Miguel de Castro Neto, Paulo Vasconcelos Correia

TEMA 02

INDÚSTRIA E SERVIÇOS

Aires Ferreira, António Dimas, Carlos Caxaria, Fernando Franco, Luís Pereira de Araújo, Luís Todo Bom, Ricardo Machado,

TEMA 03

AGRICULTURA E FLORESTAS

António de Sousa Macedo, Ivo Gama, Marjan Jongen, Miguel de Castro Neto, Nuno Rodrigues, Ricardo F. M. Teixeira, Tatiana Valada, Teresa Sá Pereira, Tiago Domingos, Tiago G. Morais

TEMA 04

MAR E LITORAL

Luís Ivens Portela, Paulo Vasconcelos Correia, Pedro Ponte, Teresa Sá Pereira

TEMA 05

AMBIENTE E RECURSOS NATURAIS

António Albuquerque, Jorge Cruz Costa, Jorge Gil Saraiva, Jorge Liça