



Sistema de aquecimento solar de água em circuito direto - Projeto e instalação

APRESENTAÇÃO

1) Este 1º Projeto foi elaborado pela CE-55:003.01-001 - do ABNT/CB-55 - Comitê Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento, nas reuniões de.

09/02/2006	09/03/2006	10/04/2006
11/05/2006	07/06/2006	14/07/2006
10/08/2006	21/09/2006	19/10/2006
09/11/2006	07/12/2006	15/02/2007
08/03/2007	12/04/2007	10/05/2007
04/07/2007	_____	_____

2) Este Projeto é previsto para cancelar e substituir a ABNT NBR 12269:1992, sendo que nesse ínterim a referida norma continua em vigor;

3) Não tem valor normativo;

4) Tomaram parte na elaboração deste Projeto:

Participante	Representante
ABNT/CB-02	João de Valentin
ABNT/CB-02	Rose de Lima
ABNT/CB-55	Simon Levy
Abrava-Dasol	Carlos Faria
ACFC4	Manoel Carlos
Agência Energia	Rodrigo Cunha
Alpina	Haroldo Blann
Alpina	Luis Esteban
Alpina	Paulo Ruggeri
Astrosol	Eremy de Mello
Braskem	Heloisa Fonseca



Climatic	Sérgio Simões
Colsol	Sérgio Roberto
Colsol	Aline Ribeiro
Contatus/Prosolar	Luiz Carlos
Cumulus	Fábio Damiani Fuso
Cumulus	Carlos Borges
E2Solar	José Michel
E2Solar	Felipe Augusto
E2Solar	Marco Antonio
Eluma	Emerson dos Santos
Enalter	Carlos Artur
Green / PUC	Elizabeth Pereira
Green Solar	Alexandre Salomão
Heliotek	Renato Shimura
Heliotek	Roberto Ricci
IEE/USP	Patrícia Abdala
IPT	Daniel Sowmy
IPT	Douglas Barreto
MDJ	Alberto Fossa
Ouro Fino	Breno Augusto
Ouro Fino	Paulo Accioli
Pantho	Milcíades de Andrade
Pantho	Júlio César
Pantho	Marco Aurélio
Planrac	Claudio Kazuo
Polisol	Thomas Spadinger
Polisol	Leandro de Souza
Procel/Eletróbrás	Hamilton Pollis
Procobre	João Guilherme
Resolver	Luciano Torres
Sinduscon/CBIC	Paulo Felizardo
Sinduscon/Secovi/CBIC	Paulo Eduardo



Sinduscon-SP	Lilian Sarrouf
Sodramar	Irineu Santos
Solar Minas	Levy Gonçalves
Solar Minas	Sidenei Aparecido
Solarpress	Paulo Ferreira
Soletrol	Sérgio Vasconcelos
Tigre	Fernando Lente
Tigre	Ricardo A.
Transen	Leonardo Chamone
Transen	Edson Pereira
Transen	Luiz Antonio
Transen	Alcides Bigai
Transen	Rinaldo Braga
Tuma	Frederico Dantas
Tuma	Amaurício Gomes



Sistema de aquecimento solar de água em circuito direto - Projeto e instalação

Solar water heating systems in direct circuit - Design and installation

Palavras-chave: Energia solar, Aquecimento de água. Coletor solar. Reservatório térmico.

Descriptors: Solar energy. Water heating. Solar collector.

Sumário

Prefácio

- 1 Escopo
- 2 Referências normativas
- 3 Termos e definições
- 4 Requisitos gerais
 - 4.1 Documentação do projeto
 - 4.2 Manual de operação e manutenção
 - 4.3 Documentação do SAS
 - 4.4 Atribuições
 - 4.5 Regulamentações legais e recomendações
- 5 Concepção do SAS
 - 5.1 Condições gerais
 - 5.2 Classificação do SAS
- 6 Operação, segurança e proteção
 - 6.1 Considerações gerais
 - 6.2 Liberação de fluidos quentes
 - 6.3 Queda de objetos
 - 6.4 Risco de fogo
 - 6.5 Pressão e temperatura
 - 6.6 Estagnação ou falta de energia elétrica
 - 6.7 Livre acesso
 - 6.8 Proteção contra o congelamento
 - 6.9 Proteção contra corrosão
 - 6.10 Proteção contra pressão negativa, alívio de ar e excesso de pressão positiva
 - 6.11 Estruturas
 - 6.12 Qualidade da água
 - 6.13 Resistência do SAS e componentes
- 7 Materiais e equipamentos
 - 7.1 Coletor solar
 - 7.2 Sistema de armazenamento
 - 7.3 Tubulações
 - 7.4 Motobomba
 - 7.5 Válvula de alívio
 - 7.6 Isolamento térmico
 - 7.7 Instrumentos



- 8 Circuito hidráulico**
- 8.1 Considerações gerais**
- 8.2 Circuito primário**
- 8.3 Circuito secundário**
- 9 Dimensionamento**
- 9.1 Considerações gerais**
- 10 Instalação**
- 10.1 Análise preliminar**
- 10.2 Requisitos gerais**
- 10.3 Coletores solares**
- 10.4 Reservatório térmico**
- 10.5 Tubulação**
- 10.6 Motobomba**
- 10.7 Componentes e acessórios**
- 10.8 Manutenção do SAS**
- 10.9 Armazenamento e transporte**
- 11 Operacionalização do SAS**
- 11.1 Verificação visual do SAS**
- 11.2 Verificação de estanqueidade**
- 11.3 Verificação de fluxo de água**
- 11.4 Verificação de proteção ao congelamento**
- 11.5 Início de operação**

Prefácio

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) é o Foro Nacional de Normalização. As Normas Brasileiras, cujo conteúdo é de responsabilidade dos Comitês Brasileiros (ABNT/CB), dos Organismos de Normalização Setorial (ABNT/ONS) e das Comissões de Estudo Especiais Temporárias (ABNT/CEET), são elaboradas por Comissões de Estudo (CE), formadas por representantes dos setores envolvidos, delas fazendo parte: produtores, consumidores e neutros (universidades, laboratórios e outros).

Os Documentos Técnicos ABNT são elaborados conforme as regras das Diretivas ABNT, Parte 2.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) chama atenção para a possibilidade de que alguns dos elementos deste documento podem ser objetos de direito de patente. A ABNT não deve ser considerada responsável pela identificação de quaisquer direitos de patentes.

A ABNT NBR 00000 foi elaborada no Comitê Brasileiro de Refrigeração, Ar condicionado, Ventilação e Aquecimento (ABNT/CB-55), pela Comissão de Estudo de Equipamento e Sistema para Aproveitamento Térmico de Energia Solar (CE-55.003.01). O seu Projeto circulou em Consulta Nacional conforme Edital nº 08:2007, de 15.10.2007, com o número de Projeto 55.003.01-001.

1 Escopo

Esta Norma estabelece os requisitos para o sistema de aquecimento solar (SAS), considerando aspectos de concepção, dimensionamento, arranjo hidráulico, instalação e manutenção, onde o fluido de transporte é a água.



Esta Norma se aplica ao SAS composto por coletores solares planos, com ou sem reservatórios térmicos, e com eventual sistema de aquecimento de água auxiliar.

Esta Norma é aplicável aos sistemas onde a circulação de água nos coletores solares se faz por termossifão ou por circulação forçada.

Esta Norma não é aplicável ao aquecimento de água de piscinas nem a sistemas de aquecimento solar em circuito indireto.

2 Referências normativas

Os documentos relacionados a seguir são indispensáveis à aplicação deste documento. Para referências datadas, aplicam-se somente as edições citadas. Para referências não datadas, aplicam-se as edições mais recentes do referido documento (incluindo emendas).

ABNT NBR 5410:2004 – Instalações elétricas de baixa tensão

ABNT NBR 5419:2005 – Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas

ABNT NBR 5626: 1998 - Instalação predial de água fria

ABNT NBR 6120:2000 – Cargas para cálculo de estrutura de edificações

ABNT NBR 7198: : 1993 – Projeto e execução de instalações prediais de água quente

ABNT NBR 10184 – Coletores solares planos líquidos – Determinação do rendimento térmico

ABNT NBR 10185 – Reservatórios térmicos para líquidos destinados a sistemas de energia solar – Determinação do desempenho térmico

ABNT NBR 11720:2006 – Conexões para união de tubos de cobre por soldagem ou brasagem capilar – Requisitos

ABNT NBR 13103:2006 – Instalação de aparelhos a gás para uso residencial – Requisitos dos ambientes

ABNT NBR 13206:2004 – Tubo de cobre leve, médio e pesado, sem costura, para condução de fluídos – Requisitos

ABNT NBR 13932:1997 – Instalações internas de gás liquefeito de petróleo (GLP) – Projeto e execução

ABNT NBR 13933:2003 – Instalações internas de gás natural (GN) – Projeto e execução

ABNT NBR 14570:2000 – Instalações internas para uso alternativo dos gases GN e GLP – Projeto e execução

ABNT NBR 15345:2006 – Instalação predial de tubos e conexões de cobre e ligas de cobre – Procedimento

ANSI Z 21.22:1999 – Relief valves for hot water supply systems

3 Termos e definições

Para os efeitos desta norma, aplicam-se os seguintes termos e definições:

3.1

área coletora

soma total das áreas coletoras dos coletores solares individuais



3.2

circuito direto

processo de aquecimento onde o fluido a ser utilizado é o mesmo que circula pelos coletores solares

3.3

circuito primário

circuito hidráulico existente entre os coletores solares e o(s) reservatório(s) térmico(s) (ver Anexo A)

3.4

circuito secundário

circuito hidráulico existente entre a alimentação de água fria e pontos de consumo (ver Anexo A)

3.5

circulação forçada

circulação de água no sistema de aquecimento solar devido predominantemente à imposição externa de pressão no circuito hidráulico (por exemplo, através de uma motobomba)

3.6

circulação natural ou por termossifão

circulação de água no sistema de aquecimento solar devido ao fenômeno de termossifão, que consiste na movimentação de um fluido cuja força motriz tem origem na diferença de densidade decorrente da variação de sua temperatura

3.7

coletor solar

dispositivo que absorve a radiação solar incidente, transferindo-a para um fluido de trabalho, sob a forma de energia térmica

3.8

coletor solar plano

coletor solar sem concentração em que a superfície de absorção é essencialmente plana

3.9

dispositivo de pressurização

dispositivo eletromecânico destinado a manter pressurizada a rede de distribuição hidráulica

3.10

elementos de fixação

dispositivo que faz a fixação do SAS ou de algum item dele na estrutura de apoio

3.11

energia útil

energia que, de maneira efetiva, se aproveita em um processo para incrementar a temperatura de um fluido de trabalho, depois de converter a energia solar disponível em energia térmica

3.12

estrutura de apoio

elemento estrutural que apoia o SAS ou algum item dele, podendo ser ou não parte integrante da edificação onde o SAS é instalado

3.13

fluido de trabalho

água ou qualquer outro meio utilizado para o transporte de energia em um sistema de aquecimento de água por meio do aproveitamento da energia solar



3.14

fração solar

parcela de energia requerida para aquecimento da água que é suprida pela energia solar, em média anual

3.15

instalação

ação de colocar em seus lugares os objetos para certo fim

3.16

instalador

pessoa jurídica ou física que fornece e/ou instala o SAS

3.17

instrumento

equipamento utilizado para realizar medição ou monitoramento do SAS, como manômetros, termômetros, visores de fluxo etc

3.18

isolamento térmico

materiais de baixo coeficiente de condutividade térmica, cujo uso nos sistemas solares tem por objetivo reduzir as perdas de calor

3.19

latitude

ângulo entre a localidade considerada e o plano do equador (símbolo: Φ ; variação -90° a $+90^\circ$; convenção: positivo para o hemisfério norte e negativo para o hemisfério sul)

3.20

motobomba

bomba hidráulica movida por um motor elétrico, responsável pela circulação forçada do fluido de trabalho

3.21

profissional habilitado

pessoa física devidamente graduada e com registro no respectivo órgão de classe, com responsabilidade técnica sobre projetos e/ou instalações do SAS

3.22

projetista

pessoa jurídica ou física que elabora projeto do SAS

3.23

respiro

dispositivo destinado a equalização natural das pressões positivas e negativas do SAS, saída de ar e vapor

3.24

sifão

trecho da tubulação em forma de "U" que serve para a passagem de líquidos e dificulta o fluxo devido à convecção natural

3.25

sistema de aquecimento solar (SAS)

sistema composto por coletor(es) solar(es), reservatório(s) térmico(s), aquecimento auxiliar, acessórios e suas interligações hidráulicas, que funciona por circulação natural ou forçada (ver Anexo A)



3.26

sistema de armazenamento

sistema composto por um ou mais reservatórios térmicos.

3.27

usuário do SAS

pessoa jurídica ou física que utiliza o SAS enquanto em operação

4 Requisitos gerais

4.1 Documentação do projeto

A documentação do projeto deve contemplar no mínimo os seguintes elementos:

- a) premissas de cálculo;
- b) dimensionamento;
- c) fração solar;
- d) memorial descritivo;
- e) volume de armazenamento;
- f) pressão de trabalho;
- g) fontes de abastecimento de água;
- h) área coletora;
- i) ângulos de orientação e de inclinação dos coletores solares;
- j) estudo de sombreamento;
- k) previsão de dispositivos de segurança;
- l) massa dos principais componentes;
- m) considerações a respeito de propriedades físico-químicas da água;
- n) localização, incluindo endereço;
- o) indicação do norte geográfico;
- p) planta, corte, isométrico, vista, detalhe e diagrama esquemático, necessários para perfeita compreensão das interligações hidráulicas e interfaces dos principais componentes;
- q) esquema, detalhes e especificação para operação e controle de componentes elétricos (quando aplicável);
- r) especificação dos coletores solares e reservatórios térmicos;
- s) especificação de tubos, conexões, isolamento térmico, válvulas e motobomba;
- t) tipos e localização de suportes e métodos de fixação de equipamentos, quando aplicável;



- u) especificação do sistema de aquecimento auxiliar.

4.2 Manual de operação e manutenção

O instalador deve instruir o usuário do SAS sobre o método de sua operação e entregar a seguinte documentação:

- a) nome, telefone e endereço do instalador;
- b) nome, telefone e endereço do fornecedor do produto (quando aplicável);
- c) nome, telefone e endereço do fabricante do produto (quando aplicável);
- d) modelo e características dos equipamentos contidos no SAS (quando aplicável);
- e) descrição do funcionamento do SAS;
- f) procedimentos para operação e manutenção do SAS;
- g) programa de manutenção do SAS;
- h) garantias.

4.2.1 Detalhes de funcionamento do SAS

A descrição do funcionamento do SAS deve contemplar:

- a) um diagrama do SAS, mostrando seus componentes e suas inter-relações no sistema típico instalado;
- b) diagramas elétricos e de fluxo (se aplicável).

4.2.2 Procedimentos de operação

Os procedimentos de operação devem contemplar:

- a) procedimentos para partida do sistema;
- b) rotinas de operação;
- c) procedimentos de desligamento do SAS, situações de emergência e segurança.

4.2.3 Programa de manutenção

O programa de manutenção deve contemplar:

- a) quadro sintomático com os problemas mais comuns, seus sintomas e soluções;
- b) descritivo da limpeza periódica dos coletores solares e reservatórios térmicos indicando os materiais adequados a serem utilizados;
- c) descritivo para drenagem e reabastecimento;
- d) controle de corrosão;
- e) inspeção periódica do sistema de anticongelamento (quando aplicável);



- f) inspeção dos componentes elétricos e cabos de interligação;
- g) inspeção periódica do sistema de fixação e suporte dos componentes do SAS;
- h) inspeção periódica do sistema de aquecimento auxiliar.

4.3 Documentação do SAS

O usuário do SAS deve solicitar e manter os seguintes documentos:

- a) projeto;
- b) manual de operação e manutenção;
- c) anotação de responsabilidade técnica (ART) de elaboração do projeto;
- d) anotação de responsabilidade técnica (ART) de instalação;
- e) registros de manutenção.

Recomenda-se que os documentos citados estejam sempre disponíveis e sejam de fácil acesso para análise, no local da instalação.

4.4 Atribuições

O projeto do SAS deve ser elaborado por profissional habilitado, acompanhado da respectiva ART. Qualquer alteração no projeto do SAS deve ser executada após aprovação do projetista e deve ser registrada.

A instalação do SAS deve ser supervisionada por profissional habilitado e deve ser acompanhada da respectiva ART.

O instalador do SAS deve possuir procedimentos definidos e ser qualificado para execução dos serviços, bem como registros e evidências que possam comprovar tal capacitação.

O instalador deve possuir competência comprovada (treinamentos, experiência etc.) para instalação de SAS, contemplando no mínimo as seguintes capacitações:

- a) instalações de sistemas de aquecimento solar;
- b) instalações hidráulicas;
- c) instalações elétricas em baixa tensão (quando aplicável);
- d) instalações de redes internas de gases combustíveis (quando aplicável);
- e) segurança na realização de serviços de instalações de SAS;
- f) segurança de trabalhos em altura.

O comissionamento do SAS deve ser realizado por instalador ou profissional habilitado.

4.5 Regulamentações legais e recomendações

Regulamentações legais (leis, decretos, portarias nos âmbitos federal, estadual ou municipal) aplicáveis devem ser observadas na instalação e utilização do SAS, incluindo, mas não se limitando a projetos, materiais, equipamentos e instalação.



Recomenda-se a análise adequada dos materiais e equipamentos a serem utilizados, e dos serviços de projeto, de instalação e de manutenção, bem como o atendimento aos requisitos de projeto definidos para o funcionamento adequado do SAS.

No tocante aos materiais e equipamentos, deve-se assegurar que eles atendam aos requisitos das normas de especificação aplicáveis e citadas nesta Norma.

Com relação à prestação de serviços, deve-se garantir a capacidade e gestão organizacional das empresas, principalmente no tocante aos requisitos de qualidade, segurança e meio ambiente, bem como a adequada capacitação da mão-de-obra empregada na realização de cada tipo de serviço executado.

5 Concepção do sistema de aquecimento solar (SAS)

5.1 Condições gerais

O SAS é constituído basicamente por três elementos principais:

- a) coletor(es) solar(es);
- b) reservatório térmico;
- c) sistema de aquecimento auxiliar.

O projeto do SAS deve considerar e especificar a vida útil projetada para cada um dos elementos principais.

A transferência de energia entre cada um destes elementos é assegurada pelos circuitos:

- a) primário (transferência de energia captada nos coletores para seu armazenamento);
- b) secundário (abastecimento e distribuição da água na rede).

5.1.1 Materiais e componentes do SAS

Os materiais e componentes do SAS e suas interligações devem estar projetados de maneira que contemplem a dilatação térmica característica de cada material em função da variação da temperatura do SAS..

Os componentes que contenham partes móveis, com manutenção adequada, devem ser capazes de cumprir a função com a qual tenham sido projetados, sem desgaste ou deterioração excessiva.

Os coletores solares, reservatórios térmicos, motobombas, válvulas, tubulações e outros componentes, devem poder operar corretamente dentro dos intervalos de pressão e temperatura de projeto e suportar as condições ambientais previstas para o funcionamento real, sem reduzir a vida útil projetada para o sistema.

Deve-se prever que o SAS resista a períodos sem consumo de água quente, sem deterioração significativa do sistema e de seus componentes.

O SAS deve estar projetado de modo a suportar falhas no fornecimento de energia e água, evitando que haja danos nos seus componentes.

Materiais incompatíveis do ponto de vista de corrosão, erosão e incrustação devem ser protegidos ou tratados para prevenir degradação dentro das condições de serviço.

A Tabela 1 apresenta componentes e respectivas funções para o SAS.



Tabela 1 — Componentes de SAS

Item	Componente	Função
1.	Coletor solar	Converter energia radiante em energia térmica
2.	Reservatório térmico	Acumular energia térmica na forma de água aquecida
3.	Controlador diferencial de temperatura	Controlar o funcionamento da motobomba hidráulica do sistema de aquecimento solar e eventualmente possui funções de segurança
4.	Sensor de temperatura	Medir a temperatura da água em pontos específicos do SAS
5.	Reservatório de expansão	Proteger o sistema contra variações de pressão e expansão volumétrica durante o funcionamento do SAS
6.	Válvula de alívio de pressão	Aliviar automaticamente a pressão do SAS caso a pressão máxima seja atingida
7.	Válvula de retenção	Não permitir o movimento reverso da água
8.	Válvula eliminadora de ar	Permitir a saída de ar do SAS
9.	Válvula quebra-vácuo	Aliviar pressões negativas formadas durante o funcionamento do SAS, permitindo a entrada de ar
10.	Dreno	Possibilitar o escoamento ou drenagem da água do SAS
11.	Motobomba	Promover a circulação forçada da água pelo SAS
12.	Tubos e conexões	Interconectar os componentes e transportar água aquecida
13.	Isolamento térmico	Minimizar perdas térmicas dos componentes e acessórios do SAS
14.	Equipamento auxiliar de aquecimento	Suprir a demanda térmica complementar do SAS
15.	Respiro	Equalizar pressões positivas e negativas do SAS e permitir a saída de ar e vapor

5.1.2 Coletores solares

Os coletores solares são responsáveis pelo aquecimento do fluido de trabalho a partir da energia solar captada durante os períodos de insolação.

Os coletores solares devem possuir sua curva de eficiência térmica instantânea para a aplicação pretendida, de forma a permitir o dimensionamento da área coletora.

Para garantir um bom comportamento térmico do SAS, a seleção dos coletores solares deve considerar os seguintes parâmetros:

- a) perdas térmicas;
- b) ganhos de energia;
- c) compatibilidade de uso.



5.1.3 Sistema de armazenamento

O armazenamento de energia captada, quando necessário, em função da não simultaneidade entre consumo e disponibilidade de energia solar, é feito através do armazenamento de água em reservatório(s) apropriado(s) e se manifesta pela elevação da temperatura da água armazenada.

Para garantir um bom comportamento térmico do SAS, a seleção do sistema de armazenamento deve considerar os seguintes parâmetros:

- a) perdas térmicas;
- b) estratificação térmica.

Devem ser tomadas as precauções necessárias para prever as expansões térmicas do fluido de trabalho e do reservatório térmico, sem que sua pressão supere a de trabalho do SAS, não gere vazamentos nem danifique os seus componentes e a rede de distribuição do circuito secundário.

5.1.4 Sistema de aquecimento auxiliar

Quando aplicável, deve ser previsto sistema de aquecimento auxiliar para complementar a demanda energética para o perfil de consumo previsto.

A especificação do sistema de aquecimento auxiliar e seu modo de funcionamento devem levar em conta a influência que este causa no desempenho do SAS.

A especificação do sistema de aquecimento auxiliar, de qualquer tipo, deve considerar sempre a prioridade ao aquecimento solar.

O sistema de aquecimento auxiliar pode ser utilizado em série ou em paralelo com o reservatório térmico, em relação ao circuito secundário.

O dimensionamento do sistema de aquecimento auxiliar deve ser feito da mesma forma que os sistemas convencionais de aquecimento de água, levando em conta o perfil de consumo.

5.2 Classificação do SAS

O SAS pode ser classificado conforme Tabela 2.

Tabela 2 — Classificação do SAS

Atributo	Categorias		
	I	II	III
Arranjo	Solar mais auxiliar	Somente solar	Préaquecimento solar
Circulação	Natural ou termossifão	Forçada	-
Regime	Acumulação	Passagem	-
Armazenamento	Convencional	Acoplado	Integrado
Alimentação	Exclusiva	Não exclusiva	-
Alívio pressão	Respiro	Conjunto de válvulas	-



5.2.1 Arranjo

- a) Solar mais auxiliar: sistema que utiliza, de forma integrada, ambas as fontes de energia, solar e auxiliar, e é capaz de proporcionar um serviço específico de água quente independentemente da disponibilidade de energia solar.
- b) Somente solar: SAS sem uso de sistema de aquecimento auxiliar.
- c) Pré aquecimento solar: sistema que não utiliza nenhuma forma de aquecimento auxiliar e é instalado para pré aquecer água fria, previsto na entrada de qualquer outro tipo de aquecedor de água.

5.2.2 Circulação

- a) Natural ou termossifão: sistema que utiliza somente a mudança de densidade do fluido de trabalho para obter a circulação entre o coletor e o dispositivo de armazenamento;
- b) Forçada: sistema em que o fluido de trabalho é forçado a circular entre o coletor e o reservatório térmico por pressão gerada externamente (por exemplo, motobomba).

5.2.3 Regime

- a) Acumulação: sistema em que água circula entre os coletores solares e o dispositivo de armazenamento durante os períodos de funcionamento.
- b) Passagem: sistema em que a água a ser aquecida passa diretamente desde os coletores solares até o uso.

5.2.4 Armazenamento

- a) Convencional: sistema em que o dispositivo de armazenamento está separado do coletor e está localizado a certa distância deste;
- b) Acoplado: sistema em que o dispositivo de armazenamento termina com o coletor e está montado sobre uma estrutura de suporte comum;
- c) Integrado: sistema em que as funções de coleta e armazenamento de energia solar são realizadas dentro do mesmo dispositivo.

5.2.5 Alimentação

- a) Exclusiva: sistema em que a alimentação de água fria abastece somente o SAS.
- b) Não exclusiva: sistema em que a alimentação de água fria abastece o SAS e outros pontos de consumo.

5.2.6 Alívio de pressão

- a) Respiro: sistema em que a equalização das pressões positivas e negativas do SAS, saída de ar e vapor é realizada por comunicação direta entre o reservatório e a atmosfera.
- b) Conjunto de válvulas: sistema em que a equalização das pressões positivas e negativas do SAS, saída de ar e vapor é realizada por dispositivos mecânicos.



6 Operação, segurança e proteção

6.1 Considerações gerais

Quando da interligação do SAS com outros sistemas existentes, o instalador deve se assegurar de que o equipamento existente continue atendendo às condições de segurança.

Nos sistemas projetados com drenagem automática, as válvulas devem estar conectadas a uma tubulação e dreno apropriados.

Controles, sensores, amortecedores e válvulas devem ser identificados de acordo com sua função. Qualquer controle para desligamento de emergência deve ser identificado de maneira indelével e permanente. O SAS deve possuir alertas indicativos de problemas no sistema ou em parte do sistema, a fim que o usuário identifique o mau funcionamento e os reparos necessários.

A instalação de dispositivos elétricos deve atender à ABNT NBR 5410.

A instalação de sistemas de proteção contra descargas atmosféricas deve atender à ABNT NBR 5419.

A instalação de dispositivos a gás deve atender às ABNT NBR 15526 e ABNT NBR 13103.

O SAS deve ser provido de dispositivo de alívio de pressão (por exemplo, válvula, respiro) e não deve causar danos estruturais, contaminar a água, criar risco de fogo e colocar em risco a saúde ou segurança.

6.2 Liberação de fluidos quentes

A drenagem da água aquecida deve ser conduzida para local apropriado, de forma a evitar acidentes e danos.

6.3 Queda de objetos

Os coletores solares que utilizem vidro devem ser instalados de forma a evitar acidentes e danos no caso de uma eventual quebra.

Devem ser instalados dispositivos de segurança para evitar a queda de coletores solares em locais onde isso possa constituir risco significativo para as pessoas ou bens.

6.4 Risco de fogo

Os materiais utilizados no SAS devem cumprir os requisitos aplicáveis à segurança contra combustão ou incêndio.

Materiais isolantes devem possuir resistência a fogo conforme especificado nos códigos locais, em função do local de uso.

6.5 Pressão e temperatura

Os componentes do SAS devem ser capazes de operar nas faixas de pressão e temperatura especificadas em projeto ou declaradas pelo fabricante (inclusive aqueles que sofrem exposição direta à radiação solar).



6.6 Estagnação ou falta de energia elétrica

O SAS deve ser capaz de resistir a períodos de estagnação (alto fluxo solar, baixa demanda) sem manutenção. Isto inclui as condições reinantes durante falta de energia elétrica.

6.7 Livre acesso

A instalação do SAS deve ser feita em local que possibilite sua manutenção e não prejudique o movimento de pessoal e cargas.

6.8 Proteção contra o congelamento

Nos locais que apresentem condições de congelamento da água, deve-se prever a proteção adequada do SAS.

Podem ser previstas, entre outras, as seguintes proteções:

- a) drenagem: sistema que prevê a drenagem do fluido de trabalho;
- b) recirculação: sistema que promove a circulação forçada do fluido de trabalho;
- c) aquecimento: sistema que prevê o aquecimento através de resistência de baixo consumo para produzir calor no coletor e tubulação;
- d) materiais tolerantes ao congelamento: materiais que podem ser submetidos a ciclos de congelamento e degelo enquanto preenchidos com água.

6.9 Proteção contra corrosão

Nos locais ou situações que apresentem condições de ocorrência de corrosão, deve-se prever a proteção adequada dos componentes do SAS.

Outros materiais incompatíveis do ponto de vista de corrosão, erosão e incrustação devem ser protegidos ou tratados para evitar degradação excessiva.

6.10 Proteção contra pressão negativa, alívio de ar e excesso de pressão positiva

Devem ser previstos meios de limitar a pressão no reservatório térmico a valores que não excedam os limites especificados pelo fabricante. Dispositivo de alívio de pressão deve ser usado para este propósito (respiro, válvula de alívio, válvula quebra-vácuo, válvula eliminadora de ar).

Devem ser previstos meios de eliminar vapor d'água e bolhas de ar geradas no SAS. Dispositivo de alívio de ar deve ser usado para este propósito (respiro, válvula de alívio de ar).

O SAS que não possui em sua instalação um respiro deve ser provido de uma válvula de alívio de pressão regulada para a pressão de trabalho do equipamento.

O SAS que não possui em sua instalação um respiro deve ser provido de dispositivo quebra-vácuo, cujo objetivo é prevenir o colapso do reservatório térmico, em caso de redução interna de pressão do equipamento.

O SAS que não possui um respiro em sua instalação deve ser provido de dispositivo capaz de eliminar ar e bolhas de vapor.

Reservatório térmico pressurizado por motobomba (pressurizador) e desprovido de respiro deve possuir, na alimentação de água fria, dispositivo que permita a absorção da expansão térmica da água armazenada no tanque, variações de pressão e golpe de aríete.



6.11 Estruturas

As estruturas projetadas para o sistema solar e suas estruturas de montagem devem estar baseadas em prática geral aceita de engenharia. Todo o carregamento deve estar de acordo com a ABNT NBR 6120.

6.12 Qualidade da água

O instalador deve atentar para a qualidade da água disponível no local e verificar se está de acordo com os padrões mínimos exigidos por um órgão competente, notificando o responsável pelo SAS. A instalação deve ser executada de maneira que seu funcionamento não altere as condições de uso da água.

6.13 Resistência do SAS e componentes

O SAS e a estrutura de apoio, incluindo os componentes da edificação, devem resistir a:

- a) peso próprio do coletor solar, componentes e reservatório térmico em regime de trabalho;
- b) sobrecargas (incluindo vento);
- c) expansão e contração térmica.

7 Materiais e equipamentos

Esta Norma não tem intenção de restrição tecnológica. Materiais ou equipamentos não contemplados podem ser utilizados, desde que investigados e testados para determinar se são seguros e aplicáveis aos propósitos aqui estabelecidos e, adicionalmente, devem possuir justificativas explícitas, além de ser assegurados pelos fabricantes.

7.1 Coletor solar

Os coletores solares devem ser conforme ABNT NBR 10184.

Os coletores solares devem ser capazes de operar nas faixas de pressão, temperatura e demais condições especificadas em projeto, incluindo resistência de exposição direta à radiação solar.

7.2 Sistema de armazenamento

Os reservatórios térmicos devem ser conforme ABNT NBR 10185.

Os sistemas de armazenamento devem ser capazes de operar nas faixas de pressão, temperatura e demais condições especificadas em projeto, incluindo resistência de exposição direta à radiação solar (se aplicável).

7.3 Tubulações

Tubos, conexões e acessórios devem ser capazes de suportar os fluidos nas máximas temperaturas e pressão encontradas no SAS sem apresentar vazamentos, deformações ou degradação excessiva e devem ser conforme Normas Brasileiras aplicáveis.

A tubulação e seus acessórios devem ser dimensionados para transportar o fluido de trabalho nas vazões de projeto sem excessivo ruído ou vibração, o que pode induzir altos níveis de tensões mecânicas suficientes para causar danos.



7.4 Motobomba

A motobomba deve ser capaz de operar nas faixas de pressão, vazão, temperatura, aspectos de corrosão e demais condições especificadas em projeto.

O grau de proteção da motobomba deve ser compatível com o local de instalação.

7.5 Válvula de alívio

A(s) válvula(s) de alívio deve(m) atender aos requisitos da ANSI Z21.22 e ser capaz(es) de operar nas faixas de pressão, temperatura e demais condições especificadas em projeto.

7.6 Isolamento térmico

A tubulação deve ser isolada termicamente em instalações embutidas ou aparentes e os materiais devem atender aos seguintes requisitos:

- a) ser estáveis na temperatura máxima a que serão expostos em serviço;
- b) não ser propagantes a chama;
- c) quando expostos ao tempo, ser protegidos contra ação de intempéries e radiação ultravioleta.

7.7 Instrumentos

Os equipamentos indicadores devem ser construídos de materiais e componentes capazes de suportar a máxima temperatura, pressão e vazão sem nenhum dano ao componente e ao SAS.

8 Circuito hidráulico

8.1 Considerações gerais

O projeto do circuito hidráulico do SAS deve contemplar a proporcionalidade das vazões nos coletores, de forma a evitar desequilíbrio hidráulico.

Registros devem ser previstos para permitir a manutenção dos principais componentes do sistema.

8.2 Circuito primário

A circulação do circuito primário pode ser realizada por termossifão ou circulação forçada.

8.2.1 Termossifão

A Figura 1 apresenta o esquema simplificado do circuito para termossifão, com os componentes básicos para o seu correto funcionamento.

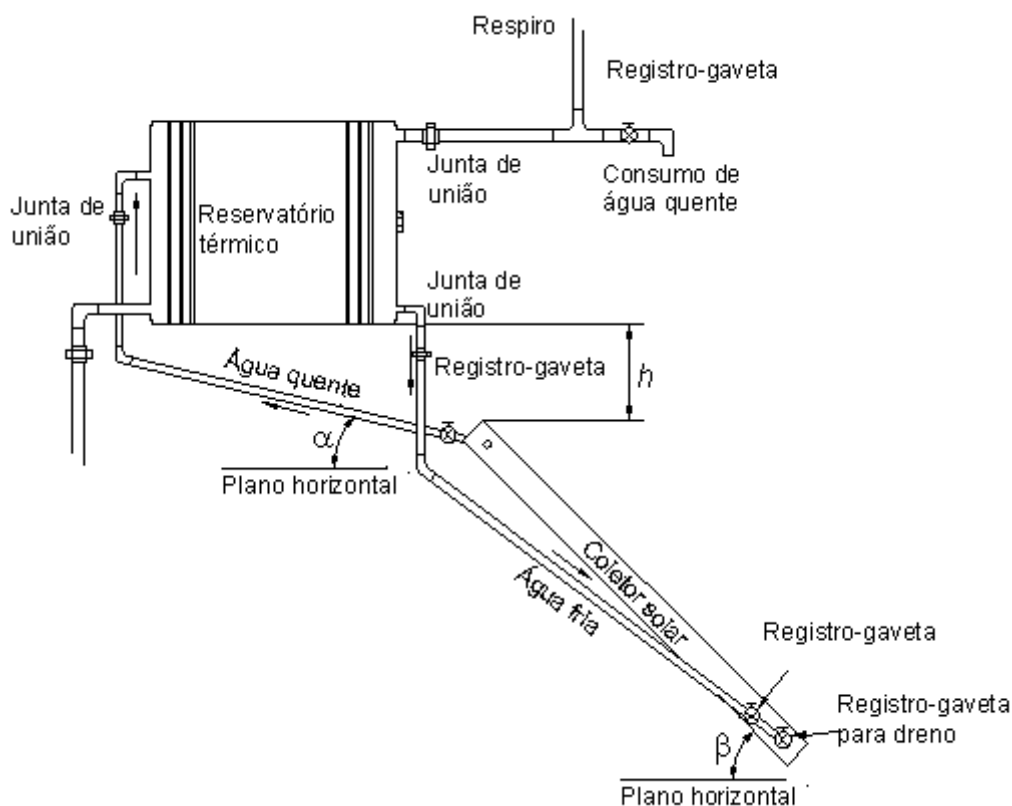


Figura 1 — Esquema de circuito para termosifão

Devem ser considerados na instalação do SAS os seguintes parâmetros, conforme especificação, manual do fabricante ou projeto:

h = altura mínima entre parte superior do coletor e parte inferior do reservatório;

β = ângulo de inclinação do coletor em relação ao plano horizontal: verificar a inclinação adequada do coletor para maximizar o funcionamento do SAS;

α = ângulo de inclinação da tubulação de retorno em relação ao plano horizontal

8.2.1.1 Perdas de carga

Considerando a pequena força que causa a circulação de água em um sistema termosifão, devem ser observadas as seguintes prescrições com o intuito de minimizar a perda de carga no circuito primário:

- verificar adequação do diâmetro da tubulação (tubulação de ida e volta), particularmente com relação à distância entre coletor e reservatório, área coletora e ângulo de inclinação da tubulação;
- utilizar registros tipo gaveta ou esfera como registros de serviço, de forma a garantir que estejam sempre totalmente abertos durante operação do SAS;

- c) usar o mínimo de curvas possível e dar preferência para curvas de 45 ° no lugar de curvas de 90 °;
- d) procurar posicionar os coletores solares o mais próximo do reservatório térmico, respeitando a altura mínima (h).

8.2.1.2 Altura mínima e fluxo reverso

Recomenda-se verificar se a altura (h) entre o ponto mais alto dos coletores solares e a base do reservatório térmico é adequada para evitar fluxo reverso, assegurando o bom funcionamento do SAS.

8.2.2 Circulação forçada

Quando a circulação por termossifão não for possível, deve-se utilizar a circulação forçada instalando uma motobomba no circuito entre os coletores solares e o reservatório térmico, acionada por comando que garanta ganho de energia térmica no sistema de armazenamento.

A Figura 2 mostra o esquema simplificado do circuito para circulação forçada com os componentes básicos para o seu correto funcionamento.

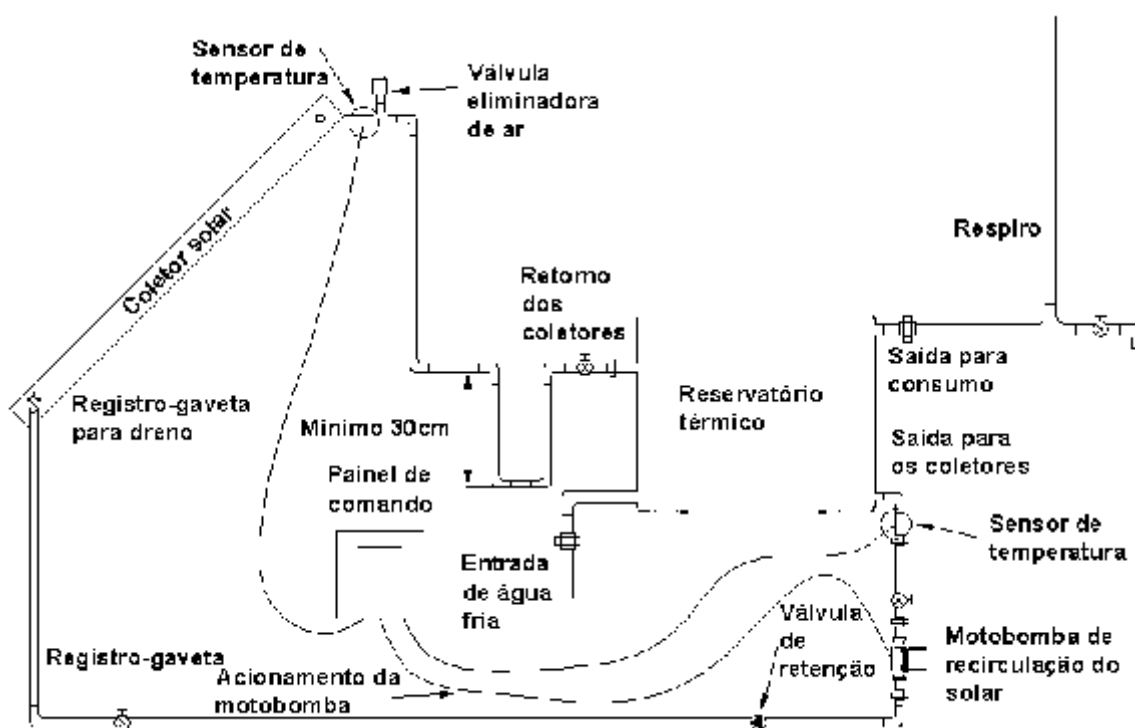


Figura 2 — Esquema de circuito para circulação forçada

Deve ser considerada a instalação de dispositivo ou meio físico que impeça a inversão da circulação do fluido e a conseqüente perda de energia armazenada no reservatório térmico.

Quando o fundo do reservatório térmico estiver situado abaixo do topo do(s) coletor(es), deve-se prever dispositivo para impedir fluxo reverso.

Nos sistemas com circulação forçada deve-se evitar a circulação dos fluidos quando não há energia solar, salvo quando a circulação é usada como proteção contra o congelamento.



A motobomba deve ser acionada automaticamente quando a temperatura da água dos coletores estiver acima da temperatura da parte inferior do reservatório térmico.

8.2.2.1 Arranjo de coletores

O arranjo hidráulico de coletores solares deve considerar a perda de eficiência térmica do SAS e assegurar adequado equilíbrio hidráulico.

8.3 Circuito secundário

O dimensionamento do circuito secundário deve ser conforme as ABNT NBR 7198 e ABNT NBR 5626.

9 Dimensionamento

9.1 Considerações gerais

O objetivo do dimensionamento é determinar qual é a área coletora e o volume do sistema de armazenamento necessário para atender à demanda de energia útil de um determinado perfil de consumo.

O dimensionamento do SAS pode ser realizado por qualquer procedimento tecnicamente reconhecido. Métodos de cálculo são sugeridos no Anexo B.

10 Instalação

10.1 Análise preliminar

O instalador deve certificar-se de que as premissas estabelecidas nas especificações, manual de instalação e projeto (tais como ângulos de orientação e de inclinação dos coletores solares, pressão de trabalho, sombreamento, previsão de dispositivos de segurança, resistência estrutural, propriedades físico-químicas da água etc.) tenham condições de ser atendidas.

O Anexo F apresenta um roteiro de verificações para avaliação das condições de instalação.

O instalador deve verificar se materiais e equipamentos são compatíveis e estão conforme especificações, manual de instalação e projeto.

10.2 Requisitos gerais

10.2.1 Vazamentos

O instalador deve verificar a existência de sistemas de escoamento, impermeabilização de lajes e coberturas, ou outros meios de escoar água de possíveis vazamentos dos componentes do SAS para local apropriado.

10.2.2 Integridade dos coletores solares

O instalador deve assegurar-se de que o coletor solar não seja deixado exposto ao sol por períodos prolongados de tempo, tanto com o coletor solar vazio como quando cheio de água e desligado do reservatório térmico. A conexão de água do coletor solar deve ser deixada aberta quando o coletor solar for exposto ao sol durante o período de instalação. Precauções específicas devem ser tomadas para prevenir a entrada de poeira e sujeira durante esse período.

10.2.3 Fixação de componentes

Furações ou passagens em peças estruturais devem ser feitas de forma a preservar a integridade da edificação.

10.2.4 Distância da rede elétrica

Deve-se observar distâncias de no mínimo 3 m entre o coletor solar e a rede pública de distribuição de energia elétrica.

10.3 Coletores solares

10.3.1 Materiais e equipamentos

Deve-se verificar se o coletor solar é compatível com a condição de instalação e uso pretendido.

10.3.2 Orientação geográfica

Os coletores solares devem ser instalados conforme especificações, manual de instalação e projeto. Na ausência desses documentos, sugere-se que os coletores sejam instalados voltados para o Norte geográfico (ver figura 3), com desvio máximo de até 30° desta direção.

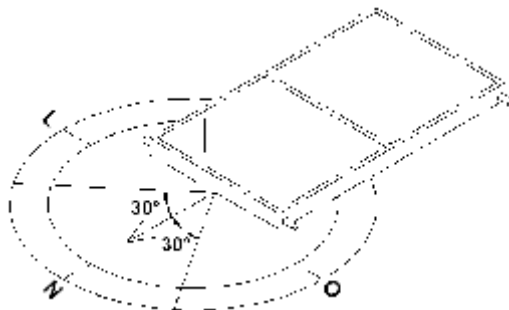


Figura 3 — Orientação geográfica dos coletores

10.3.3 Ângulo de inclinação

Os coletores solares devem ser instalados com ângulo de inclinação conforme especificações, manual de instalação e projeto. Na ausência desses documentos, sugere-se que o ângulo de inclinação seja igual ao da latitude do local, acrescido de 10° nunca inferior a 15° (ver Figura 4).

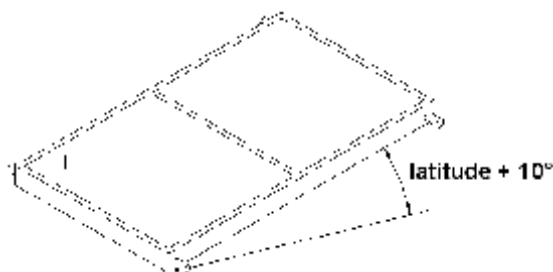


Figura 4 — Ângulo de inclinação dos coletores



10.3.4 Requisitos gerais

Os coletores solares devem ser instalados conforme especificações, manual de instalação e projeto.

Os coletores solares podem ser montados sobre o solo ou sobre a cobertura de edificações. Na montagem sobre cobertura, podem ser usados: estrutura de apoio independente da estrutura da cobertura, suportes de apoio fixados à estrutura da cobertura, apoio direto sobre a estrutura da cobertura ou coletores solares integrados à cobertura.

A localização e a orientação do coletor solar devem considerar os resíduos físicos e químicos transportados pelo ar, provenientes de incineradores e fábricas próximas, vegetação, os quais têm influência sobre o rendimento e integridade do coletor solar.

Coletores solares e suportes não devem bloquear qualquer tipo de acesso ou saída.

Deve-se assegurar acesso livre aos componentes que podem sofrer deterioração ou quebras, tais como anéis de borracha e juntas. Para os coletores solares instalados em telhados deve-se prever espaço de trabalho nas adjacências para manutenção adequada.

10.3.5 Estrutura de apoio

Se o ponto de fixação do coletor solar e seu suporte forem feitos de metais diferentes, eles devem ser isolados de forma a impedir a eletro-corrosão.

Suportes estruturais devem ser fixados de forma a resistir às agressões do ambiente e cargas como vento, tremores, chuva, neve e gelo, de tal forma que o sistema não prejudique a estabilidade da edificação.

Os suportes devem ser instalados de modo que não ocorram danos nos coletores solares devido à dilatação térmica.

O SAS e seus componentes não devem comprometer o escoamento de água, a impermeabilização da cobertura e a resistência estrutural.

10.3.6 Elementos de fixação

Os elementos de fixação (chumbadores, elementos roscados) dos coletores solares à edificação devem resistir a esforços, devido ao peso próprio dos coletores solares, tubos e demais acessórios do sistema, e a esforços originados pela ação do vento.

Os elementos de fixação devem ser protegidos adequadamente dos efeitos da corrosão.

10.3.7 Montagem sobre cobertura

Nas montagens sobre cobertura, deve-se observar a seguinte seqüência de operações:

- a) localização de pontos específicos de apoio (vigas etc.);
- b) fixação dos suportes nos pontos de apoio;
- c) reparos na impermeabilização, se necessário (instalação de rufos, calafetação etc.).

Os coletores solares ou suportes devem ser afixados nas partes estruturais da cobertura usando elementos de fixação adequados para as cargas as quais estarão expostos.



10.3.8 Montagem no solo

Nas montagens executadas no solo deve-se observar cuidados com:

- a) dispositivo de segurança, de modo a evitar danos ao SAS;
- a) sinalização de forma a evitar acidentes.

10.3.9 Sombreamento

Os coletores solares devem ser instalados de forma a evitar locais sujeitos à sombra (vegetação, edificações vizinhas, outros coletores solares, reservatórios térmicos, elementos arquitetônicos etc).

10.3.10 Proteção anticongelamento

Nos locais que apresentem condições de congelamento do fluido de trabalho, a instalação de dispositivos de proteção adequados deve ser conforme especificações, manual de instalação e projeto.

10.3.11 Providências finais

Os coletores solares devem ser protegidos de radiação solar enquanto estiverem a seco, de forma a preservar suas características originais, de acordo com especificações ou manual de fabricante.

10.4 Reservatório térmico

10.4.1 Local da instalação

O reservatório térmico deve ser instalado de forma a permitir sua eventual substituição e acesso para sua manutenção.

10.4.2 Alimentação de água fria

Quando alimentado por gravidade, o reservatório térmico deve ser alimentado com tubulação exclusiva de água fria e deve ter o seu nível superior abaixo do nível inferior de tomada d'água do reservatório de água fria. Outros casos devem considerar utilização de dispositivos específicos que permitam trabalhar em nível com o reservatório de água fria.

A alimentação de água fria deve ser feita com tubulação de diâmetro igual ou superior à tubulação de consumo de água quente.

10.4.3 Proteção contra retorno de água quente

A tubulação de alimentação de água fria deve ser dotada de sifão, de forma a impedir o retorno de água quente ao reservatório de água fria. A altura mínima do sifão deve estar de acordo com as especificações, manual e projeto, não devendo ser inferior a 30 cm de altura (ver Figuras 5 e 6).



Figura 5 — Exemplo de sifão 1

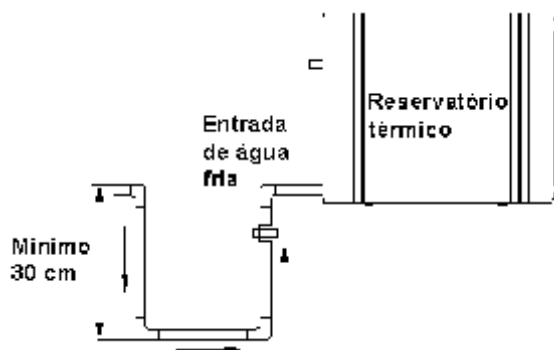


Figura 6 — Exemplo de sifão 2

A tubulação de alimentação de água fria deve ser executada com material que resista às condições de pressão e temperatura do SAS, sem isolamento térmico e com comprimento mínimo de 1,5 m a partir do sifão no sentido oposto ao fluxo de alimentação.

No caso de reservatório de água fria não exclusivo para abastecimento do SAS, a tubulação de alimentação de água fria deve ser dotada de sifão (ver Figuras 5 e 6) e de válvula de retenção, de forma a impedir o retorno de água quente ao reservatório de água fria.

No caso de reservatório térmico não provido de respiro, o SAS pode prever a utilização de válvula de retenção na alimentação de água fria do reservatório térmico, desde que seja previsto sistema de proteção contra pressão negativa, excesso de pressão causada por expansão térmica da água, eliminação de vapor e ar no reservatório térmico.

10.4.4 Aquecedor auxiliar – carregamento com água

No caso de aquecedor auxiliar elétrico interno, o reservatório térmico deve estar abastecido de água, antes que ele seja energizado.

10.4.5 Instalação dos reservatórios térmicos

Os reservatórios térmicos devem ser instalados numa estrutura de apoio, de forma a resistir aos esforços aplicados quando cheios.

Deve-se verificar se o reservatório térmico é compatível com a condição de instalação interna ou ao tempo.

Os suportes de fixação devem ser adequados para resistir peso extra para as ocasiões de manutenção do equipamento.

As entradas e saídas de água no reservatório térmico devem possuir registros e uniões para eventuais manutenções e reparos na instalação, exceto em saídas para os dispositivos de segurança.

10.4.6 Proteção contra pressão negativa, acúmulo de ar e excesso de pressão positiva

Devem ser instalados meios de limitar a pressão do reservatório térmico a valores que não excedam os limites de pressão especificados pelo fabricante, conforme especificação, manual do fabricante ou projeto.

Devem ser instalados meios de eliminar vapor d'água e bolhas de ar geradas no SAS, conforme especificação, manual do fabricante ou projeto.



Em caso de SAS com mais de um reservatório térmico, o dispositivo de alívio deve ser instalado em cada reservatório térmico. Não deve haver elemento de obstrução (registro, válvula de retenção etc.) entre o dispositivo de alívio e o seu reservatório térmico.

10.4.7 Respiro

No caso de instalação de respiro, a tubulação deve ser livre, desobstruída e aberta à atmosfera o tempo todo.

A instalação do respiro deve estar de acordo com os seguintes requisitos:

- a) a tubulação deve ser instalada na posição ascendente, a partir do ponto de conexão mais alto do reservatório térmico, sem restrições, obstrução ou mudança brusca de direção;
- b) o tubo deve ultrapassar em no mínimo 0,30 m o nível de água máximo da caixa de alimentação de água fria;
- c) o diâmetro do tubo deve ser conforme especificação, manual do fabricante ou projeto, mas não inferior a 15 mm.

10.4.8 Válvula de alívio de pressão positiva

A tubulação de descarga da válvula de alívio deve ter diâmetro recomendado pelo fabricante, mas não menor que 15 mm, não podendo possuir nenhuma restrição ou obstrução e conduzir a água eliminada para local apropriado.

10.4.9 Válvula de alívio de pressão negativa (quebra vácuo)

Caso o dispositivo quebra-vácuo esteja separado ou conectado em outra ligação, o corpo da válvula de alívio deve estar acima do nível de água do reservatório térmico e instalada estritamente de acordo com as instruções do fabricante do reservatório térmico ou projeto.

10.4.10 Válvula eliminadora de ar

A válvula eliminadora de ar deve ser instalada acima do nível superior do reservatório térmico, de acordo com especificações, manual do fabricante e projeto.

10.4.11 Drenagem

O SAS deve ser dotado de dispositivo de drenagem. A tubulação de drenagem deve ser conduzida a local apropriado para a descarga, de modo a não causar danos ao usuário.

O SAS desprovido de respiro deve ser dotado de dispositivo que facilite a entrada de ar no equipamento em caso de drenagem. Este deve estar acima do nível de água no reservatório térmico e deve ter capacidade de vazão compatível com o dispositivo de drenagem do reservatório térmico.

10.5 Tubulação

Para garantir o adequado funcionamento do SAS, evitando o acúmulo de bolhas desprendidas no aquecimento da água e a conseqüente estagnação do fluido, é essencial que sejam evitados sifões ou embarrigamentos em toda a tubulação.

As instalações de tubos devem ser conforme Normas Brasileiras aplicáveis.

A tubulação e os acessórios devem estar localizados de modo a não interferirem no funcionamento normal de janelas, portas ou outros acessos.



Tubulações enterradas sujeitas a tráfego de veículos devem se instaladas de modo a suportar os carregamentos estáticos e dinâmicos. A vala deve estar livre de objetos pontiagudos ao redor do tubo.

A união de metais não similares em sistemas com utilização de líquidos que possam resultar em corrosão acelerada deve ser evitada. Quando esse tipo de união não puder ser evitada, deve ser realizado o isolamento na interface entre os materiais.

10.5.1 Conexões de serviço

Conexões de serviço apropriadas (juntas de união, registros etc.) devem ser previstas em localizações prontamente acessíveis para preencher, drenar, limpar e permitir manutenção do SAS.

10.5.2 Perfuração de coberturas

Nos pontos onde a tubulação atravessa a cobertura (telhado, laje etc.) devem ser utilizados procedimentos que assegurem a sua perfeita vedação.

10.5.3 Suportes

É necessário providenciar suportes adequados para a tubulação, garantindo sua fixação e a inclinação desejada.

10.5.4 Isolamento térmico

Após realização do ensaio de estanqueidade e limpeza da tubulação, deve-se instalar na tubulação o isolamento térmico.

A instalação do isolamento térmico deve ser executada de maneira a evitar que qualquer acúmulo de umidade reduza sua eficiência.

10.6 Motobomba

A motobomba deve ser capaz de suportar os fluidos na máxima temperatura encontrada no SAS e ser instalada para trabalhar afogada e de maneira a prover o acesso a serviços ou substituição. Uniões de serviços e registros tipo gaveta ou esfera devem ser posicionados nas tubulações adjacentes à motobomba, para permitir a remoção da unidade, sem incorrer em desperdício de água.

As motobombas devem ser instaladas para permitir circulação adequada de ar evitando superaquecimento do motor.

Deve-se prever suporte adequado nas motobombas, a fim de evitar vibração.

A instalação da motobomba deve atender aos seguintes requisitos:

- a) a motobomba deve retirar a água do reservatório térmico e circular esta água através dos coletores solares antes de retorná-la ao reservatório térmico;
- b) uma válvula de retenção deve ser instalada após a saída da motobomba;
- c) a motobomba deve estar corretamente suportada em base ou estrutura adequadamente projetada, e a tubulação disposta de maneira a não permitir que a vibração seja transmitida aos elementos do SAS e à estrutura da construção;



Os controles da motobomba devem ser dispostos e conectados de acordo com as especificações, projeto ou manual do fabricante.

Na utilização de controlador diferencial de temperatura para acionamento da motobomba, a instalação dos sensores de temperatura deve atender aos seguintes requisitos:

- a) permitir leitura precisa da temperatura da água (poço termométrico ou fixado diretamente em tubos metálicos);
- b) após posicionados, os sensores devem ser isolados termicamente e protegidos, garantindo que eles estejam lendo somente a temperatura da água e não do ambiente onde estiverem.

10.7 Componentes e acessórios

Componentes do SAS expostos a ações externas (intempéries, choques mecânicos, etc.) devem ser protegidos para assegurar que suas funções em serviço não sejam prejudicadas.

10.7.1 Limpeza do filtro

Filtros, se inclusos, devem ser alocados de tal maneira que possam ser limpos ou substituídos com a mínima interrupção do SAS e equipamento adjacente.

10.7.2 Controles e dispositivos de segurança

Controles e dispositivos de segurança devem ser selecionados e instalados de modo a garantir que uma eventual falha de qualquer componente do sistema não resulte em danos aos usuários e ao SAS. A instalação destes acessórios deve ser feita de acordo com especificações, manual do fabricante ou projeto.

Controles, sensores e válvulas devem ser identificados de acordo com sua função.

O quadro de comando do sistema, quando existente, deve ser instalado em local de fácil acesso e visualização.

10.7.3 Sensores

Os sensores de temperatura podem ser fixados de forma mecânica e devem estar em contato com a parte do sistema que irá medir e estar isolados do ambiente.

O sensor de temperatura do coletor solar deve ser instalado conforme especificações, manual de fabricante e projeto, ou na ausência desta especificação, ser instalado a no máximo 0,05 m do coletor solar, na tubulação de saída para o reservatório térmico.

O sensor de temperatura do reservatório térmico deve ser instalado conforme especificações, manual do fabricante e projeto, ou na ausência desta especificação, ser instalado a no máximo 0,20 m do reservatório térmico, na tubulação de saída para os coletores.

Demais sensores devem ser instalados conforme especificações, manual do fabricante e projeto.

10.7.4 Instrumentos

Os instrumentos devem ser instalados de modo a permitir fácil leitura.

10.8 Manutenção do SAS

A manutenção do SAS deve ser realizada conforme manual de operação e manutenção (ver 4.2).



Devem ser previstos meios para isolar os circuitos primário e secundário do SAS para fins de manutenção ou em casos de emergência. Este isolamento não deve interromper o funcionamento dos demais sistemas hidráulicos, nem isolá-los dos dispositivos de segurança.

As válvulas de alívio de pressão, válvula eliminadora de ar, termostatos, controles e demais acessórios hidráulicos e eletroeletrônicos do SAS devem ser inspecionados periodicamente quanto ao seu funcionamento.

Devem ser tomadas medidas para permitir a limpeza das superfícies dos coletores solares na frequência necessária para prevenir uma redução significativa do seu desempenho.

10.9 Armazenamento e transporte

Os coletores solares, reservatórios térmicos e acessórios do SAS devem ser armazenados e transportados conforme instruções do fabricante.

Os reservatórios térmicos devem sempre ser transportados pelas alças de transporte ou pelos pés, nunca pelas pontas dos tubos.

Os coletores solares com cobertura devem sempre ser transportados pela caixa estrutural, nunca pelas pontas dos tubos. É necessária especial atenção para o transporte e armazenamento de coletores solares com cobertura de vidro, de forma a evitar acidentes.

11 Operacionalização do SAS

Os procedimentos de verificação devem ser feitos conforme manual do fabricante e projeto.

11.1 Verificação visual do SAS

O instalador deve fazer uma verificação visual geral do SAS para assegurar que o sistema está completo e que todos os seus componentes foram adequadamente instalados. A inspeção visual deve incluir pelo menos as seguintes verificações:

- a) correta instalação e ordem da interligação de coletor(es) solar(es), reservatório(s) térmico(s), válvulas, registros, bomba(s), dispositivos de drenagem, tubulação e demais componentes do SAS;
- b) existência e correta instalação dos equipamentos de segurança, como respiro, válvulas de segurança e válvulas de alívio de pressão;
- c) correta posição de operação dos registros e válvulas do SAS (posição aberta/fechada/regulada);
- d) desobstrução das tubulações de respiro ou dispositivos de alívio e de drenagem;
- e) existência e correta instalação de isolamento térmico das tubulações do SAS, incluindo as devidas proteções contra a ação de intempéries e radiação ultravioleta, quando exposto ao tempo;
- f) vedação da cobertura nas interferências com as tubulações, elementos de fixação e demais componentes do SAS;
- g) instalação de dispositivos elétricos;
- h) se os dispositivos de alívio e de drenagem estão interligados ou direcionados com redes de drenagem da edificação;



- i) se os sistemas de controle estão na posição automático e funcionando adequadamente.

11.2 Verificação de estanqueidade

Antes da realização do ensaio de estanqueidade, todo o ar deve ser purgado.

Antes do início de utilização e da instalação do isolamento térmico, a estanqueidade do SAS deve ser verificado na sua pressão de operação através de ensaio hidrostático. Os vazamentos, se existentes, devem ser corrigidos e o SAS novamente ensaiado.

11.3 Verificação de fluxo de água

O fluxo de água no circuito primário deve ser verificado através de uma das opções abaixo:

- a) utilizando-se dispositivo de verificação de fluxo (medidor de vazão, visor etc.).
- b) verificando-se aumento de temperatura no reservatório térmico;
- c) indicação de diferencial de temperatura do controlador nos casos de SAS com circulação forçada.

11.4 Verificação de proteção ao congelamento

Os sistemas de proteção ao congelamento dos coletores solares do SAS (quando existente) devem ser verificados conforme recomendações do fabricante.

11.5 Início de operação

Ao iniciar-se a operação do sistema, todo o ar deve ser purgado.

Antes do início da utilização do SAS, o instalador deve certificar-se de que o SAS está em condições de operação, assim como as suas interfaces com a edificação, entre elas e a rede de alimentação de água fria, a rede de consumo de água quente, a rede de energia elétrica (se existente), fixação, suportes e bases estruturais etc.

Anexo A (informativo)

Esquema evidenciando circuito primário e secundário do SAS

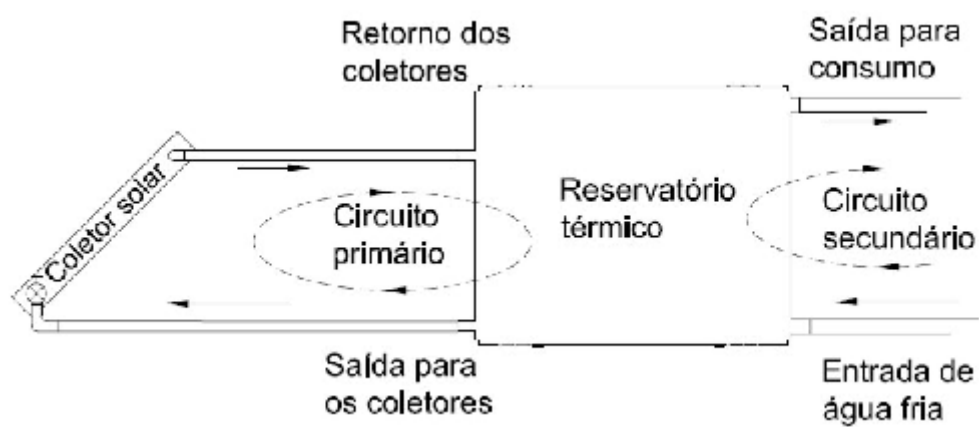


Figura A.1 - Esquema do SAS



Anexo B (informativo)

Metodologia de cálculo

B 1 Metodologia de cálculo 1

Metodologia “Carta F” conforme Solar Heating Design by the F-chart method, BECKMAN, W. A., Klein S. A. and DUFFIE, J. A., Wiley-Interscience, New York (1977).

B 2 Metodologia de cálculo 2

Esta metodologia de cálculo é recomendada para dimensionamento de SAS em residências unifamiliares atendendo aos critérios estabelecidos nesta Norma.

O método de cálculo apresentado considera uma fração solar de 70 % e que não exista sombreamento sobre os coletores solares.

B 2.1 Etapas de dimensionamento

O dimensionamento do SAS pode ser realizado através das seguintes etapas:

a) apurar o volume de consumo para atendimento dos vários pontos de utilização, levando-se em consideração a vazão das peças de utilização (ver Anexo C) e o tempo de utilização, considerando a frequência de uso.

$$\text{onde: } V_{\text{consumo}} = \sum (Q_{pu} \times T_u \times \text{frequência de uso})$$

V_{consumo} é volume total de água quente consumido diariamente em metro cúbico;

Q_{pu} é a vazão da peça de utilização, em metro cúbico por segundo;

T_u é o tempo médio de uso diário da peça de utilização, em segundos;

Frequência de uso é o número total de utilizações da peça por dia.

b) calcular o volume do sistema de armazenamento:

$$V_{\text{armaz.}} = \frac{V_{\text{consumo}} \times (T_{\text{consumo}} - T_{\text{ambiente}})}{(T_{\text{armaz}} - T_{\text{ambiente}})}$$

Onde:

V_{consumo} é volume de consumo diário em metro cúbico;

$V_{\text{armaz.}}$ é o volume do sistema de armazenamento do SAS, em metro cúbico (sugere-se que $V_{\text{armaz.}} \geq 75 \% V_{\text{consumo}}$);

T_{consumo} é a temperatura de consumo de utilização, em graus Celsius (sugere-se que seja adotado 40 °C);



T_{armaz} é a temperatura de armazenamento da água, em graus Celsius (sugere-se que $T_{armaz} \geq T_{consumo}$)

$T_{ambiente}$ é a temperatura ambiente média anual do local de instalação (ver Anexo D).

NOTA: Para valores de T_{armaz} acima de 60 °C sugere-se que seja investigada a característica de eficiência do coletor solar.

c) calcular a demanda de energia útil.

$$E_{\text{útil}} = \frac{V_{armaz} \times \rho \times Cp \times (T_{armaz} - T_{ambiente})}{3600}$$

onde:

$E_{\text{útil}}$ é a energia útil, em kilowatt hora por dia;

V_{armaz} é o volume do sistema de armazenamento do SAS, em metro cúbico (sugere-se que $V_{armaz} \geq 75\% V_{consumo}$);

ρ é a massa específica da água igual a 1000, em quilograma por metro cúbico;

Cp é o calor específico da água igual a 4,18, em kilojoule por quilograma Kelvin;

T_{armaz} é a temperatura de armazenamento da água, em grau Celsius (sugere-se que $T_{armaz} \geq T_{consumo}$);

$T_{ambiente}$ é a temperatura ambiente média anual do local de instalação (ver Anexo D).

d) calcular a área coletora:

$$A_{coletora} = \frac{(E_{\text{útil}} + E_{\text{perdas}}) \times FC_{\text{instal}} \times 4,901}{PMDEE \times I_G}, \text{ onde:}$$

$A_{coletora}$ é a área coletora em metro quadrado;

I_G é o valor da irradiação global média anual para o local de instalação em kilowatt hora por metro quadrado dia (ver Anexo D).

$E_{\text{útil}}$ é a energia útil, em kWh/dia;

E_{perdas} é o somatório das perdas térmicas dos circuitos primário e secundário, em kilowatt hora por dia, calculada pela soma das perdas ou pela equação: $E_{\text{perdas}} = 0,15 \times E_{\text{útil}}$

$PMDEE$ é a produção média diária de energia específica do coletor solar, em kilowatt hora por metro quadrado, calculada através da equação $PMDEE = 4,901 \times (Fr\tau\alpha - 0,0249 \times Fr_{UL})$, onde:

$Fr\tau\alpha$ é o coeficiente de ganho do coletor solar (adimensional);

Fr_{UL} é o coeficiente de perdas do coletor solar (adimensional).

FC_{instal} é o fator de correção para inclinação e orientação do coletor solar dado pela equação:



$$Fc_{Instal} = \frac{1}{1 - [1,2 \times 10^{-4} \times (\beta - \beta_{\acute{o}timo})^2 + 3,5 \times 10^{-5} \times \gamma^2]}$$

(para $15^\circ < \beta < 90^\circ$)

Onde:

β é a inclinação do coletor em relação ao plano horizontal em graus;

$\beta_{recomendado}$ é a inclinação ótima do coletor para o local de instalação em graus (sugere-se que seja adotado o valor de módulo da latitude local + 10°);

γ é o ângulo de orientação dos coletores solares em relação ao norte geográfico, em graus;

B 2.2 Exemplo de dimensionamento

Dimensionar um sistema de aquecimento solar para uma residência localizada na cidade de São Paulo, SP, com as seguintes características:

4 moradores;

Orientação geográfica: 30° Leste;

Inclinação de instalação dos coletores solares: 18° ;

Água quente na ducha, lavabo e cozinha.

Dados do coletor solar: $F_{r\tau\alpha}: 0,6967$ $F_{rUL}: 5,6508$

1. Consumos:

a) ducha

Tempo médio de banho: 10 minutos

Vazão da ducha: 6,6 l/min

Frequência de uso: 1 banho por usuário

$$V_{ducha} = 6,6 \frac{l}{min} \times 10 \text{ min} \times 1 \text{ banho} \times 4 \text{ usuários} = 264 \text{ litros}$$

b) Lavabo

Tempo médio de uso: 2 minutos

Vazão do lavabo: 3,0 l/min

Frequência de uso: 2 utilizações por usuário

$$V_{lavabo} = 3,0 \frac{l}{min} \times 2 \text{ min} \times 2 \text{ usos} \times 4 \text{ usuários} = 48 \text{ litros}$$

c) Cozinha



Tempo médio de uso: 3 minutos

Vazão da cozinha: 3,0 l/min

Freqüência de uso: 2 utilizações por usuário

$$V_{lavabo} = 3,0 \frac{l}{min} \times 3 \text{ min} \times 2 \text{ usos} \times 4 \text{ usuários} = 72 \text{ litros}$$

Somatório dos consumos:

$$V_{consumo} = \sum (264 + 48 + 72) = 384 \text{ litros / dia}$$

2. Cálculo do volume do sistema de armazenamento para temperatura de armazenamento de 50°C:

$$V_{armaz.} = \frac{384 \times (45 - 20)}{(50 - 20)} = 320 \text{ litros / dia}$$

3. Cálculo da demanda de energia útil e perdas:

$$E_{\text{útil}} = 320 \times 11,63 \times 10^{-4} \times (50 - 20) = 11,16 \text{ kWh / dia ,}$$

$$E_{\text{perdas}} = 0,15 \times 11,16 = 1,67 \text{ kWh / dia}$$

4. Cálculo da área coletora:

$$PMDEE = 4,901 \times (0,6967 - 0,0249 \times 5,6508) = 2,72 \text{ kWh / m}^2 \cdot \text{dia}$$

$$Fc_{\text{Instal}} = \frac{1}{1 - [1,2 \times 10^{-4} \times (18 - 33)^2 + 3,5 \times 10^{-5} \times 30^2]} = 1,06$$

$$A_{\text{coletora}} = \frac{(11,16 + 1,67) \times 1,06 \times 4,901}{2,72 \times 3,85} = 6,4 \text{ m}^2$$

Portanto, o sistema de aquecimento solar será composto por um volume de armazenamento de 320 litros e uma área coletora total de 6,4 m² ou valores comerciais mais próximos.



Anexo C (informativo)

Valores sugeridos para consumo diário de água quente

Os valores apresentados na Tabela C.1 são referências de consumo, considerando uso racional de água. Recomenda-se que os valores de consumo sejam obtidos diretamente com os fabricantes das peças e que o padrão de utilização seja avaliado em função das condições específicas de cada instalação.

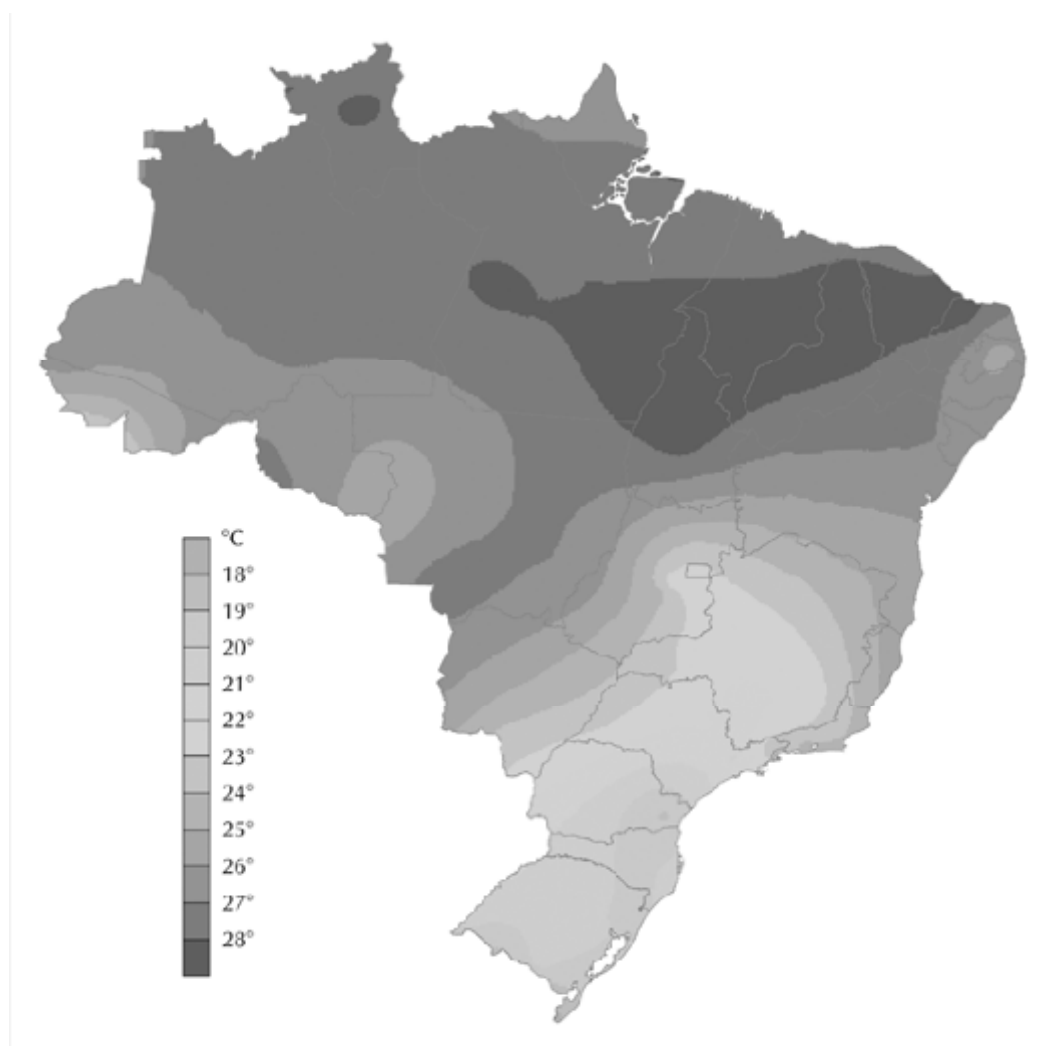
Tabela C.1 — Consumo de pontos de utilização de água quente

Peças	Consumo mínimo	Consumo máximo	Ciclo diário (minuto/pessoa)	Temperatura de consumo (°C)
Ducha de banho	3,0 L/min	15,0 L/min	10	39 – 40
Lavatório	3,0 L/min	4,8 L/min	2	39 – 40
Ducha Higiênica	3,0 L/min	4,8 L/min	2	39 – 40
Banheira	80 L	440 L	banho	39 – 40
Pia de cozinha	2,4 L/min	7,2 L/min	3	39 – 40
Lava-louças (12 pessoas)	20 L	20 L	ciclo de lavagem	39 – 50
Máquina de lavar roupa	90 L	200 L	ciclo de lavagem	39 – 40

Anexo D (informativo)

Temperatura média anual nas regiões brasileiras

Os valores apresentados na Figura D.1 são referências de temperatura nas diversas regiões do país. Recomenda-se que os valores de temperatura local sejam obtidos através dos órgãos competentes.



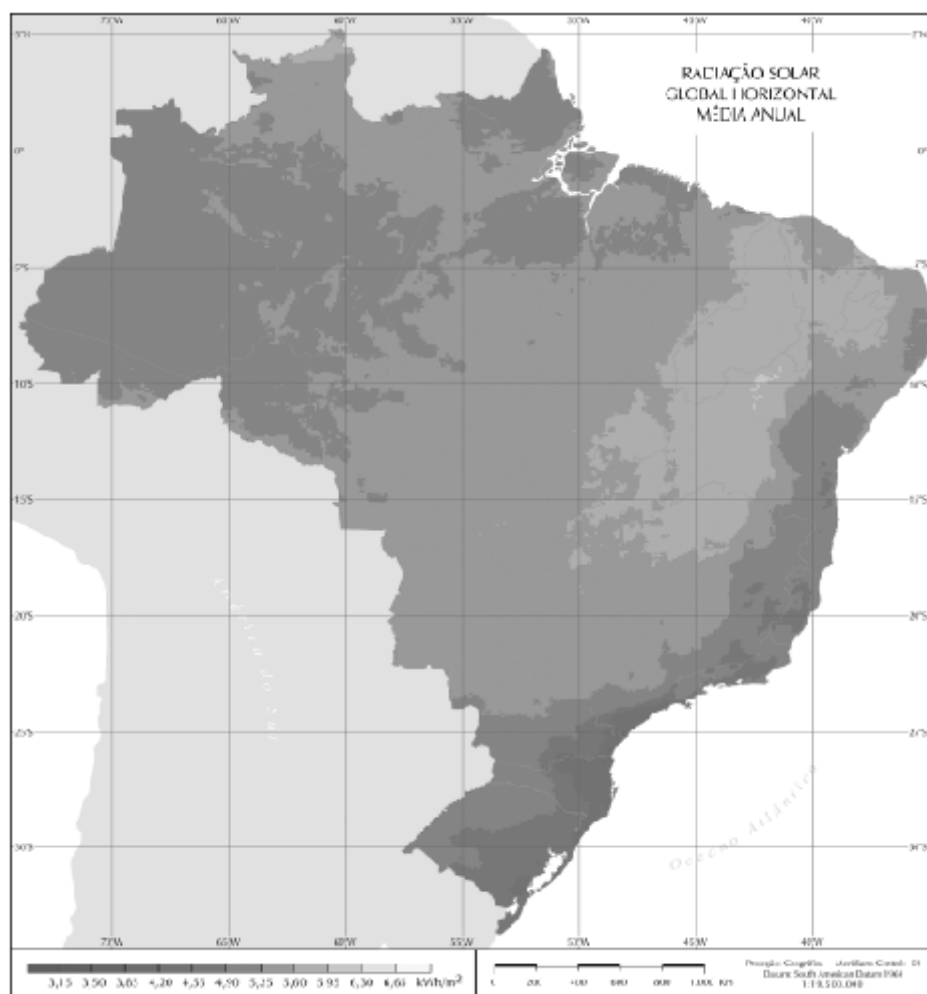
Fonte: Atlas brasileiro de energia solar / Enio Bueno Pereira;
Fernando Ramos Martins; Samuel Luna de Abreu e
Ricardo R  ther. – S  o Jos   dos Campos : INPE, 2006.

Figura D.1 — Temperatura m  dia anual

Anexo E (informativo)

Radiação solar global diária em média anual nas regiões brasileiras

Os valores apresentados na Figura E.1 são referências de radiação solar global nas diversas regiões do país. Recomenda-se que os valores de radiação solar global sejam obtidos através dos órgãos competentes



Fonte: Atlas brasileiro de energia solar / Enio Bueno Pereira;
Fernando Ramos Martins; Samuel Luna de Abreu e
Ricardo R  ther. – S  o Jos   dos Campos : INPE, 2006.

Figura E.1 — Irradia  o solar global



Anexo F (informativo)

Roteiro de verificações preliminares para avaliação de viabilidade para instalação do SAS

F 1 Para avaliação da viabilidade técnica para instalação do SAS, devem ser realizadas as verificações preliminares descritas em F 1.1 a F 1.12.

F 1.1 Identificar localização das prumadas, ponto de abastecimento de água fria e ponto de entrega de água quente.

F 1.2 Verificar as características da fonte de energia elétrica como tensão de alimentação compatível com o equipamento, quadro de comando, corrente dos disjuntores compatível com o equipamento, bitola e estado de conservação dos cabos de ligação, uso de DR' s.

F 1.3 Verificar o estado de conservação das tubulações de água fria/quente existentes, bem como sua adequação no tocante a dimensões, isolamento térmico, conexões para admissão, saída e dreno da água.

F 1.4 Identificar para o(s) coletor(es) solar(es), reservatório(s) térmico(s) e caixa(s) d'água se o local onde cada um será instalado os comportará.

F 1.5 Verificar se a orientação do local de instalação do(s) coletor(es) solar(es) está para o Norte ou se o desvio existente está conforme recomendado.

F 1.6 Identificar possíveis sombreamentos no local de instalação do(s) coletor(es) solar(es) devido a construções vizinhas, árvores, obstáculos ou o próprio telhado.

F 1.7 Verificar se há condições estruturais mínimas para onde o peso do(s) coletor(es) solar(es), respectivos suportes, reservatório(s) térmico(s) e caixa(s) d'água serão transportados e instalados.

F 1.8 Verificar as condições de acesso ao(s) coletor(es) solar(es) e reservatório(s) térmico(s) para realização da instalação e posterior manutenção e limpeza.

F 1.9 Verificar a acessibilidade dos equipamentos nos locais de instalação e, caso seja necessário, se existe condições para transporte vertical.

F 1.10 Identificar todo o material que possa ser necessário na instalação ou as distâncias aos fornecedores de materiais mais próximos.

F 1.11 Verificar se a pressão do ponto de alimentação hidráulica do SAS é compatível com as características dos produtos a serem instalados.

F 1.12 Verificar origem e qualidade do abastecimento de água fria.

F 2 Na identificação do não atendimento das condições de instalação, o instalador deve comunicar ao usuário, projetista e/ou fornecedor do SAS, para que sejam providenciadas as correções necessárias que possibilitem a sua correta instalação e operação.