

MANUAL DO INSTALADOR DE SISTEMAS SOLARES TÉRMICOS

Versão:0.9b
4-06-2011

Formador: António Subida



Conteúdos programáticos

2

- **Capítulo I: Introdução**
- **Capítulo II: Conceitos de Física, Medidas e Energia Solar**
- **Capítulo III: Programas de simulação**
- **Capítulo IV: Componentes de uma instalação solar térmica**



Conteúdos programáticos

3

- **Capítulo V: Instalação**
- **Capítulo VI: Arranque**
- **Capítulo VII: Manutenção**
- **Capítulo VIII: Legislação e Normas Técnicas.**
- **Capítulo IX: Higiene Saúde e Segurança no Trabalho**



Conteúdos programáticos

4

- **Capítulo X: Sensibilização Ambiental**
- **Capítulo XI: Prática Simulada**
- **Capítulo XII: Avaliação**



Plano de Aprendizagem

5

Síntese

A frequência de um curso de formação profissional certificada pela DGERT (Direcção-Geral do Emprego e das Relações de Trabalho) e considerada adequada pela DGEG (Direcção geral de Energia e Geologia) permitirá ao formando ter acesso ao CAP da actividade de Técnico Instalador de Sistemas Solares Térmicos, durante o período de disposições transitórias previsto na legislação (Portaria 561/2006 de 12 de Junho).

Perfil dos Destinatários

Activos empregados ou desempregados com escolaridade mínima obrigatória (determinada em função da data de nascimento)



Plano de Aprendizagem

6

Objectivos Organizacionais

Pretende-se que no final da aprendizagem de formação, os formandos sejam capazes de exercer a actividade de Instalador de Sistemas Solares Térmicos

Competências de Saída

- Análise de projectos de instalação, identificando e definindo os equipamentos e acessórios a instalar e sua localização
- Execução de instalação ou reparação dos sistemas solares térmicos, assegurando o cumprimento das normas, regulamentos de segurança e regras de boas práticas
- Manutenção dos sistemas solares térmicos, de acordo com os planos de manutenção definidos e efectuar ensaios após intervenção, a fim de assegurar o seu adequado funcionamento



Técnico Instalador

7

de Sistemas Solares Térmicos

Apresentação dos
objectivos da
aprendizagem e o
seu enquadramento
na profissão e na
sociedade

Funções Profissionais

Razões para Motivação

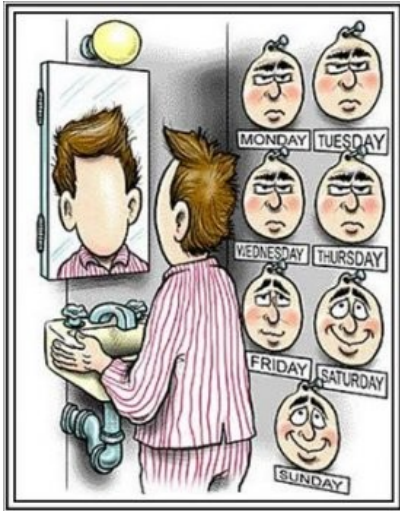
Objectivos



Primeira Sessão

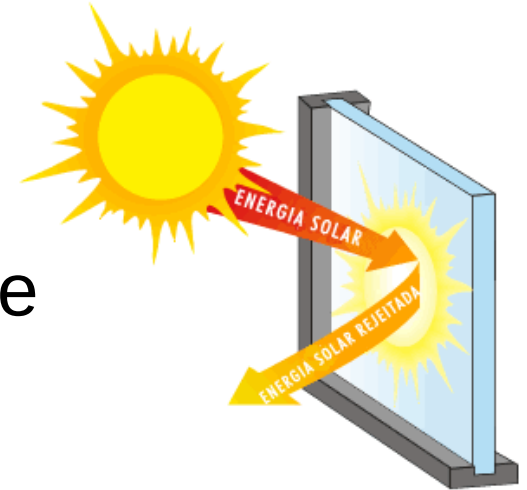
8

Sumário - Capítulos I, II, III e IV

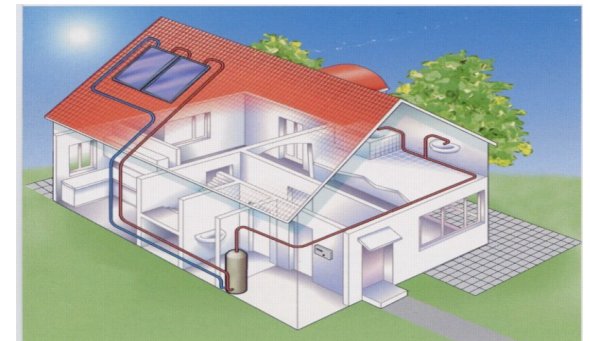


Mudança

Conceitos de
Física



Programas
de simulação



Componentes



Capítulo I - Introdução

9

Tempo - 1 hora

A sociedade em mudança (10 min)

A profissão e o seu enquadramento social (20 min)

Motivações para a aprendizagem (20 min)

Reflexão final (10 min)



Introdução

10

Oração de Sapiência

- “Todo o mundo é composto de mudança tomando sempre novas qualidades”
 -
- (Luís Vaz de Camões expoente máximo da literatura portuguesa sec. XVI)



A Mudança

11

O que mudou

- Mudou a tecnologia
- Mudou a relação laboral
- Mudou o tipo de habilitações requerido aos técnicos
- Apareceu um novo actor no mundo do trabalho
- Mudou o ambiente económico e empresarial



Mudou a tecnologia

12

Ciclos tecnológicos

- Os ciclos tecnológicos aceleraram
- Actualmente nos sistemas de energia o ciclo tecnológico está em cerca de 10 anos e tem tendência a encurtar
- Na electrónica está em menos de 2 anos.
- Nas TI está em menos de 1 ano
- A título de exemplo: no terceiro quartel do sec. XX o ciclo tecnológico da electricidade era cerca de 25 anos
- Apareceu em campo a electrónica de potência do estado sólido (como por exm: na limitação de harmónicos por filtros activos, no controlo de motores eléctricos, na conversão DC-AC))



Mudou a situação Laboral

13

A profissão

- A carreira de electricista já não é de aprendiz ou estagiário até encarregado.
- As empresas pretendem profissionais com a máxima qualificação logo no primeiro emprego
- Muitas vezes os empregadores e a legislação, exigem dos trabalhadores certificações sectoriais de marca ou CAP (Certificado de Aptidão Profissional) específico, por exm: energia solar térmica, ITED, ITUR, HSST, RCCTE etc.
- Os mais antigos na profissão confrontam-se com a competição e mesmo a concorrência dos mais novos
- O contrato individual substitui cada vez mais o contrato colectivo.



Mudou o tipo de habilitações

14

A Certificação

- O que se aprendeu na escola e a experiência prática acumulada com os anos, não chega.
- É necessária a certificação profissional em aspectos específicos.
- É necessário “o saber certificado” em aspectos horizontais da profissão mas também em aspectos verticais do sector.
- É necessária a certificação em aspectos complementares ou actualmente afins como por exm : “ Higiene Segurança e Saúde no Trabalho”
- Muitas vezes os empregadores pedem o curso superior como habilitação base para lugares técnicos e pagam de entrada pouco acima do salário mínimo.



Mudou o ambiente económico

15

A Globalização

- A economia tornou-se global
- A concorrência não é apenas entre empresas nacionais mas principalmente com empresas multinacionais.
- O técnico enfrenta a concorrência de profissionais imigrantes que se apresentam ao trabalho por menor preço
- Há uma pressão enorme e global para a redução de custos de exploração
- É permanente a busca pela excelência:
 - Mais barato
 - Melhor
 - Mais rápido
- A energia é cada vez mais um bem escasso e mais caro. Requer-se eficiência no seu uso



Entrou em cena um Novo Actor

16

O automático

- No mundo do trabalho apareceu e consolidou-se como regra:
- A tele-medida,
- A tele-acção,
- O tele-diagnóstico
- O automatismo: (ATM-automatismo Bancário-Multibanco; vending- máquinas automáticas de vendas; robots-máquinas industriais ou domésticas automáticas com “inteligência”)
- O tele-escritório de atendimento (visual contact-center)
- Os e-cursos aprendizagem via internet

•



Entrou em cena um Novo Actor

17

O Profissional Técnico e o Autómato

Os sistemas automáticos de supervisão e controlo de partes importantes da rede de produção e comercialização de bens e serviços, são hoje uma realidade.

Exige-se do profissional técnico a capacidade e o saber para operar e colaborar com os sistemas automáticos.



O Técnico

18

Como Profissional

- Tem de acompanhar a EVOLUÇÃO
- Tem de estar preparado para estudar toda a vida
- Tem de ter Habilitações Certificadas antes mesmo de precisar delas para o uso quotidiano.
- Tem de controlar ou trabalhar não apenas com equipas da sua empresa, mas cada vez mais com prestadores de serviços externos de variadas especialidades muitas vezes actuando por intervenção remota.



O Técnico

19

Perante a sociedade

O que distingue o técnico médio ou superior do homem comum:

- **Será a inteligência?**
- **Será o nível de estudos escolares?**
- **Será o domínio de uma especialidade tecnológica?**



O Técnico

20

O que o distingue

O que distingue o técnico médio ou superior do homem comum:

- Será a inteligência?
 - **Não!**
 - Será o nível de estudos escolares?
 - **Também não!**
 - Será o domínio de uma especialidade tecnológica?
 - **Também não é essa a principal distinção!**
-
- **Realmente o que distingue um técnico dum homem comum é o seu treino e a sua aptidão para aprendizagem contínua, em sincronismo com os ciclos tecnológicos. (que no caso da electrónica são actualmente de período inferior a um ano e nas energias renováveis em geral é de cerca de 2 anos)**



O Técnico

21

Aprende sempre

Aprendizagem de conhecimentos e

Aprendizagem comportamentos: acumulação de bom senso “wiseness”

Deve manter o espírito curioso e aberto à evolução

Deve acompanhar os ciclos de evolução tecnológica na época da revolução científico-técnica

O Percurso profissional previsível é: de executante a coordenador de equipas



Para um vida e uma carreira técnica

22

Oração de sapiência

- Só há um lugar onde o sucesso vem antes do trabalho!
 - É no dicionário !
- “Albert Einstein - expoente máximo da ciência no sec. XX, autor da Teoria da Relatividade e precursor do uso da energia atômica”



Capítulo II - Física

23

Tempo -2 horas

Conceitos de Física e método científico (10 min)

Conceitos de Mecânica Hidráulica Termodinâmica e Electricidade (10 min)

O Universo: Matéria, Energia e Informação (20 min)

Grandezas Físicas Medidas e Sistema Internacional de Medidas (20 min)

Energia Solar Bases Astronómicas e Meteorológicas (30 min)

As mudanças climáticas. A iniciativa Água Quente Solar (20 min)

Reflexão final (10 min)



Física

24

Oração de sapiência

- “Na natureza nada se perde nada se ganha. Tudo se transforma...”
- “Antoine Laurent Lavoisier – fundador da Química moderna no sec. XVIII. ”



O Método científico

25

A aplicação do método científico é a parte estruturante do nosso actual nível de conhecimento científico e tecnológico:

Observação de um fenómeno

Formulação da pergunta/problema com ele relacionado

Proposta de hipótese de explicação do fenómeno

Realização de experiências controladas, para testar a validade das hipóteses

Análise dos resultados

Conclusão e elaboração da Lei/Teoria



Física

26

Estudo da natureza e dos fenómenos naturais

Estuda os constituintes do Universo (Matéria Energia e Informação) as suas propriedades e as leis naturais que os governam : leis de conservação e leis de evolução, (leis do acaso e leis da necessidade)

Procura a compreensão dos comportamentos naturais do Universo desde as partículas elementares até às galáxias e ao Universo como um todo



Física

27

Estudo da natureza e dos fenómenos naturais

A Física, como qualquer ciência baseia-se no método científico de aquisição de conhecimentos: lógica e comprovação experimental . Descreve a natureza através de modelos matemáticos ou simulações materiais ou computacionais, que são construções humanas que embora não permitam explicar a natureza em toda a sua complexidade, permitem compreender e prever os os fenómenos naturais, com precisão conhecida .



Física

28

Estudo da natureza e dos fenómenos naturais

A Física é a ciência mais significativa e mais influente na evolução da civilização humana, pois que qualquer descoberta ou avanço nesta área de conhecimento é quase sempre traduzida no desenvolvimento de novas tecnologias de suporte à actividade da sociedade humana.

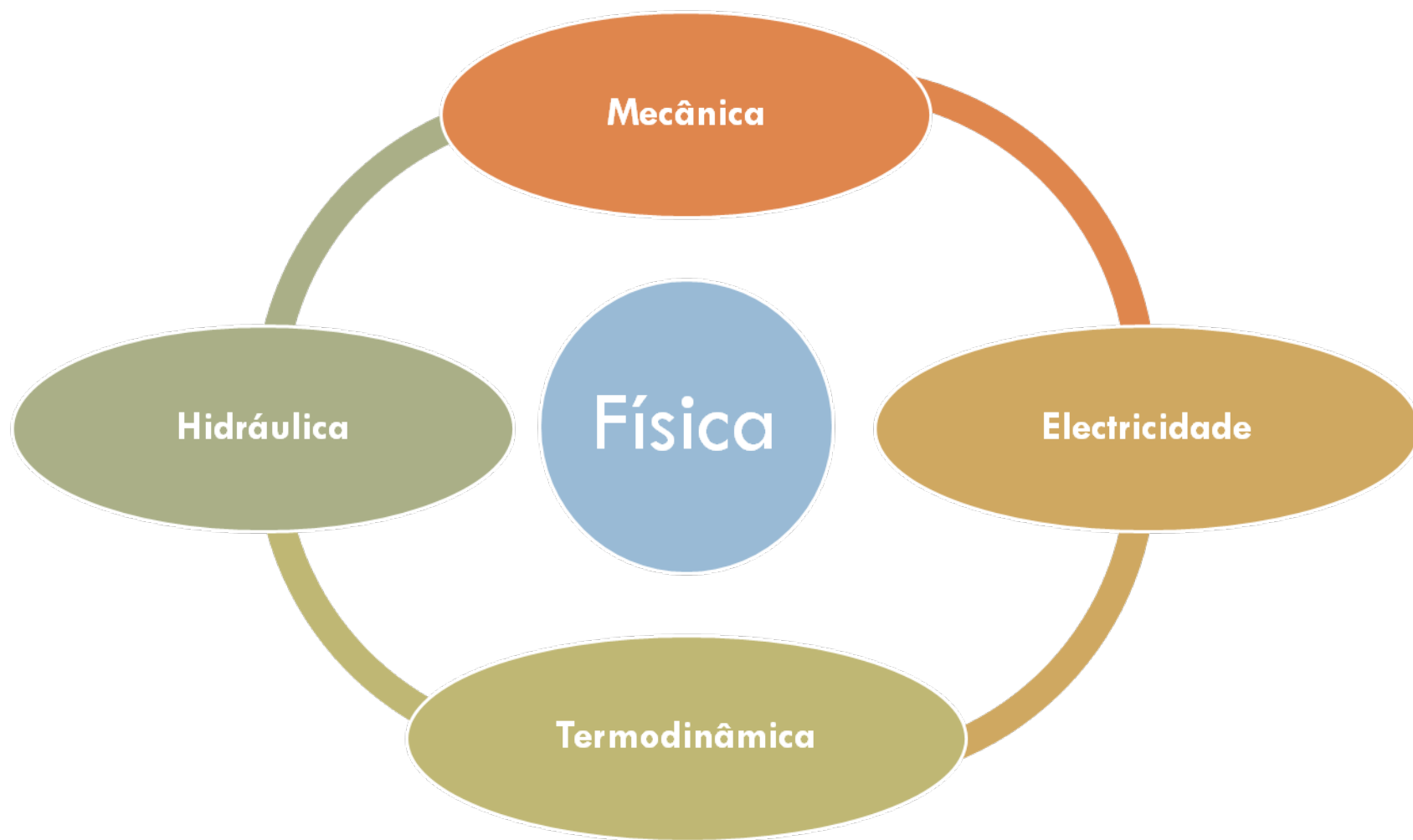
No campo das energias renováveis são as novas descobertas da física fundamental que suportam o desenvolvimento acelerado das tecnologias, das indústrias e das actividades comerciais associadas.



Física

29

Ramos intervenientes na Tecnologia Solar Térmica





Mecânica

30

Estudo dos corpos em repouso e movimento

Mecânica estuda os movimentos e repouso dos corpos

Cinemática: estuda o movimento e repouso sem se preocupar com as causas que os originam

Dinâmica: estuda o movimento e as suas causas

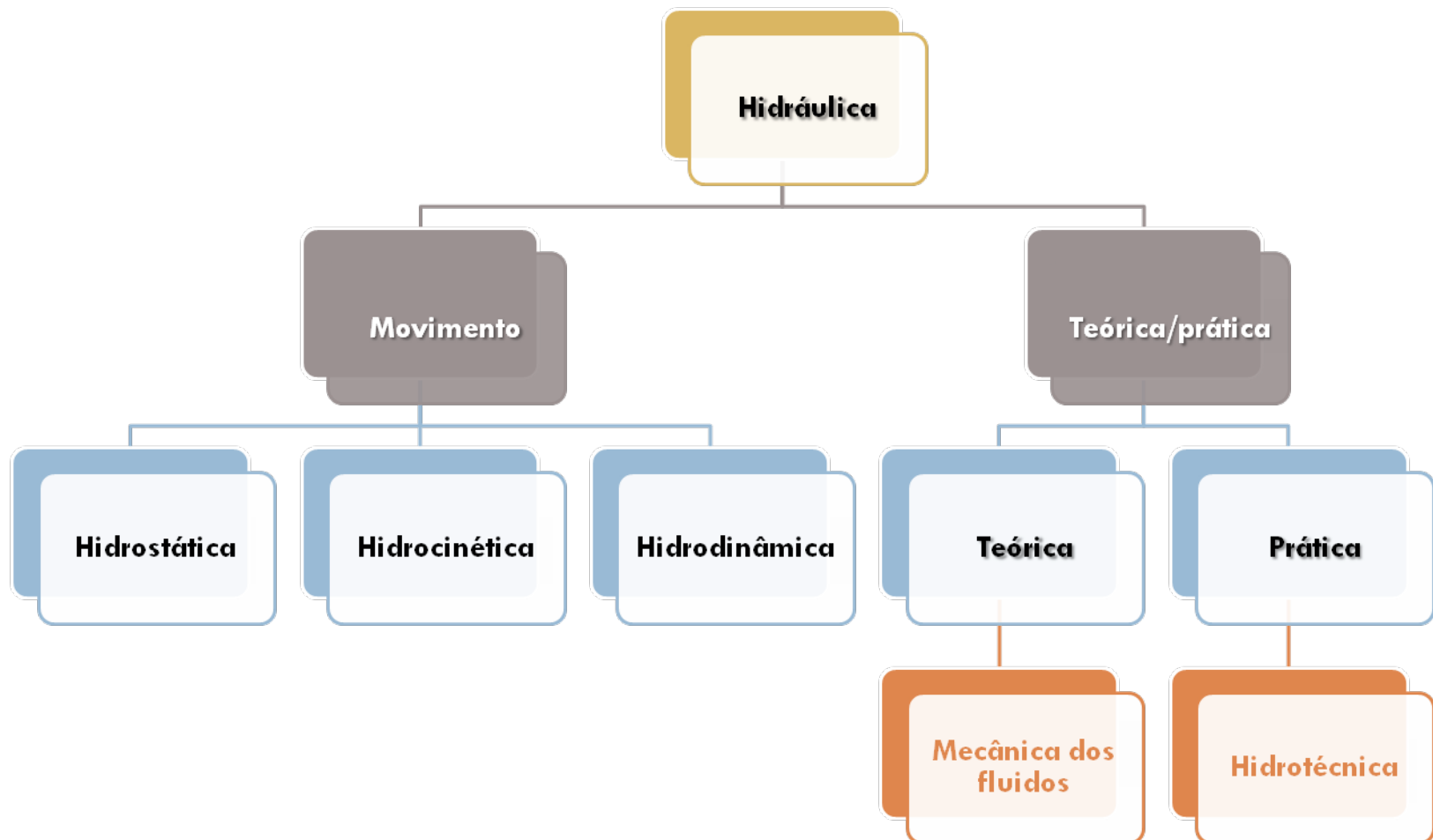
Estática: estuda particularmente o repouso dos corpos



Hidráulica

31

Estuda o comportamento dos líquidos em movimento e em repouso.





Termodinâmica

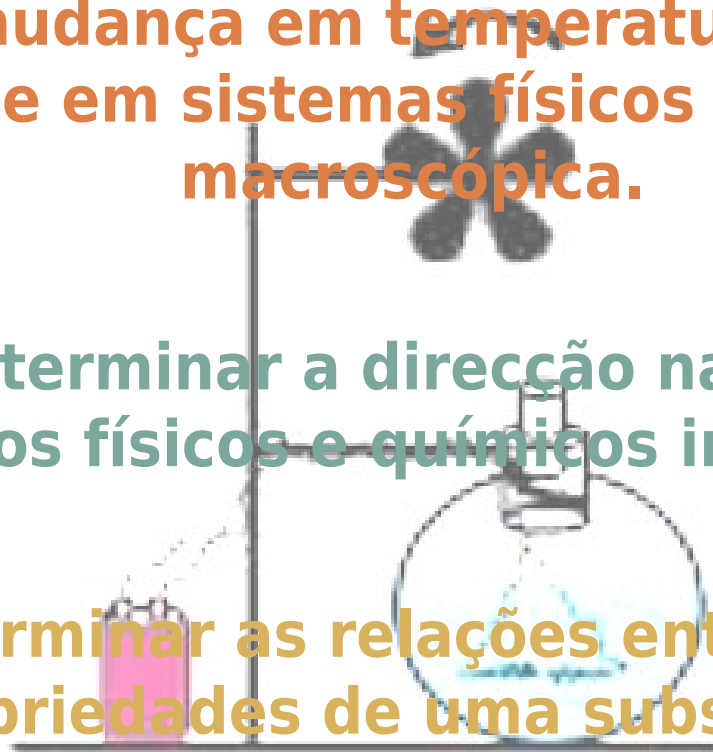
32

Estudo do calor, da temperatura e dos seus efeitos

Efeitos da mudança em temperatura, pressão e volume em sistemas físicos na escala macroscópica.

Permite determinar a direcção na qual vários processos físicos e químicos irão ocorrer.

Permite determinar as relações entre as diversas propriedades de uma substância.





Electricidade

33

Estudo da energia e do campo electromagnéticos

- É o estudo dos fenómenos físicos originados por cargas eléctricas estáticas ou em movimento.
- **A Electricidade compreende:**
 - O electromagnetismo (campos eléctrico e magnético)
 - A electrostática (interacções entre cargas eléctricas paradas)
 - A electrodinâmica (corrente eléctrica e os seus circuitos)



O Universo é Objectivo !

34

Existe por si mesmo

De acordo com a corrente científica maioritariamente aceite, o universo é objectivo e não projectivo, isto é:

- Existe por si . Não foi criado.
- A energia é indestrutível.
- “Na Natureza, nada se perde, nada se ganha, tudo se transforma” - Antoine- Laurent Lavoisier



O Universo

35

Propriedades Básicas

Tal como é actualmente, iniciou-se num acontecimento singular indescritível pela ciência actual, designado por BIG BANG.

É limitado no tempo. Não há tempo negativo (ou seja, tempo antes do BIG BANG)

Rege-se pelas leis do “Acaso e da Necessidade”

“O Acaso e a Necessidade” ISBN: 853263219X

Ensaio sobre a filosofia natural da biologia moderna. Autor: Jacques Monod



O Universo

36

Níveis de Observação

O Universo pode ser observado e estudado em dois níveis de dimensões:

- O nível atômico
- O nível macroscópico

As leis que regem estes dois níveis até hoje ainda são distintas embora desde Einstein se procure uma teoria que as unifique



O Universo

37

Ao nível macroscópico

Nível dos corpos materiais normais até às estrelas, galáxias e aglomerados de galáxias

A teoria que descreve as leis do Universo ao nível macroscópico é a Teoria da Relatividade de Albert Einstein. (T.R. Restrita ; T.R. Generalizada)

Ao nível macroscópico o Universo actual tem 4 dimensões sendo três espaciais e uma temporal

Toda a teoria se baseia na assumption de que a velocidade da luz no vazio é constante e vale aproximadamente 300 mil km/s

Os corpos comportam-se como partículas com massa.



O Universo

38

Ao nível Atómico ou Quântico

O **Universo é Discreto**. Está organizado em partes ou domínios elementares.

As partículas comportam-se em simultâneo com corpúsculos e como ondas

A grandeza assumida como base é a constante de Plank $h = 6,6260693(11) \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$. Como a massa e a energia se equivalem pela fórmula de Einstein $E=mc^2$ a massa de Planck é $2.176\,45(16) \times 10^{-8} \text{ kg}$

O comportamento energético e espacial das partículas é estatístico ou seja define-se em termos de probabilidade e não de valores exactos

Ao nível quântico reina o Princípio da Incerteza e aparecem propriedades surpreendentes como o entrelaçamento e a superposição de estados.



O Universo

39

Princípio da Incerteza de Heisenberg

A física demonstra que ao nível microscópico não se pode determinar de forma precisa e em simultâneo o valor de dois pares grandezas observáveis correlacionadas por exm: posição e energia (e quando aplicável a velocidade) das partículas .

Daí que se diga que por exemplo os electrões à volta do núcleo dos átomos se distribuem em nuvens posicionais cada uma com o seu nível de energia sem uma posição espacial perfeitamente definida.

Este princípio é utilizado na tecnologia electrónica por exemplo: nos díodos de efeito de túnel



O Universo

40

Constituintes Básicos do Universo

Para o estudo das Energias Renováveis pode considerar-se que o UNIVERSO é constituído por três entidades:

- Energia
- Matéria
- Informação



O Universo

41

Constituintes Básicos do Universo

A Energia e a Matéria são suportadas por partículas:

- Energia – partículas que carregam forças
- Matéria – partículas com massa e carga

A globalidade da energia + matéria é conservativa

A Informação exprime matematicamente as relações entre as partículas e é sempre crescente



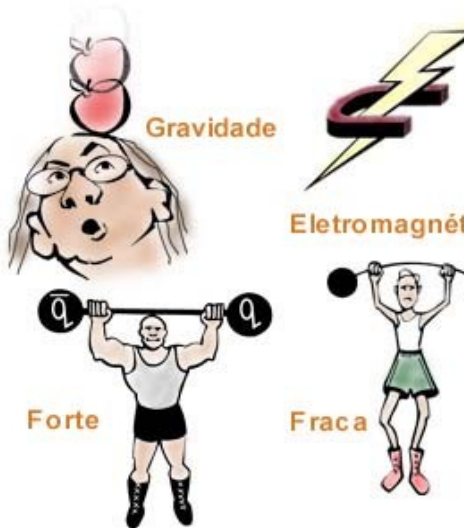
O Universo

42

Constituintes Básicos do Universo

A energia a matéria e a informação estão enquadradas por quatro campos de forças que mantêm estável a estrutura e organização do universo (leis de conservação e leis de mudança).

As forças são mediadas por partículas: os bosons.



| BÓSONS | FORÇA | PARTÍCULA MEDIADORA | COR |
|--------|-----------------|-------------------------|--------|
| | Forte | glúon | Sim |
| | Fracas | W^+ W^- Z^0 | Neutra |
| | Eletromagnética | fótons | Neutra |
| | Gravitacional | Gráviton (?) | Neutra |



Constituintes do Universo

43

Energia

É tudo aquilo que é capaz de produzir trabalho, ou seja, o que é capaz de modificar o estado de repouso, o estado térmico ou o estado de movimento, o estado posicional, o estado físico ou o estado químico dos corpos materiais.

Em suma energia é o que produz mudança.

A energia está contida nos quatro campos de forças fundamentais: campo nuclear forte; campo nuclear fraco; campo electromagnético; campo gravítico.



Energia

44

Formas de energia

Tipos de energia:

- Radiante
- Térmica
- Potencial
- Cinética
- Química (considerada também uma variante da energia potencial)
- Nuclear (considerada também uma variante da energia potencial)



Energia

45

Mudanças de Forma de Energia

- ▣ A diversas formas de energia podem transformar-se umas nas outras quase sempre de forma reversível e com rendimento de 100%.
- ▣ A energia térmica tem um comportamento particular pois que só parcialmente pode ser convertida noutras formas .



Constituintes do Universo

46

Matéria

É tudo aquilo que é tem massa e ocupa espaço exclusivo (ou seja é composta por elementos impenetráveis).

A matéria é composta por partículas elementares de dois tipos:

Quarks (partículas pesadas com carga eléctrica, que detêm quase toda a massa dos corpos e são constituintes do próton e neutrão no núcleo dos átomos)

Leptões (partículas leves os electrões com carga eléctrica, dispostos em camadas à volta do núcleo dos átomos e neutrinos sem carga eléctrica)



Matéria

47

Gravidade

Massa inercial ou gravítica

Diz-se que a massa é a propriedade dos corpos materiais que provoca um campo gravitacional

Na teoria da Relatividade de Albert Einstein considera-se que a massa deforma o espaço-tempo

Einstein demonstrou que a massa e a energia eram inter-convertíveis sendo a formula de conversão :

- $E=mc^2$

Esta propriedade é aproveitada tecnologicamente na produção de energia eléctrica a partir da energia nuclear. Na natureza é responsável pela luz das estrelas por exemplo.



Matéria

48

Massa e o campo de Higgs

Em física suspeita-se que a energia radiante se converte em massa por interacção de fótons de elevada energia com as partículas mediadoras de um hipotético campo de forças em que todo o Universo está mergulhado (O campo de Higgs)

Esse campo seria mediado por uma partícula designada por Bosão de Higgs que teria a propriedade de materializar a energia. Daí que se chame também de “partícula de Deus”

* Um dos objectivos das experiências no LHC no CERN (Centro Europeu de Pesquisas Nucleares) é tentar encontrar essa partícula



Constituintes do Universo

49

Informação

A informação é a terceira entidade do Universo

Designa tudo aquilo que é necessário para descrever o momento actual e a história de um sistema material (tanto as propriedades das partículas elementares, como as propriedades dos sistemas de partículas e ainda as propriedades dos corpos materiais).

Ao contrário do binómio massa-energia que é conservativo no tempo, a informação e a entropia estão em aumento constante no tempo

A informação existe em unidades discretas (o BIT).



Constituintes do Universo

50

Informação e Entropia

A entropia mede “ o estado de desordem de um sistema”

Considera-se que a informação e entropia são equivalentes e de sinais contrários

Um sistema ou um campo isotrópicos têm uma ordem conhecida e podem ser descritos por um conjunto limitado de informação (as suas “propriedades”).

A entropia pode ser relacionada com a temperatura e a fase (sólida líquida ou gasosa) de um corpo material



Energia

51

Energia radiante

Também designada por energia electromagnética é composta por ondas de rádio desde as frequências baixas VLF, LF, MF, HF, VHF, UHF, SHF, Micro-Ondas em Geral, Infravermelhos, Luz Visível, Ultravioletas, Raios X, Raios Gama



Energia Radiante

52

Espectro Electromagnético

RADIAÇÃO = Ondas Electromagnéticas

RADIAÇÃO = Campos Eléctricos e Magnéticos associados em movimento

RADIAÇÃO = Partículas sem massa: os Fotões

A energia radiante comporta-se em simultâneo quer como ondas (vibrações do campo eléctrico e magnético) quer como partículas

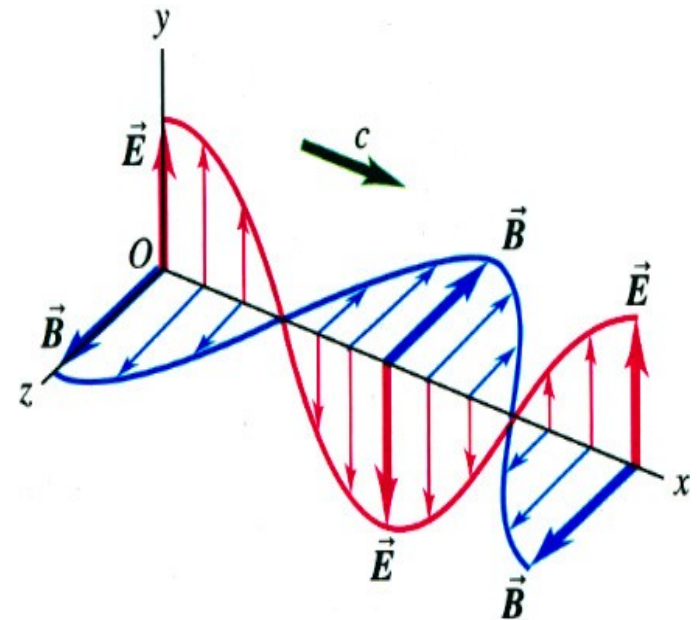
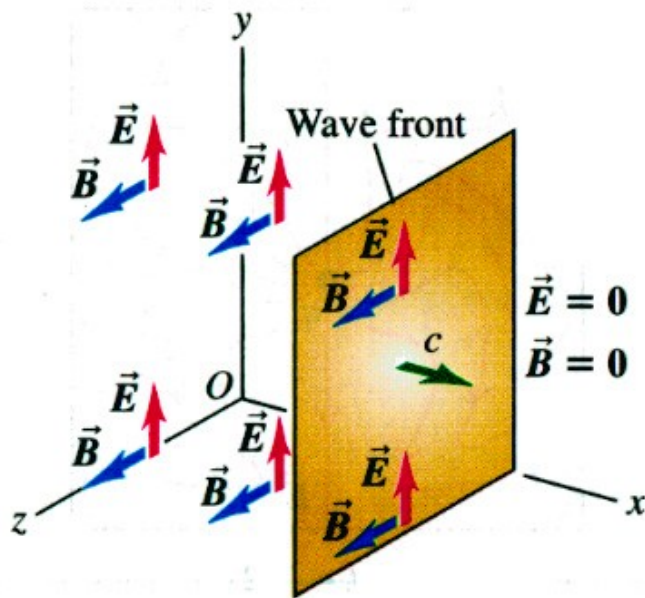


Energia Radiante

53

Ondas Electromagnéticas

Oscilações dos campos eléctrico e magnético associados em movimento.





Energia

54

Energia Térmica

É a energia associada à temperatura dos corpos materiais
Que reflecte estatisticamente o movimento das
partículas constituintes de uma porção de matéria
gasosa, líquida ou sólida

Varia desde o zero absoluto 0° Kelvin (-273° Celcius)
teoricamente até ao infinito

Esta energia só parcialmente pode ser convertida noutras
formas de energia.

Por isso também se chama de energia degradada



Energia

55

Energia Térmica ou Calor

Para sistemas em equilíbrio termodinâmico o que corresponde à maioria dos sistemas termodinâmicos, ela pode ser expressa por:

$$E_{\text{termica}} = rN \frac{K_B T}{2}$$

onde K_B corresponde à constante de Boltzmann, N corresponde ao número de partículas no sistema, T corresponde à temperatura absoluta do sistema e r corresponde ao número de graus de liberdade por partícula do sistema, podendo r assumir valores entre $r=9$ (três graus de translação, três de rotação e três de vibração) para sistemas compostos por partículas mais complexas e $r=3$ nos sistemas tridimensionais mais simples (compostos por partículas pontuais com três graus de translação apenas).



Energia

56

Energia Potencial

A energia associada à posição dos corpos inseridos num campo de forças

Exemplos:

- Energia Potencial Gravítica
- Energia Potencial Magnética
- Energia Potencial Eléctrica
- Energia Nuclear
- Energia Química



Energia

57

Energia Potencial (outros campos)

Uma energia potencial muito usada tecnologicamente é a energia potencial associada às deformações dos corpos elásticos como as molas.



Energia

58

Energia Cinética

A energia associada ao movimento dos corpos materiais

Em física, a **energia cinética** é a quantidade de trabalho que teve que ser realizado sobre um objecto, para o tirar do repouso e o colocar em movimento com uma velocidade **v**.

Para um corpo de massa **m** com uma velocidade **v** a energia cinética é:

$$E = \frac{1}{2} m v^2$$

** Válido apenas para velocidades muito inferiores á velocidade da luz



Matéria

59

Partículas básicas com massa

As partículas materiais básicas são os Quarks e os Electrões

- Os quarks são os tijolos que formam as partículas do núcleo dos átomos (protões e neutrões)
- Os electrões são partículas carregadas electricamente com campo de polaridade - (negativa)
- Os protões são partículas carregadas electricamente com campo de polaridade + (positiva)
- Os neutrões são electricamente neutros



Matéria

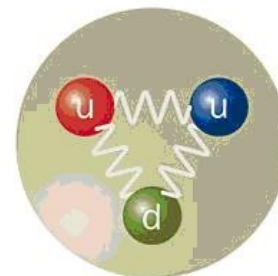
60

Modelo Padrão das Partículas

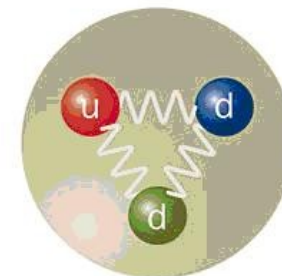
| | | | |
|---------|------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| Léptons | Quarks | | |
| | u up | c charmoso | t top |
| | d down | s estranho | b bottom |
| | ν_e e- Neutrino | ν_μ μ - Neutrino | ν_τ τ - Neutrino |
| | e elétron | μ muon | τ tau |
| | I | II | III |

A Geração da Matéria

Agradecemos ao Fermilab pelo uso desta imagem.

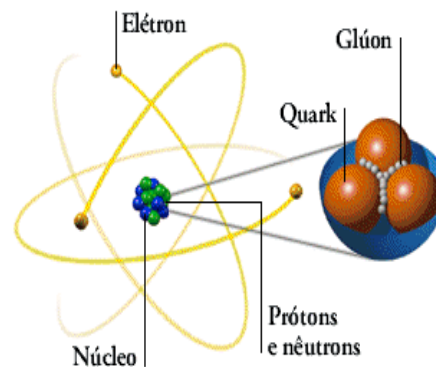


Proton



Neutron

O Núcleo dos Átomos



Átomo: núcleo e electrões



Matéria

61

Constituição dos átomos

As substâncias químicas naturais ou artificiais não são constituídas directamente pelas partículas elementares mas sim por outras maiores suas derivadas:

- **Os prótons com carga eléctrica positiva**
- **Os neutrões sem carga eléctrica**
- **Os electrões com carga eléctrica negativa**

Os prótons e os neutrões contêm a maior parte da massa e estão agrupados juntos num espaço chamado núcleo que por isso tem carga positiva

À volta dos quais se agrupa a nuvem dos electrões organizada em níveis.

O núcleo com os seus electrões forma o átomo



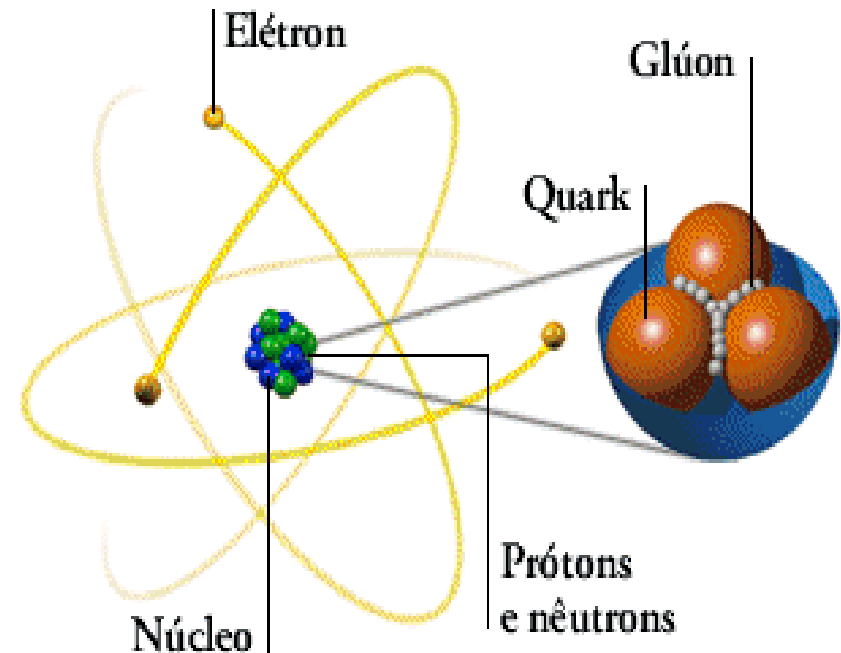
Matéria

62

Constituição dos átomos

O núcleo com os seus electrões forma o átomo.

NOTA: O posicionamento e as dimensões da imagem são apenas uma representação artística sem correspondência física, destinando-se apenas a fins de introdução inicial à aprendizagem





Matéria

63

Tabela periódica dos Elementos

É uma tabela onde se organizam os elementos pelas suas propriedades físico-químicas

Existem muitas versões algumas interactivas como por exemplo:

<http://fq.home.sapo.pt/tp.htm>



Matéria

64

Comportamento eléctrico

Para o estudo da electricidade e electrónica interessam principalmente:

- a categoria dos “METAIS” por serem as matérias primas usadas no condutores
- a categoria dos “SEMI-METAIS” por alguns dos seus elementos serem a matérias primas para o fabrico de componentes electrónicos do estado sólido
- os elementos do grupo III e do Grupo V
- alguns não metais por serem isoladores



Informação

65

O BIT (Binary Digit)

A unidade de medida elementar de informação é o BIT

O BIT mede a informação de uma entidade que só pode estar em um de dois estados possíveis, designados logicamente por 0 e 1 (ligado e desligado, existe ou não existe)

Não tem sub-múltiplos

Os múltiplos medem-se em potências de 2 e são o
kilobit (kb) = 1024 b = 2^{10} b

Megabit (Mb) = 1024 kb e seguintes múltiplos do SI

Em informática usa-se o Byte = 8 bit = 2^3 bit



Campos de forças

66

Campo Eléctrico

É um campo de energia potencial com duas polaridades (positiva e negativa) *, repulsivo para o mesmo sinal, atractivo para sinais contrários, que actua tanto ao nível atómico, como ao nível macroscópico

A força do campo eléctrico varia na razão inversa do quadrado das distâncias entre os corpos electricamente carregados

NOTA: Ainda não existe explicação científica, para o facto do campo eléctrico ter duas polaridades e outros campos por exemplo o gravítico só terem uma.

* A título de exemplo: o campo gravítico é sempre atractivo com uma só polaridade



Campos de forças

67

Campo Magnético

A teoria da relatividade demonstra que o campo magnético é uma manifestação do campo eléctrico associado às partículas materiais em movimento a velocidades relativísticas ou seja à velocidade da luz ou próximas.

Para efeitos deste curso consideraremos os campos eléctrico e magnético como campos independentes.

Assim o campo eléctrico é um campo de energia potencial de bipolar (Norte -Sul) de pólos não dissociáveis

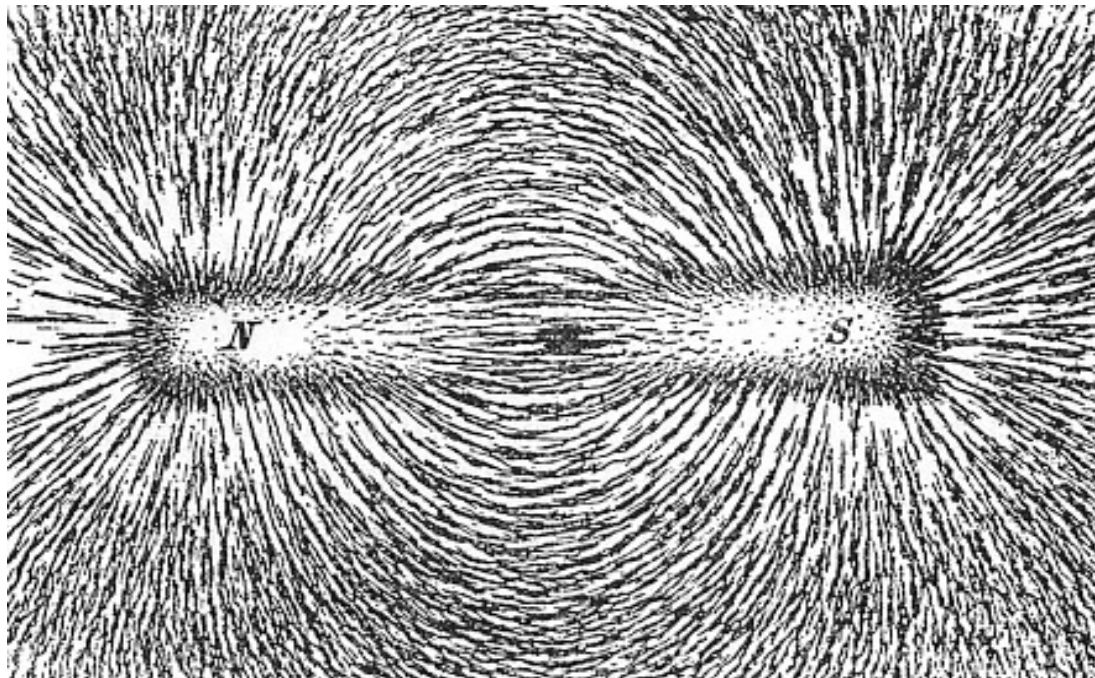


Campos de forças

68

Linhas de força magnética

Geodésicas de um campo magnético de um ímã

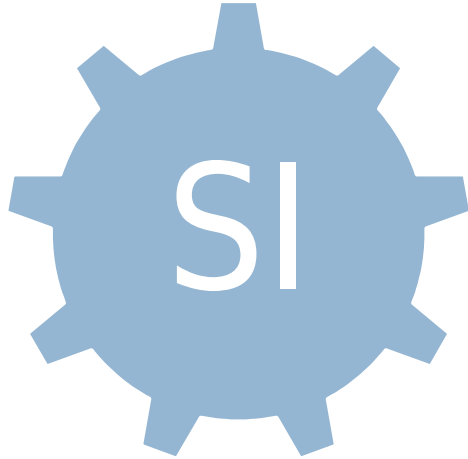




Grandezas Físicas

69

Unidades de Medida



Sistema Internacional de Unidades

Sistema coerente constituído por duas classes de unidades:

- **Unidades base** (com sete unidades bem definidas para sete grandezas físicas independentes do ponto de vista dimensional)
- **Unidades derivadas** (muito mais numerosas e específicas para cada ramo da física)

A escolha e definição rigorosa das grandezas físicas e suas unidades são de fundamental importância, não só para a ciência como para as sociedades em geral, nomeadamente nas trocas comerciais entre países.



Grandezas Físicas

70

Padrões de Medida



Sistema Internacional de Unidades

Originalmente o Sistema Internacional baseava as suas unidades base, em padrões materiais de referência que estavam guardados no Laboratório Nacional de Pesos e Medidas situado em Paris.

Contudo as convenções internacionais optaram por desmaterializar os padrões ao longo do sec. XX e sec. XXI substituindo-os por constantes universais da física.

O último a ser desmaterializado foi o Kg padrão que foi substituído pela constante de Planck



Grandezas Físicas

71

Unidades



Unidades SI Base

| Grandeza | Unidade | Símbolo |
|---------------------------|------------|---------|
| Comprimento | metro | m |
| Massa | quilograma | kg |
| Tempo | segundo | s |
| Corrente elétrica | ampere | A |
| Temperatura termodinâmica | kelvin | K |
| Quantidade de matéria | mol | mol |
| Intensidade luminosa | candela | cd |



Grandezas Físicas

72

Unidades



Unidades SI Derivadas

| Grandeza | Unidade | Símbolo |
|-----------------------|-------------------------------|--------------------|
| Área | metro quadrado | m ² |
| Volume | metro cúbico | m ³ |
| Número de onda | por metro | 1/m |
| Densidade de massa | quilograma por metro cúbico | kg/m ³ |
| Concentração | mol por metro cúbico | mol/m ³ |
| Volume específico | metro cúbico por quilograma | m ³ /kg |
| Velocidade | metro por segundo | m/s |
| Aceleração | metro por segundo ao quadrado | m/s ² |
| Densidade de corrente | ampère por metro ao quadrado | A/m ² |
| Campo magnético | ampère por metro | A/m |



Unidades



| | Fator | Prefixo | Símbolo |
|---|--|---------|---------|
| SUBMÚLTIPLOS | 10^{-24} = 0,000 000 000 000 000 000 000 001 | yocto | y |
| | 10^{-21} = 0,000 000 000 000 000 000 000 001 | zepto | z |
| | 10^{-18} = 0,000 000 000 000 000 000 001 | atto | a |
| | 10^{-15} = 0,000000000 000 001 | femto | f |
| | 10^{-12} = 0,000000000001 | pico | p |
| | 10^{-9} = 0,000000001 | nano | n |
| | 10^{-6} = 0,000001 | micro | μ |
| | 10^{-3} = 0,001 | milli | m |
| | 10^{-2} = 0,01 | centi | c |
| | 10^{-1} = 0,1 | deci | d |
| MÚLTIPLOS | 10^0 = 1 | | |
| | 10^1 = 10 | deca | da |
| | 10^2 = 100 | hecto | h |
| | 10^3 = 1 000 | kilo | k |
| | 10^6 = 1 000 000 | mega | M |
| | 10^9 = 1 000 000 000 | giga | G |
| | 10^{12} = 1 000 000 000 000 | tera | T |
| | 10^{15} = 1 000 000 000 000 000 | peta | P |
| | 10^{18} = 1 000 000 000 000 000 000 | exa | E |
| | 10^{21} = 1 000 000 000 000 000 000 000 | zetta | Z |
| 10^{24} = 1 000 000 000 000 000 000 000 000 | yotta | Y | |



Grandezas Físicas

74

Equivalência de Unidades

Equivalências entre unidades comuns usadas em sistemas termosolares

| | SI | Indústria Europa | Inglaterra | |
|-------------------------------|------------|----------------------------------|---------------------------------|-------------|
| Energia | 1 Joule | 1KWh=3.600.000 J 1MJ=0.28 KWh | 1Cal=4184 J | 1BTU=1055 J |
| Força | 1 Newton | 1Kgf=9,8 N | | |
| Pressão | 1 Pascal | 1 Bar= 10^5 Pa | 1Bar= 1,02Kg/cm ² | |
| Capacida- de Calorífica | 1 J/ Kg °K | 1Cal/g°C= 4184J/Kg°C | 1BTU/L°F= 4186,8/JKg°C | |



Termodinâmica

75

Conceitos Base

Leis da Termodinâmica

Lei Zero

Quando 2 corpos têm igualdade de temperatura com um 3º corpo, eles têm igualdade de temperatura entre si

Primeira Lei

Fornece o aspecto quantitativo de processos de conservação de energia

Segunda Lei

Determina o aspecto qualitativo de processos em sistemas físicos

Terceira Lei

Estabelece um ponto de referência absoluto para a determinação da entropia



Electricidade

76

Conceitos Base

- É um fenómeno físico originado por cargas eléctricas estáticas ou em movimento e por sua interacção.

- **Corrente eléctrica:** passagem de electrões através de um condutor.

Bons condutores são na grande maioria da família dos metais assim como alguns novos materiais de propriedades físicas alteradas em condições especiais que conduzem energia com a mínima perda de energia denominados supercondutores



Electricidade

77

Definições

Campo Eléctrico

Efeito produzido por uma carga que pode exercer força sobre outras partículas carregadas

Potencial Eléctrico

Capacidade de um campo eléctrico para realizar trabalho

Corrente Eléctrica

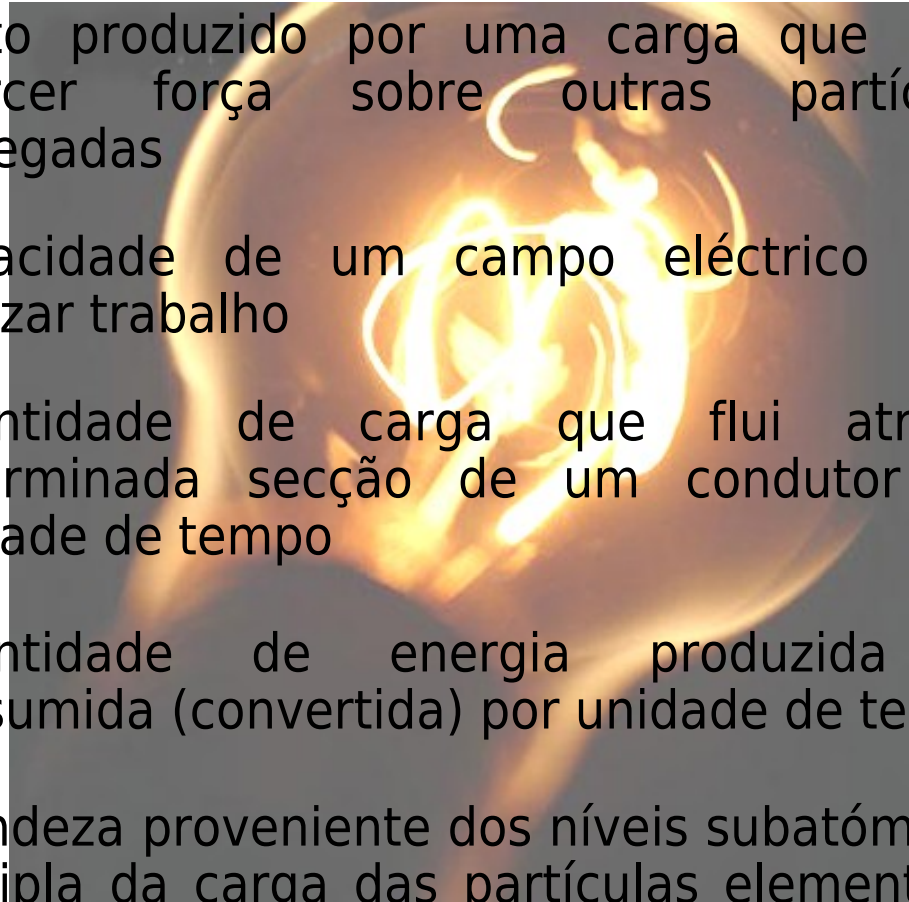
Quantidade de carga que flui através determinada secção de um condutor por unidade de tempo

Potência Eléctrica

Quantidade de energia produzida ou consumida (convertida) por unidade de tempo

Carga Eléctrica

Grandeza proveniente dos níveis subatômicos. Multipla da carga das partículas elementares quarks e electrões





Energia Solar

78

Radiação proveniente do Sol

ENERGIA 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

A energia proveniente do Sol é das mais “amiga do ambiente”, podendo ser utilizada de diversas maneiras

No centro do Sol ocorre um processo de fusão nuclear, no 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.

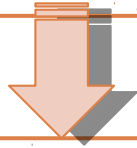


Energia Solar

79

Radiação proveniente do Sol

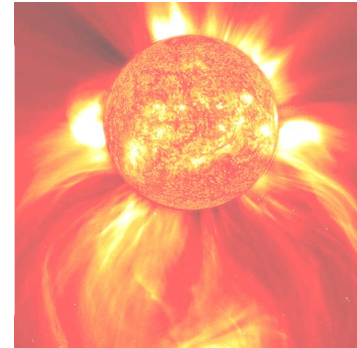
Distância Sol - Terra
143 milhões de quilómetros



Apenas uma pequena
fracção da energia irradiada
está disponível

Expectativas: o sol pode ser considerado como fonte de energia para os próximos 5 bilhões de anos → **O sol apresenta uma disponibilidade quase ilimitada**

Energia fornecida pelo Sol em apenas 15 min é superior à energia utilizada, a nível mundial, durante 1 ano.



A Potência Solar que chega à Terra é de 1360 W/m^2 sendo que ao nível do solo nos chegam cerca de 1000 W/m^2



Energia Solar

80

Bases Astronómicas e Meteorológicas

- A energia solar disponível na Terra é muito variável. Para uma localização pré-estabelecida esta variação depende da latitude geográfica, do dia e do ano.
- Devido à inclinação do eixo da Terra os dias de Verão são maiores que os dias de Inverno, e as altitudes solares que o sol atinge são mais elevadas nos meses de Verão do que no Inverno.

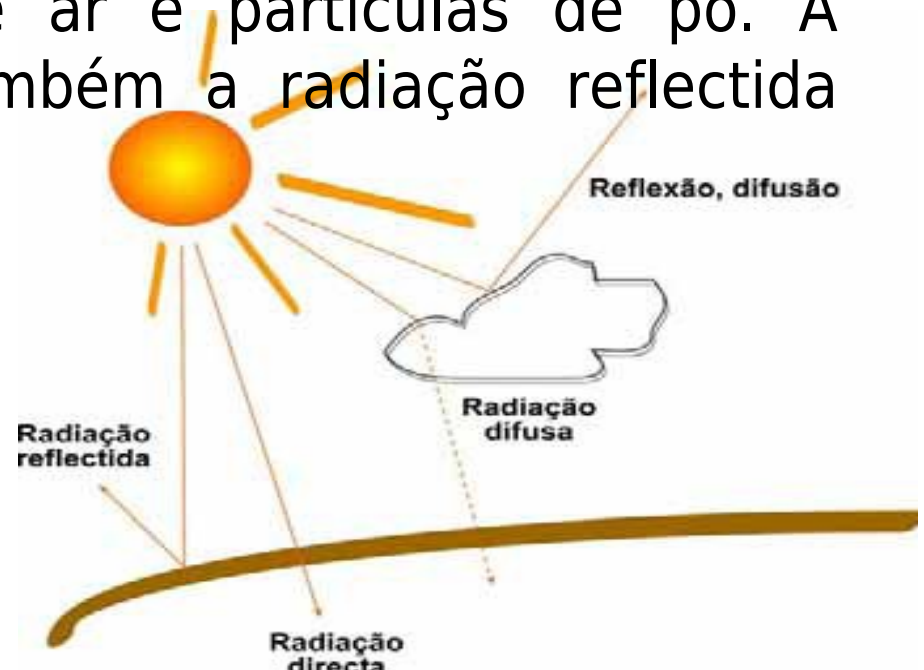


Energia Solar

81

Bases Astronómicas e Meteorológicas

- A radiação solar tem diversas componentes: a radiação solar directa E proveniente do sol, que atinge a terra sem qualquer mudança de direcção e a radiação difusa, que chega aos olhos do observador através da difusão de moléculas de ar e partículas de pó. A radiação difusa inclui também a radiação reflectida pela superfície terrestre.

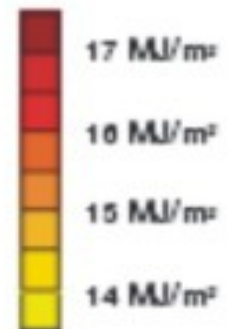
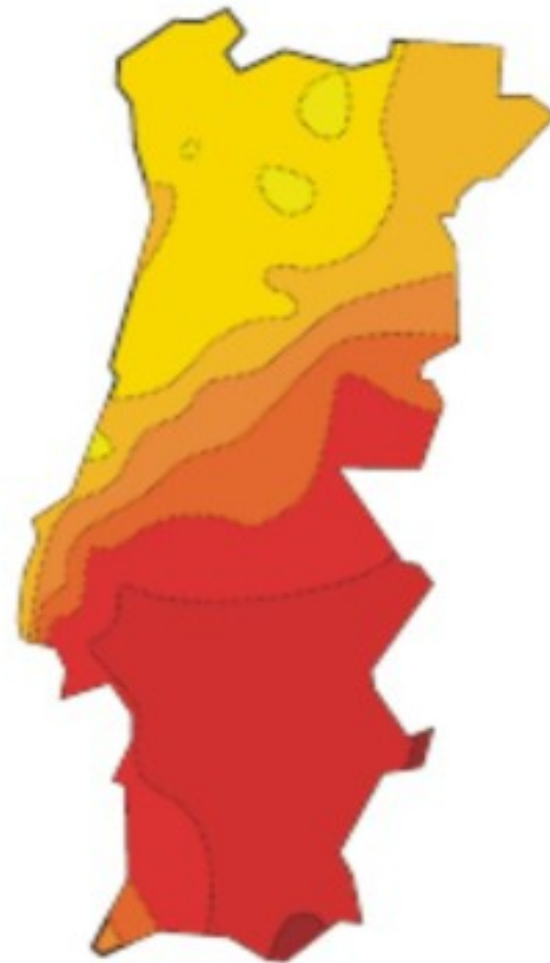
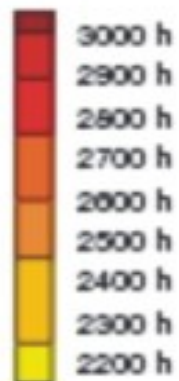




Energia Solar

82

Bases Meteorológicas





Energia Solar

83

Bases Meteorológicas

Para além da irradiação solar global o número de horas de luz (insolação) é também frequentemente utilizado para o dimensionamento dos sistemas solares. Em Portugal estes valores variam entre 1.800 e 3.100 horas por ano.

No entanto a variação da radiação solar útil entre o Sul e o Norte de Portugal, exceptuando as condições microclimáticas locais, aproveitada por um sistema solar para aquecimento de água, não é significativa.

Energia diária média disponível

1MJ=0,28KWh → 17MJ= 4,76KWh



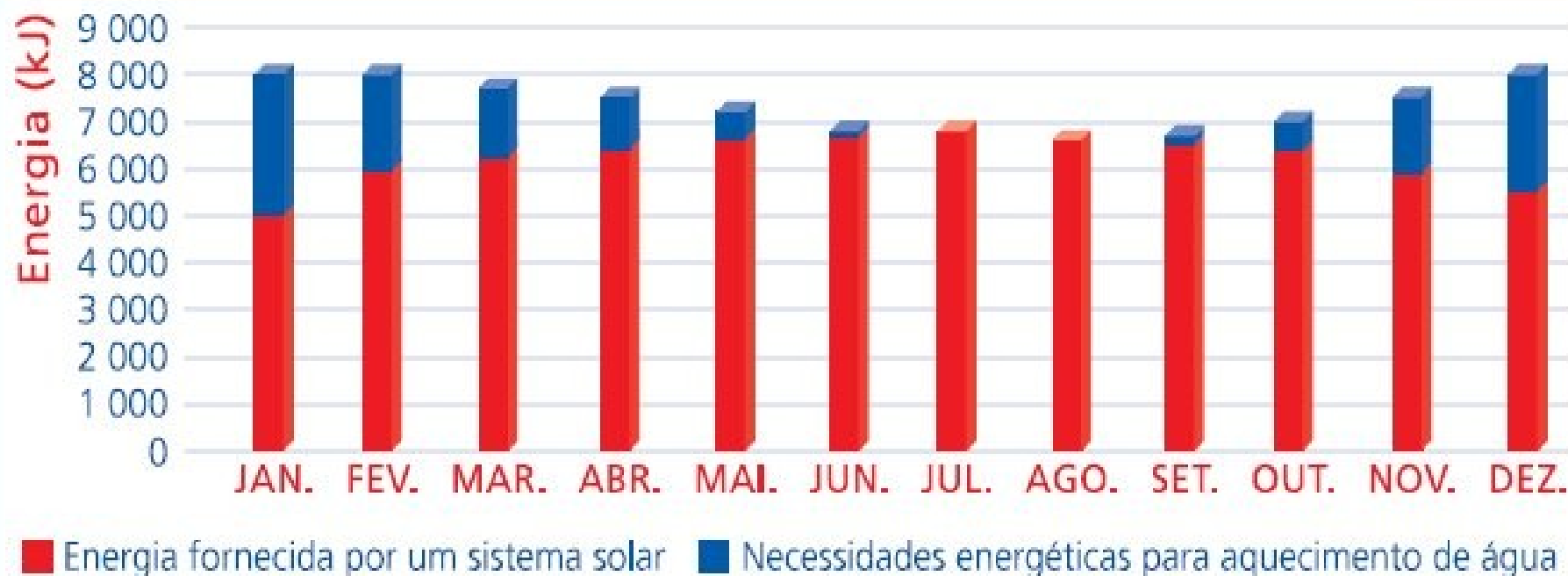
Cobertura de AQS

84

Tabela de consumos de água quente

De acordo com os dados disponibilizados pela Vulcano

Cobertura solar das necessidades de água quente durante o ano





Influência da Orientação

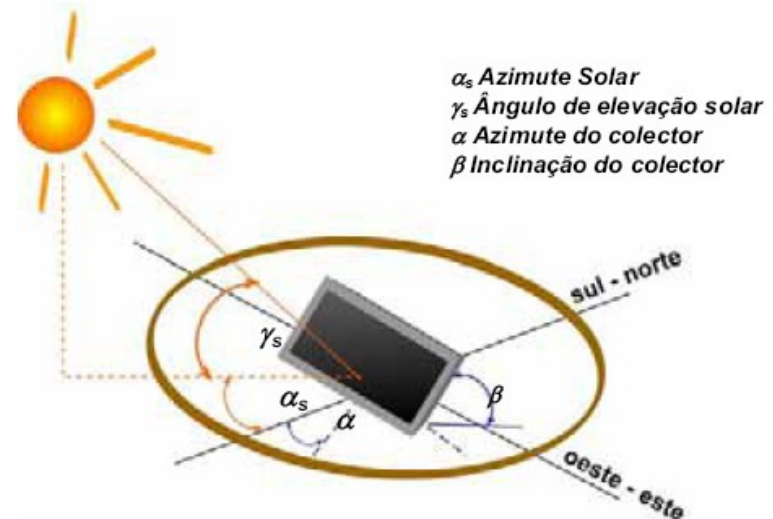
85

Azimute e Inclinação (Altura)

- Para diferentes ângulos de incidência do sol ao longo do ano, a uma determinada latitude, existe um valor máximo de radiação produzida que poderá ser obtido se a superfície receptora estiver inclinada a um determinado ângulo

O ângulo de inclinação óptimo, para os meses de Inverno (menor radiação) é maior que no Verão por causa da menor altura solar.

| | | | | |
|------------------------|------------|-----------------|----------------|--------------|
| Altura Solar | γ_s | Horizonte = 0° | Zénite = 90° | |
| Azimute Solar | α_s | Sul = 0° | Este = -90° | Oeste = +90° |
| Inclinação Superficial | β | Horizontal = 0° | Vertical = 90° | |
| Azimute Superficial | α | Sul = 0° | Este = -90° | Oeste = +90° |





Mudanças Climáticas e suas consequências

86

O aumento global da temperatura atmosférica

- A utilização crescente de recursos energéticos finitos, nomeadamente os recursos fósseis apresentam impactes no clima e no meio ambiente que sofrem mudanças e prejuízos irreversíveis que aumentam com a utilização de combustíveis.
- Este problema deve-se à emissão de substâncias perigosas, tais como o dióxido de enxofre, monóxido de nitrogénio e dióxido de carbono.
- O dióxido de enxofre e o monóxido de nitrogénio são substâncias, que contribuem para o aparecimento de chuvas ácidas, enquanto que o dióxido de carbono contribui para o aumento do efeito de estufa, que é responsável pelo aquecimento da atmosfera terrestre.
- Neste momento a concentração de CO_2 na atmosfera aumenta a taxas cada vez mais elevadas.



Argumentos a favor dos sistemas solares

87

A energia solar é segura e rentável

Os proprietários destes sistemas não têm que esperar por decisões políticas ou mudanças globais. Transmitem uma imagem positiva aos mais jovens;

Os sistemas solares são um sinal de um nível de responsabilidade elevado, uma consciência e empenho em relação à protecção ambiental;

Os proprietários de sistemas solares tornam-se menos dependentes do aumento dos preços de energia;

Operadores de sistemas solares beneficiam de vantagens em taxas e financiamento do governo;

Sistemas solares térmicos para abastecimento de água quente são tecnicamente desenvolvidos e têm um tempo de vida de 20 anos;



Argumentos a favor dos sistemas solares

88

A energia solar cumpre com a norma dos 3 R

Um sistema solar standard instalado na latitude de Portugal pode fornecer energia suficiente para cobrir

a 100% a energia necessária para ter água quente entre os meses de Maio a Setembro;

A instalação de sistemas solares para aquecimento de água nas piscinas é económico e pode ser amortizado num curto espaço de tempo;

Durante o tempo de vida útil os sistemas solares disponibilizam uma reserva de energia cerca de 13 vezes maior do que a utilizada na sua construção;

Os sistemas solares requerem pouca manutenção e a energia produzida está constantemente disponível;



Argumentos a favor dos sistemas solares

89

A energia solar é geradora de emprego sustentado

A tecnologia solar cria emprego na produção, instalações e serviços de manutenção;

Com a diminuição crescente das reservas de energia estamos perante um esforço para a re-distribuição dos recursos energéticos a nível mundial com recurso à força (guerra).

Os que começam a usar sistemas de energia solar no tempo certo contribuem significativamente para diminuir guerras cujo objectivo passa pelo controlo de recursos energéticos.



Água Quente Solar

90

Objectivos gerais

- Embora Portugal seja um dos países da Europa com maior incidência de radiação solar - cerca de 3 mil horas de sol por ano em algumas regiões - verifica-se que o mercado nacional de colectores solares para o aquecimento de água tem uma dimensão muito inferior à de outros países e que o aproveitamento deste recurso renovável está muito longe de atingir o potencial de 2,8 milhões de m de colectores solares, estimado pelo FORUM Energias Renováveis em Portugal em 2001.



Água Quente Solar

91

Objectivos quantitativos 2010

- O objectivo específico do programa Água Quente Solar para Portugal é a criação de um mercado sustentável de colectores solares para o aquecimento de água, com ênfase na vertente "Garantia da Qualidade", de cerca de 150.000 m² de colectores de colectores por ano, que poderá conduzir a uma meta da ordem de 1 milhão de m² instalados e operacionais até 2010. .



Água Quente Solar

92

Objectivos quantitativos 2020

- Os objectivos específicos do programa Água Quente Solar para Portugal até 2010 não foram atingidos apesar da legislação e dos incentivos (considerados insuficientes pelos técnicos e pelo público.
- A causa principal foi a crise económica em especial no sector da construção civil.



Água Quente Solar

93

Modo de actuação

Por forma a atingir o objectivo definido, foi delineada uma estratégia de intervenção nas seguintes linhas:

Promoção de
imagem

Certificação
de qualidade

Observatório





Capítulo III

Programas de Simulação

94

Tempo - 1 hora

Apresentação do tema (10 min)

Tipos de programas existentes no mercado (20 min)

Exercícios práticos (Uso do Solterm) (20 min)

Reflexão final (10 min)



Programas de simulação

95

As poupanças de tempo e dinheiro, ao usar programas de simulação para dimensionamento e planeamento, têm conduzido ao uso crescente destes programas nos gabinetes de projecto. Para além disso, as empresas de instalação utilizam cada vez mais os programas, para apresentações aos seus clientes.





Avaliação dos resultados da simulação

96

- Os sistemas solares térmicos são geralmente usados em habitações unifamiliares, como sistemas de aquecimento de água doméstica, podendo no entanto ser utilizados a nível industrial ou em climatização. De um modo geral, os cálculos de simulação estão bem calibrados para esta situação, sendo muito raros os erros de cálculo. Contudo, se os sistemas forem mais complicados, p.e. para um sistema solar de aquecimento ambiente ou no caso de sistemas solares de maiores dimensões, com vários campos de colectores e tanques de armazenamento de regulação, as previsões apresentam um erro associado mais elevado.



Classificação e Seleção de Programas de Simulação

97

Análise de Mercado

- Visto que há múltiplas aplicações para a energia solar, há igualmente muitos programas de simulação.
- Não interessa se são usados para aquecimento de água doméstica, aquecimento de divisões, de piscinas ou sistemas solares para aquecimento ambiente, qualquer sistema térmico solar pode ser simulado num computador.
- Contudo, a maior parte dos programas dizem respeito ao aquecimento solar de água doméstica e aquecimento de divisões.



Classificação e Seleção de Programas de Simulação

98

Programas de
Cálculo

Sistemas de
simulação

Programas de
etapas

Programas de
ferramentas
auxiliares



Classificação e Seleção de Programas de Simulação

99

Quanto mais flexível for o programa, maiores serão as necessidades do utilizador. Os programas, acessórios e as ferramentas auxiliares contêm programas com especificações para problemas detalhados ou para o esboço dos componentes individuais dos sistemas solares.

Para seleccionar um programa de simulação, independentemente do próprio processo de simulação, a aplicabilidade é importante, sendo de realçar a necessidade de avaliação do desempenho e as opções de cada programa.

Portanto, é importante existir uma simulação para cada tipo de sistema ou configuração de sistema.



Breve descrição dos Programas de Simulação

100

Programas de Cálculo

- Os programas de cálculo são programas simples, baseados em processos de cálculo estáticos.
- Geralmente, são incluídos apenas os valores médios mensais para diferentes localizações.
- Com base no alinhamento, no tipo de colector, no tamanho da área da superfície do colector e no consumo de água quente, determina-se o rendimento para todo o sistema.



Breve descrição dos Programas de Simulação

101

Programas de Cálculo

- Obtêm-se resultados rápidos, especialmente na área de sistemas normalizados, para aquecimento de água doméstica.
- Não pode no entanto ser considerado o comportamento do sistema sob condições específicas e para curtos espaços de tempo.
- Por outro lado, podem ser apenas reproduzidas, de um modo muito restrito, as várias configurações de sistemas disponíveis no mercado.



Breve descrição dos Programas de Simulação

102

Programas de etapas

- Enquanto os programas de cálculo apenas efectuam simulações estáticas, com valores mensais, os programas de simulação por etapas permitem uma avaliação mais dinâmica, num ciclo de tempo particular.
- A simulação realiza-se com base em dados atmosféricos e valores de consumo, para uma escala horária ou mais curta.



Breve descrição dos Programas de Simulação

103

Programas de etapas

- Alguns programas permitem apresentações instantâneas, como por exemplo, a determinação da temperatura de armazenamento num dado tempo.
- O utilizador selecciona o tipo adequado, dos sistemas pré estabelecidos e o colector correspondente da biblioteca de colectores, e introduz os parâmetros para a localização do sistema e posteriores componentes.
- Os interfaces de utilizador do programa estão organizados para serem de fácil utilização. Os utilizadores experientes de Windows não necessitam de um período alargado de familiarização.



Breve descrição dos Programas de Simulação

104

Sistemas de simulação

- Quando são alcançados os limites de um programa de etapas como no caso de sistemas solares de grandes dimensões com mais de 100 m, torna-se necessário o uso de sistemas de simulação dinâmica.
- Por causa da sua flexibilidade, quase todo o tipo de configurações do sistema e condições de operação podem ser simulados.



Breve descrição dos Programas de Simulação

105

Sistemas de simulação

- Quando são alcançados os limites de um programa de etapas como no caso de sistemas solares de grandes dimensões com mais de 100 m, torna-se necessário o uso de sistemas de simulação dinâmica.
- Por causa da sua flexibilidade, quase todo o tipo de configurações do sistema e condições de operação podem ser simulados.



Breve descrição dos Programas de Simulação

106

Programas de ferramentas auxiliares

- Estão disponíveis numerosos programas de ajuda (ferramentas) que tal como os programas de simulação fornecem ajuda suplementar na área da energia solar.





Capítulo IV

Componentes

107

Tempo - 4 horas

Constituição básica de um colector solar (20 min)

Tipos de Colectores Solares (170 min)

Constituição do circuito de circulação primário e temperatura de estagnação (40 min)

Reflexão final 10 min)

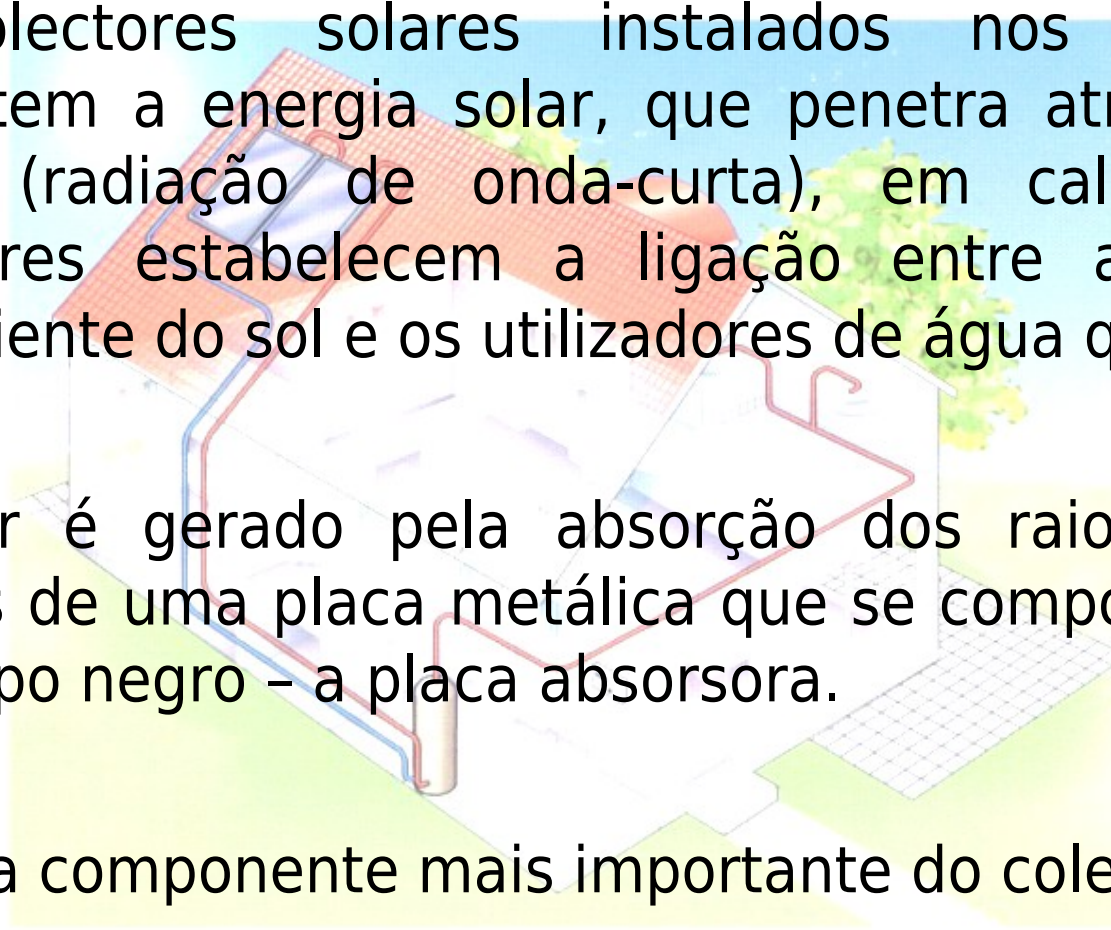


Sistema Solar Térmico

108

Componentes – Placa Absorsora

- Os colectores solares instalados nos telhados convertem a energia solar, que penetra através dos vidros (radiação de onda-curta), em calor. Estes colectores estabelecem a ligação entre a energia proveniente do sol e os utilizadores de água quente.
- O calor é gerado pela absorção dos raios solares através de uma placa metálica que se comporta como um corpo negro – a placa absorsora.
- Esta é a componente mais importante do colector.



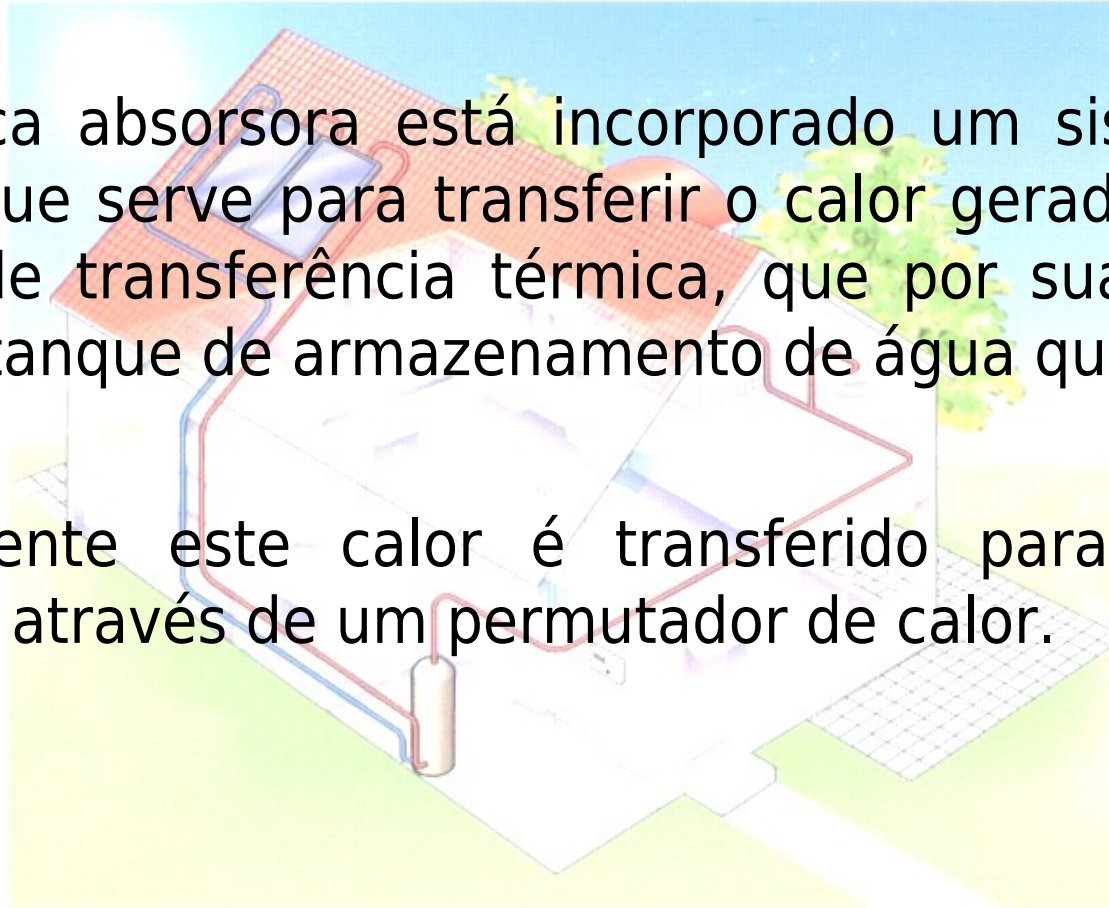


Sistema Solar Térmico

109

Componentes - Tubagem Primária

- Na placa absorsora está incorporado um sistema de tubos que serve para transferir o calor gerado, para o fluido de transferência térmica, que por sua vez flui para o tanque de armazenamento de água quente.
- Geralmente este calor é transferido para a água potável através de um permutador de calor.



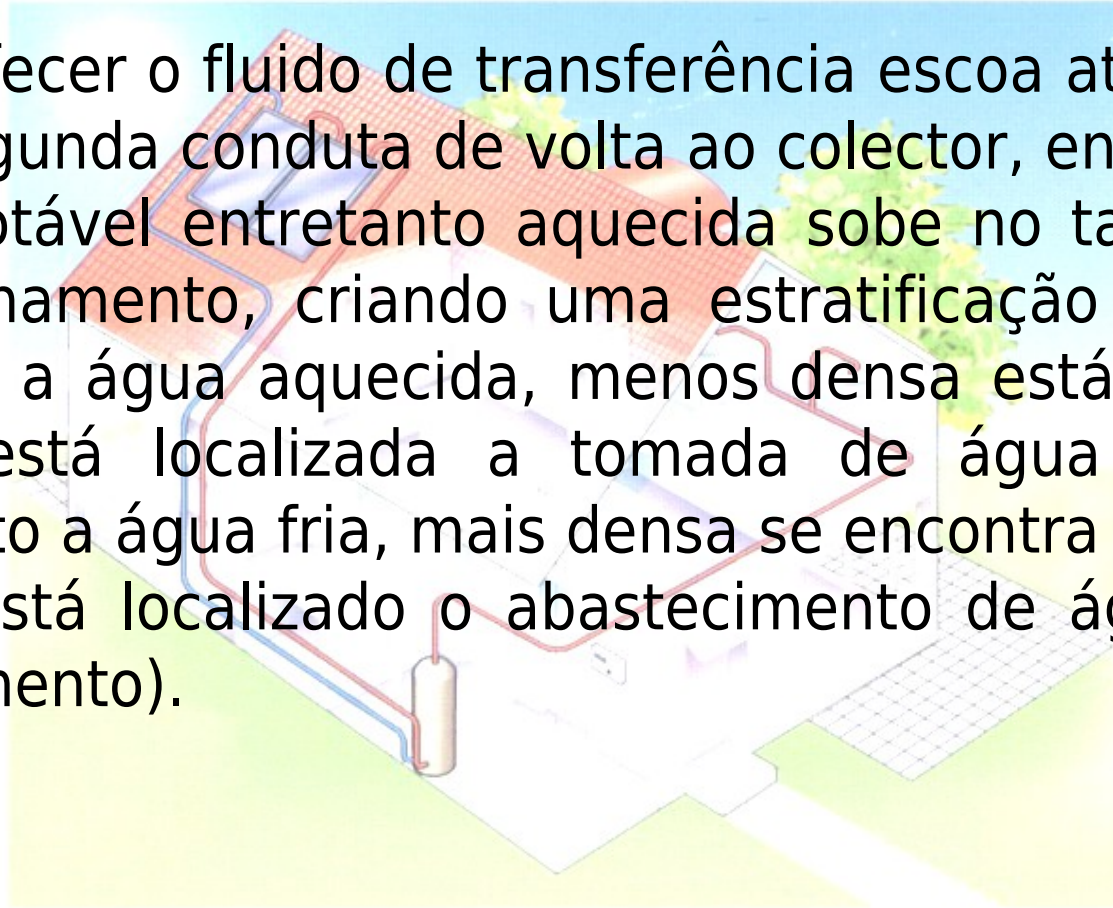


Sistema Solar Térmico

110

Componentes Fluído de Transferência

- Ao arrefecer o fluido de transferência escoo através de uma segunda conduta de volta ao colector, enquanto a água potável entretanto aquecida sobe no tanque de armazenamento, criando uma estratificação térmica, na qual a água aquecida, menos densa está no topo (onde está localizada a tomada de água quente) enquanto a água fria, mais densa se encontra no fundo (onde está localizado o abastecimento de água para aquecimento).



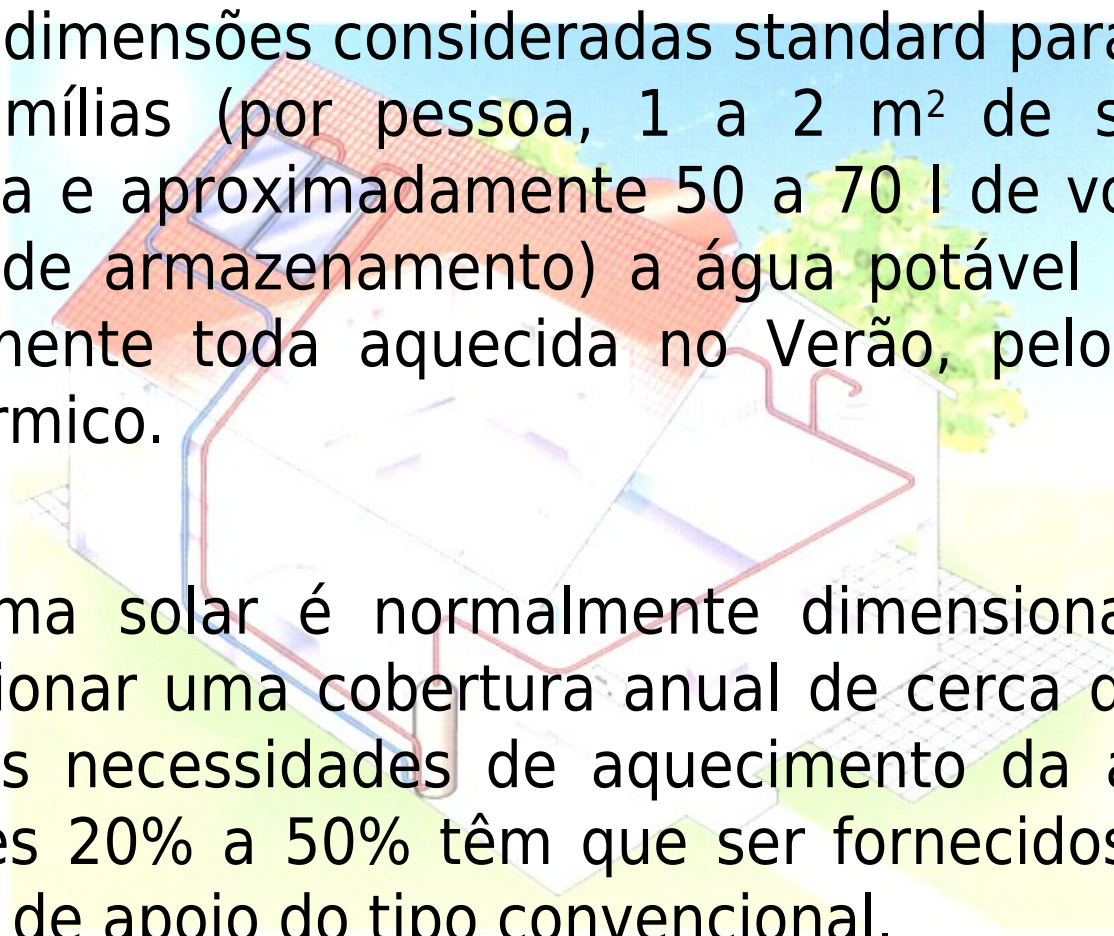


Sistema Solar Térmico

111

Componentes – tanque de armazenamentto

- Com as dimensões consideradas standard para uma ou duas famílias (por pessoa, 1 a 2 m² de superfície colectora e aproximadamente 50 a 70 l de volume no tanque de armazenamento) a água potável pode ser praticamente toda aquecida no Verão, pelo sistema solar térmico.
- O sistema solar é normalmente dimensionado para proporcionar uma cobertura anual de cerca de 50% a 80% das necessidades de aquecimento da água. Os restantes 20% a 50% têm que ser fornecidos por um sistema de apoio do tipo convencional.



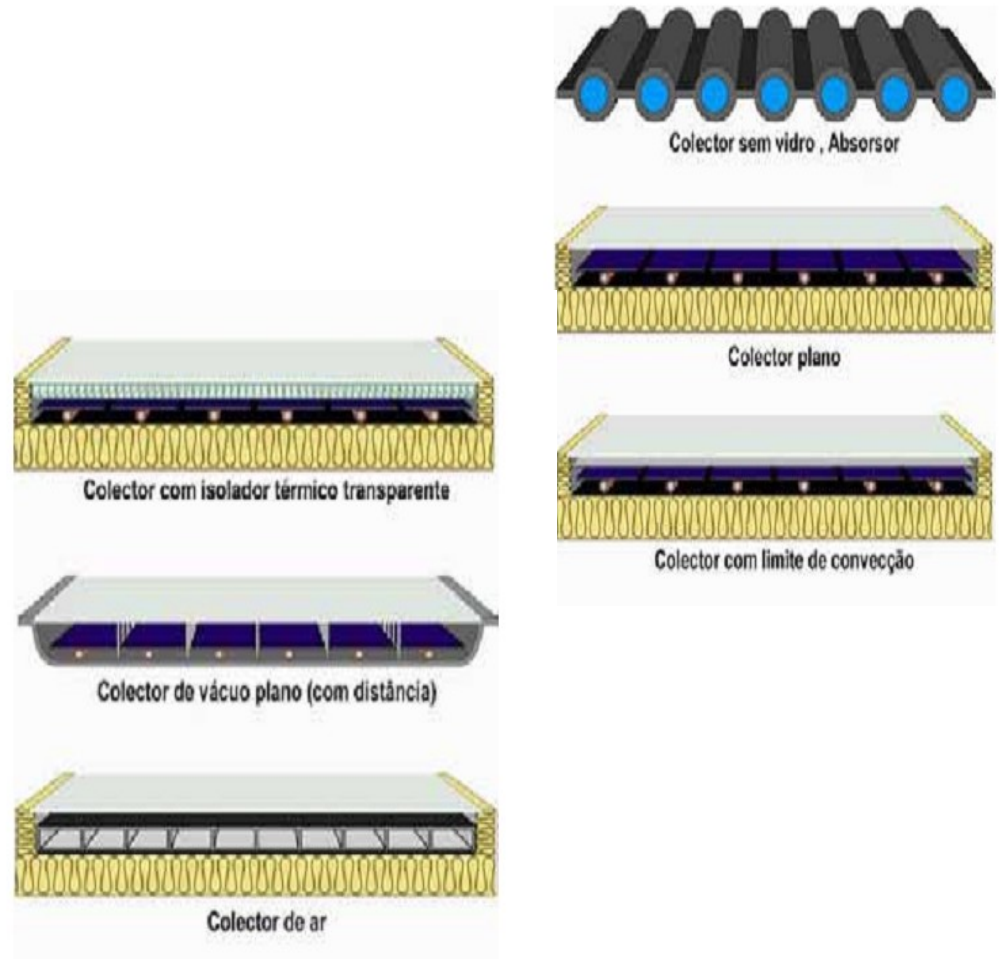


Colectores

112

Constituição e tipos

Os colectores servem para converter a maior quantidade de radiação solar disponível em calor e transferir este calor com o mínimo de perdas para o resto do sistema. Existem diversos tipos e designs de colectores para diferentes aplicações com custos e performances específicos.

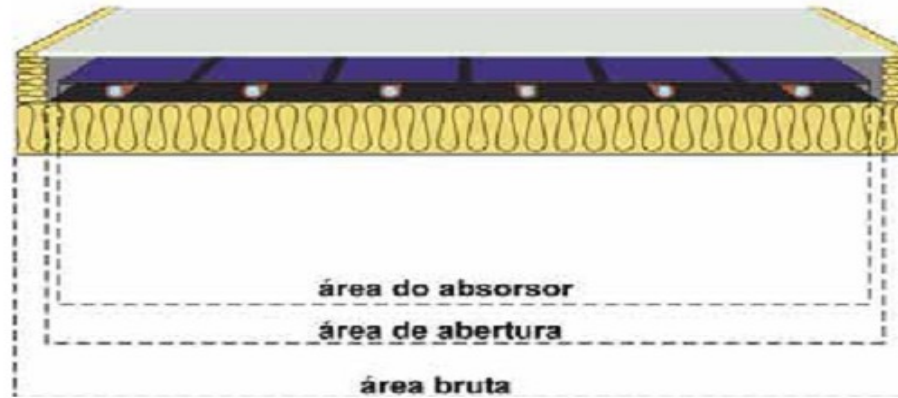




Colectores

113

Área de captação



- A dimensão total (superfície bruta) do colector que corresponde às dimensões exteriores e define, por exemplo, a quantidade mínima de superfície de telhado necessária para a instalação;
- A área da superfície de abertura que corresponde à área através da qual a radiação solar passa para o colector;
- A área de captação que corresponde à área da superfície da placa absorvora.

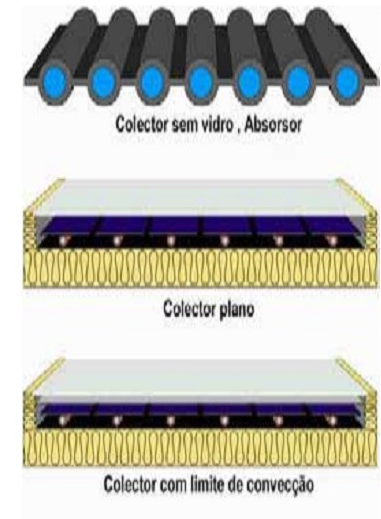
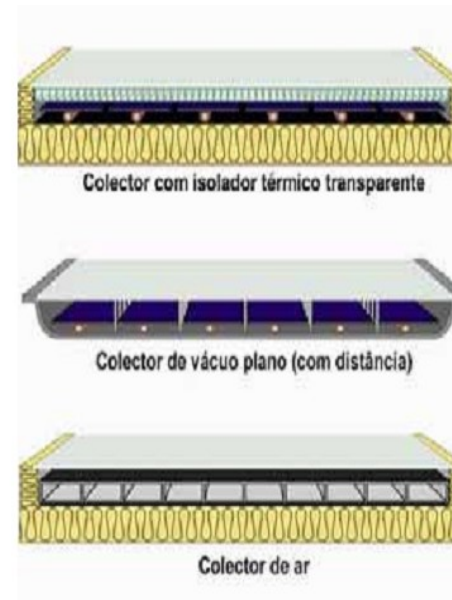


Colectores

114

Superfície de abertura

Para poder comparar diferentes colectores é importante definir uma superfície de referência, ou seja, a área da superfície para a qual os valores característicos do colector foram desenhados. Para os testes aos colectores esta superfície, de acordo com o método definido na Norma EN 12975 é a área da superfície de abertura





Colectores

115

Sem Cobertura

- Estes colectores consistem apenas numa placa absorvora.
- Podem ser encontrados em variadas aplicações – principalmente como uma placa absorvora de plástico para aquecimento da água das piscinas.
- Podem ser encontrados também como placas absorvoras selectivas de aço inoxidável para pré-aquecimento de água potável.



Colectores

116

Sem Cobertura

- Este tipo de colectores tem uma menor eficiência relativamente aos colectores planos uma vez que não têm cobertura, revestimento e isolamento térmico sofrendo assim perdas de calor elevadas.
- No entanto por causa da simplicidade da sua construção estes colectores são mais baratos.



Colectores

117

Sem Cobertura

Vantagens

- A placa absorvora substitui a cobertura do telhado (p.e., revestimento de zinco) para a área definida pelo dimensionamento, reduzindo os custos na aquisição da cobertura. Assim, o custo da produção de energia é mais baixo, devido ao menor investimento na componente de cobertura do telhado;
- Está disponível para diversas formas de telhado: telhados planos, telhados inclinados, ou seja, a instalação destes colectores pode ser adaptada a curvas suaves;
- É uma solução mais estética para telhados em alumínio.

Desvantagens

- Por causa da baixa performance é necessário instalar uma superfície de colectores maior do que para outros tipos.

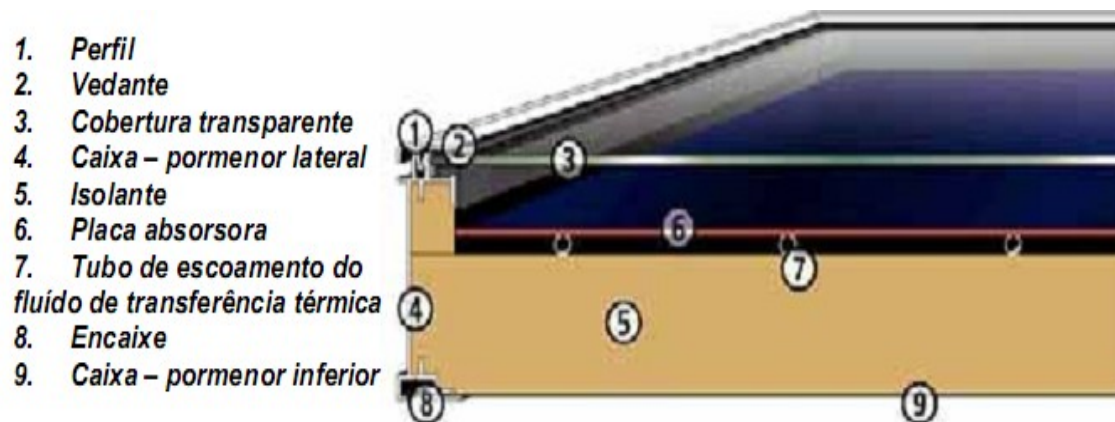


Colectores

118

Planos

- Todos os colectores planos, que estão disponíveis no mercado são de absorsores de metal dentro de uma caixa rectangular plana. Os colectores planos têm isolamento térmico isolados na parte inferior e nos lados. Na parte superior existe uma cobertura transparente. Dois tubos ligados para alimentação e retorno do fluído de transferência térmica estão colocados no lado do colector.





Colectores

119

Planos

- Os colectores planos pesam entre 15 a 20 kg/m² são fabricados em diversos tamanhos desde 1,5 m² a 12,5 m² e nalguns casos dimensões maiores. No entanto os tamanhos mais comuns são de 2 m², ou seja os colectores apresentam um peso de cerca de 40 Kg por módulo.
- A peça fundamental de um colector plano é a placa absorsora. Esta consiste numa chapa metálica com uma absorvência elevada, ou seja uma chapa que apresenta boas características de absorção de calor (fabricadas, por exemplo, em alumínio ou cobre numa superfície unitária ou em várias placas) com revestimento preto-baço ou com revestimento selectivo e tubos de transferência de calor (usualmente o material utilizado é o cobre) ligados ao colector.



Colectores

120

Planos

Este processo caracteriza-se por apresentar um baixo consumo de energia e menores impactos ambientais durante a sua produção em comparação com revestimentos de cromo-preto ou níquel-preto que usualmente são criados através de processos de cromagem, ou niquelagem respectivamente. Adicionalmente estes revestimentos por deposição física apresentam, comparativamente com os outros processos, um aumento de absorção de energia para temperaturas elevadas ou baixos níveis de irradiação solar.



Placas Absororas

121

Tipos



Absoror de alumínio roll-bond
Fonte: SET



Faixas absororas de alumínio com tubos de cobre prensados
Fonte: Sunstrip



Absoror com sistema de tubos prensados entre duas chapas
Fonte: KBB



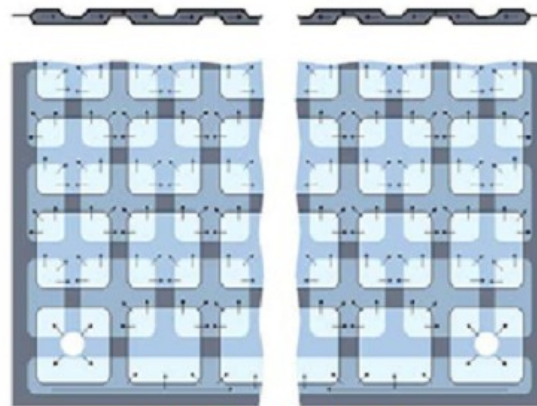
Absoror com um sistema de tubos soldados numa chapa de metal
Fonte: Wagner



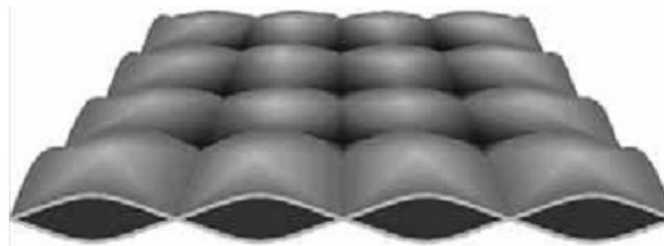
Placas Absoradoras

122

Tipos



Fonte: Energie Solaire



Absorador de aço inoxidável no qual o líquido absorvedor passa através de toda a superfície

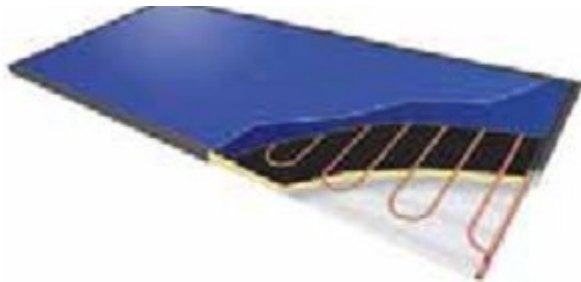
Fonte: Solahart



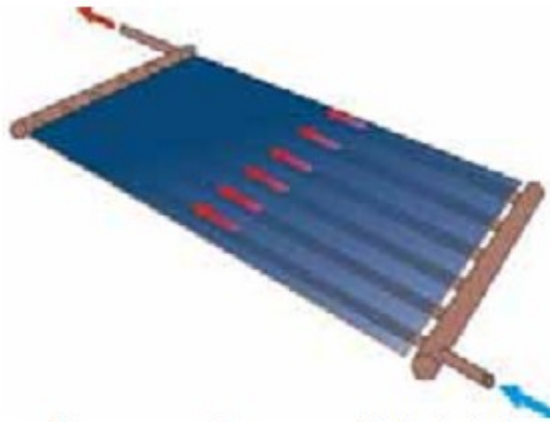
Placas Absororas

123

Tipos



Absoror de serpentina (superfície-total)



Absoror de superfície-total



Absoror de superfície total



Colectores Planos

124

Tipos e aplicações

| Modelo de absorsor | Vantagens | Desvantagens |
|--|--|---|
| Absorsor Roll-bond | Boas propriedades térmicas, separação de materiais – reciclagem simplificada | Sujeito a corrosão do alumínio em contacto com tubo de cobre |
| Faixa absorsora com tubo de cobre soldado | Tamanho flexível e barato | Muitos pontos de soldadura |
| Absorsor com sistema de tubo prensado entre duas folhas de metal | Separação de materiais – reciclagem simplificada | Custo elevado de produção por causa das ligações |
| Absorsor com sistema de tubos “clipados” | Tamanho flexível – taxa de escoamento flexível | Baixa optimização de transferência de calor |
| Absorsor de escoamento total em aço inoxidável | Optimização óptima de calor para o líquido | Peso elevado e inércia térmica |
| Absorsor em serpentina | Dois pontos soldados no sistema de tubos | Elevadas perdas de pressão em relação ao absorsor de superfície total |
| Absorsor de superfície total | Baixas perdas de pressão em relação ao absorsor em serpentina | Muitos pontos de soldadura no sistema de tubos, preço elevado |
| Absorsor de superfície total | Baixas perdas de pressão em relação ao absorsor em serpentina | Muitos pontos de soldadura no sistema de tubos |

Como material para a chapa do absorsor o cobre possui óptima condução térmica. Para além disso a transmissão térmica entre a chapa do absorsor e os tubos de escoamento do fluído tem que ocorrer com a melhor eficiência possível.



Colectores Planos

125

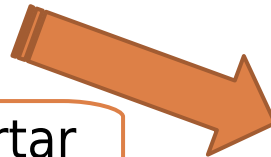
Propriedades do Isolamento

- Para reduzir as perdas de calor para o ambiente, através de condução térmica, o colector tem uma camada de isolamento entre a caixa e a placa absorsora.
- Uma vez que o colector pode atingir temperaturas máximas entre 150 a 200°C (quando está parado), os isolamentos de fibra mineral são os mais indicados para suportar estas temperaturas.

Não deve
derreter

Não deve
encolher

Não deve libertar
gases



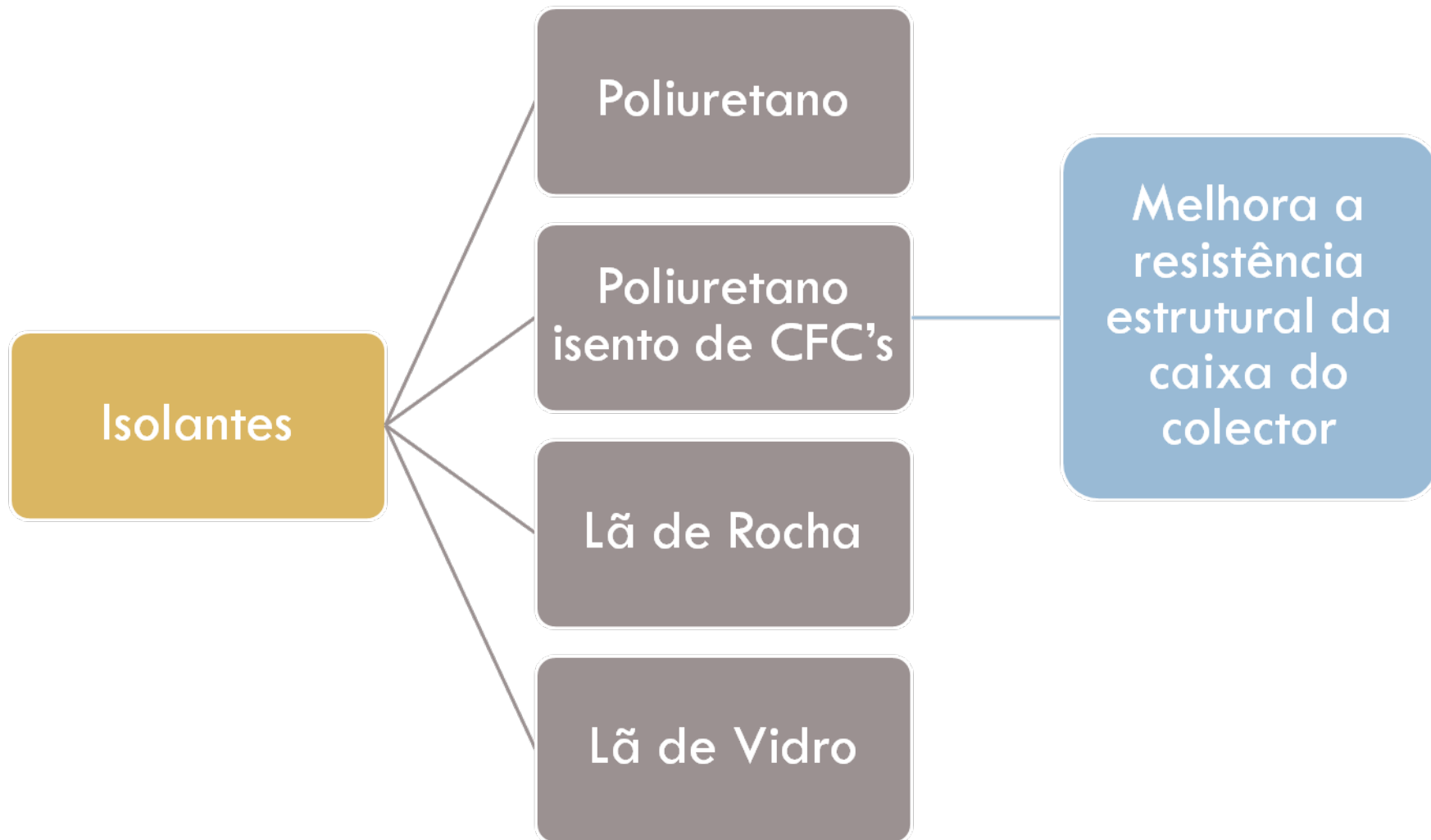
**Condensações no interior do
colector ou mesmo a
corrosão das superfícies
metálicas, reduzindo a
eficácia**



Colectores Planos

126

Tipos de isolamento





Colectores Planos

127

Comparação

Vantagens

- Mais barato que um colector de vácuo e parabólico composto;
- Oferece múltiplas opções de montagem (sobre o telhado, integrado no telhado, montado na fachada e de instalação livre);
- Tem uma boa taxa de preço/performance;
- Permite montagem simples (kits de construção de colector).

Desvantagens

- Apresenta menor eficiência em relação aos colectores de vácuo e colectores parabólicos compostos (CPCs) devido aos elevados valores de UL;
- Não serve para gerar altas temperaturas, p.e. geração de vapor, fornecimento de calor para máquinas de refrigeração;
- Exige mais espaço no telhado do que os colectores de vácuo.



Colectores

128

Parabólicos Compostos (CPC)

- De forma a reduzir as perdas térmicas existentes nos colectores planos desenvolveu-se uma tecnologia baseada na redução da área de absorção, em comparação com a área de captação da radiação solar.
- Desta forma reduzem-se as perdas térmicas, tendo em conta que são proporcionais à área do absorsor em contraposição com a área de abertura.
- O modo de funcionamento destes colectores passa pela concentração da radiação solar, na placa absorsora, através dum sistema duplo de absorção da radiação.

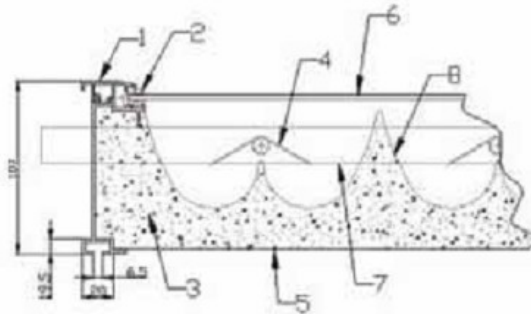


Colectores

129

CPC – Constituição e Propriedades

Assim, os colectores são constituídos por: um sistema de absorsores que permite absorver a radiação de forma semelhante aos colectores planos; um sistema de reflexão da radiação que permite a absorção da radiação na parte inferior do absorsor. Estes colectores são conhecidos como concentradores do tipo CPC (Colectores Parabólicos Compostos) devido à configuração da superfície reflectora em forma de parábola.



Legenda

- 1 - Perfil de alumínio anodizado;
- 2 - Vedante de borracha E.P.D.M.;
- 3 - Isolamento em poliuretano expandido livre de CFCs;
- 4 - Alheta em alumínio selectiva em ambas as faces;
- 5 - Chapa de fundo;
- 6 - Vidro temperado c/ 3 mm de espessura.
- 7 - Tubo de cobre $\phi 22$ mm;
- 8 - Alumínio espelhado de alta reflectividade.



Colectores

130

CPC – Eficiência e Custos

Valores Numéricos

Para os CPCs a eficiência óptica apresenta valores na ordem dos 70% semelhantes aos colectores planos no entanto tendo em conta o melhor isolamento térmico o valor de UL é $< 3,5 \text{ W/m}^2\text{K}$. Os custos do sistema com estes colectores são:

- Custos específicos do colector: 250 €/m^2 (Não inclui montagem, reparação e IVA);
- Custos de sistema para uma habitação unifamiliar para $4\text{m}^2/350\text{l}$: 3200 € (IVA incluído mas não inclui montagem nem acessórios suplementares).



Colectores

131

CPC – Comparação

Vantagens

- Tem elevada eficiência mesmo com elevadas diferenças de temperaturas entre o absorber e o meio envolvente (e.g. no verão);
- Tem uma elevada eficiência com baixa radiação (e.g. no inverno); suporta aplicações de calor com mais eficiência do que os colectores planos;
- Funciona com elevadas temperaturas, e.g. para condicionamento do ar

Desvantagens

- Mais caro do que um colector plano.



Colectores

132

De Vácuo

- Para reduzir as perdas térmicas num colector, tubos de vidro (com absorsores internos) são sujeitos a vácuo.
- De forma a eliminar as perdas de calor por convecção, a pressão dentro dos tubos de vidro deve ser pelo menos de 10^{-5} bar.
- Um aumento adicional de evacuação reduz as perdas por condução térmica.



Colectores

133

Vácuo – Constituição e Propriedades

□ **Placa absorsora, tubo de vidro, colector e caixas distribuidoras**

Nos colectores de vácuo as placas absorsoras são instaladas como placas absorsoras planas, convexas ou cilíndricas. A forma tubular destes colectores controla, através da sua alta compressão, as forças que aumentam com o vácuo.

Um colector de tubo de vácuo consiste num número de tubos, que estão ligados entre si pelo topo através de um distribuidor ou caixa colectora, no qual se localizam o isolamento e as linhas de alimentação e retorno. Existem dois tipos de colectores de tubos de vácuo: escoamento directo e tubo de aquecimento.



Colectores

134

De Tubos de fluxo directo

□ **Colectores de tubos de vácuo de fluxo directo**

Neste tipo de colectores o fluido de transferência de calor é conduzido através de um sistema de tubo-entretubo (tubos coaxiais) para a base do absorsor onde flui para a caixa colectora, aumentando a temperatura do fluído, ou flui através de um tubo em forma de U.

Os tubos colectores de evacuação de fluxo directo podem ser orientados a sul mas podem ser também montados horizontalmente num telhado plano.





Colectores

135

De Vácuo - Eficiência

□ Valores numéricos

Para tubos colectores de vácuo a eficiência óptica apresenta valores mais baixos, em relação aos dos colectores planos, devido à forma do tubo ($\eta = 0,6 - 0,8$) no entanto o melhor isolamento térmico reduz o valor global de perdas térmicas $U_{L0} < 1,5\text{W/m}^2\text{K}$.

A média anual da eficiência, de um sistema completo com colectores de vácuo, encontra-se entre os 45 e 50%. Tendo em conta um valor de irradiação solar anual de 1.000 kWh/m^2 a produção de energia será de 450 a $500\text{ kWh/m}^2\text{a}$. Assume-se um dimensionamento apropriado do sistema para atingir esta produção.

Custos específicos do colector: 750 €/m^2 (Não inclui montagem, reparação e IVA).



Colectores

136

De Vácuo - Comparação

Vantagens

- Apresenta boa eficiência, mesmo com elevadas diferenças de temperatura entre o absorsor e o meio envolvente (p.e. no verão);
- Apresenta boa eficiência com baixa radiação (p.e. no inverno);
- Suporta cargas térmicas com mais eficiência do que os colectores planos;
- Atinge elevadas temperaturas, possibilitando a utilização em sistemas de ar condicionado e produção de vapor;



Colectores

137

De Vácuo - Comparação

Vantagens

- Facilmente transportado para qualquer local (apresenta um baixo peso e pode ser montado no local da instalação);
- Através da afinação das placas absorsoras (na montagem, na fábrica ou durante a instalação) estas podem ser alinhadas em direcção ao sol (no caso de certos produtos);
- Colectores de tubos de fluxo-directo podem ser montados horizontalmente num telhado plano, providenciando menores perdas térmicas, devido ao vento e menores custos de instalação evitando-se a remoção de material do telhado e mantendo a sua estrutura intacta.



Colectores

138

De Vácuo - Comparação

Desvantagens

- Mais caro do que um colector plano;
- Não pode ser utilizado numa instalação no telhado;
- Não pode ser usado para instalações horizontais no caso dos sistemas de tubos de aquecimento (inclinação no mínimo 25°).

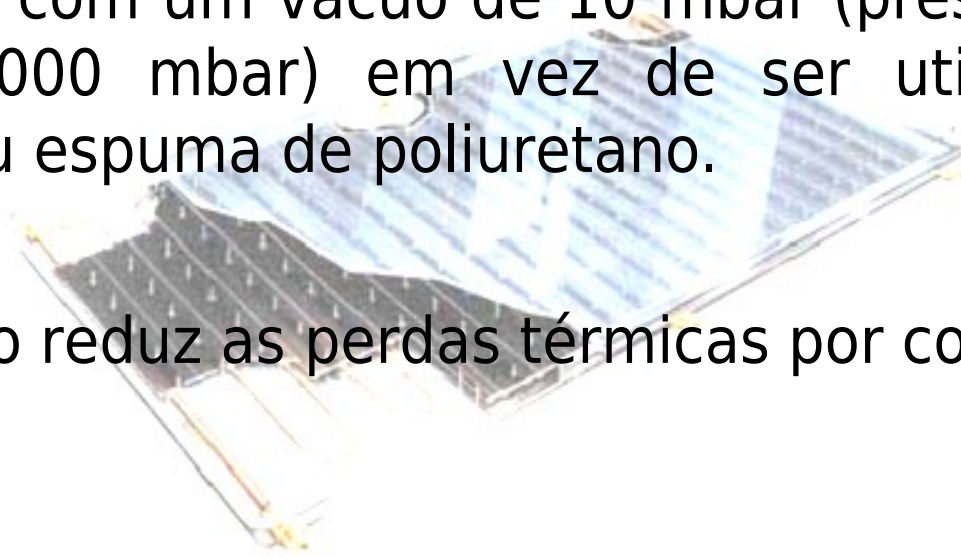


Colectores

139

De Vácuo Plano

- A sua construção é idêntica ao colector plano standard.
- A principal diferença é que o isolamento térmico é efectuado com um vácuo de 10 mbar (pressão do ar 1 bar = 1.000 mbar) em vez de ser utilizada fibra mineral ou espuma de poliuretano.
- Este vácuo reduz as perdas térmicas por convecção.



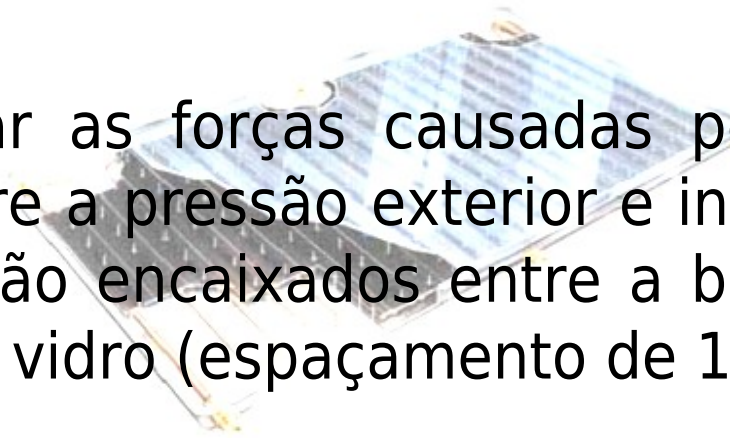


Colectores

140

De Vácuo Plano

- Adicionalmente, este colector é “preenchido” com cripton a 50 mbar de modo a reduzir perdas térmicas através da condução.
- Para suportar as forças causadas pela diferença de pressão, entre a pressão exterior e interior, elementos de suporte são encaixados entre a base da caixa e a cobertura de vidro (espaçamento de 10 cm).
- Por causa disto, existe um número correspondente de buracos no absorsor.

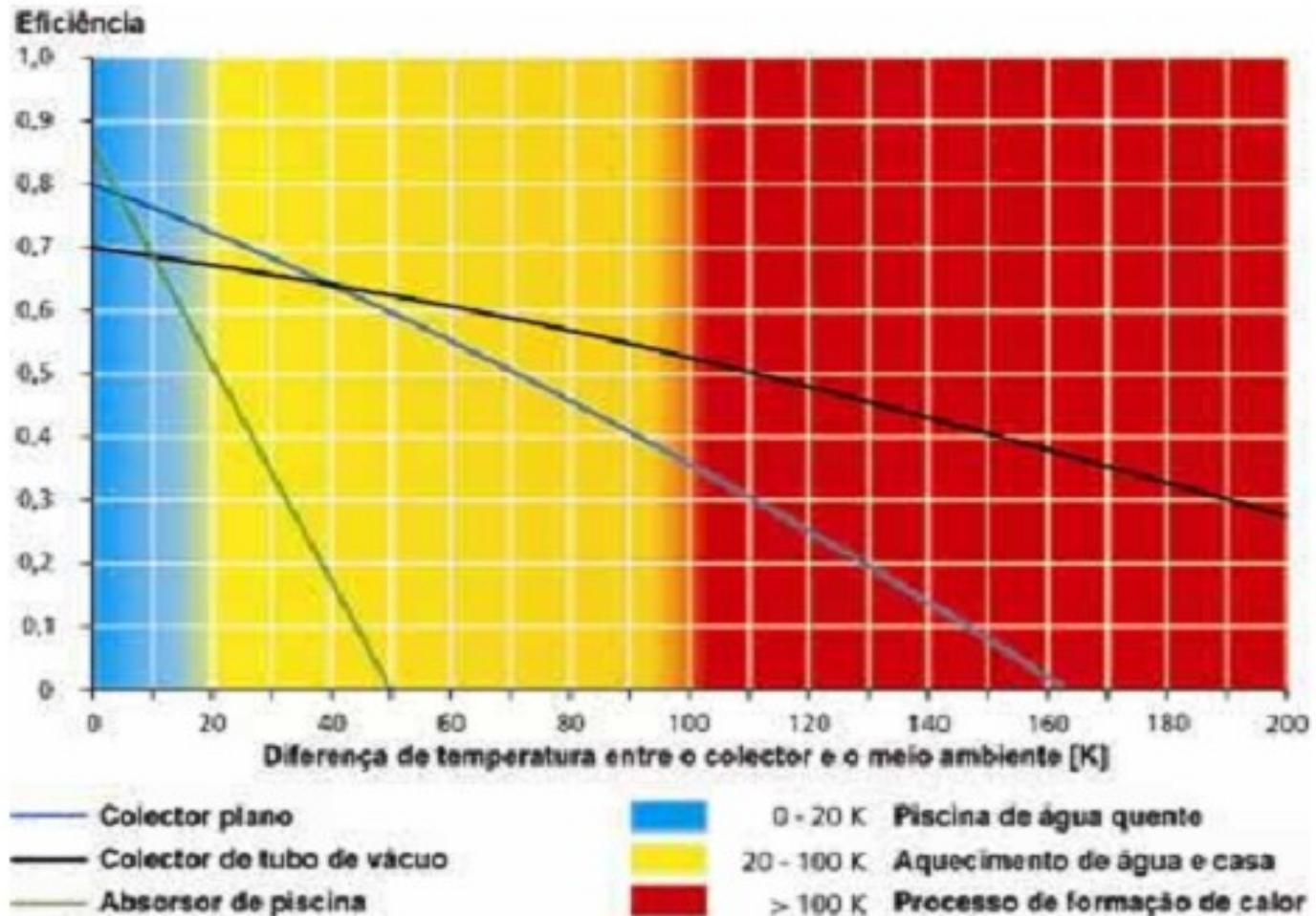




Colectores

141

Curva característica de eficiência e aplicações

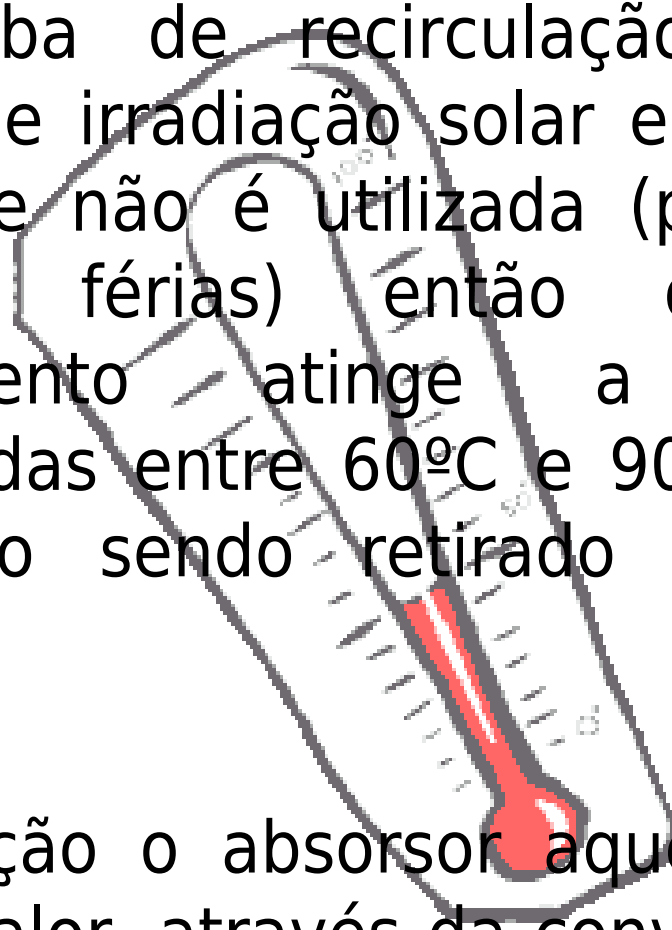




Temperatura de Estagnação

142

- Se a bomba de recirculação falhar e na sequência de irradiação solar elevada, ou se a água quente não é utilizada (por exemplo no tempo de férias) então o tanque de armazenamento atinge a temperaturas compreendidas entre 60°C e 90°C e o sistema desliga, não sendo retirado mais calor do colector.
- Nesta situação o absorsor aquece até que as perdas de calor, através da convecção, radiação e condução, atinjam o valor de output térmico do

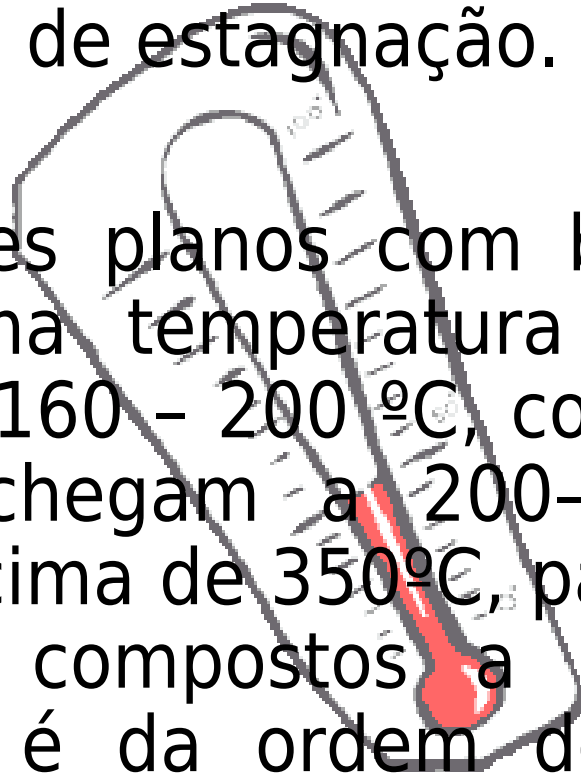




Temperatura de Estagnação

143

- Quanto maior o isolamento, mais elevada a temperatura de estagnação.
- Os colectores planos com bom isolamento, atingem uma temperatura de estagnação máxima de 160 – 200 °C, colectores de tubo de vácuo chegam a 200–300 °C e com refletores acima de 350°C, para os colectores parabólicos compostos a temperatura de estagnação é da ordem de grandeza dos colectores de tubos de vácuo.





Tanques

144

De Armazenamento de Calor

- A energia fornecida pelo sol não pode ser controlada e raramente coincide com a variação das necessidades de energia térmica.
- Desta forma é necessário armazenar o calor solar gerado para ser utilizado quando necessário. Idealmente deveria ser possível armazenar a energia térmica gerada durante o verão para ser utilizada no inverno (armazenamento sazonal).



Tanques de armazenamento

145

Constituição e Materiais

- Os tanques de pressão estão disponíveis em aço inoxidável, esmaltados ou revestidos em plástico. Comparativamente com outros tanques de aço os tanques de armazenamento de aço inoxidável são mais leves e com menores necessidade de manutenção, mas mais caros em relação aos tanques de aço esmaltado. O aço inoxidável é contudo mais sensível a águas com muito cloro.
- Os tanques esmaltados têm que ser equipados com magnésio ou com um ânodo externo para protecção contra a corrosão (fissuras no esmalte).

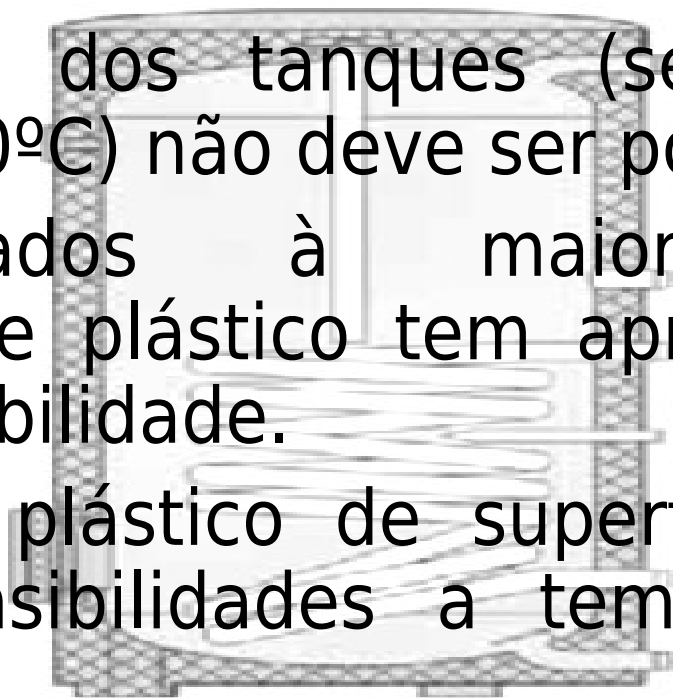


Tanques de armazenamento

146

Materiais

- Também estão disponíveis tanque de aço revestidos de plástico mais baratos.
- O revestimento dos tanques (sensível a temperatura $> 80^{\circ}\text{C}$) não deve ser poroso.
- Testes realizados à maioria dos revestimentos de plástico tem apresentado problemas de fiabilidade.
- Os tanques de plástico de superfície livre apresentam sensibilidades a temperaturas muito elevadas.





Tanques de armazenamento

147

Tabela de Materiais e Aplicações

| Tipo | Tanque de Pressão | Tanque de Superfície Livre |
|-----------------------------------|--|----------------------------|
| Tanque de água potável | Aço inoxidável, Aço esmaltado e Aço revestido de plástico | |
| Tanque de armazenamento regulador | Aço | Plástico |
| Tanque de armazenamento Combi | Aço, Aço inoxidável e Aço esmaltado | |



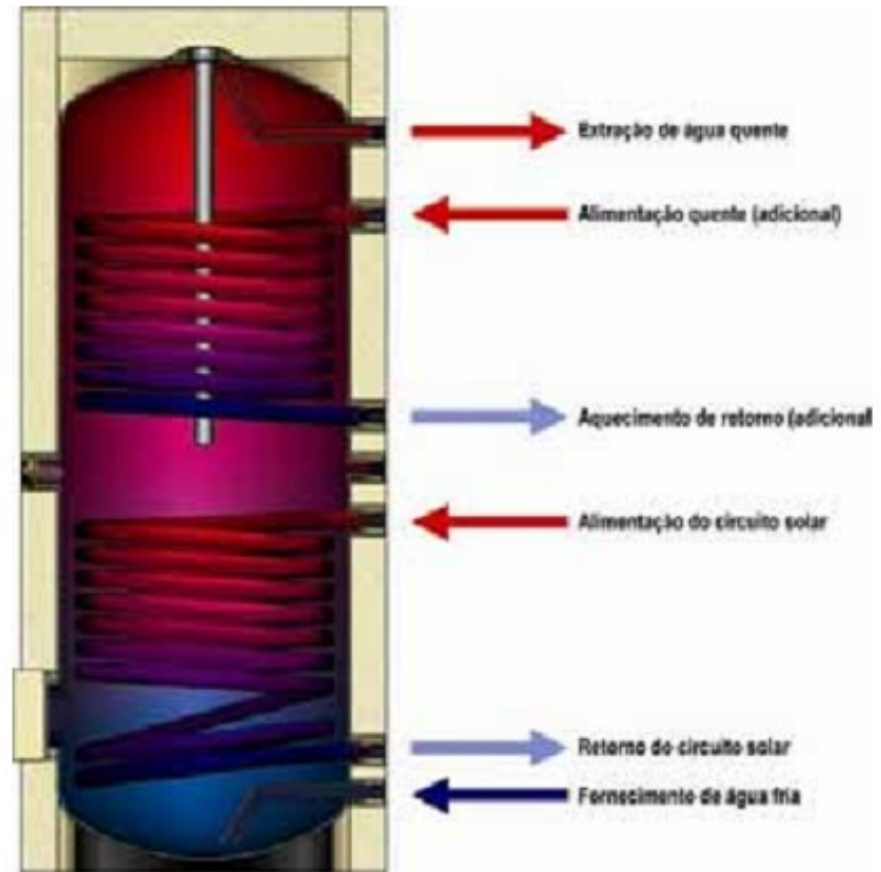
Tanques de Armazenamento

148

De Água Potável Pressurizados

Um esquema de tanque de armazenamento solar standard é apresentado na figura seguinte. Os tanques têm as seguintes características:

- Dois permutadores de calor para duas fontes de calor (bivalente);
- Ligação directa para o reservatório de água fria;
- Pressão de operação do tanque variável entre 4-6 bar.





Tanques de Armazenamento

149

De Água Potável - Dimensionamento

O dimensionamento do tanque de armazenamento deve ter em conta a cobertura de 1,5 a 2 vezes a quantidade de água quente diária utilizada.

Assim o volume deverá ser de 50 a 70 litros por pessoa (média de consumo).

Tanques de armazenamento de grandes dimensões podem absorver grandes quantidades de energia, contudo no caso de superfícies dos colectores constantes, aumenta a frequência de utilização do sistema de apoio, porque o nível de temperatura no tanque de armazenamento é menor que para um tanque menor.



Tanques de Armazenamento

150

De Água Potável - Capacidades

Para o sector doméstico, especificamente para casas de uma ou duas famílias, os tanques standard tem uma capacidade de 300 a 500 litros.

No caso dos tanques de armazenamentos servirem de depósito de água potável a temperatura deve ser limitada até cerca de 60 °C, dado que o calcário precipita a altas temperaturas, podendo bloquear a superfície do permutador de calor, bem como danificar outros componentes.

Para além disso o calcário é ainda depositado gradualmente na base do tanque armazenamento, o que se torna como é óbvio um inconveniente.



Tanques de armazenamento

151

De Água Potável - Boas Características

Limitações do tanque
de armazenamento de
água quente

Placa deflectora na
entrada de água fria

Extracção de água
quente

Isolamento dos tanques
de armazenamento

Permutadores de calor
e respectivas ligações

Sensor de temperatura
para os tanques de
armazenamento para o
circuito solar

Sensor de temperatura
do tanque de
armazenamento para o
aquecimento adicional



Tanques de armazenamento

152

De Regulação

- O tanque de armazenamento de regulação é um tanque de aço (tanque de pressão) ou um tanque de plástico não pressurizado com água para aquecimento.
- O calor armazenado neste tanque pode ser introduzido directamente no sistema de aquecimento (suporte de aquecimento) ou transferido através de um permutador de calor para a água potável.



Tanques de armazenamento

153

Combinados

- O tanque de armazenamento combinado é uma combinação de um tanque regulador e de armazenamento de água potável.
- Uma pequena secção com um tanque de armazenamento de água potável é instalada na parte de superior da área quente do tanque de armazenamento de regulação, cuja superfície superior actua como um permutador de calor.



Circuito Hidráulico

154

Solar





Tubagens

155

Cobre

Aço Inox

Cobre

Aço
Galvanizado

Aço Negro

Materiais
Plásticos

- Para o transporte de calor em condutas entre o colector e o tanque de armazenamento o cobre é o material mais utilizado, por ser tecnicamente adequado e economicamente competitivo.
- O cobre resiste à corrosão, tanto dos líquidos que circulam no seu interior como dos agentes exteriores, a sua maleabilidade e ductilidade permitem uma cómoda manipulação e uma grande facilidade para realizar traçados complicados.



Tubagens

156

Cobre

Aço Inox

Cobre

Aço
Galvanizado

Aço Negro

Materiais
Plásticos

- Muitos tipos de acessórios feitos de cobre, bronze vermelho ou latão estão disponíveis para ligações Cu/Cu e transição para outros sistemas de componentes com conexões roscadas.
- Relativamente aos tubos de aço inox a sua utilização tem sido crescente nos últimos anos, devido à sua boa resistência à corrosão, facilidade de corte e gama completa de acessórios para montagem rápida.



Tubagens

157

Aço Inox

Aço Inox

Cobre

Aço
Galvanizado

Aço Negro

Materiais
Plásticos

- Apresenta a vantagem de ter menos perdas de carga em linha, permitindo o uso de diâmetros menores. Em contraposição com o cobre não é aconselhável fazer dobragens no aço inox, o que implica a utilização de acessórios que aumentam as perdas de carga singulares.
- Os outros materiais apresentam problemas de corrosão e oxidação, o que limita a sua utilização em circuitos com menores temperaturas ou apenas para o circuito primário



Fluído de Transferência Térmica

158

Mistura de Água e Glicol

O fluído de transferência térmica transporta o calor produzido no colector para o tanque de armazenamento solar. O líquido utilizado neste fluído é a água devido às seguintes propriedades:

- Capacidade térmica elevada;
- Condutividade térmica elevada;
- Baixa viscosidade.

Para além disso a água:

- Não entra em combustão;
- Não tem toxicidade;
- É barata.



Fluído de Transferência Térmica

159

Mistura de Água e Glicol

Uma vez que a temperatura de operação nos colectores pode variar entre -15°C e $+350^{\circ}\text{C}$, se for utilizada água como meio de transferência de calor existirão problemas devidos ao congelamento e evaporação. De facto a água congela a 0°C e evapora a 100°C .



GLICOL

Desta forma baixa-se o ponto de congelamento e aumenta-se a temperatura de ebulição da mistura. Assim, tendo em conta as séries temporais de temperatura para um dado local é escolhida uma percentagem de glicol consoante a temperatura mínima e máxima.



Fluído de Transferência Térmica

160

Desvantagens do uso do Glicol

GLICOL

No entanto a adição de glicol ao fluído aumenta o efeito corrosivo da água, sendo por esta razão necessária a adição de inibidores de acordo com as características destes para os materiais específicos da instalação.

Para além do aumento do efeito corrosivo, a adição de glicol altera as propriedades do fluído de transferência térmica com:

- Diminuição das capacidades térmicas;
- Redução da condutividade térmica;
- Aumento da viscosidade;
- Aumento da fricção.



Circulação

161

Tipos de Circulação

- A transferência do calor, captado pelos colectores, pode realizar-se de duas maneiras: circulação forçada através da instalação de uma bomba ou circulação natural (termossifão).
- A escolha do tipo de sistema depende da carga energética a cobrir e da possibilidade de colocar o depósito a um nível superior aos colectores.
- Normalmente o sistema de termossifão é aconselhado para pequenas instalações e o sistema de circulação forçada para instalações médias ou grandes.

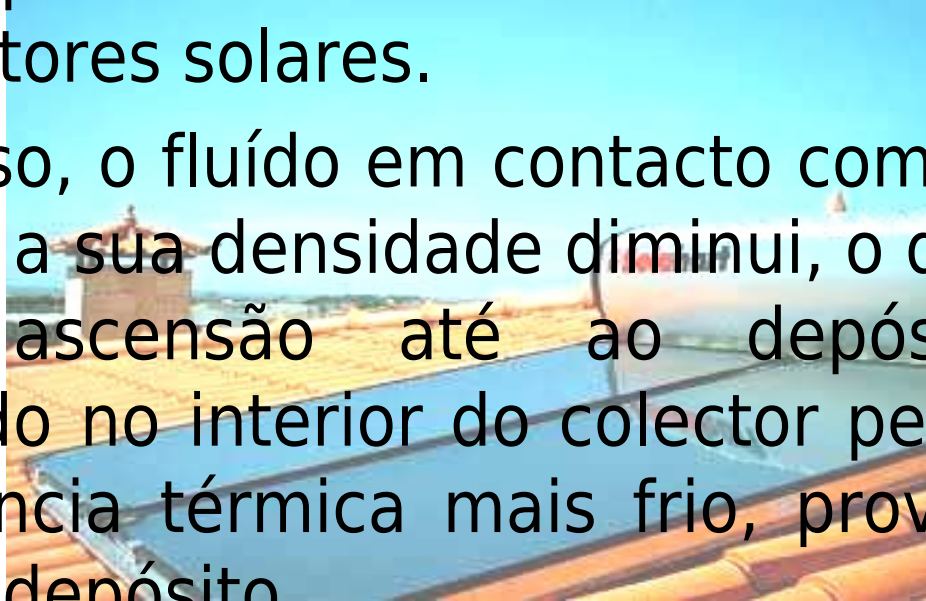


Circulação Natural

162

Termossifão

- Este tipo de circulação deve preferir-se quando o depósito puder ser colocado a um nível superior aos colectores solares.
- Neste caso, o fluído em contacto com o absorsor aquece e a sua densidade diminui, o que permite a sua ascensão até ao depósito sendo substituído no interior do colector pelo fluído de transferência térmica mais frio, proveniente do fundo do depósito.
- Desta forma estabelece-se um processo natural de circulação do fluído.





Circulação Natural

163

Termossifão - Vantagens

- A circulação por termossifão, aconselhável para pequenas instalações, é um sistema auto-regulado e isento de partes mecânicas ou controlos electrónicos e que não consome energia adicional.
- A sua instalação é mais barata e não está sujeita a avarias mecânicas.



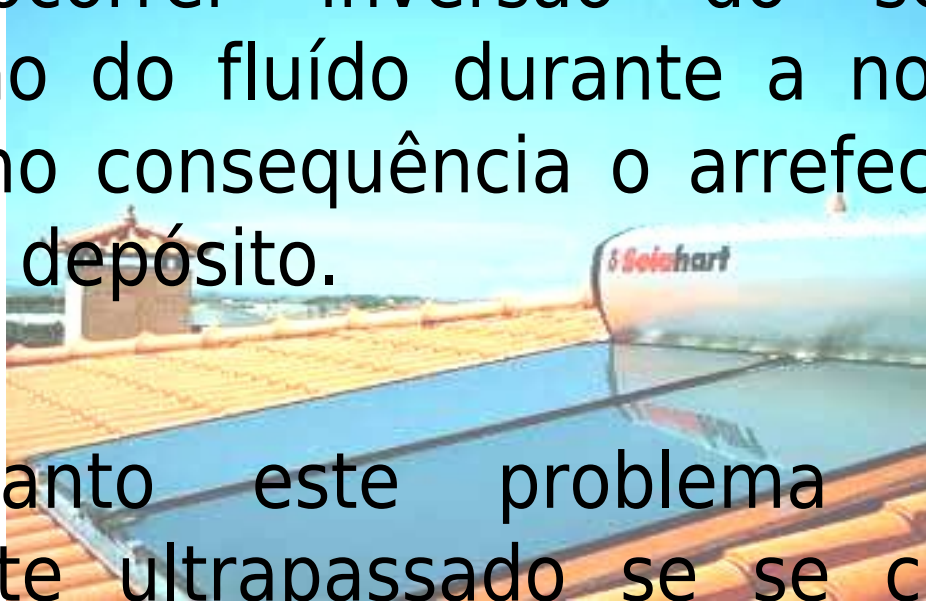


Circulação Natural

164

Termossifão - Desvantagens

- Em contrapartida tem o inconveniente de poder ocorrer inversão do sentido de circulação do fluido durante a noite, o que tem como consequência o arrefecimento do fluido do depósito.



- No entanto este problema pode ser facilmente ultrapassado se se colocar um desnível na ordem dos 30 cm entre os colectores e o depósito ou que sejam instaladas válvulas anti-retorno.



Circulação Forçada

165

Funcionamento e componentes

- Quando a circulação por termossifão não é possível – ou porque os colectores estão colocados a um nível superior ao do depósito, ou porque a diferença de densidades não é suficiente para vencer a resistência do atrito nas tubagens – recorre-se à circulação forçada do fluído por intermédio de uma bomba.
- O uso de energia eléctrica no funcionamento das bombas deve ser mantido o mais baixo possível, sendo de evitar o sobre-dimensionamento da potência das bombas. Para sistemas unifamiliares não é necessário um cálculo detalhado das perdas de pressão no circuito solar.



Circulação Forçada

166

Funcionamento e componentes

- As bombas disponibilizadas nos sistemas solares integrados possuem uma boa gama de potências. Utilizando três ou quatro potências de transição o fluxo volumétrico pode ser seleccionado para a máxima performance do colector (com elevada irradiação), uma diferença de temperatura entre 8 a 12 K pode ser produzida entre a linha de alimentação e de retorno.
- As bombas são actualmente projectadas para elevados caudais volumétricos com baixas alturas de distribuição, i.e. para condições diferentes dos sistemas de energia solar.



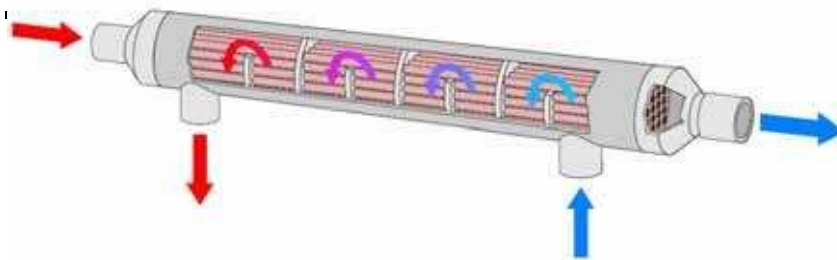
Equipamentos e Acessórios

167

Funcionamento e componentes

Permutadores de calor

Os permutadores de calor são normalmente usados em grandes sistemas. Em tais sistemas um permutador de calor pode carregar diversos tanques de armazenamento o que significa que o custo é menor em comparação com a instalação de diversos permutadores de calor internos. Os permutadores tubulares são normalmente usados em sistemas de piscinas de natação.



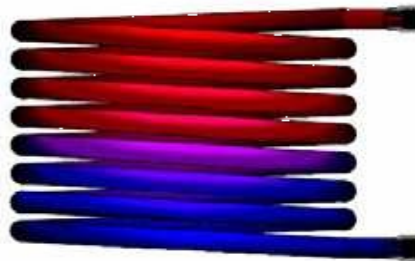


Equipamentos e Acessórios

168

Funcionamento e componentes

Permutadores de calor internos



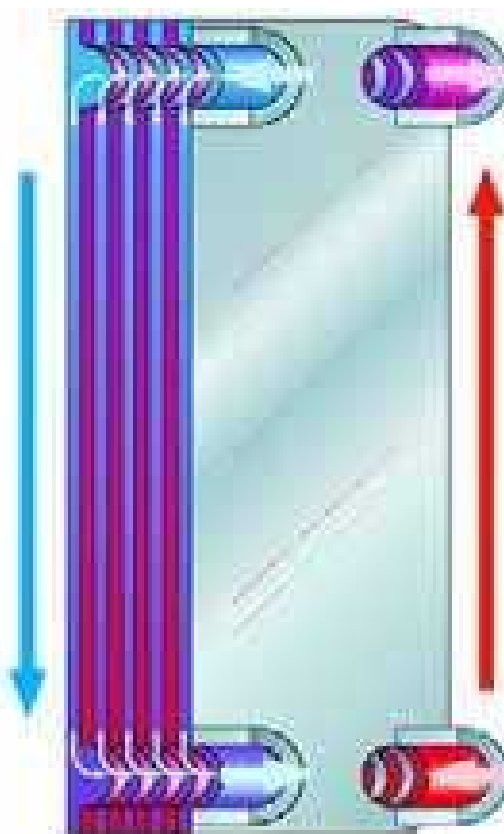


Equipamentos e Acessórios

169

Funcionamento e componentes

Permutadores de calor externos





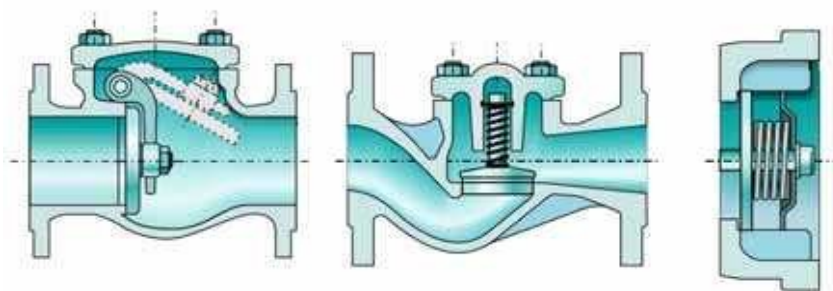
Equipamentos e Acessórios

170

Funcionamento e componentes

Acessórios anti-retorno

De forma a evitar o arrefecimento do tanque de armazenamento quando a bomba de circulação não está em funcionamento (nomeadamente no período da noite) é essencial instalar uma válvula anti-retorno ou um freio de gravidade, no fluxo de retorno entre a bomba e o colector.





Equipamentos e Acessórios

171

Funcionamento e componentes

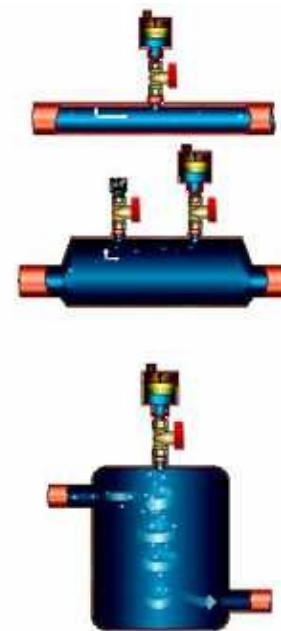
Evacuação de ar

No ponto mais alto de qualquer sistema de energia solar deve ser instalado um purgador automático de ar com válvula de fecho total ou um purgador de ar manual.

Os purgadores de ar têm que ser resistentes ao glicol e a temperaturas de pelo menos 150°C.

Estes purgadores servem para drenar o ar do circuito solar depois de preenchido com o fluido de transferência térmica e quando necessário durante o período normal de operação.

A válvula deve estar fechada para que não exista o risco de perda do fluido de transferência térmica por evaporação durante a operação, em situação de estagnação do sistema.





Equipamentos e Acessórios

172

Funcionamento e componentes

Medidor de Caudal

Um acessório que pode ser instalado na tubagem é o medidor de caudal que permite medir e controlar o fluxo volumétrico do fluido térmico. Com este medidor o fluxo volumétrico pode ser reduzido até certos limites. Contudo é melhor reduzir o fluxo volumétrico através do uso de uma bomba de potência, porque desta maneira é possível racionalizar a utilização de energia



Dispositivos de segurança

173

Normas

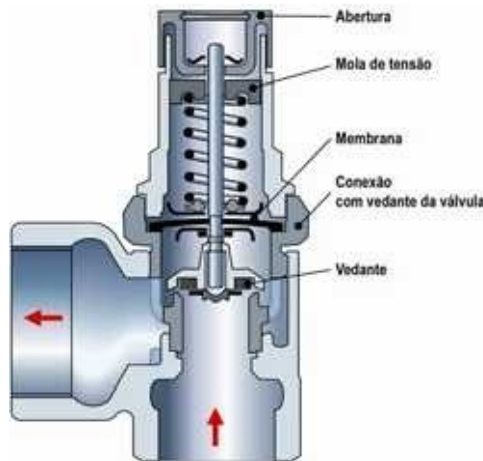
- De acordo com a norma Europeia EN 12975 os sistemas de energia solar aquando da sua instalação devem apresentar um sistema de segurança intrínseca, por forma a garantir que a acumulação contínua de calor, sem o respectivo consumo de energia, não leva o sistema solar à ruptura.
- Esta situação pode acontecer caso o fluído de transferência térmica escape pela válvula de segurança (p.e. no caso da estagnação do sistema e consequente aumento da pressão, o circuito solar deve ser reabastecido antes de ser reiniciado).



Válvulas de Segurança

174

Funcionamento e componentes



De acordo com EN 12975 os sistemas de energia solar têm que estar equipados com uma válvula de segurança com uma largura nominal mínima de DN 15 (na secção de entrada). Quando é excedida a pressão de regulação a válvula de segurança abre e permite o escoamento do fluído de transferência térmica para um tanque colector.



Vaso de expansão

175

Funcionamento e componentes



O reservatório de expansão é um recipiente de metal fechado. No meio do tanque uma membrana flexível separa dois meios: o nitrogénio que está a uma pressão pré-estabelecida; o fluído de transferência térmica que entra no vaso de expansão quando aquecido e depois de aumentar a sua pressão.



Vaso de expansão

176

Funcionamento e componentes



O vaso de expansão deve ser instalado no sistema de tubagem no circuito de alimentação do colector e entrada de água fria do depósito para absorver a dilatação do fluído, relacionada com o aumento de temperatura.

O tamanho do recipiente de expansão deve ser suficiente para a quantidade de fluído no circuito solar.



Vaso de expansão Primário

177

Dimensionamento

Fórmula: $V_N = (V_C * e + V_P) * k * (P_F + 1) / (P_F - P_I)$

VU = Volume útil do depósito de expansão, l - $VU = (V_C * e + V_P) * k$

VC = Conteúdo de líquido no circuito solar, l

e = Coeficiente de dilatação do líquido,

e = 0,045 para a água; e = 0,070 para a mistura água-glicol, e médio 0,035

VP = Conteúdo de líquido nos painéis solares, l

k = Constante de segurança,

k = 1,1 valor normalmente assumido.

PI = Pressão inicial, isto é, a pressão de enchimento do sistema, bar

Valor aconselhado: Pressão estática + 0,5 bar

PF = Pressão final, bar, Aconselhado: Pressão de abertura da válvula de segurança – 0,5 bar

Exemplo:

8 painéis solares com 2,0 l Conteúdo de líquido em cada painel e 240 l Conteúdo de líquido das tubagens, permutador de calor e outros componentes do circuito solar 1,5 bar
Pressão inicial e 5,5 bar Pressão final

- Conteúdo de líquido no circuito solar: $VC = 8 * 2,0 + 24, = 40$ l

- Volume útil do depósito de expansão: $VU = (40 * 0,07 + 16) * 1,1 = 20,7$ l

- Volume comercial do depósito de expansão: $VN = 20,7 * (5,5 + 1) / (5,5 - 1,5) = 34$ l

O valor calculado leva à escolha de um vaso de expansão comercial de 35 l.



Vaso de Expansão Secundário

178

Cálculo Rápido

Para se obter o volume do vaso, basta multiplicar a capacidade total do circuito, pelo valor da tabela.

Coeficiente de volume por litro da instalação (P/coef. exp. H₂O = 0,035 a 90°C)

| Pressão de regul. da válv. segur. (bar)* | Pressão de exercício (bar)* | | | | | | | | | |
|--|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 2 | 2,5 | 3 | 3,5 | 4 | 4,5 | 5 | 5,5 | 6 |
| | 4 | 0,035 | 0,047 | 0,070 | 0,140 | - | - | - | - | - |
| | 5 | 0,028 | 0,034 | 0,042 | 0,056 | 0,084 | 0,168 | - | - | - |
| | 6 | 0,025 | 0,028 | 0,033 | 0,039 | 0,049 | 0,065 | 0,098 | 0,196 | - |
| | 7 | 0,022 | 0,025 | 0,028 | 0,032 | 0,037 | 0,045 | 0,056 | 0,075 | 0,112 |
| | 8 | 0,021 | 0,023 | 0,025 | 0,028 | 0,032 | 0,036 | 0,042 | 0,050 | 0,063 |
| | 9 | 0,020 | 0,022 | 0,023 | 0,025 | 0,028 | 0,031 | 0,035 | 0,040 | 0,047 |
| | 10 | 0,019 | 0,021 | 0,022 | 0,024 | 0,026 | 0,028 | 0,031 | 0,034 | 0,039 |

P exercício = pressão absoluta inicial (bar), representada pela pressão máxima de entrada + pressão atmosférica (1 bar). Na prática é a pressão de pré-carga a frio do vaso aumentada de 1 bar.

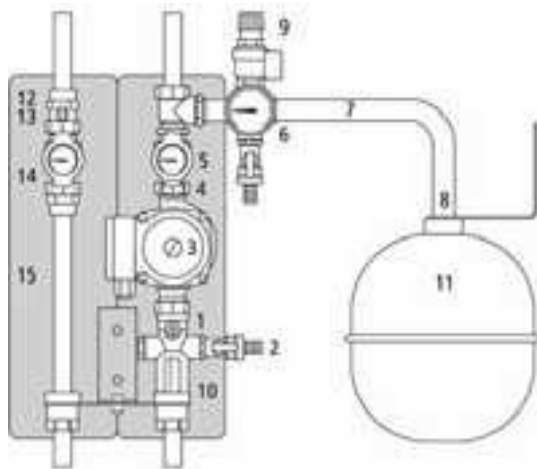
P final= pressão absoluta final (bar), representada pela pressão máxima de exercício da instalação + pressão atmosférica (1bar). Na prática é a pressão de regulação da válvula de segurança aumentada de 1 bar.



Estação Solar

179

Grupo Circulador - Funcionamento e componentes



LINHA DE RETORNO

- 1 válvula de fecho
- 2 purgador
- 3 bomba de recirculação
- 4 sistema anti-retorno
- 5 termómetro
- 6 manómetro
- 7 tubagem
- 8 recipiente de ligação
- 9 válvula de segurança
- 10 medidor de caudal
- 11 reservatório com membrana

LINHA DE ALIMENTAÇÃO

- 12 ligações de rosca
- 13 válvula de fecho
- 14 termómetro
- 15 tubo de alimentação com sistema anti-retorno



Por causa dos diferentes tamanhos dos recipientes de expansão, necessários para segurança intrínseca destes sistemas, não são componentes normais de uma estação solar.



Controlador

180

Funcionamento e componentes

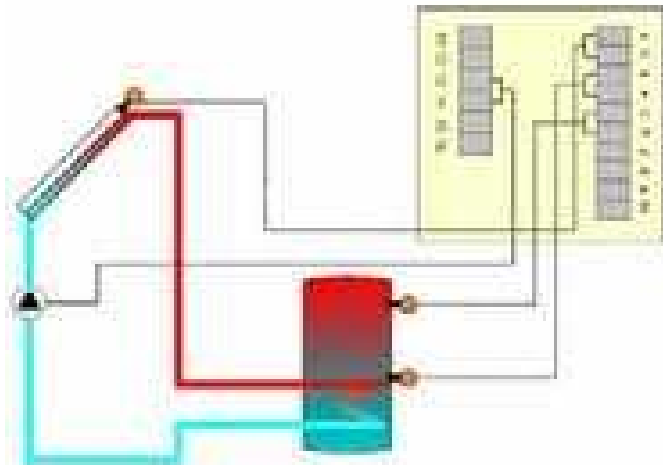
- A tarefa do termóstato diferencial no sistema solar térmico é controlar as bombas de circulação e por conseguinte a recolha de energia solar da forma mais eficiente. Na maioria dos casos isto está relacionado com a regulação da diferença de temperaturas.
- Cada vez mais aparecem no mercado mais controladores que conseguem controlar diferentes sistemas de circuitos com um único dispositivo. Para além disso estão equipados com funções adicionais, tais como medidores de calor (calorímetros), registo de dados e funções de diagnóstico de erro.



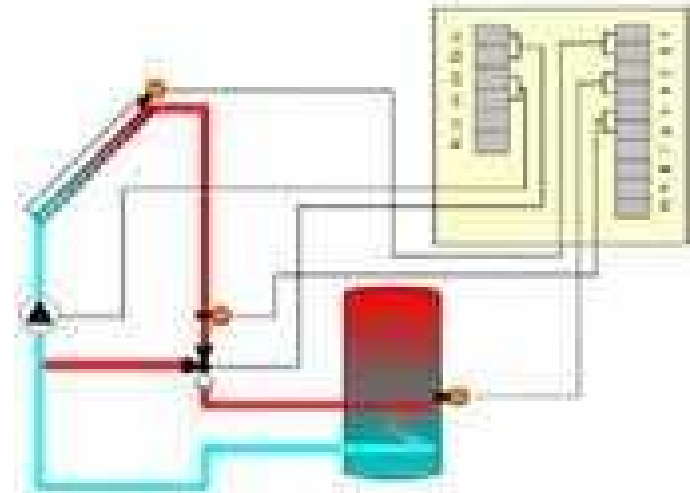
Controlador

181

Tipos



Sistema Standard



Circuito com by-pass

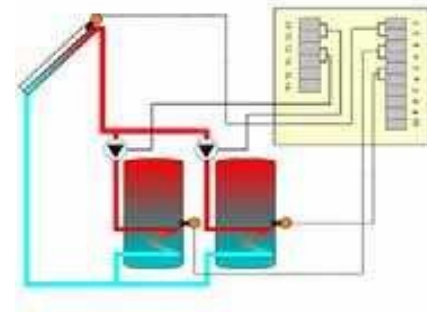


Controlador

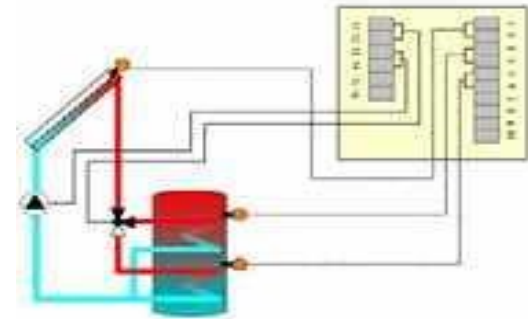
182

Sistemas de aplicação

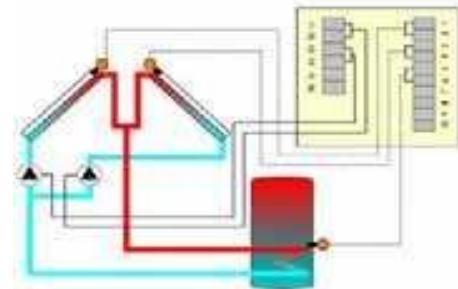
**Sistemas de dois-
tanques**



**Sistemas com
aquecimento em
camadas**



**Sistemas com dois
sistemas de colectores**





Controlo da diferença de temperatura

183

Funcionamento e componentes

- São necessários dois sensores de temperatura para proceder ao controlo da diferença de temperatura.
- Um deles mede a temperatura na zona do circuito solar, onde se atinge a maior temperatura, antes do fornecimento de calor e depois do colector, o segundo mede a temperatura no tanque à altura do permutador de calor.
- O sinal de temperatura do sensor (válvula de resistência) é comparado numa unidade de controlo.
- A bomba é ligada através de um processo auxiliar quando o diferencial de temperatura é atingido.



Controlo da diferença de temperatura

184

Funcionamento e componentes

- O diferencial de temperatura para accionar a bomba depende de vários factores. Valores de 5-8 °C são standards.
- Em princípio quanto maior o comprimento da tubagem entre o colector e o tanque de armazenamento maior deve ser a diferença de temperatura.
- O diferencial de temperatura para desligar a bomba anda normalmente à volta de 3°C. Um terceiro sensor pode ser ligado para medição de temperatura na área superior do tanque de armazenamento, que permite a medição da temperatura de recolha de água aquecida.
- Uma função adicional deste controlador é desligar o sistema quando se atinge a temperatura máxima do tanque de armazenamento.



Protecção contra sobreaquecimento

185

Funcionamento e componentes

- Se o tanque de armazenamento atinge a temperatura máxima (tanque armazenamento de água potável 60°C, tanque de armazenamento de regulação 90°C) o controlador desliga a bomba do circuito solar.
- Se existir uma irradiação constante o colector aquece até atingir a temperatura máxima, i.e. a temperatura de estagnação. O fluído de transferência térmica evapora durante este processo à sua temperatura de ebulição que depende da pressão.





Protecção contra sobre-aquecimento

186

Funcionamento e componentes

- As condições de operação acima mencionadas significam que o sistema de energia solar está muito carregado. Se por exemplo, as condições de evaporação do fluido acontecerem com muita frequência, este fluido perderá rapidamente as suas características.

De maneira a evitar ou reduzir este problema dois processos fundamentais podem ser usados:

1. Para o sobreaquecimento no Verão devido ao sobredimensionamento
2. Para o sobreaquecimento durante longos períodos de tempo com elevada irradiação ou durante as férias



Protecção contra sobre-aquecimento

187

Funcionamento e componentes

1. **Sobreaquecimento no Verão devido ao sobre-dimensionamento**

- O problema pode ser solucionado através de um correcto dimensionamento, nomeadamente através do aumento do ângulo de inclinação dos colectores ($> 50^\circ$), p.e. em fachadas ou telhado inclinados. Desta maneira o excesso de calor é reduzido e o tempo de estagnação durante o período de verão. No entanto a eficiência diminui e consequentemente a produção no inverno diminui também;
- Se possível, o excesso de calor no verão deve ser usado para aquecimento de piscinas.



Protecção contra sobre-aquecimento

188

Funcionamento

1. Sobreaquecimento durante longos períodos de tempo com elevada irradiação ou durante as férias

- **Sobreaquecimento em uso**

- o problema pode ser minimizado através do comportamento dos utilizadores: o aumento de consumo de água quente com ligação a máquina de lavar roupa e máquina de lavar loiça.

- **Acções a serem tomadas antes de sair para férias:**

- Abertura do freio de gravidade (valv. ret.) para o tanque de armazenamento solar ser descarregado pelo colector durante a noite.

- Retardado do ponto de formação de vapor em 4°C aumento a temperatura de armazenamento.

- ***Admissão de água fria despejando água quente do depósito através de um válvula termostática de segurança.***





Segunda Sessão

189

Sumário - Capítulos V e VI



Instalação

**Arranque
(comissionamento)**





Capítulo V - Instalação

190

Tempo - 6 horas

Telhados, Materiais, Estruturas de fixação, Segurança, Técnicas de transporte, Técnicas de instalação, Entrega do material, Preparação do local, Tipos formas etapas de instalação do colector (2 horas)

Instalação dos circuitos hidráulicos, Instalação do campo de colectores, Instalação do circuito solar, Instalação de tanques, Ligações para o sistema de aquecimento adicional , Ligações de equipamentos, Instalação de sensores e controladores (2 horas)

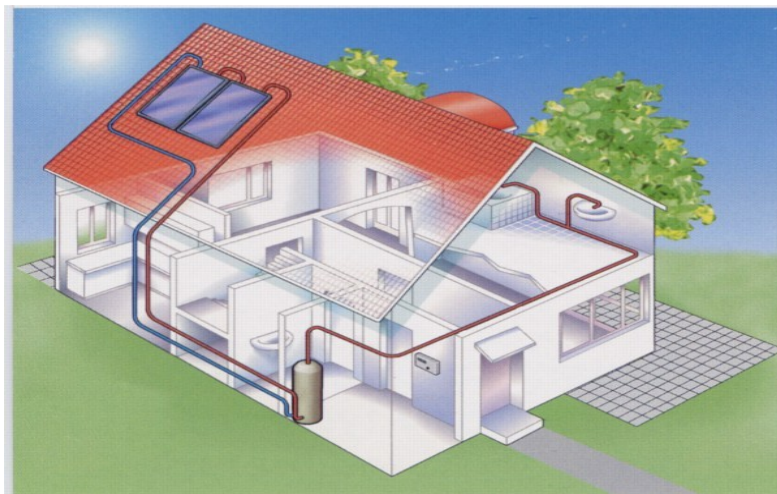
Equipamentos de segurança e outros acessórios (110 min)

Reflexão final (10 min)



Instalação em Telhado

191





Telhado e Materiais

192

Funções tradicionais

Construção Civil (telhados e coberturas)

Instalações de aquecimento e de água e gás

Instalações Eléctricas



Telhado

193

Funções tradicionais

É no telhado que os canalizadores ou os instaladores de aquecimento enfrentam muitas vezes situações desconhecidas. Sempre que um campo de colectores é instalado no telhado e os tubos de ligação são prolongados para dentro da casa, torna-se necessário interferir na estrutura do telhado.

Torna-se assim importante conhecer e obedecer às orientações existentes.





Telhado

194

Novas funções de adaptação à energias solares

A função do telhado é principalmente:

- Estabelecer fronteiras espaciais;
- Suportar as cargas do vento, chuva e neve, através da cobertura do telhado;
- Amenizar as variações climáticas no interior do edifício;
- Estética (forma, cor, material, estrutura da superfície).

Por causa da diminuição constante das fontes de energia fóssil e das alterações climáticas, o telhado será cada vez mais a estrutura responsável pelo suporte dos elementos de conversão de energia, isto é, sistemas solares térmicos ou fotovoltaicos.

Isto significa que o revestimento do telhado (e a sua fachada) estará sujeito a mudanças significativas, no que diz respeito ao material e à aparência.



Telhado

195

Tipos de telhado

De acordo com a inclinação os telhados classificam-se do seguinte modo:

- Telhados planos: até 5° de inclinação;
- Telhados com inclinação normal: $> 5^\circ$
- 45° de inclinação
- Telhados muito inclinados: $>45^\circ$ de inclinação.



Telhado

196

Componentes





Telhado

197

Componentes

- Neste capítulo faz-se a distinção entre a cobertura do telhado e a impermeabilização do telhado.
- A cobertura do telhado consiste num conjunto de madeiramentos e de telhas que servem de protecção à casa. As telhas podem ser de ardósia, barro, cerâmica, chumbo, madeira, pedra, cimento-amianto, alumínio, ferro, policarbonato, vidro e manta asfáltica. De referir que cada inclinação do telhado requer um tipo de telha diferente.
- A impermeabilização do telhado (cobertura impermeabilizada, aplicação em telhados planos) é por exemplo um revestimento laminado de betume, revestimento laminado de plástico, material plástico aplicado em forma líquido e endurecido, etc.



Telhado

198

Tipos



Telhado plano



Telhados muito inclinados



Tipos de telhas especiais





Materiais

199 Estruturas de suporte tubagens e acessórios termo-solares

Os materiais usados, na área do telhado destinada a receber a tecnologia solar, estão sujeitos a cargas muito severas, e estes materiais devem ser capazes de suportar durante longos períodos, já que os sistemas devem funcionar com os desempenhos esperados sem falhas por mais de 20 anos. As cargas são devidas a:

- Variações da temperatura entre -15 e 80°C ; no absorsor até 300°C aproximadamente;
- Radiação UV;
- Chuva, neve e granizo; força do vento;
- Danos mecânicos e danos causados por aves (no caso de isolamento térmico exterior).



Materiais

200

Tabela de materiais e aplicações

| Material | Versão | Aplicação |
|-------------------------|--|--|
| Vidro | Vidro flutuante, vidro solar (prismático, transparente), vidro anti-reflexo, vidro borosilicatado | Cobertura de colector transparente, cilindro de vidro e tubagem de absorvor para colectores de vácuo |
| Plásticos | EPDM, PE, PP, PU espuma rígida/flexível, GFK, silicone. | Isolamento térmico das tubagens, colectores, molduras de colectores, materiais selantes, adesivos. |
| Placas de titânio-zinco | Simples | Caixas de cobertura, parte inferior de colectores |
| Madeira | Madeira colada | Caixas de colector (montagem no telhado) |
| Cobre | Simples, com cobertura selectiva | Tubagens, faixas de absorvor, absorsores de superfície total |
| Chumbo | Rolado, com revestimento de zinco | Protectores de chumbo |
| Alumínio | Simples, anodizado, cobertura de pó, cobertura selectiva | Caixas de colectores, Molduras de coberturas, suportes, perfis, absorsores |
| Aço inoxidável | Crómio, níquel | Ganchos de telhado, perfis, parafusos, porcas, placas, caixas de colector, absorsores |
| Aço | Galvanizado | Ganchos de telhado, perfis, parafusos, porcas, placas, suportes |
| | Crómio, níquel, molibdénio, titânio | Parafusos, porcas, placas |

EPDM – “Borracha sintética” de Etileno-Propileno-Dieno Monómero;

PE - Polietileno ; PP- Polipropileno ; PU – Poliuretano; GFK – Fibra de vidro reforçada com resinas;



Segurança e Métodos de Instalação

201

Instruções

- Os trabalhos de instalação e montagem de sistemas solares deve ser acompanhado dum sistema de segurança, por forma a prevenir eventuais acidentes que possam vir a ocorrer.
- Nesse sentido apresentam-se neste capítulo algumas medidas que devem ser observadas, aquando da instalação e montagem dos referidos sistemas solares.



Segurança e Métodos de Instalação

202

Tabela de medidas de segurança necessárias

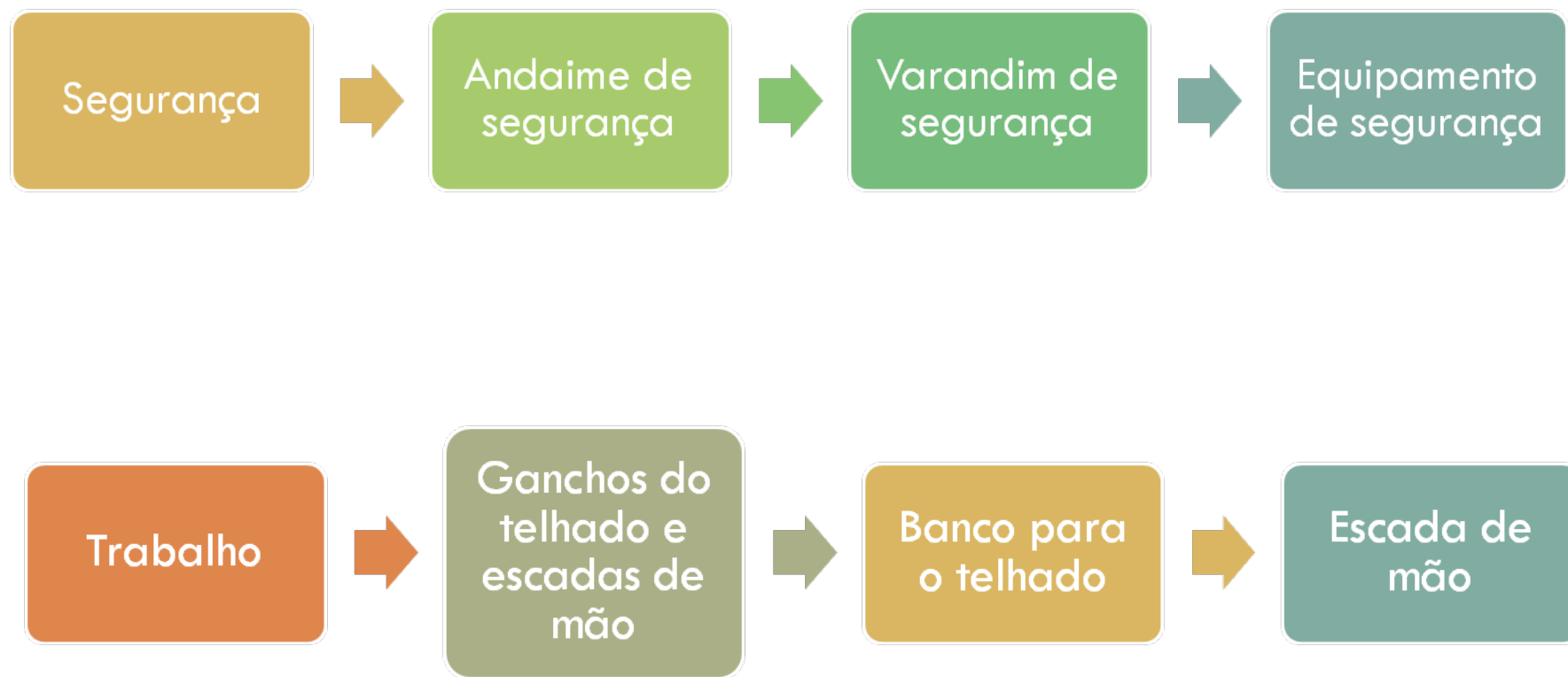
| Inclinação do telhado | < 3m Altura de queda | ≥ 3 m Altura de queda |
|----------------------------|--|--|
| $\leq 20^\circ$ | Não são necessárias medidas de segurança. | Devem ser instalados andaimes de segurança se as zonas de trabalho ou os percursos no local tiverem um mínimo de altura de queda de 3 m. |
| $> 20^\circ \leq 45^\circ$ | Não são necessárias medidas de segurança. | Devem ser usados andaimes de segurança em telhados com uma inclinação de $> 20^\circ$ e altura de queda (a partir do beiral) de > 3 m Regras para andaimes de segurança: <ul style="list-style-type: none"> nível dos andaimes no máximo 1,5 m abaixo do beiral; nível dos andaimes no mínimo 0,6 m de largura; varandim de segurança com um mínimo de 0,7 m a partir da berma do beiral; varandim de segurança com um mínimo de 1 m de altura, deve projectar-se para além da berma do beiral. |
| $> 45^\circ \leq 60^\circ$ | Independentemente da altura do beiral, os telhados com inclinações de 45 a 60° devem ter zonas de trabalho especiais: <ul style="list-style-type: none"> bancos de telhado; escadotes de telhado; o madeirame do telhado deve também permitir trabalho em segurança nas superfícies cobertas do telhado. | |
| $> 45^\circ \leq 60^\circ$ | | Se os telhados forem muito altos com diferenças de mais de 5 m entre a zona de trabalho e os andaimes de segurança de telhado, devem ser instalados varandins adicionais de segurança. |
| $> 60^\circ$ | Devem ser usadas preferencialmente medidas técnicas para evitar quedas, nomeadamente andaimes em posição de intercepção com um mínimo de 0,9 m de largura, e profundidade até 2 m do beiral de queda. Se por razões técnicas ou estruturais, não puderem ser usados andaimes, então deve utilizar-se um sistema de segurança com cordas. | |



Equipamentos de Segurança e de Trabalho

203

EPC's e instrumentos de trabalhos especiais



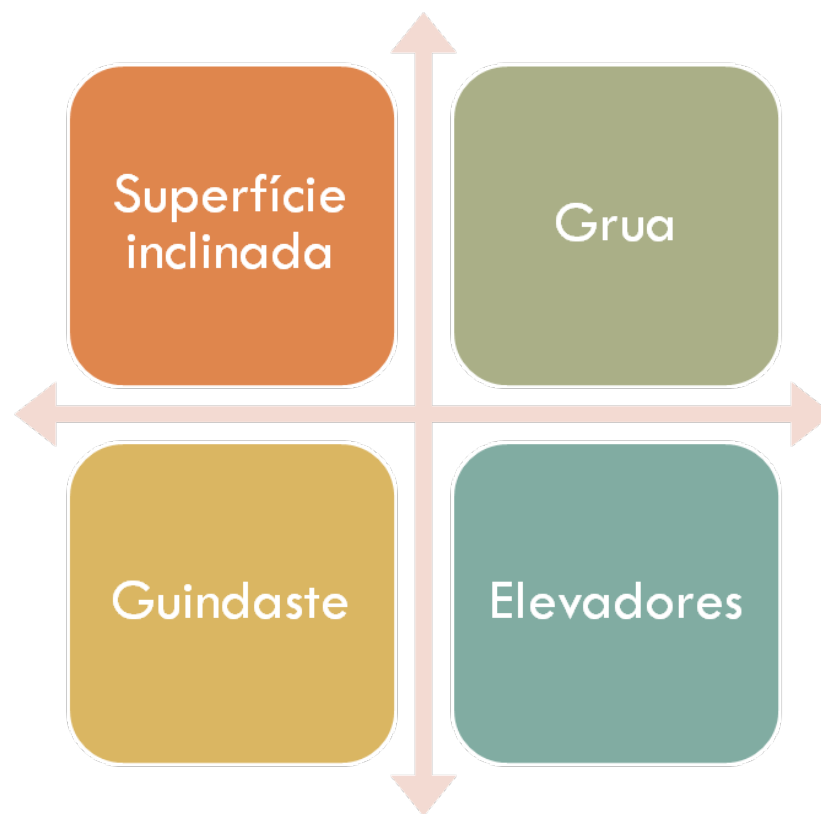


Técnicas de Transporte

204

De colectores e acessórios para o telhado

Para transportar os colectores para o telhado ou sobre a superfície do telhado para a local da instalação, existem várias opções disponíveis de acordo as condições existentes.





Técnicas de Instalação

205

Tubagens

As técnicas para instalação de tubos para sistemas de energia solar incluem corte, ligação, fixação e selagem de tubos de cobre e aço assim como o processamento de tubagem ondulada de aço inoxidável e tubagem de montagem rápida.

| Projecto | Força | Forma e comprimento | Diâmetro exterior d_{ext} |
|--|------------------|---|--------------------------------|
| Tubagem nua sem cobertura | Resistente (F37) | Recto comprimento de 5 m Anéis com 30 kg de max. (25 ou 50 m de acordo com o diâmetro da tubagens) | 12-54 mm |
| | Brando (F22) | | 12-22 mm |
| Tubagem de cobre com cobertura de plástico | Brando (F22) | Anéis de 25 ou 50 m | 12-22 mm |
| | Resistente (F37) | Recto , comprimento de 5 m | 12-54 mm |
| Tubagem com isolamento térmico | Brando (F22) | Anéis com 30 kg de max. Recto, comprimento de 5 m | 12-18 mm |
| | Resistente (F37) | | 12-54 mm |

Para cortar tubos de cobre utiliza-se um corta-tubos. **É importante remover a rebarba interior depois do corte.**



Entrega do Material

206

Inspecção inicial

Quando o material para sistemas de energia solar é entregue, devem efectuar-se os seguintes procedimentos:

- Verificar se há danos causados pelo transporte - é particularmente importante verificar se a cobertura dos colectores está intacta
- Verificar se a entrega está correcta e completa





Preparação do local

207

Levantamento de condições e marcação de obra

- A decisão final sobre a localização do colector, os percursos das tubagens através da casa e a localização do tanque de armazenamento deve ser acordado com o cliente.
- O percurso de transporte do colector fica definido, os componentes sensíveis são bem protegidos; p.e., uma instalação de vidro debaixo do percurso para transporte ou debaixo da posição de montagem no telhado é protegida de objectos em queda através de madeiramento, e os percursos devem ser bloqueados, se necessário.
- Os materiais e as ferramentas necessários para a instalação são transportados para a garagem ou para a cave e armazenados.



Instalação do Colector

208

Tipos de instalação

Integrados num telhado inclinado

Montados num telhado inclinado

Os colectores podem ser:

Colocados em suportes num telhado plano ou superfície livre

Montados numa fachada

Cada uma destas soluções tem vantagens e desvantagens. A selecção da solução a adoptar depende das condições do local, tipo de colector e dos requisitos do cliente.



Instalação do Colector

209

Acessórios de fixação

O trabalho no telhado durante a instalação deve ser feito por especialistas, tendo em conta os regulamentos de segurança. As instruções do fabricante devem ser seguidas rigorosamente.

O fabricante de colectores geralmente fornece o equipamento de fixação necessário. Por causa do grande número de diferentes coberturas de telhado e construções de colectores, os passos para a instalação do colector são diferentes de caso para caso.



Instalação sobre um telhado inclinado

210

No caso da instalação sobre o telhado os colectores são montados cerca de 5-10 cm acima do revestimento do telhado.

Os pontos de fixação podem ser ganchos no telhado ou suportes de aparafusamento que são aparafusados às vigas, ou em telhas onduladas, ou algo semelhante.

Para além disto, existem telhas especiais que foram desenvolvidas especificamente para montagem, de colectores termo-solares e de módulos fotovoltaicos, sobre o telhado.

Estes consistem em peças de plástico de várias formas e cores com o elemento de suporte integrado, em que os carris de montagem podem ser directamente aparafusados.



Instalação sobre um telhado inclinado

211

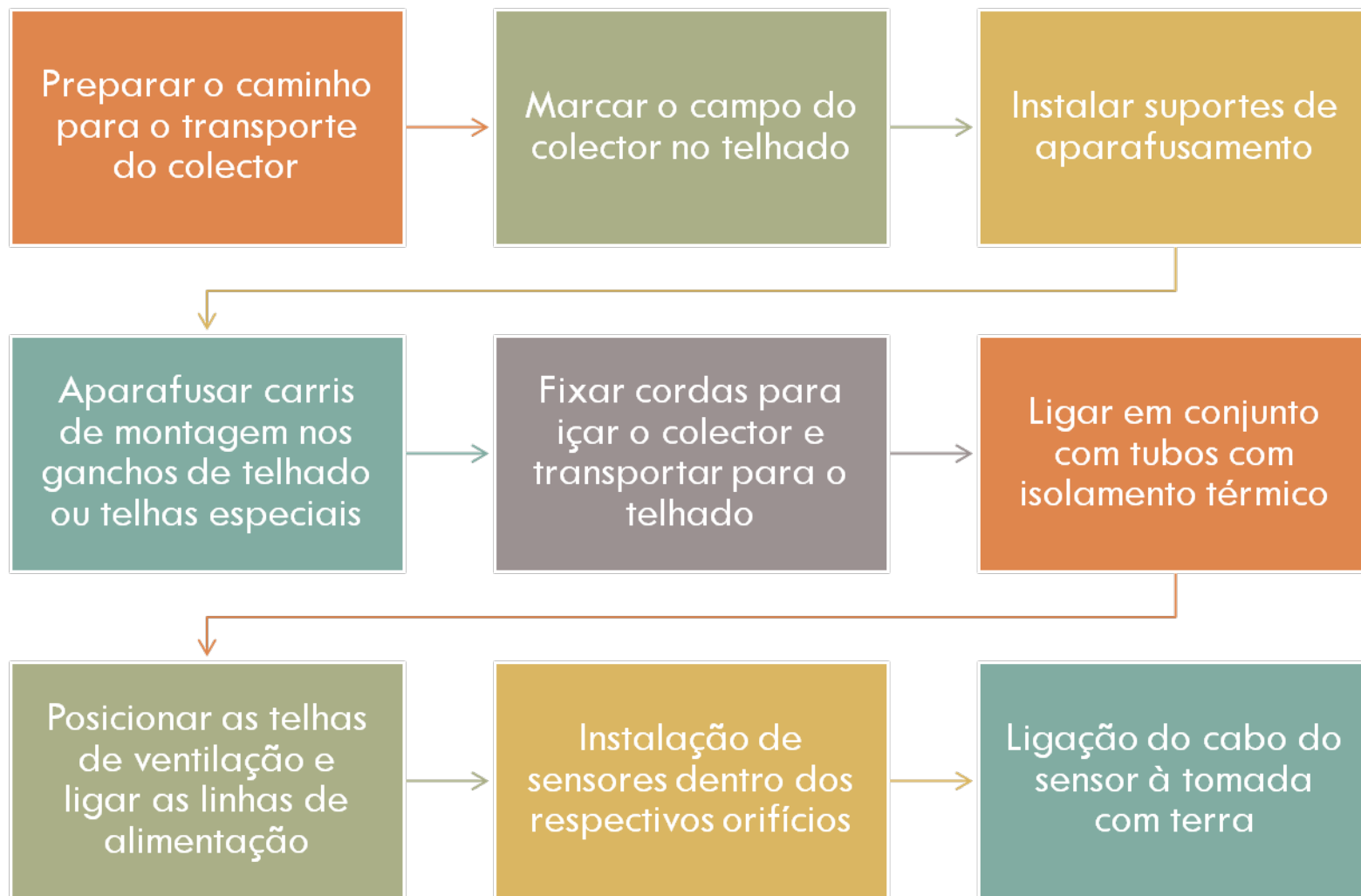
Os colectores são fixos nestes. A estrutura de suporte do telhado deve ser capaz de suportar a carga adicional do peso dos colectores e do sistema de fixação (aproximadamente 25 kg/m).

A instalação sobre o telhado é simples e segura. O efeito protector das telhas é mantido. Tanto os colectores planos como os colectores de tubo de vácuo e colectores parabólicos compostos podem ser instalados como sistemas sobre o telhado.



Etapas para instalação sobre o telhado

212





Etapas para instalação sobre o telhado

213



Esta descrição não substitui as instruções de instalação do fabricante



Etapas para instalação sobre o telhado

214



Esta descrição não substitui as instruções de instalação do fabricante



Etapas para instalação sobre o telhado

215



Esta descrição não substitui as instruções de instalação do fabricante



Instalação sobre o telhado

Apreciação

216

Vantagens

- Instalação rápida e simples, portanto mais barata;
- Revestimento do telhado permanece intacto;
- Maior flexibilidade.

Desvantagens

- Carga adicional no telhado (aproximadamente 20-25 kg/m² da superfície do colector);
- Visualmente não é tão atractivo como uma instalação no telhado;
- Tubagem parcialmente instalada acima do telhado (influência do tempo, danificação mecânica).



Instalação integrada no telhado

217

No caso de uma instalação integrada no telhado as telhas são removidas na posição correspondente e os colectores são montados directamente na trama estrutural dos telhados.

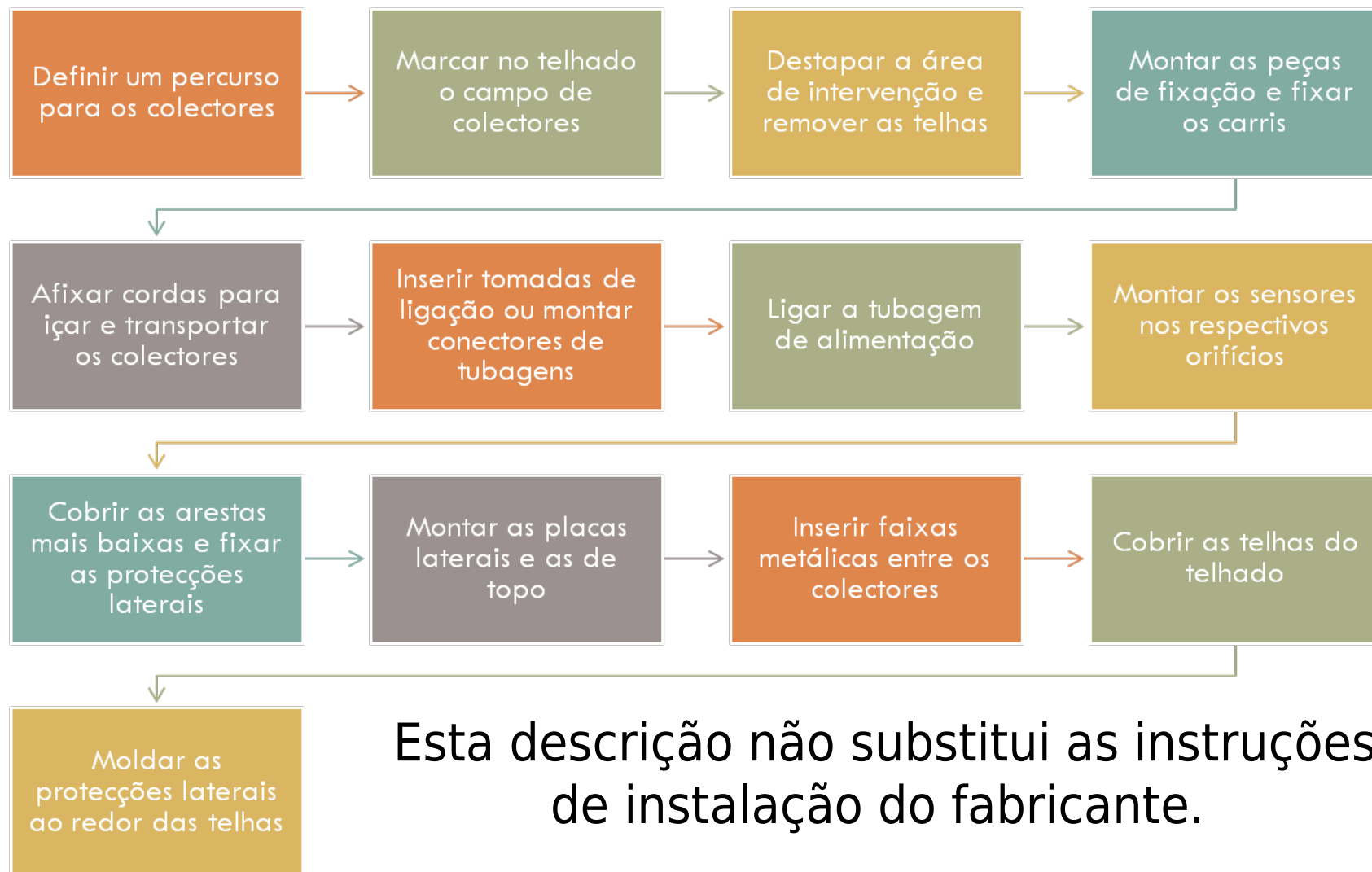
A selagem do revestimento na transição faz-se através de uma construção sobreposta.

Os colectores são portanto integrados na cobertura do telhado através de sistemas especiais de cobertura com moldura de alumínio ou zinco e chumbo (semelhantes a clarabóias).



Etapas para instalação integrada no telhado

218



Esta descrição não substitui as instruções de instalação do fabricante.



Etapas para instalação integrada no telhado

219





Etapas para instalação integrada no telhado

220





Instalação integrada no telhado

221

Apreciação

Vantagens

- Nenhuma carga adicional é aplicada no telhado;
- Visualmente é mais atraente (as molduras de cobertura do telhado podem ser obtidas em diferentes cores junto de alguns fabricantes);
- Os tubos são colocados sob a cobertura do telhado;
- Diminuição de uso de telhas (novas construções), aumento de stock de telhas (construções existentes).

Desvantagens

- Materiais e trabalho de montagem mais caros;
- O revestimento do telhado é “quebrado”, provocando possíveis pontos fracos;
- Possibilidade de remoção de excesso de telhas (custos);
- Menor flexibilidade devida às molduras de cobertura, pelo que deve existir uma maior distância da envolvente das arestas das telhas, janelas e chaminés.



Montagem num telhado plano

222

Em princípio, os colectores em telhados planos devem ser instalados com uma determinada inclinação ($20,45^\circ$).

Para este fim, são disponibilizados suportes planos em aço galvanizado ou alumínio com os ângulos de fixação correspondentes.

Devido às superfícies que estão expostas ao vento, estes colectores devem ser fixados de modo que tenham resistência a cargas mecânicas.



Montagem num telhado plano

223

Contrapesos (volumes de cimento, caleiras de gravilha, peças trapezoidais com enchimento de gravilha): aproximadamente 100 a 250 kg/m² de superfície de coletor para colectores planos e cerca de 70 a 180 kg/m² para colectores de tubagens de aquecimento (máximo de 8 m de altura de montagem acima do nível térreo, de acordo com a altura do edifício), para além deste valor são necessárias cargas mais pesadas;

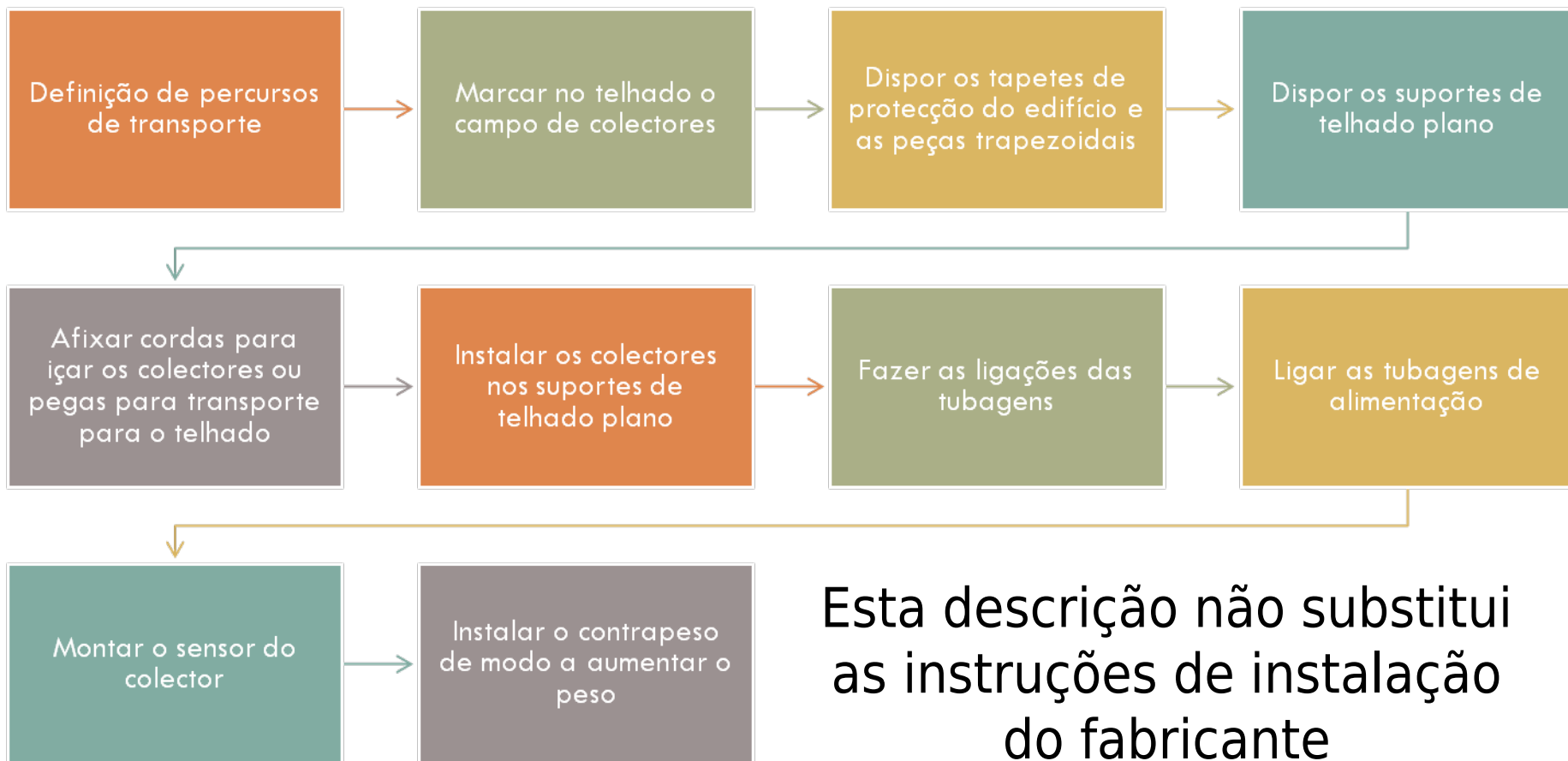
Fixação com cordas: a condição prévia para esta situação é a instalação de pontos de fixação;

Ancoragem ao telhado plano: aqui um número adequado de suportes é aparafusado ao telhado e vedados; os fixadores são ajustados a estes suportes onde se apoia o telhado plano, que suporta os colectores.



Etapas para instalação em telhados planos

224



Esta descrição não substitui as instruções de instalação do fabricante



Etapas para instalação em telhados planos

225





Etapas para instalação em telhados planos

226





Instalação na fachada

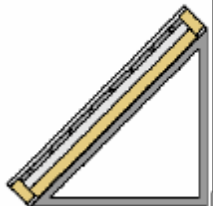
227



Colectores planos na vertical instalados por cima da construção existente podem ser instalados tanto como colectores padrão ou como soluções à medida.

Os colectores planos devem ser montados da mesma maneira para outros tipos de instalação. São frequentemente aparafusados à parede da mesma forma que são colocados em telhados planos.

Os colectores de tubos de vácuo são instalados na parede através dos colectores e estrutura de suporte quer com absorsores transversais ou verticais.





Instalação na fachada

228

Em princípio colectores planos, colectores de tubo de vácuo e colectores parabólicos compostos podem também ser instalados em fachadas.

Instalações em fachadas desempenham funções menores, nomeadamente com o objectivo de obter uma fracção solar elevada no Inverno e em particular como elementos de design arquitectural (p.e. absorsores coloridos da empresa Doma).

Estes poderão tornar populares as instalações deste tipo.



Instalação na fachada

229

Na instalação em fachadas os seguintes aspectos devem ser tidos em conta:

Resistência
de suporte
da parede

Sombra

Instalação de
tubagem

Canais nas
paredes

Aparência

Comparando um colector que está instalado na fachada com um que esteja instalado no telhado, o primeiro recebe uma irradiação solar global menor. Por outro lado, tem um perfil de produção mais uniforme por ano e está sujeito a baixas cargas térmicas, i.e. existem menos períodos de estagnação. Efeitos positivos adicionais podem ser encontrados no aproveitamento arquitectónico das fachadas.



Montagem do campo de colectores

230

Como os colectores estão ligados formando uma superfície contínua, a questão do princípio de ligação deve ser levantada.

O objectivo é encontrar uma taxa de fluxo uniforme por todo o campo.

Uma taxa de fluxo não uniforme causa diferentes temperaturas no campo dos colectores, com efeitos negativos no controlo do comportamento e produção dos colectores.

O tipo de ligações pode diferenciar-se entre ligações em série e em paralelo.

Ambos os princípios podem ser combinados.

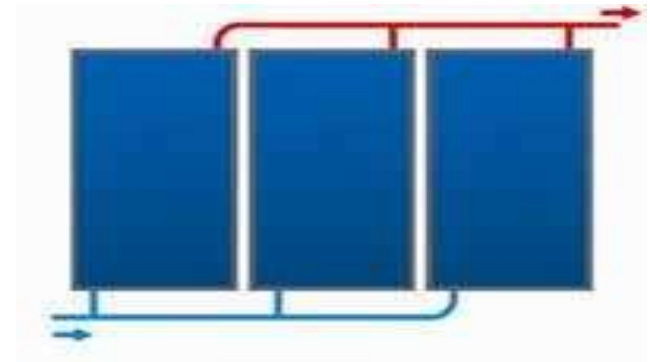


Montagem do campo de colectores

231

LIGAÇÕES EM PARALELO

Neste caso todos os colectores estão instalados entre dois tubos principais –um distribui e o outro recolhe. Para estabelecer uma taxa de fluxo uniforme os tubos principais devem ter uma baixa resistência ao fluxo (i.e. um tubo de grande secção) em relação ao colector. Todos as ligações de escoamento devem ter o mesmo comprimento (ligação Tichelmann).





Montagem do campo de colectores

232

LIGAÇÕES EM SÉRIE OU EM LINHA

Como o nome indica, com este tipo, os colectores são ligados sucessivamente. A taxa de fluxo, que é necessária, no sentido de retirar o calor aumenta em proporção com o número de colectores, contudo a resistência aumenta. Por causa da necessidade de aumentos significativos da potência da bomba, o número de linhas com esta ligação é limitado. Este arranjo de circuitos assegura um fluxo uniforme através dos colectores.





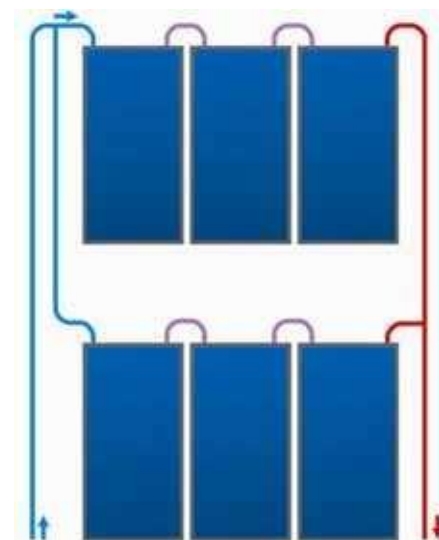
Montagem do campo de colectores

Paralelo de séries

233

COMBINAÇÕES DE LIGAÇÕES EM SÉRIE E EM PARALELO

Tais combinações tornam possível combinar as vantagens de ambas as ligações. Através de sucessivas ligações entre colectores, a resistência do fluxo em linhas individuais é significativamente aumentada acima da linha de tubagem principal. O objectivo da combinação de ligações é manter um fluxo uniforme através do campo de colectores com uma baixa resistência de fluxo (bomba de baixa potência).





Instalação de Circuitos Solares

234

A utilização de materiais e ligações técnicas para sistemas de aquecimento clássico e dos respectivos acessórios utilizados pode servir também para a instalação do circuito solar, se não existirem requisitos especiais na instalação, tais como:

- A temperatura exceder os 100°C;
- O fluído de transferência térmica ser uma mistura de água/glicol com uma razão de 60:40.

Desta forma os tubos de cobre tornaram-se populares para sistemas pequenos. A brazagem dura e suave é tipos comuns de ligação. Várias soldas e fluxos estão disponíveis.



Instalação de Circuitos Solares

235

Considerações para a instalação da tubagem:

Seleccionar o caminho mais curto

Programar o menor comprimento possível do tubo e, áreas exteriores

Deixar espaço suficiente para reparar se necessário o isolamento térmico

Providenciar opções de ventilação

Ter a certeza que o sistema pode ser esvaziado

Instalar curvas de expansão no caso de longos tubos rectos

Providenciar um isolamento eficiente



Instalação de Tanques de Armazenamento

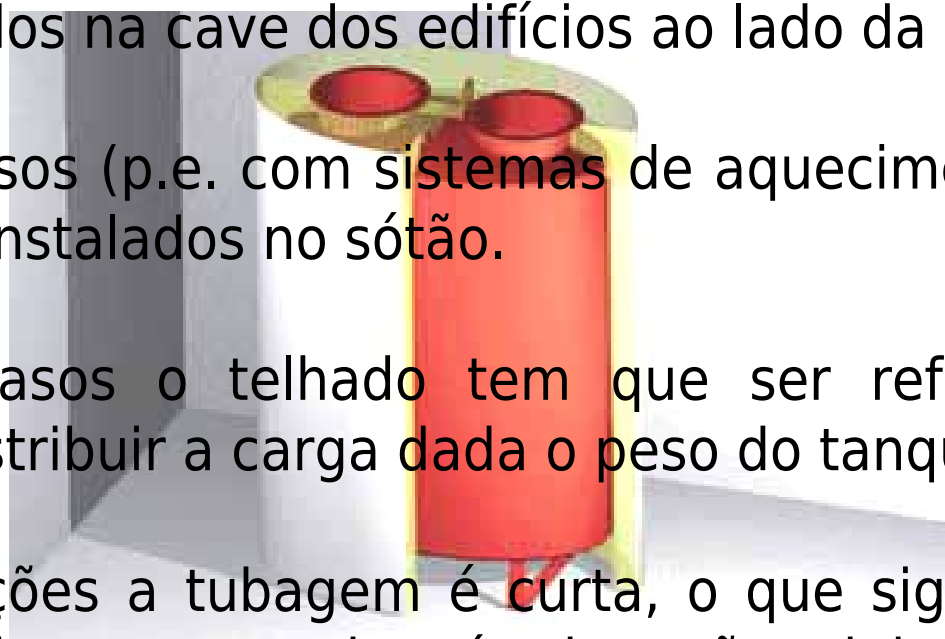
236

Os tanques de armazenamento de água quente são muitas vezes instalados na cave dos edifícios ao lado da caldeira.

Em alguns casos (p.e. com sistemas de aquecimento central), também são instalados no sótão.

Em alguns casos o telhado tem que ser reforçado ou é necessário distribuir a carga dada o peso do tanque.

Nestas condições a tubagem é curta, o que significa que os custos são baixos e as perdas térmicas são minimizadas.





Ligações ao Circuito Solar

237

O circuito solar está ligado ao permutador de calor na área inferior do tanque de armazenamento.

Nesta posição que corresponde à área mais fria do tanque aumenta a eficiência do sistema solar.

O tipo de permutador mais frequente é o de calor de tubo liso permanentemente instalado (soldado).

A alimentação é ligada à tomada superior do permutador e o tubo de retorno na inferior, i.e. o fluído de transferência térmico passa através do tanque em paralelo com as camadas de temperatura, na direcção oposta ao fluxo de convecção no tanque.



Ligações ao Circuito Solar

238

Existem também permutadores de calor com alhetas de cobre que são instalados pelo fabricante ou instalados no local. No caso de tanques de aço são adaptados com ligações de parafusos isolados e com protecção contra a corrosão, i.e. não existe contacto metálico entre (aço) tanque e (cobre) permutador de calor.

Conselho prático:

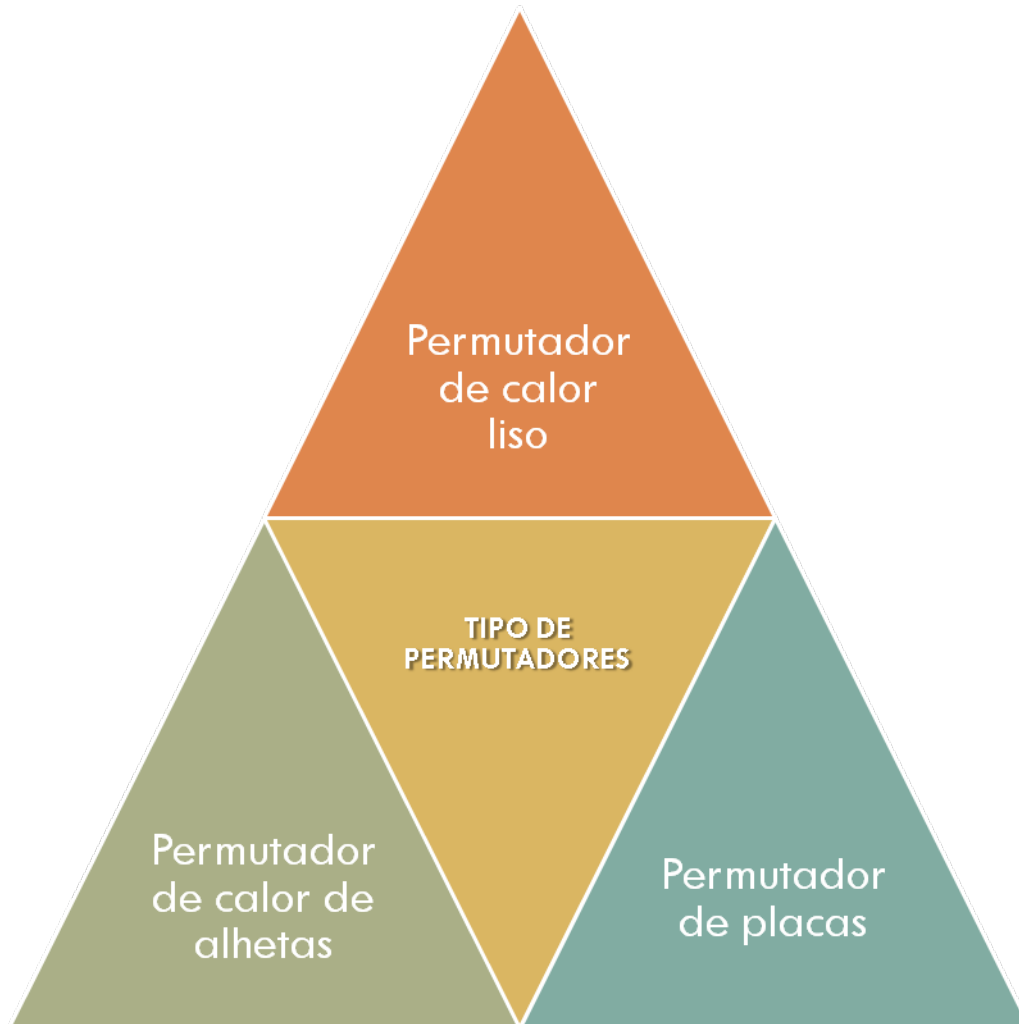
Assegurar a sequência correcta para selar e fixar elementos e assegurar a perpendicularidade das tomadas de alimentação e retorno do permutador de calor com a flange. Um aperto das uniões demasiado forte pode levar à destruição dos O-rings.



Ligações para sistema de aquecimento adicional

239

Permutadores de calor



O sistema de aquecimento adicional está sempre ligado ao permutador de calor superior, na chamada área de espera. Somente quando esta área não apresenta uma temperatura suficiente é que o aquecimento adicional arranca



Ligação da alimentação de água fria

240

A ligação da alimentação de água fria é instalada na parte inferior do tanque de armazenamento.

O módulo de segurança da água fria, é constituída por uma válvula de seccionamento, uma válvula anti-retorno e uma válvula de segurança.

Se necessário um redutor de pressão adicional deve ser instalado (se for necessário reduzir a pressão na conduta principal).

A válvula de segurança deve ser instalada por forma a não ser desligada.

Para reduzir perdas de água, através da válvula de segurança, durante o processo de carga é também possível instalar uma membrana de expansão que é adequada para águas domésticas.



Ligação da água quente

241

A ligação de água quente está no topo do tanque de armazenamento e é instalada lateralmente ou para baixo. Um misturador de água quente deve ser instalado para proteger de queimaduras.

A circulação de água quente prejudica sempre o efeito de estratificação térmica no tanque. Assim, deve ser conduzida para a parte inferior do tanque mas não deve estar ligada à linha de alimentação de água fria. No caso de isso acontecer o tanque irá sofrer uma mistura completa da água



Instalação de Ligações a equipamentos

242

Equipamentos do circuito solar

Válvulas de enchimento e esvaziamento

Bombas de circulação

Válvulas anti-retorno

Vasos de expansão

Válvula de segurança

Ventiladores

Desaeradores

Instrumentos de monitorização

Ligações de seccionamento

Filtros



Instalação de Ligações

243

Ligações para tubagem de água sanitária

Torneira de
drenagem

Válvula de
seccionamento

Válvula de
redução de
pressão

Válvula
termostática
de mistura

Filtros

Prevenção de
fluxo de
retorno

Válvula de
segurança

Válvula de
expansão



Instalação de Sensores e Controladores

244

Instalação e ligação de sensores

A correcta instalação de sensores é um pré-requisito importante para o normal funcionamento de um sistema de energia solar térmico. Por um lado, a correcta localização é importante, por outro lado, um bom contacto térmico é igualmente importante (ligação fixa, boa condução térmica).

O sensor do colector pode ser fixado directamente no absorber (muitas vezes é pré-montado na fábrica), ou é instalado num orifício no ponto mais quente da alimentação do colector. Quando se colocam os cabos deve assegurar-se que estes não estão em contacto com os tubos quentes

O sensor do tanque deve ser ajustado para a altura do permutador de calor do circuito solar. O sensor pode ser instalado na parede exterior do tanque com o auxílio de um grampo e coberto pelo isolamento térmico do tanque ou ajustado num cilindro imerso de latão ou aço inoxidável.



Instalação de Sensores e Controladores

245

Instalação da unidade de controlo

A protecção do controlador deve ser instalada primeiro, numa parede próxima da estação solar. De acordo com o diagrama do circuito os sensores de temperatura (colectores e tanques) assim como a bomba do circuito solar devem ser ligados aos respectivos terminais da unidade de controlo solar. De seguida efectuam-se as ligações principais e o controlador pode ser iniciado.



Capítulo VI - Arranque

246

Tempo - 2 horas

Verificação da fixação apertos finais selagens, ligações de terra e limpeza (30 min)

Verificação de estanquidade e pressurizações (20 min)

Enchimento técnicas e verificações (20 min)

Posta em marcha ajustes programações e verificações finais (40 min)



Arranque

247

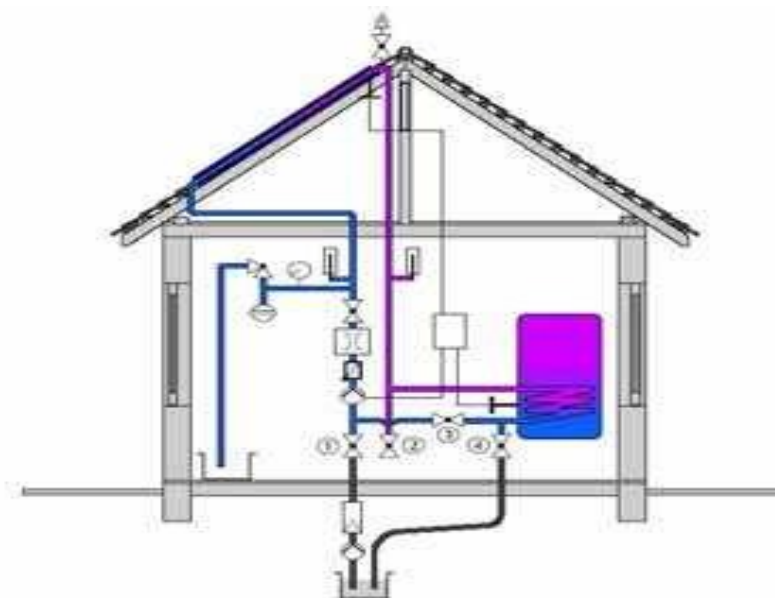
Arranque

Limpeza do
circuito solar

Verificação de
estanquicidade

Enchimento

Preparação
das bombas e
controlador





Limpeza do Circuito Solar

248

Através do processo de limpeza removem-se impurezas e o fluxo residual do circuito solar. O enchimento não deve ser efectuado durante o dia com a luz do Sol ou em condições de geada. Este enchimento é efectuado através das torneiras 1 e 2. A torneira nº1 está ligada à linha de água fria através de uma mangueira, a torneira nº2 serve para drenar. Todos os equipamentos do circuito solar devem ser colocados em aberto (freio de gravidade, válvulas de seccionamento). Finalmente no sentido de limpar o permutador de calor a torneira 2 é fechada, e é colocada uma mangueira na torneira 4 que é aberta enquanto a torneira 3 é fechada. O processo de limpeza deve durar cerca de 10 minutos.



Teste de estanquidade

249

- O teste de pressão tem lugar depois do processo de limpeza. Para este propósito a torneira 4 é fechada e o sistema é preenchido com água através da torneira 1.
- O sistema de pressão é elevado até a um valor próximo da pressão de resposta da válvula de segurança – máximo 6 bar.
- De seguida a torneira 1 é fechada, a bomba é manualmente iniciada e o circuito solar é ventilado através da ventilação da bomba ou dos ventiladores do sistema. Se a pressão baixar significativamente como resultado da purga de líquido, deve ser colocada mais água.
- O sistema está então preparado para a verificação da estanquidade (visualmente e manualmente).



Teste de estanquidade

250

- Um teste de estanquidade usando o medidor de pressão não é possível, porque a irradiação causa variações de pressão no circuito, ao longo do dia.
- O circuito solar pode ser completamente esvaziado, através da abertura das torneiras 1 e 2.
- Através da medição da quantidade de água que sair, é possível estabelecer a quantidade de anti-congelante necessário para mistura com a água, por exemplo 60:40.
- Dado que alguma quantidade de água permanece no circuito solar (p.e. nos colectores ou no permutador de calor) a medição da quantidade de água deve ter em conta este erro associado.
- No final do teste de estanquidade pode-se testar o funcionamento da válvula de segurança através dum aumento da pressão.



Enchimento do Circuito Solar

251

Depois de misturar o anti-congelante com água, obtém-se o nível de protecção contra o congelamento desejado, o fluído térmico é bombado para dentro do circuito solar através da torneira 1.

Dado que este fluído – em contraste com a água – é muito mais prejudicial, é necessário verificar outra vez a estanquicidade do sistema.



Enchimento do Circuito Solar

252

Eliminar o ar da tubagem

No que respeita à libertação do ar no circuito solar o procedimento é o seguinte:

A mangueira deve estar completamente submergida no fluido

Redução da pressão até à respectiva pressão do sistema para perdas de pressão devidas a futuras purgas

Purgar o ar da bomba de circulação desaparafusando o parafuso de latão na superfície desta

Ligar e desligar a bomba de circulação várias vezes com intervalos de 10 minutos



Preparação das bombas e controlador

253

A bomba deve ser capaz de gerar a pressão necessária na gama média de condições de funcionamento.

Com a irradiação total obtém-se uma diferença de temperatura de cerca de 10-15 K nas operações de elevado fluxo e 30-50 K nas operações de baixo fluxo, entre as linhas de alimentação e retorno.

O fluxo volumétrico actual pode ser controlado com a ajuda de um medidor de caudal.



Terceira Sessão

254

Sumário - Capítulos VII, VIII, IX e X



Manutenção



Legislação



HSST



Sensibilização
ambiental



Capítulo VII - Manutenção

255

Tempo - 2 horas

Inspeção visual, Verificação da fixação apertos, selagens, ligações de terra e limpeza (30 min)

Verificação de tubagens, isolamento, estanquidade, pressurizações, corrosão depósitos de calcário . (20 min)

Medida de temperaturas, ajustes de caudais e ajustes dos equipamentos de segurança e controlo (20 min)

Detecção e rectificação de defeitos (40 min)

Reflexão final (10 min)



Manutenção

256

Os sistemas solares térmicos necessitam de muito pouca manutenção, uma verificação regular é contudo recomendada.

O trabalho de manutenção deve ser feito para intervalos de cerca de 2 anos, se possível num dia de Sol de Verão.

Durante o decorrer da manutenção deve avaliar-se o nível de satisfação dos utilizadores.



Manutenção

257

Inspecção Visual

A inspecção visual envolve a verificação de alterações visíveis nos colectores e no circuito solar:

- Colectores: contaminação, suportes de fixação, ligações, falhas, vidro partido, degradação de vidros/tubos;
- Circuito solar e tanque de armazenamento: tensão do isolamento térmico, falhas, verificação/limpeza de sujidade, pressão.



Manutenção

258

Verificação da protecção contra congelamento

A protecção contra congelamento é verificada com um densímetro (instrumento para medir densidade). Para este propósito, uma dada quantidade de fluído térmico é recolhido. Com essa amostra, pode ser medida a temperatura de congelamento específica ou a densidade específica do fluído. A densidade específica permite saber o ponto de congelamento do fluído através do diagrama de concentração/densidade.

Verificação da protecção contra corrosão

Monitorização dos parâmetros do sistema



Detecção e rectificação de defeitos: Colectores

259

1. Sobreposição mínima das telhas / cobertura do telhado (mínimo 8 cm) não é assegurada: fugas no telhado.
2. Uso de diferentes materiais no telhado (cobre em cima de alumínio): risco de corrosão.
3. Colector com sombra: baixas temperaturas de alimentação.
4. Sensor do colector sujeito a sombra, p.e. uma chaminé ou inserção incorrecta dentro do colector (especialmente para colectores de tubos de vácuo): o colector responde muito tarde.
5. Esquecimento de instalação de ventilador no topo: purga incompleta.



Detecção e rectificação de defeitos: Colectores

260

6. Degradação do isolamento térmico devido aos UV ou ao tempo ou não está protegido contra danos mecânicos: perdas de calor.
7. Linhas de retorno e alimentação misturadas: vibração do sistema.
8. Sobre-dimensionamento da área da superfície do colector: temperatura de estagnação atingida frequentemente (elevadas temperaturas de carga desnecessárias, nos materiais do colector e no fluído térmico).
9. Não é possível aceder ao telhado e aos colectores para inspecção: não é possível a manutenção, limpeza e reparação.



Detecção e rectificação de defeitos: Circuito Solar

261

10. Má purga: não é possível haver transporte de calor devido ao bloqueio pelas bolhas de ar.
11. Caudal volumétrico muito baixo: baixa produção de calor.
12. Linha de alimentação e retorno misturadas: danos na bomba devido ao sobreaquecimento.
13. Proporção de anti-congelante na mistura de água/glicol elevada ($>50\%$): baixo transporte de calor.
14. Se instalado no Inverno: água residual dos testes de pressão no colector, danos no colector devido ao congelamento.



Detecção e rectificação de defeitos: Circuito Solar

262

15. Enchimento com irradiação máxima: formação de vapor, enchimento total impossível.
16. Isolamento térmico insuficiente e/ou com falhas: perdas de calor.
17. Pressão do sistema muito baixa: baixo transporte de calor com possibilidade de interrupção da circulação solar.
18. Dimensões do recipiente de expansão muito pequenas: purga do fluido térmico pela válvula de segurança.



Detecção e rectificação de defeitos:

263

Tanque de armazenamento

19. Sensor de temperatura muito elevado/muito baixo ou mal fixado no tanque: sistema de controlo deficiente.
20. Linha de alimentação e retorno misturadas no permutador de calor do circuito solar: baixa transferência de calor do tanque de armazenamento de água, baixa eficiência do colector devido à elevada temperatura de retorno.
21. Sobre-dimensionamento do tanque de armazenamento: necessidade frequente de aquecimento adicional.
22. Tanque de armazenamento muito pequeno: o sistema de energia solar desliga frequentemente dado que a temperatura máxima do tanque é atingida.



Detecção e rectificação de defeitos:

264

Controlador/Organização

- 23. Parâmetros de controlo errados: desregulação do arranque e paragem do circuito solar.
- 24. Deficiente informação das necessidades de outros serviços ao cliente (instalação eléctrica, telhado, canalização): interrupção da sequência de instalação.
- 25. Problemas de comunicação entre o cliente e o instalador: sistema diferente do que o cliente espera.



Exemplos de detecção e rectificação de falhas

265

Diminuição da pressão do sistema

| | | |
|--|-----|---|
| Ventilação fechada depois de enchimento e purga do sistema? | não | Fechar ventiladores e aumentar a pressão |
| sim | | |
| Fluido térmico escapa através da válvula de segurança? (Verificar nível de enchimento do circuito) | sim | <p>Vaso de expansão defeituoso? substituição</p> <p>Vaso de expansão desligado? abrir</p> <p>Vaso de expansão pequeno? recalcular e instalar unidades adicionais</p> <p>Pressão de admissão no vaso de expansão muito elevada?</p> <p>Pressão de enchimento muito elevada? reduzir pressão</p> <p>Válvula de segurança mal dimensionada?</p> <p>Pressão de resposta muito baixa? substituição</p> |
| não | | |
| O circuito solar não tem perdas? Verificar pontos de soldagem e ligações aparafusadas | não | <p>Esvaziar sistema, Corrigir falhas, Encher e purgar sistema</p> |



Exemplos de detecção e rectificação de falhas

266

Existência de irradiação solar disponível com sistema em repouso

| | | |
|--|-----|--|
| O écran do controlador está a funcionar ou a luz do LED está ligada? | não | O controlador não tem energia. verificar cabos eléctricos e fusíveis |
| sim | | |
| A temperatura máxima do tanque foi atingida? | sim | Verificar temperatura máxima do tanque de água sanitária $T_{\max} = 60^{\circ}\text{C}$ Tanque de regulação $T_{\max} = 90^{\circ}\text{C}$ alterar |
| não | | |
| A bomba de circulação funciona em manual? | sim | Diferença de temperatura para arranque muito elevada? (5-8 K) verificar A medição de temperatura é plausível? O sensor de temperatura pode estar estragado ou não está a fazer contacto |
| não | | |
| O controlador controla a bomba? | sim | Bomba bloqueada O eixo da bomba está bloqueado? Verificar eixo (Atenção desligar da corrente!) Bomba contaminada? Limpar bomba Se não fizer efeito trocar bomba |
| não | | |
| Controlador estragado, enviar para o fabricante | | |



Exemplos de detecção e rectificação de falhas

267

Diferença de temperatura entre o colector e o tanque muito elevada

| | | |
|---|-----|---|
| A bomba do circuito solar está a funcionar? | não | O tanque atingiu a temperatura máxima? (água sanitária 60°C, regulação 90°C) Se sim o comportamento é normal |
| sim | | não |
| | | Verificar as definições de controlador e corrigir se necessário |
| | | A bomba do circuito solar está a funcionar? |
| | | não |
| | | Verificar a bomba e o controlador ver 2 |
| O medidor de caudal apresenta fluxo? | não | Existe ar no sistema purgar, ver 4 |
| sim | | |
| O fluxo volumétrico está bem definido? Fluxo-elevado: 40 l/m ² h Fluxo-baixo: 10-15 l/m ² h | não | Aumentar o fluxo volumétrico |
| sim | | |
| A temperatura de retorno é quase igual à de alimentação? | sim | Permutador de calor afectado por depósitos de calcário, bloqueado ou pequeno? Limpar, ou recalcular/mudar permutador Ou estão tem ligações misturadas no circuito do permutador? Ligar alimentação na entrada do topo e retorno na de baixo |



Exemplos de detecção e rectificação de falhas

268

Bomba em funcionamento mas medidor de caudal não detecta fluxo

| | | |
|---|-----|--|
| Os elementos de seccionamento estão todos abertos? | não | Abrir ligações e assegurar que não voltam a fechar |
| sim | | |
| Provavelmente existe ar no circuito solar. purgar Detecta-se fluxo? | sim | Verificar pressão e encher com fluido térmico se necessário, até atingir a pressão de operação |
| não | | |
| Filtros bloqueados? | sim | Limpar filtros |
| não | | |
| Freio de gravidade bloqueado? | sim | Substituir freio de gravidade |



Exemplos de detecção e rectificação de falhas

269

| | | |
|--|-----|---|
| A bomba do circuito solar funciona de noite? | sim | Verificar funções do controlador e sensores |
| não | | |
| A temperatura do colector é mais elevada do que a temperatura do exterior durante a noite | sim | Verificar válvulas anti-retorno nas linhas de alimentação e retorno. Sensor estragado? |
| não | | |
| O isolamento térmico do tanque é suficiente? (Min. 100 mm espuma flexível, min. 70 mm espuma rígida) | não | Reforçar o isolamento térmico |
| sim | | |
| O isolamento térmico está bem ajustado ao tanque? | não | Ajustá-lo correctamente |
| sim | | |
| As conexões estão todas com isolamento térmico? | não | Isolar conexões |
| sim | | |
| A água quente é retirada do topo do tanque? | sim | Alterar conexões para a parte lateral e instalar um sistema de sifão |
| não | | |
| A bomba funciona durante muito tempo? | sim | Alterar definições do relógio e acrescentar termóstato |
| não | | |
| Desligar bomba de circulação e fechar válvulas de seccionamento. | sim | Limpar ou substituir válvulas anti-retorno |



Capítulo VIII- Legislação e Normas técnicas

270

Tempo -4 horas

Verificação da fixação apertos finais selagens, ligações de terra e limpeza (30 min)

Verificação de estanquidade e pressurizações (20 min)

Enchimento técnicas e verificações (20 min)

Posta em marcha ajustes programações e verificações finais (40 min)



Legislação mais relevante

271

Água

DL 46/94

DL
243/2001

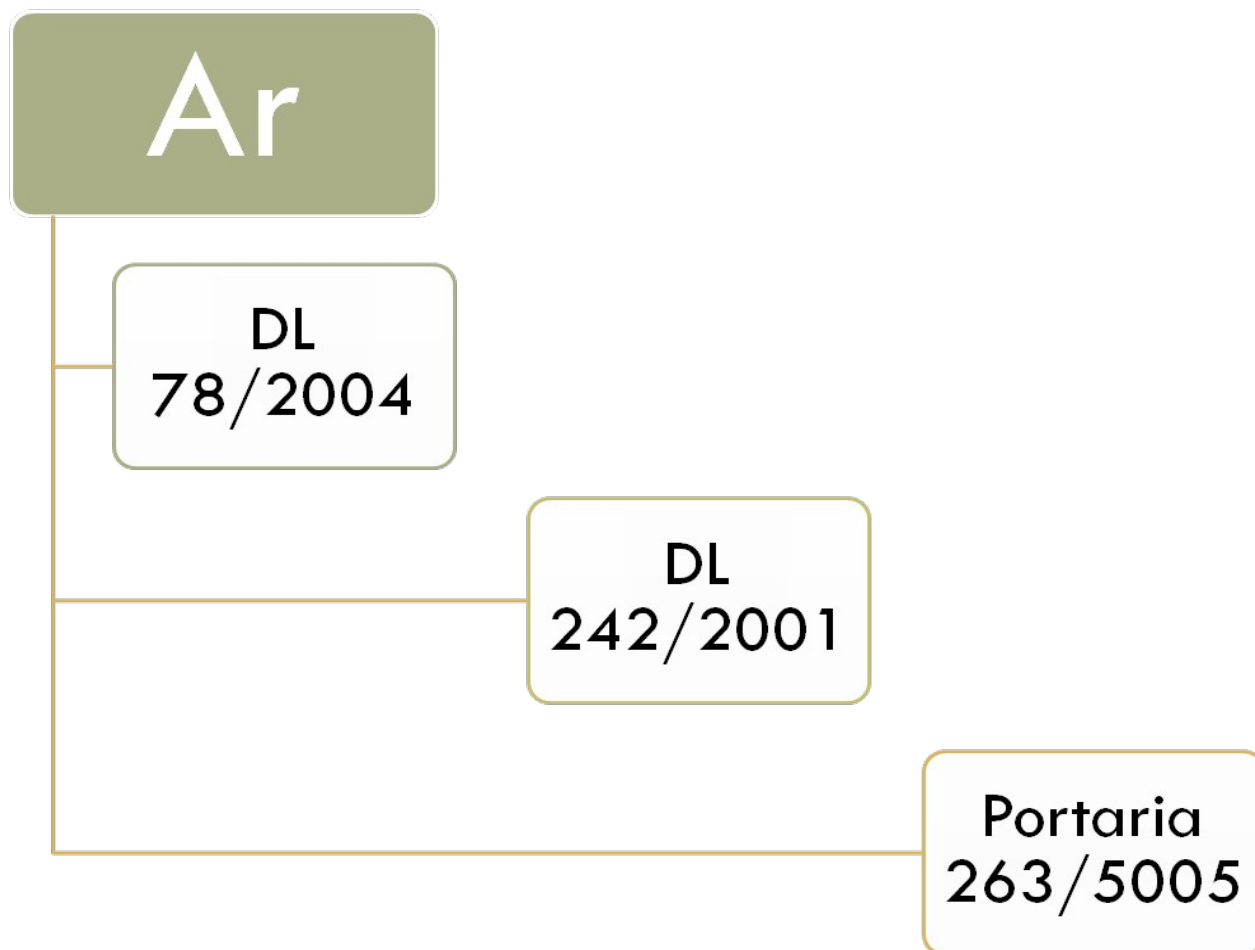
Lei n°
58/2005

DL
236/98



Legislação mais relevante

272





Legislação mais relevante

273

Resíduos

DL
178/2006

Ruído
Ambiente

DL
9/2007

DL
146/2006



Decreto Lei nº 80/2006, de 4 de Abril

274

O primeiro instrumento legal que impôs em Portugal requisitos ao projecto de novos edifícios e de grandes remodelações para salvaguardar a satisfação das condições de conforto térmico nesses edifícios sem necessidades excessivas de energia quer no Inverno quer no Verão foi o Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE), aprovado pelo Decreto-Lei nº 40/90, de 6 de Fevereiro.



Decreto Lei nº 80/2006, de 4 de Abril

275

O RCCTE traduziu-se numa melhoria significativa da qualidade da construção em Portugal, havendo hoje uma prática quase generalizada de aplicação de isolamento térmico nos edifícios, incluindo nas zonas de clima mais ameno, mesmo para além do que o RCCTE exige, numa prova de que o referido Regulamento conseguiu atingir e mesmo superar os objectivos a que se propunha.



Decreto Lei nº 80/2006, de 4 de Abril

276

A nova versão do RCCTE, introduzida pelo Decreto-Lei nº80/2006, de 4 de Abril (revogou o Decreto-Lei nº 40/90, de 6 de Fevereiro), assenta no pressuposto de que uma parte significativa dos edifícios vêm a ter meios de promoção das condições ambientais nos espaços interiores, quer no Inverno quer no Verão, e impõe limites aos consumos que decorrem dos seus potenciais existência e uso.

DEFINE CLARAMENTO OBJECTIVOS DE PROVISÃO DE TAXAS DE RENOVAÇÃO DO AR ADEQUADAS QUE OS PROJECTISTAS DEVEM OBRIGATORIAMENTE SATISFAZER



Decreto Lei nº 80/2006, de 4 de Abril

277

resultado da transposição
parcial para a ordem jurídica
nacional da Directiva nº
2002/91/CE, do Parlamento
Europeu e do Conselho, de 16
de Dezembro





Licenciamento

278

Os procedimentos de licenciamento ou de autorização de operações urbanísticas de edificação, estão regulados nos artigos 12º e seguintes do RCCTE:

- Uma ficha de sumário de demonstração da conformidade regulamentar do edifício face ao RCCTE, conforme o modelo da ficha nº1 no anexo VIII do presente Regulamento e que dele faz parte integrante;
- Um levantamento dimensional para cada fracção autónoma, segundo o modelo da ficha nº2 do anexo VIII do presente Regulamento, que dele faz parte integrante, que inclui uma descrição sumária das soluções construtivas utilizadas;
- O cálculo dos valores das necessidades nominais de energia do edifício, *Nic*, *Nvc*, *Nac* e *Ntc*;



Licenciamento

279

Os procedimentos de licenciamento ou de autorização de operações urbanísticas de edificação, estão regulados nos artigos 12º e seguintes do RCCTE:

- Termo de responsabilidade do técnico responsável pelo projecto declarando a satisfação dos requisitos deste Regulamento (nos termos do disposto no artigo 13º);
- Declaração de conformidade regulamentar subscrita.
- Declaração de conformidade regulamentar subscrita por perito qualificado, no âmbito do SCE.



Certificação de Colectores

280

Após um longo processo, presentemente, existe em Portugal, a Certificação de Produto no âmbito da energia solar térmica.

Para certificar os colectores é necessário que estes estejam conforme as Normas de Requerimentos dos produtos e as Normas de Ensaio.

Actualmente, após a existência de uma NP de ensaio de Determinação de Rendimento Instantâneo (NP 1802:1985) e de diversos trabalhos desenvolvidos tanto a nível nacional (CT-54) como a nível europeu, foram estabelecidas diferentes Normas Europeias.



Certificação de Colectores

281

Colectores Solares

EN 12975
– 1:2000

EN 12975
– 2:2001

Kit's sistemas solares

EN 12976
– 1:2000

EN 12976
– 2:2001



Certificação de Colectores

282

Em Portugal, apenas o Laboratório de Ensaio de Colectores Solares (LECS) do INETI está acreditado para efectuar os ensaios, prevendo-se, no médio prazo, o surgimento de outras entidades capacitadas para a realização destes ensaios.

A Entidade Certificadora dos Produtos que outorga a Marca de Produto Certificado é o CERTIF – Associação para a Certificação de Produtos (entidade acreditada pelo Sistema Nacional de Qualidade).



Sistema de Certificação

283

O sistema de certificação dos colectores solares térmicos compreende as seguintes fases:

Realização de
ensaios de
concessão

Auditoria/Inspeção
da Produção

NOTA: A certificação do produto é dada por um período de 5 anos, no final do qual haverá novos ensaios de concessão.



Técnico Instalador de SST

284

Como forma de dar resposta às necessidades energéticas solares fixadas para Portugal, surgiu a necessidade de qualificar técnicos especialistas em instalações de sistemas solares.

Assim, a **portaria n.º 1451/2004**, de 26 de Novembro veio estabelecer as normas relativas às condições de emissão de certificado de aptidão profissional (CAP) e de homologação dos respectivos cursos de formação profissional respeitantes ao perfil de Técnico Instalador de Sistemas Solares Térmicos, sendo a Direcção Geral de Energia e Geologia (DGEG) a entidade certificadora competente.



Técnico Instalador de SST

285

O que é um “Técnico Instalador de Sistemas Solares Térmicos”?

Trata-se de um profissional que programa, organiza, coordena e executa a instalação, a manutenção e a reparação de sistemas solares térmicos de acordo com as normas, regulamentos de segurança e regras de boas práticas aplicáveis.





Técnico Instalador de SST

286

O que é necessário para obter o CAP de “Técnico Instalador de Sistemas Solares Térmicos”?

Tenham concluído com aproveitamento curso de formação de qualificação inicial de técnico(a) instalador(a) de sistemas solares térmicos, homologado pela DGEG;

Tenham concluído com aproveitamento formação complementar específica organizada para colmatar as competências em défice, por referência às definidas no perfil profissional;



Técnico Instalador de SST

287

O que é necessário para obter o CAP de “Técnico Instalador de Sistemas Solares Térmicos”?

Tenham realizado, comprovadamente, nos termos do n.º 7 duas instalações de sistemas solares térmicos nos últimos 2 anos e tenham obtido aproveitamento nas provas de avaliação previstas pela via da experiência profissional;

Sejam detentores de certificados ou outros títulos emitidos no âmbito da União Europeia ou, em caso de reciprocidade de tratamento, em países terceiros que titulem competências idênticas às preconizadas no perfil profissional e demonstrem conhecer o quadro normativo aplicável.



Técnico Instalador de SST

288

Renovação do CAP

A renovação do CAP está dependente do preenchimento cumulativo das seguintes condições, durante o período de validade do CAP:

- Realização comprovada de, pelo menos, uma instalação por ano
- Frequência de acções de formação contínua de actualização com duração de, pelo menos, 30 horas;
- A não existência de erros considerados graves, pela entidade certificadora, nas instalações efectuadas.





Capítulo IX - HSST

289

Tempo - 1 hora

Introdução à HSST – Conceitos (10 min)

Prevenção de riscos laborais. Acidentes de trabalho (20 min)

Equipamentos de protecção e sinalizaçãp (10 min)

Higiene e aspectos ambientais (10 min)

Reflexão final (10 min)



Prevenção de riscos de saúde, higiene e segurança do trabalho da actividade

290

A **Higiene do Trabalho** tem como principal objectivo o “combate” das doenças profissionais, identificando factores que podem afectar o ambiente de trabalho e o próprio trabalhador como forma de reduzir ou mesmo eliminar os riscos profissionais que são condições inseguras de trabalho que podem afectar a saúde, segurança e saúde dos colaboradores.

A **Segurança do Trabalho** visa o “combate” dos acidentes de trabalho, nomeadamente, através da eliminação de condições inseguras inerentes ao ambiente laboral assim como fomentar entre os trabalhadores a adopção de medidas preventivas.



Prevenção de riscos de saúde, higiene e segurança do trabalho da actividade

291

ORGANIZACIONAIS

- ✓ Obrigatoriedade de uso de EPI's;
- ✓ Limpeza dos locais de trabalho;
- ✓ Arrumação dos locais de trabalho;
- ✓ Rotatividade de empregados expostos a certos riscos;
- ✓ Proibição de comer, beber, ou fumar nos locais de trabalho;
- ✓ Permissão de pausas curtas e frequentes em certas tarefas;
- ✓ Aquisição de meios auxiliares de elevação;
- ✓ Registo de acidentes;

INDIVIDUAIS

- ✓ Utilização postura correcta na movimentação manual de cargas;
- ✓ Utilização de EPI em locais não obrigatórios;
- ✓ Higiene pessoal, após execução de tarefas de manuseamento de produtos químicos;
- ✓ Arrumação e limpeza do seu posto de trabalho;
- ✓ Desligar sempre uma máquina antes de executar qualquer tarefa;
- ✓ Rotatividade e substituição de colegas por iniciativa própria;
- ✓ Correcta armazenagem, manutenção e limpeza dos EPI's.



Acidentes de Trabalho

292

Os **acidentes de trabalho** acontecem como resultado, maioritariamente, de falhas humanas e falhas materiais.

Segundo a lei, acidente de trabalho é “o que ocorre por exercício do trabalho a serviço da empresa, provocando lesão corporal ou perturbação funcional que cause a morte, a perda ou redução da capacidade para o trabalho, permanente ou temporária...”.



As doenças de trabalho e as doenças profissionais são consideradas acidentes de trabalho.



Acidentes de Trabalho

293

As doenças profissionais são as adquiridas na execução do trabalho em si e as doenças de trabalho são decorrentes das condições especiais em que o trabalho é realizado, daí que sejam consideradas acidentes de trabalho uma vez que delas decorre a incapacidade para o trabalho.

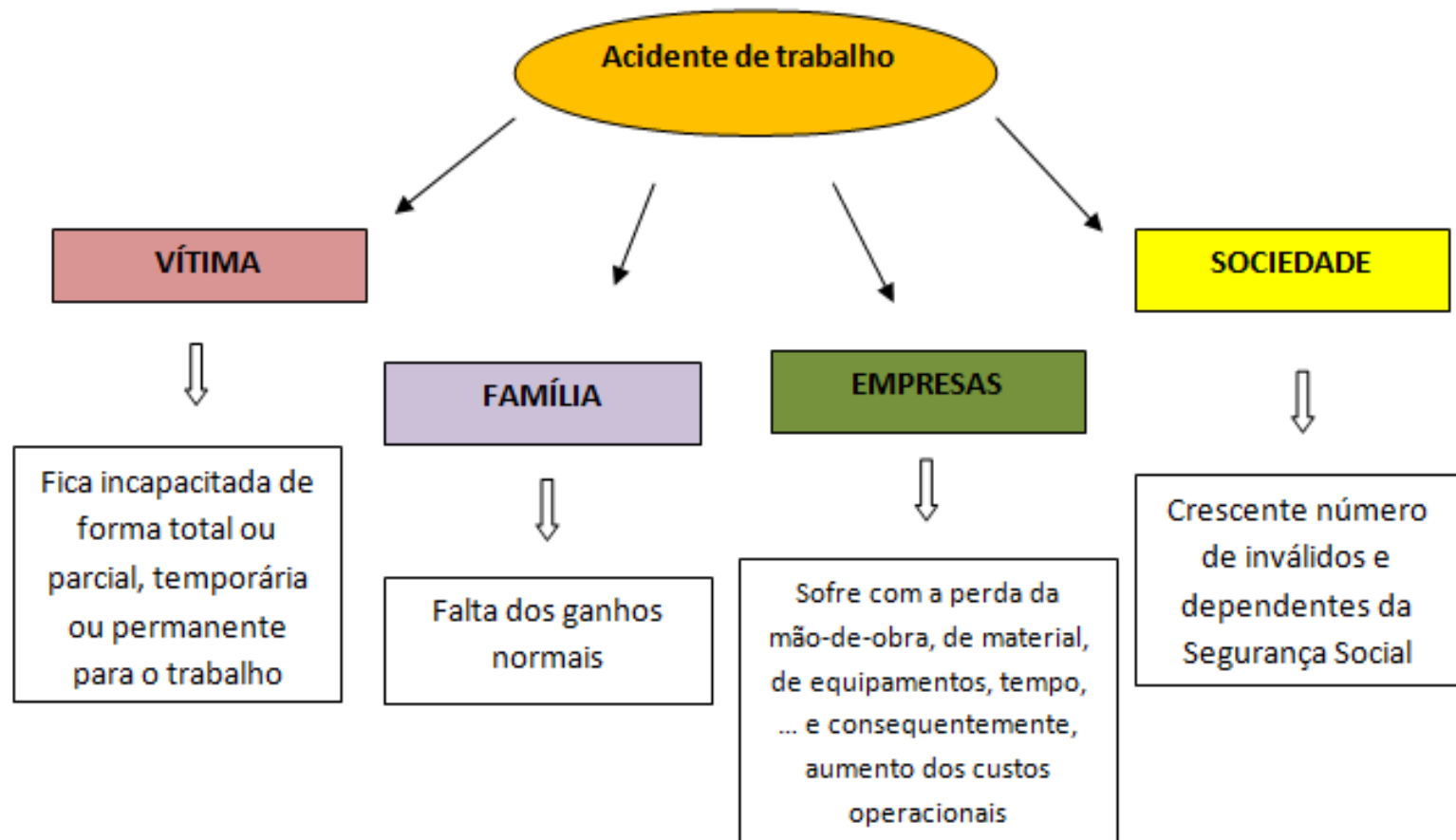
• Principais doenças profissionais:

- ☐ Cegueira;
- ☐ Problemas Ósseos;
- ☐ Problemas do foro respiratório;
- ☐ Tuberculose;
- ☐ Hepatites tóxicas;
- ☐ Perturbações psíquicas;
- ☐ Cefaleias;
- ☐ Vertigens;
- ☐ Anemias;
- ☐ Conjuntivites;
- ☐ Dermatites;
- ☐ Stress e Fadiga



Acidentes de Trabalho

294





Segurança no posto de trabalho

295

Factor Humano

O colaborador tem de possuir as condições físicas psicológicas de acordo com as exigências da sua função

Factor Material ou Técnico

Os equipamentos e as ferramentas devem ser adequados e estarem em boas condições de utilização e manutenção.

Factor Ambiental

A iluminação, o ruído, a temperatura, etc., são aspectos físicos que têm de ser permanentemente avaliados e auditados, como forma de não causarem doenças profissionais ou distúrbios no trabalhador.

Factor Organizacional

A forma como o trabalho está organizado pode determinar melhores ou piores desempenhos na medida em que pode potenciar as capacidades de cada colaborador e servir como factor motivador ou, pelo contrário, pode provocar índices elevados de sub-rendimento e gerar a desmotivação.



Sinalização no local de trabalho

296

No interior e no exterior das instalações da empresa deve formas de aviso e de informação rápidas que auxiliem os colaboradores a actuarem em conformidade com determinados parâmetros de segurança.

Encontram definidos vários tipos de sinais que possuem um dado significado que nos levará a tomar determinadas acções.



Sinalização no local de trabalho

297





Sinalização no local de trabalho

298

| | Significado/Finalidade | Indicações |
|--------|---|--|
| Red | Sinal de Proibição | Atitudes Perigosas |
| | Perigo-Alarme | Stop, pausa, dispositivos de corte, de emergência, evacuação |
| | Material e Equipamento de combate a incêndios | Identificação e localização |
| Blue | Sinal de Obrigação | Comportamento ou acção específicos; obrigação de utilizar equipamentos de protecção individual |
| Yellow | Sinal de Aviso | Atenção, precaução, verificação |
| Green | Sinal de salvamento ou socorro | Portas, saídas, vias, material, postos, locais específicos |
| | Situação de Segurança | Regresso à normalidade |



Sinalização no local de trabalho

299

Permanente

Proibições; avisos; obrigações; meios de salvamento ou de socorro; equipamento de combate a incêndios; assinalar recipientes e tubagens; riscos de choque ou de queda; vias de circulação.

Acidental (deve ser restringida apenas no tempo necessário inerente ao acontecimento)

Assinalar acontecimentos perigosos; chamada de pessoas (bombeiros, enfermeiros, etc.); evacuação de emergência; orientação dos trabalhadores que efectuam manobras.



HSST e Aspectos Ambientais

300

Riscos Físicos

Riscos Químicos

Riscos ambientais que afetam
directamente os trabalhadores

Riscos Ergonómicos

Riscos Biológicos



Capítulo X - Sensibilização Ambiental

301

Tempo - 1 hora

Desenvolvimento sustentável (30 min)

Verificação de tubagens, isolamento, estanquidade, pressurizações, corrosão depósitos de calcário . (20 min)

Medida de temperaturas, ajustes de caudais e ajustes dos equipamentos de segurança e controlo (20 min)

Detecção e rectificação de defeitos (40 min)

Reflexão final (10 min)



Sensibilização Ambiental

302

Conceitos

Desenvolvimento Sustentável

Conceito que visa a satisfação das necessidades das gerações presentes, com respeito pela história das gerações passadas, sem pôr em causa as gerações futuras nem a biodiversidade .



Os limites dos Recursos Energéticos

303

O fim da era do petróleo

- As fontes de combustíveis fósseis disponíveis (carvão, petróleo e gás natural e urânio) são exploradas a taxas cada vez maiores, para fazer face às necessidades energéticas do nosso planeta.
- Devido ao limite do stocks, este processo vai inevitavelmente deixar-nos num beco sem saída.
- A solução para se lidar com este problema encontra-se no aumento da eficiência energética, na racionalização da utilização da energia e na utilização de fontes de energia renováveis: sol, vento, água e biomassa.



Mudanças Climáticas e suas consequências

304

O aumento global da temperatura atmosférica

- A utilização crescente de recursos energéticos finitos, nomeadamente os recursos fósseis apresentam impactes no clima e no meio ambiente que sofrem mudanças e prejuízos irreversíveis que aumentam com a utilização de combustíveis.
- Este problema deve-se à emissão de substâncias perigosas, tais como o dióxido de enxofre, monóxido de nitrogénio e dióxido de carbono.
- O dióxido de enxofre e o monóxido de nitrogénio são substâncias, que contribuem para o aparecimento de chuvas ácidas, enquanto que o dióxido de carbono contribui para o aumento do efeito de estufa, que é responsável pelo aquecimento da atmosfera terrestre.
- Neste momento a concentração de CO_2 na atmosfera aumenta a taxas cada vez mais elevadas.



Sensibilização Ambiental

305

Energias Renováveis

Energias Renováveis

A solução do problema do consumo crescente de energia, que se verifica mesmo utilizando a regra dos 3 R só pode ser feita mudando as novas fontes de energia transformável como a electricidade, para a área das Energias Renováveis: Energia Solar, Energia Eólica, Energia Hídrica (rios marés e ondas) e Energia Geotérmica.



Sensibilização Ambiental

306

Energias Renováveis

Energia Solar

Energia proveniente do sol. Esta energia pode ser aproveitada tanto para aquecimento interior das casas como aquecimento de águas – Energia Solar Térmica ou para a produção de electricidade – Energia Solar Fotovoltaica.

É uma energia limpa e renovável.



Argumentos a favor dos sistemas solares

307

A energia solar é segura e rentável

Os proprietários destes sistemas não têm que esperar por decisões políticas ou mudanças globais. Transmitem uma imagem positiva aos mais jovens;

Os sistemas solares são um sinal de um nível de responsabilidade elevado, uma consciência e empenho em relação à protecção ambiental;

Os proprietários de sistemas solares tornam-se menos dependentes do aumento dos preços de energia;

Operadores de sistemas solares beneficiam de vantagens em taxas e financiamento do governo;

Sistemas solares térmicos para abastecimento de água quente são tecnicamente desenvolvidos e têm um tempo de vida de 20 anos;



Argumentos a favor dos sistemas solares

308

A energia solar cumpre com a norma dos 3 R

Um sistema solar standard instalado na latitude de Portugal pode fornecer energia suficiente para cobrir

a 100% a energia necessária para ter água quente entre os meses de Maio a Setembro;

A instalação de sistemas solares para aquecimento de água nas piscinas é económico e pode ser amortizado num curto espaço de tempo;

Durante o tempo de vida útil os sistemas solares disponibilizam uma reserva de energia cerca de 13 vezes maior do que a utilizada na sua construção;

Os sistemas solares requerem pouca manutenção e a energia produzida está constantemente disponível;



Argumentos a favor dos sistemas solares

309

A energia solar é geradora de emprego sustentado

A tecnologia solar cria emprego na produção, instalações e serviços de manutenção;

Com a diminuição crescente das reservas de energia estamos perante um esforço para a re-distribuição dos recursos energéticos a nível mundial com recurso à força (guerra).

Os que começam a usar sistemas de energia solar no tempo certo contribuem significativamente para diminuir guerras cujo objectivo passa pelo controlo de recursos energéticos.



Sensibilização Ambiental

310

Poluição

Poluição é a contaminação do ar, da água, ou do solo por materiais que interferem cm a saúde humana, a qualidade de vida, ou o funcionamento natural do ecossistema

Poluentes Degradáveis ou não persistentes

São degradados completamente ou reduzidos a níveis aceitáveis através de processos físicos, químicos e biológicos

Poluentes Biodegradáveis

São degradados através de organismos vivos

Poluentes pouco degradáveis ou persistentes

Substâncias que demoram décadas ou séculos a degradarem-se (Plásticos, latas de alumínio,...)

Poluentes não degradáveis

Não podem ser destruídos por processos naturais (chumbo e mercúrio).



Sensibilização Ambiental

311

Ambiente

Segundo a Lei de Bases do Ambiente, artigo 5.º, n.º 2, alínea a), entende-se por **ambiente** “o conjunto dos sistemas físicos, químicos, biológicos e suas relações e dos factores económicos, sociais e culturais como efeito directo ou indirecto, mediato ou imediato, sobre os seres vivos e a qualidade de vida do homem.

Assim, o conceito de ambiente não é nada mais do que a fina camada de vida e de suporte de vida chamada biosfera, incluindo o ar, o solo, a água e os organismos vivos



Benefícios das Energias Renováveis

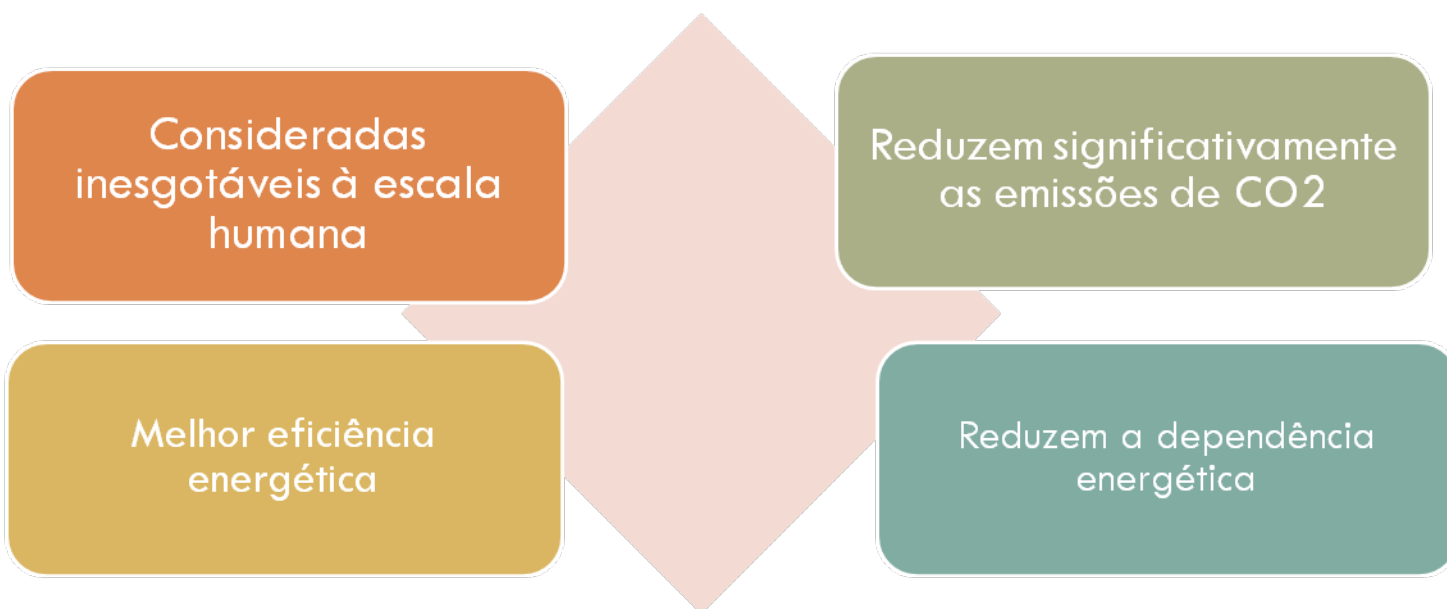
312

Vantagens de energia solar térmica

As principais vantagens resultantes da utilização da energia solar térmica, são não ser poluente e poder e permitir a sua utilização no local de produção.

Tal como na utilização da maior parte das energias renováveis o uso da energia solar térmica não conduz à emissão de gases com efeito de estufa.

Em geral as energias renováveis têm as seguintes características:





Benefícios económicos

313

Existem várias razões que levam o consumidor a adquirir um sistema solar térmico. Podem referir-se preocupações de ordem ambiental, preocupações com o aumento dos combustíveis, preocupações sobre economia sustentada...

Qualquer que seja a razão apontada pelo consumidor, é importante saber o custo do sistema e o que irá poupar.

Através de uma avaliação da economia gerada pela instalação solar e comparando-a com a produzida por sistemas alternativos a poupança é bastante significativa.



Benefícios económicos

314

Considerando um sistema em termossifão**(1)** com 200 litros de capacidade e 3 m² de área de colectores, o seu custo será de aproximadamente **2200 €**, estimando-se a sua produção de energia anual em **1715 kWh**. A poupança anual poderá chegar aos 335 €, quando comparada com o esquentador a gás propano e aos 200 €, quando o esquentador consumir gás natural, o que corresponde a um tempo de retorno de **6 anos e meio e 11 anos**, respectivamente.

Este investimento inicial será, em parte, compensado pela possibilidade de deduzir à colecta no IRS, **30%** das importâncias despendidas com a aquisição de equipamentos solares novos, até ao limite máximo de 728 €, desde que não se beneficie de crédito à habitação, em simultâneo.



Quarta Sessão

315

Sumário - Capítulos XI e XII



Prática Simulada

Avaliação





Capítulo XI - Prática Simulada

316

Tempo - 6 horas

Formação das equipas explicação dos objectivos entrega dos projectos (10 min)

Análise dos projectos e cronograma, Preparação do materiais e equipamentos (Check List) f(10 min)

Montagem de uma instalação Solar Térmica termossifão
(2Horas)

Montagem de uma instalação Solar Térmica de circulação
forçada (3 horas e 30 min)

Reflexão final (10 min)



PRÁTICA SIMULADA

317

Adaptação ao equipamento e técnicas de instalação

Objectivo

Familiarização com os colectores solares, estruturas outros componentes e acessórios. Execução de uma instalação residencial de circulação natural e outra de circulação forçada.

Resposta a questões de índole prática.
Avaliação e auto- avaliação a partir de uma grelha de verificação



Instalação Prática

318

Objectivos

Executar uma instalação de um sistema solar térmico tipo “termossifão” de um painel respectivo depósito canalizações e demais acessórios

Executar uma instalação de um sistema solar térmico tipo “circulação forçada” com dois painéis, respectivo depósito canalizações, grupo hidráulico, central de controlo, vasos de expansão e demais acessórios.



Instalação Prática

319

Grupos de trabalho e método de avaliação

Os formandos serão divididos em grupos (de 5 pessoas no máximo) e deverão identificar todos os critérios relativos à instalação, desde a escolha do tipo de tubo, à localização fixação interligação e funcionamento do painel solar.

A grelha de avaliação prática tem 10 verificações de procedimentos em que o formador avalia se o formando sabe ou não executar correctamente o procedimento pretendido.



Capítulo XII - Avaliação

320

Tempo - 2 horas

Avaliação do Formando – Exame escrito (1 h)

Avaliação da acção pelos formandos (30 min)

Avaliação da acção pelo formador (10 min)

Entrega do resultado da avaliação escrita e da prática simulada
(10 min)

Reflexão final (10 min)



Avaliação

321

Exame escrito



Duração: 1 hora



Final

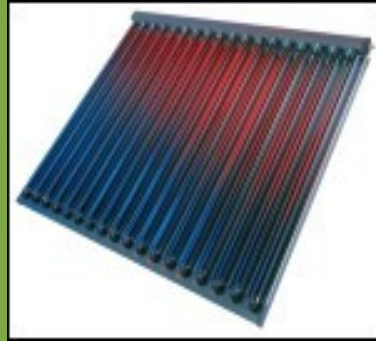
322

Avaliação da acção pelo formador

Entrega dos resultados da avaliação escrita e da prova prática

Avaliação da acção pelo formando

Preenchimento dos formulários de inquérito



**Obrigado pela atenção
dispensada. Boas instalações**