10 páginas sobre...

Projecto de **Sistemas Solares Térmicos**

"Observe intensamente a Natureza e então perceberá tudo melhor" [Albert Einstein]

palavras-chave

- ENERGIA SOLAR
- SISTEMAS SOLARES TÉRMICOS
- PROJECTO SST
- QUALIFICAÇÃO DE PROJECTISTAS

resumo

Os sistemas solares térmicos são uma realidade por todo o país e pelo mundo. No entanto, a potência do Sol, sendo generosa, também é débil. Isto é, embora gratuita, a energia do Sol tem baixa intensidade energética, pelo que o seu não aproveitamento de forma eficiente inviabiliza do ponto vista técnico e económico muito do investimento feito em instalações para a sua captura.

Apenas projectos de sistemas solares térmicos bem dimensionados, acompanhados por uma execução, exploração e manutenção adequadas podem ditar o seu sucesso presente e futuro.

A reunião de competências pelos projectistas de SST é fundamental para este sucesso. Esta aprendizagem pode resultar de documentação e formação

O projecto de sistemas solares térmicos deve ter em consideração os requisitos legais aplicáveis, mas também outras boas práticas para que as instalações solares sejam eficazes e eficientes. Ou seja, instalações de que facto captem a energia solar, mas cuja captura seja económica e tecnicamente viável.

Com este documento espera-se estar a dar um sucinto, mas oportuno contributo.

FICHA TÉCNICA

IDENTIFICAÇÃO

DESIGNAÇÃO: 10 Páginas sobre Projecto de Sistemas Solares

NÚMERO: MI055 VERSÃO: 01

DATA de EMISSÃO: 12/10/2013

Alberto Marimba, MSc, Eng. - Projectista de Sistemas Solares Certificado CPK-013/2013





APROVAÇÃO: Alberto Marimba, Geprix

DESCRIÇÃO:

Constitui um manual de orientação a utilizar por Projectistas de Sistema Solares Térmicos.

CAMPO DE APLICAÇÃO

Direcção de Produto e Serviço; Vector Engenharia e Consultoria .

MOTIVO DA EDIÇÃO

Trata-se da primeira edição do documento para divulgação livre.

REGISTO DE VERSÕES

Versão	Data	Autoria	Validação	Aprovação	
01	12/10/2013	Alberto Marimba	Alberto Marimba	Alberto Marimba	
Assinatura					

REGISTO DE DETENTORES

_	Exemplar Data		Entidade	Função	Validação
-	01	12/10/2013	Geprix	Entidade Formadora e Prestadora de Serviços de Engenharia	
	02				
	03				
	04				

REFERÊNCIAS

o [Ref. 1] - Dec. Lei 80/2006.

NOMENCLATURA E DEFINIÇÕES

- SST Sistema Solar Térmico;
- RCCTE Regulamento para o Comportamento Térmico de Edificios;
- AQS Agua Quente Solar;
- LNEG Laboratório Nacional de Energia e Geologia;
- N.a. Não aplicável.

BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA

Perguntas & Respostas sobre RCCTE - www.adene.pt

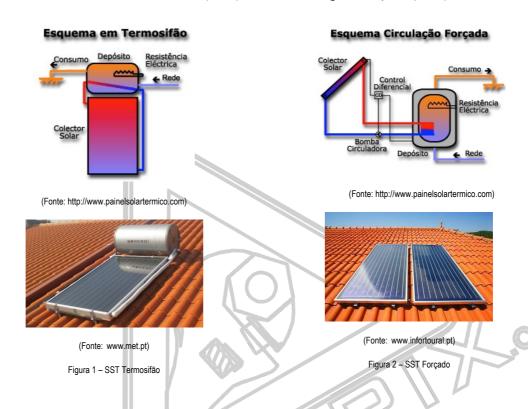
INDICE

		_
1.	INTRODUÇÃO	.2
2.	INTRODUÇÃOENQUADRAMENTO LEGAL	.2
3.	REQUISITOS FUNDAMENTAIS DE UM PROJETO DE SST	.3
4.	REQUISITOS DO PROJETISTA DE SST	.3
5.	INDICADORES PARA CONTROLO DO PROJETO E DO SST	.3
6.	CARACTERIZAÇÃO DAS NECESSIDADES	
7.	COLETORES SOLARES	
8.	NECESSIDADES REGULAMENTARES DE AQS	
9.	DIAGRAMA DE PRINCÍPIO DA INSTALAÇÃO E FRONTEIRAS DO SST	
10.	CAUDAL E PERDAS DE CARGA EM TUBAGENS	9
11.	BOMBA DE CIRCULAÇÃO	0
12.	CENTRAL DE CONTROLO1	0
13.	OUTROS DISPOSITIVOS A DIMENSIONAR1	
14.	ORÇAMENTO DA INSTALAÇÃO1	2
15.	PARÂMETROS DE VALORIZAÇÃO DE PROPOSTAS1	
16.	PROGRAMAÇÃO E VALIDAÇÃO DA EXECUÇÃO DA INSTALAÇÃO1	2
17.	PLANO DE MANUTENÇÃO E EXPLORAÇÃO DO SST1	3
18.	EXEMPLOS PRÁTICOS1	
19.	CONCLUSÕES1	3
Curva	da Polaca (*)"	3
	• *	

1. Introdução

Os sistemas solares térmicos (SST) traduzem a tecnologia utilizada para captar, reconduzir e armazenar a energia térmica do sol. Normalmente, os SST são utilizados para o aquecimento de água. A água aquecida pelo sol – água quente solar (AQS) pode ser utilizada para responder a necessidades domésticas ou industriais.

Os SST mais instalados são os SST termosifão (Figura 1) e os SST de regime forçado (Figura 2).



Algumas vantagens e desvantagens destes dois sistemas são:

Sistema Termosifão

Prós	Contras
Mais barato	Inestético
Facilidade de instalação	Baixo volume de AQS
Fácil controlo	Menor rendimento

Sistema Forçado

-6					
	Prós	Contras			
•	Elevada capacidade de AQS	Controlo mais exigente			
•	Melhor integração no edifício	• Preço			
•	Configurável	Projecto mais exigente			

2. Enquadramento legal

O Decreto Lei 80/2006 (RCCTE) estabelece alguns requisitos a serem cumpridos respeitantes aos SST, designadamente: Área de coletor por ocupante: 1 m2/ocup. (para coletor padrão); Consumo de AQS por ocupante: 40 L/dia.

3. Requisitos fundamentais de um projeto de SST

Um SST deve ser projectado por técnico com conhecimentos e competências adequadas. Este técnico deve:

- 1. Caracterizar o tipo de projeto, indicando premissas ou restrições do dono de obra, do local ou regulamentares;
- 2. Identificar claramente o cliente (Quem paga o projeto?);
- 3. Identificar claramente a entidade e pessoa responsáveis pelo projeto;
- 4. Identificar claramente a localização do edificio ou instalação;
- 5. Apresentar plantas de localização à escala 1:5000 e a planta de implantação à escala 1:200;
- 6. Caracterizar a distribuição de tipologias de habitação (ou outras);
- 7. Referir o perfil de consumos (água quente sanitária, climatização, piscina, cozinha,...);
- 8. Identificar as alternativas de sistemas de apoio ao SST (ex. caldeiras, termoacumuladores, ar condicionado...);
- 9. Local para campo de colectores e eventuais obstáculos existentes no local que possam provocar sombreamento;
- 10. Orientação e inclinação do local e dos colectores solares, referindo afastamento entre baterias de colectores;
- 11. Condições existentes na sala técnica (controlo do SST);
- 12. Justificar a utilização do colector solar seleccionado para o projecto;

4. Requisitos do projetista de SST

Apenas projectistas com competências e conhecimentos adequados devem elaborar projectos de SST. Uma lista de projectistas certificados pode ser consultada no sítio da Certif em: http://www.certif.pt/c pessoas.asp.

5. Indicadores para controlo do projeto e do SST

As diversas premissas ditadas pelo cliente, boas práticas de projecto e valores de referência legais traduzem um conjunto de indicadores que devem ser monitorizados ao longo da realização do projeto de modo a manter sobre controlo a evolução do mesmo. A título de exemplo referem-se alguns indicadores:

- 1. Área de colector / ocupante: menor ou igual a 1 m^2;
- 2. Fracção Solar: entre 65% e 75%;
- 3. Rendimento do SST: Superior a 40%

6. Caracterização das Necessidades

Com base nos requisitos legais do RCCTE, identificar a quantidades de ocupantes, capacidade de AQS necessária e área de coletores padrão necessária. Para tipologia T2 e superiores deve ter-se previsto sistema de apoio, pelo que o acumulador para efeitos de energia solar deve ser dimensionado a 2/3 da sua capacidade nominal, como se exemplifica na Tabela 1.

Tabela 1 - Quadro de necessidades e AQS

#	Tipologia	Qtd	Ocupantes por Fracção	Área de coletor por ocupante (RCCTE)	Área de Coletor	Volume AQ por ocupante, 60 °C (RCCTE)	Volume AQ por tipologia	Capacidade reservatório escolhido (Nominal)	Capacidade reservatório escolhido (AQS solar)
	T	Un	pessoas	m2	m2	L	L		2/3 x Nominal (se tem apoio)
3	T2	4	3	1	12	40	120	200	133
4	T3	4	4	1	16	40	160	300	200

7. Coletores solares

A informação técnica do colector solar seleccionado par ao projecto deve ser obtida pelo programa informárico Solterm, que terá de ser adquirido ao LNEG. Na ausência desta informação, deve consultar-se a ficha técnica do produto no sítio da internet da entidade de certificação de SST: Solar Keymark, em www.solarkeymark.org.

A informação principal a obter de um coletor solar para efeitos de projecto é:

- Marca, modelo, fabricante;
- Rendimento óptico (%);
- Coeficientes de perdas a1 (W/m^2.°C) e a2 (W/m^2.°C^2);
- Área de abertura (m^2);
- Temperatura de estagnação (°C);
- Volume do collector (L);
- Caudal recomendado pelo fabricante (Kg/(s.m²)).

8. Necessidades regulamentares de AQS

O dimensionamento do SST deve ter como base os requisitos legais do RCCTE, calculados pelo programa informático SOLTERM, o que permite determinar, entre outros parâmetros:

- Energia a fornecer pelos coletores como contributo para as necessidades de AQS, kWh;
- Fração solar dos coletores, %;
- Rendimento dos coletores, %;
- Produtividade dos coletores, kWh/m² col.;
- Radiação no plano do coletor com inclinação, kWh/m^2 col.;
- Carga de AQS solicitada, kWh

Convém ter presente que pode ser aceite pelos peritos qualificados do SCE como regulamentar a instalação de coletores solares com base na energia captada pelo sistema, mesmo que apresente valores diferentes da razão 1 m^2 de coletor por ocupante, desde que se demonstre que a solução alternativa proposta capta, numa base anual, a energia equivalente a um sistema solar térmico idêntico mas que utilize coletor(es) padrão, com as características referidas acima.

Assim, o Projecto de SST deve incluir os relatórios Solterm calculados para o colector padrão, bem como os relatórios para o colector selecionado para o projecto de modo a evidenciar a adequabilidade do mesmo aos requisitos legais referidos.

Começa-se por utilizar o Solterm para coletores padrão, identificando-se assim a energia que o SST deve fornecer face às necessidades de consumo de energia (carga). Para selecionar um de entre vários coletores, deve ter-se em consideração os resultados obtidos pelo Solterm, analisando-se essencialmente os valores de rendimento, produtividade e quantidade de coletores para fornecer a energia solicitada.

- 1.º Passo Efetuar simulação para a solução base através do programa Solterm com colector padrão (Coeficientes de perdas térmicas a1 = 7,500 W/(m².K) e a2 = 0,014 W/(m².K²) e rendimento óptico = 69 %), usando um modificador de ângulo para incidência de 50° = 0,87 e área mínima exigida pelo RCCTE (razão de 1 m²/ocupante), bem como com todos os restantes parâmetros, relativos a outros componentes do sistema, previstos na solução preconizada pelo projetista.
- **2.º Passo** Efetuar a simulação, através do Solterm, para o colector solar selecionado para o Projecto, mantendo os restantes parâmetros iguais aos utilizados na simulação anterior.

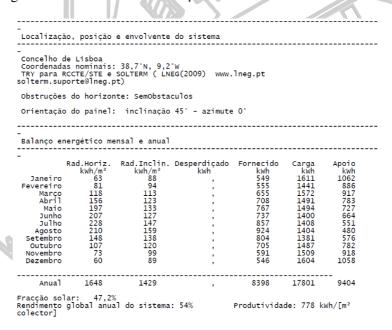


Figura 3 – Exemplo de relatório Solterm - Energia anual captada

3.º Passo - Comparar as energias fornecidas (Esolar) por ambos os sistemas solares (solução base com coletor padrão e soluções alternativas com coletores propostos).

4.º Passo - Caso a energia Esolar da solução alternativa seja igual ou superior ao Esolar da solução base, essa solução alternativa poderá então ser considerada.

Após o dimensionamento pelo Solterm, será necessário ajustar os parâmetros deste programa, fazendo a otimização energética do coletor para obter uma fração solar com valores entre 65% e 75%, devendo construir-se o respectivo gráfico e juntar-se ao projecto, como se ilustra na Figura 4.

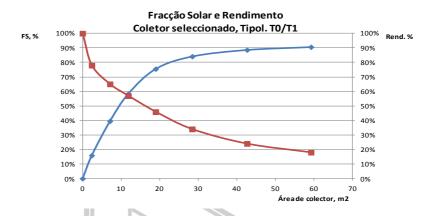


Figura 4 - Gráfico do rendimento e fração solar do coletor

Para a análise energética efetuada pelo Solterm é necessário introduzir os dados dos acumuladores selecionados para providenciar a AQS necessária, designadamente: Marca, modelo e capacidade em litros.

9. Diagrama de princípio da instalação e fronteiras do SST

Um Projecto de SST deve apoiar-se em diversos diagramas de princípio onde se traduz o funcionamento do sistema. Alguns diagramas úteis podem indicar: Os principais subsistemas do SST, identificando as respetivas fronteiras; Diagramas de tubagem de distribuição vertical e por fração de habitação; Diagrama da distribuição de AQS na fração de habitação, entre outros.

No projecto pode usar-se a simbologia da norma NP-1801, 1985, "COLECTORES SOLARES – Instalações. Classificação. Simbologia", ilustrando-se na Tabela 2 alguma dessa simbologia.

Símbolo Designação

Colector Solar Plano

Purgador de ar

Bomba circuladora

Válvula de regulação

Tabela 2 - Simbologia do Projecto de SST

Um diagrama de princípio da instalação pode ser útil, identificando-se aí os diversos sub-sistemas e fronteiras dos mesmos, como se ilustra na Figura 5.

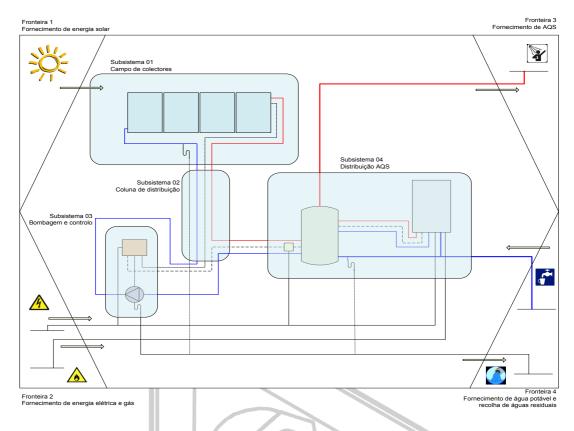


Figura 5 - Diagrama de princípio da instalação e fronteiras do sistema

Outros diagramas devem ser elaborados, designadamente: campo de coletores, ramais de distribuição, sala técnica de control do SST e diagrama de princípio dos diversos sistemas instalados, como se ilustra nas figuras seguintes.

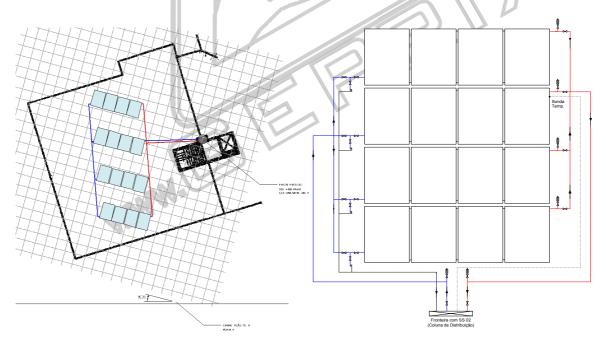


Figura 6 – Diagrama da representação do campo de coletores

No campo de colectores deve decidir-se quanto ao tipo de ligação para cada bateria de colectores.

Uma ligação de coletores em paralelo de canais, pode ser aquela que apresenta menores perdas de carga da instalação de coletores.

A ligação em paralelo de canais pode facilitar a manutenção, designadamente aquando do esvaziamento de coletores e a sua respectiva purga. A ligação em paralelo de canais também facilita o escoamento do fluído térmico fazendo uma distribuição do calor mais uniforme evitando a situação da ligação em série em que os coletores de entrada estão sempre muito mais frios e os coletores de saída muito mais quentes. A Figura 7 ilustra a diferença ente ligação em paralelo e paralelo de canais.

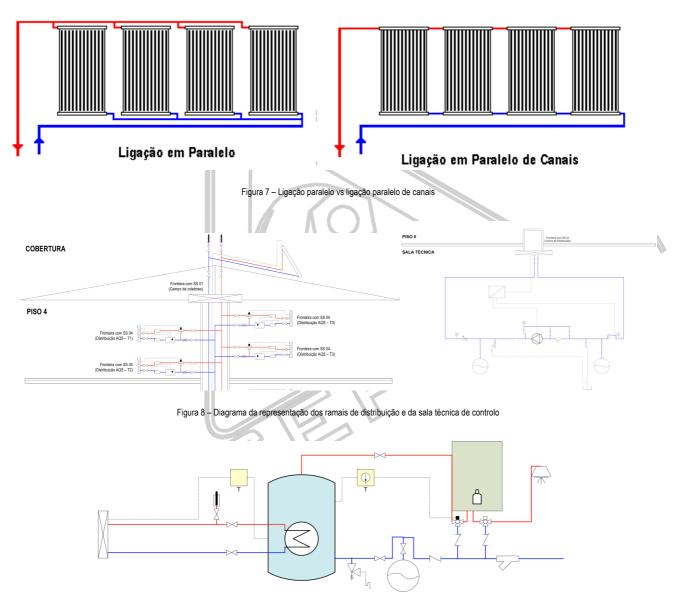


Figura 9 – Diagrama de princípio de funcionamento dos sistemas instalados

Na sequência da elaboração dos diagramas deve fazer-se a listagem estruturada de materiais do SST. Esta listagem será útil para efeitos de controlo do projecto, e para elaboração do orçamento do SST.

Caudal e perdas de carga em tubagens 10.

Na sequência da análise energética efetuada pelo Solterm, identifica-se a quantidade de coletores solares necessários. Sabendo a quantidade de coletores e seu arranjo em termos de baterias, deve determinar-se o caudal adequado de cada bateria de coletores. Para determinar o caudal que deverá percorrer o campo de coletores procede-se à análise da informação técnica do fabricante do coletor.

Para determinar as perdas de carga do SST, deve determinar-se para cada circuito ou troço: Nº de troço, comprimento, diâmetro da tubagem e caudal necessário.

As perdas de carga devem ser calculadas para determinar a potência da bomba a selecionar. As perdas de carga resultam da soma de perdas de carga na tubagem com as perdas de carga de acessórios. Como o circuito solar é um circuito fechado não são apuradas perdas de carga inerentes ao peso do fluido em tubagens verticais. Este cálculo permite identificar o caminho critico - é aquele cuja soma das perdas de carga é a maior.

Perda de carga da instalação:

$$\Delta_{H} = \Delta_{HF} + \Delta_{HACC} + \Delta_{HELEM}$$
 (Eq. 1)

Onde:

- Δ_H Perda de carga da instalação, mbar;
- Δ_{HF} Perda de carga na tubagem, mbar varia em função do diâmetro do tubo, velocidade de escoamento e comprimento da tubagem;
- Δ_{HACC} Perda de carga em acessórios (singularidades), mbar p.ex. curvas, T's, Válvulas de corte. Varia em função do fabricante e diâmetro do acessório, pelo que podem ser obtidas da informação técnica do fabricante ou estimadas através de tabelas de equivalência em metros de tubagem;
- Δ_{HELEM} Perda de carga em elementos instalados, mbar p.ex. Torneiras, filtros, reguladores de caudal. Podem variar bastante de fabricante para fabricante e respetivo diâmetro do acessório, pelo quem para bom rigor, a perda de carga nos elementos deverá ser obtida valor indicado pelo fabricante.

A perda de carga total da instalação resultará da soma das perdas de carga dos diversos caminhos críticos, designadamente: Perdas no campo de colectores + Perdas na coluna de distribuição de AQS + Perdas no grupo de circulação e controlo + Perdas nos circuitos de acumulação.

O valor de caudal máximo e mínimo para os colectores é sugerido pelo fabricante. Mas, no caso deste valor ser indeterminado, deverá calcular-se o caudal pela seguinte equação:

$$\dot{m} = \frac{10 \cdot F' U_L}{c_p} \tag{Eq. 2}$$

Onde:

- $F'U_L$ Factor de perdas (obtido do fator de perda a1 do certificado do coletor);
- C_p Calor específico do fluido (obtido pelo fabricante do fluido glicol).

Com o apuramento das perdas de carga, determinam-se os diâmetros adequados para a tubagem do SST.

11. Bomba de circulação _____

A bomba de circulação deve ser dimensionada para o caudal necessário (Q) tendo em consideração a altura manométrica das perdas de carga da instalação (H). Após os respectivos cálculos, a curva de funcionamento da bomba deve ser consonante com a curva de carga da instalação do SST, como se ilustra na Figura 10.

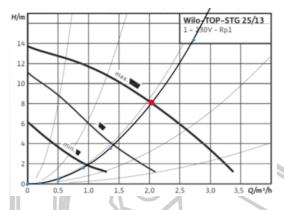


Figura 10 - Curva de carga da bomba e curva de carga da instalação e ponto de funcionamento (Fonte: Wilo)

12. Central de controlo

O controlo de um SST assenta essencialmente na gestão de duas temperaturas: a temperatura do fluído solar nos coletores e a temperatura da AQS no ponto da permuta com o SST. Mediante determinados valores destas temperaturas a central de controlo deve fazer o arranque ou paragem da bomba de circulação do fluído. Outras temperaturas podem ser controladas como a temperatura do fluído no circuito de retorno ou a temperatura da AQS para consumo. A Figura 11 ilustra o posicionamento das sondas de temperatura, assinaladas pela letra "F".

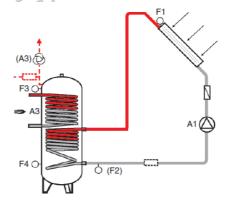


Figura 11 – Diagrama de controlo do SST (Fonte: Baxi)

13. Outros dispositivos a dimensionar

Outros equipamentos ou dispositivos devem ser dimensionados no Projecto de SST, designadamente:

- Permutadores de calor;
- Vasos de expansão do circuito primário e secundário a dimensionar tendo em consideração a dilatação do fluído que percorre o SST;
- Válvulas de segurança;
- Equipamentos de apoio à AQS (ex. Termoacumuladores elétricos, aparelhos de queima a gás, etc.);
- Acumuladores de água quente;
- Isolamento de tubagens.

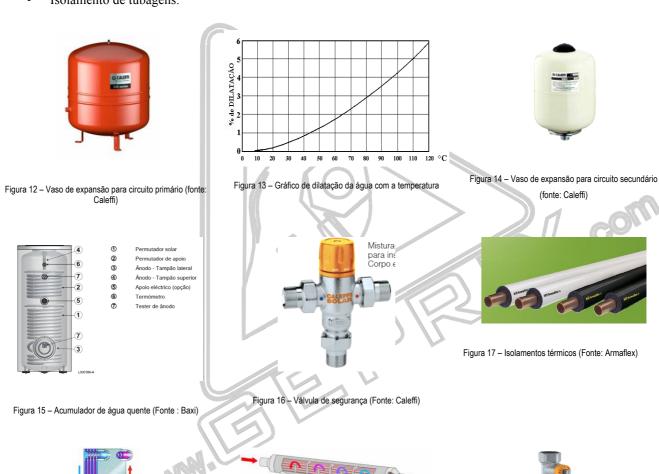


Figura 19 - Permutador tubular

Figura 18 – Permutador de placas

Figura 20 – Válvula de balanceamento com caudalímetro (Fonte: Caleffi)

14. Orçamento da instalação _____

Com o levantamento exaustivo de todos os equipamentos, tubagens e acessórios necessários ao SST, deve elaborar-se orçamento detalhado, incluindo custos de mão de obra para a instalação do SST.

Considerando os tarifários energético em vigor deve fazer-se um estudo da viabilidade da instalação, apurandose o período de retorno do investimento.

Este estudo de viabilidade deve ter em consideração os custos de manutenção anual do SST.

Parâmetros de valorização de propostas ___

O Projecto de SST deve identificar parâmetros de valorização das propostas para fornecimento e instalação do SST, tais como: Valor da proposta, Condições e prazo de pagamento, Programa de trabalhos, Prazo e execução, Plano de manutenção, Garantias, Certificação de produtos ou de pessoas, etc.

O Projecto de SST poderá ainda indicar entidades adequadas ao fornecimento e instalação do SST.

16. Programação e validação da execução da instalação _____

O Projecto de SST deve referir a sequência da execução da instalação, o que poderá incluir:

- Preparação e programação de trabalhos;
- Instruções de enchimento do circuito primário e arranque do sistema;
- Requisitos para os acabamentos e ensaios finais à instalação;
- Ferramentas especiais necessárias à instalação ou manutenção do SST.

Um exemplo importante a referir no Projecto de SST é a qualidade dos isolamentos de tubagens a efectuar, pois um isolamento deficiente pode inviabilizar o rendimento esperado da instalação solar. Na Figura 21 ilustra-se como fazer o corte e encaixe adequado de isolamentos térmicos em tubagens.



Figura 21 – Exemplo de corte e encaixe adequado para isolamentos térmicos de tubagens

Plano de manutenção e exploração do SST

O SST deve ser alvo de verificações periódicas devendo elaborar-se, logo em fase de projecto, um plano de manutenção. Esta plano deve referir os níveis mínimos de qualificação e experiência do pessoal que vai realizar as tarefas de manutenção.

O plano de manutenção deve incluir tarefas a realizar: no campo de coletores; na casa das máquinas; nos ramais de distribuição da AQS.

Uma matriz com parâmetros de controlo deve estar disponível, onde estejam resumidos os valores de regulação do sistema. Por exemplo: Delta T de temperatura para ligar/desligar a bomba de circulação; Pressão de serviço no manómetro; Pressão no ponto mais alto/mais baixo da instalação; etc.

18. Exemplos práticos

Exemplos práticos sobre como executar as tarefas descritas neste manual poderão ser consultados no Manual Prático de Projecto de Sistemas Solares Térmicos. Poderá adquirir este manual ao frequentar o Curso de Projectista de Sistema Solar Térmico da Geprix. Contacte-nos pelo email info@geprix.com.

19. Conclusões

Os SST são uma realidade no país e por esse mundo fora. É previsível um crescimento exponencial nos próximos anos das instalações solares térmicas.

A qualificação dos Projectistas de Sistemas Solares Térmicos é um dos principais factores para a viabilidade dos SST, de modo a evitar os erros do passado.

Além do dimensionamento, o projectista de SST deve assumir responsabilidades no acompanhamento da execução da instalação, bem como na sua exploração e manutenção periódica.

CURVA DA POLACA (*)"

(*) "Curva da Polaca" é a expressão para designar outros temas de interesse, na sequência do apresentado no presente documento.

Outros documentos com interesse nesta temática são:

- Curso de Projectista de Sistemas Solares Térmicos;
- Curso de Projectista de Sistemas Solares Fotovoltaicos.