

# **MANUAL DE BOAS PRÁTICAS PARA PROJETO, FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO DE SISTEMA DE AQUECIMENTO SOLAR**

# **MANUAL DE BOAS PRÁTICAS** **PARA PROJETO, FORNECIMENTO** **E INSTALAÇÃO DE SISTEMA** **DE AQUECIMENTO SOLAR**

# ÍNDICE

1.	Introdução .....	5
2.	Objetivo .....	5
3.	Definições.....	6
3.1.	Profissional capacitado.....	6
3.2.	Profissional qualificado.....	6
3.3.	Profissional habilitado.....	6
3.4.	Reservatório termossolar .....	6
3.5.	Sistema de aquecimento solar - SAS.....	7
3.6.	Sistema de armazenamento .....	7
3.7.	Sistema de aquecimento solar do tipo direto .....	7
3.8.	Sistema de aquecimento solar do tipo indireto .....	7
4.	Sistemas de Aquecimento Solar - tipos e formatos.....	7
4.1.	Sistema de aquecimento solar com aquecimento auxiliar central direto .....	8
4.2.	Sistema de aquecimento solar com aquecimento auxiliar central indireto .....	9
4.3.	Sistema de aquecimento solar com aquecimento auxiliar individual direto.....	10
4.4.	Sistema de aquecimento solar com aquecimento auxiliar individual indireto .....	11
5.	Projeto .....	12
5.1.	Conexões entre coletores solares.....	12
5.2.	Isolamento térmico das tubulações .....	13
5.3.	Suportes .....	14
5.4.	Infraestrutura .....	14
5.5.	Sistemas de aquecimento auxiliar .....	15
5.6.	Critérios de redundância em pontos críticos.....	16
5.7.	Definição do escopo de fornecimento.....	16
5.8.	Balanceamento hidráulico dos coletores solares.....	17
5.9.	Interligação dos aquecedores de água a gás .....	17
5.10.	Tipos de instalação de reservatório térmico (Serie ou paralelo).....	17
5.11.	Memorial descritivo de projeto.....	18
5.12.	Responsabilidade técnica.....	19
6.	Dimensionamento e parâmetros de cálculo .....	19
7.	Controle e automação .....	21

# ÍNDICE

7.1.	Dimensionamento das cargas e pontos de abastecimento de energia .....	21
7.2.	Distribuição elétrica e dimensionamento de cabeamentos .....	21
7.3.	Diagrama elétrico com princípio da automação desejada de cada componente .....	21
7.4.	Critérios de construção e automação dos sistemas.....	21
7.5.	Comando exclusivo para o sistema .....	22
7.6.	Acionamento elétrico de componentes .....	22
7.7.	Sensores de temperatura .....	22
7.8.	Display com informações (Sinalização e alarmes) .....	22
7.9.	Proteções (Disjuntores e surto).....	22
7.10.	Responsabilidades .....	23
8.	Materiais aplicados na instalação .....	23
8.1.	Reservatório térmico.....	23
8.2.	Coletores Solares .....	24
8.3.	Tubos e conexões .....	25
8.4.	Isolamento térmico .....	26
8.5.	Aquecimento auxiliar.....	26
8.6.	Motobombas.....	27
8.7.	Trocador de calor .....	27
8.8.	Vaso de expansão.....	28
9.	Válvulas e acessórios .....	28
9.1.	Outros equipamentos .....	29
9.2.	Cuidados de instalação.....	29
10.	Instalação.....	29
11.	Serviços de entrega dos sistemas .....	32
12.	Serviços Pós obra.....	33
12.1.	Manutenção preventiva .....	33
13.	Implementações de melhorias e diagnóstico .....	34
14.	Teste de desempenho.....	35
15.	Patologias .....	35
15.1.	Recomendações essenciais da rede hidráulica .....	35
16.	Normas e outros documentos de proficiência.....	36

# Manual de boas práticas para projeto, fornecimento e instalação de sistema de aquecimento solar

Revisão I – Abril/2024

## 1. INTRODUÇÃO

O aquecedor solar é uma tecnologia presente há mais de 40 anos no Brasil, sua fabricação é quase em sua totalidade feita com conteúdo nacional e gera mais de 40.000 empregos no País, englobando desde aplicações de pequeno porte, até grandes instalações como hospitais, hotéis, clubes, indústrias entre outras.

Com eficiência 3 a 5 vezes maior que as outras tecnologias para aquecimento de água, o aquecedor solar tem forte contribuição na redução de emissão de gases de efeito estufa para produção de água quente.

Os aquecedores solares são economicamente acessíveis a toda população, e têm manutenção mais simples e barata na comparação com outras tecnologias com vida útil superior a 25 anos.

## 2. OBJETIVO

Harmonizar os requisitos recomendados para projeto, fornecimento, instalação e comissionamento de sistemas de aquecimento solar e estabelecer níveis mínimos de instalação de centrais de água quente, principalmente com a utilização de aquecimento solar, trazendo melhorias na qualidade final entregue aos consumidores.

## Definir dentro deste objetivo:

- Requisitos básicos e mínimos de projeto
- Critérios de desempenho de produtos empregados
- Mão de obra, certificações, NR's
- Pós-venda e manutenção

## 3. DEFINIÇÕES

### 3.1. Profissional capacitado

Trabalhador que receba capacitação sob orientação e responsabilidade de profissional habilitado e autorizado.

### 3.2. Profissional qualificado

Trabalhador que possui certificado de conclusão de curso específico na área, reconhecido pelo sistema oficial de ensino.

### 3.3. Profissional habilitado

Trabalhador previamente qualificado e com registro no órgão competente.

### 3.4. Reservatório termossolar

Recipiente para acumular a energia térmica na forma de água quente, com opção de dispositivos incorporados para controlar a temperatura da água.

### **3.5. Sistema de aquecimento solar - SAS**

Sistema composto por coletor solar, reservatório termossolar, acessórios e suas interligações hidráulicas, que funciona por circulação natural ou forçada.

### **3.6. Sistema de armazenamento**

Sistema composto por um ou mais reservatórios termossolares.

### **3.7. Sistema de aquecimento solar do tipo direto**

Sistema de aquecimento onde a água potável para consumo também é utilizada para circulação nos coletores solares, não havendo separação entre a água de consumo e o aquecedor.

### **3.8. Sistema de aquecimento solar do tipo indireto**

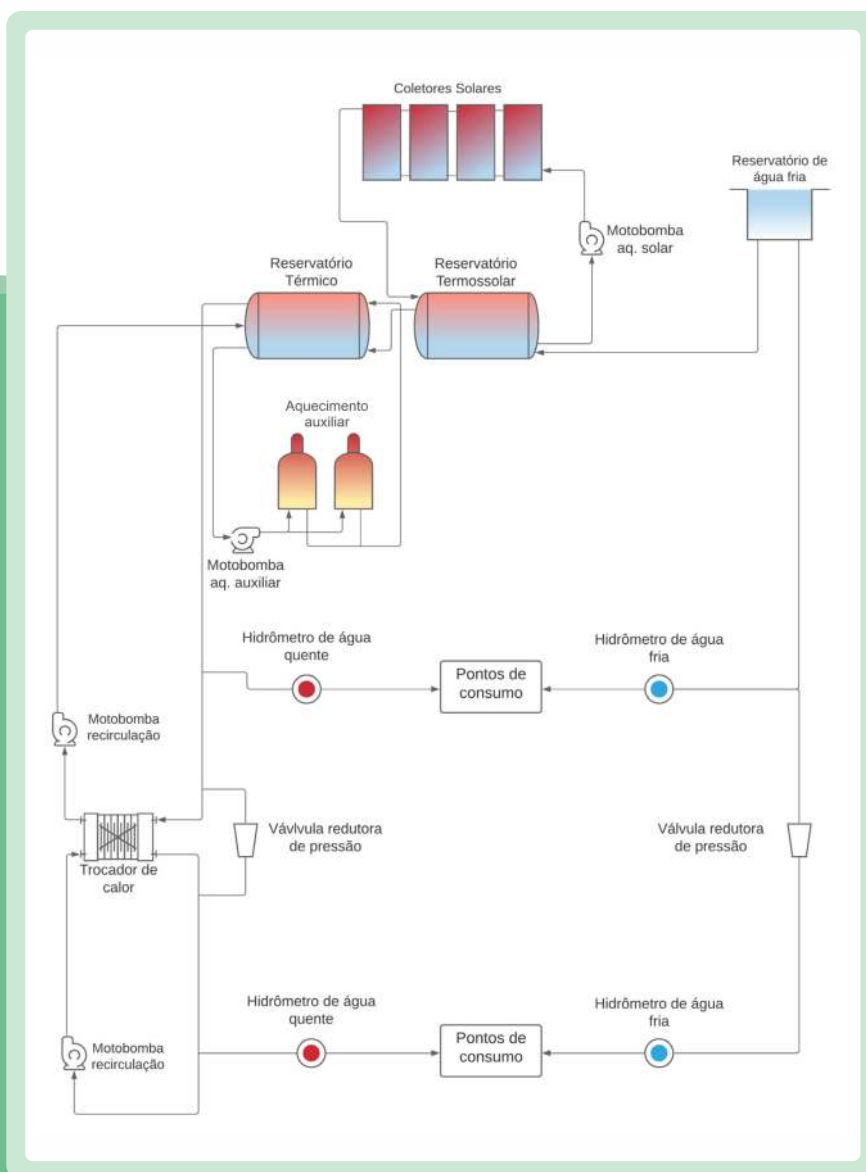
Nesse tipo de sistema, o fluido que será aquecido circula através de um circuito fechado, separado do circuito de água potável para consumo. A transferência de calor entre o coletor solar e a água de consumo é realizada através de um fluido.

## **4. SISTEMAS DE AQUECIMENTO SOLAR - TIPOS E FORMATOS**

Os sistemas de aquecimento solar constituem basicamente a captação de energia e armazenamento. Em sistemas de médio e grande porte sua complexidade é um pouco maior em função da distribuição hidráulica e sua forma de integração com os pontos de consumo. Os exemplos a seguir apresentam o conceito dos tipos mais comuns.

## 4.1. Sistema de aquecimento solar com aquecimento auxiliar central direto

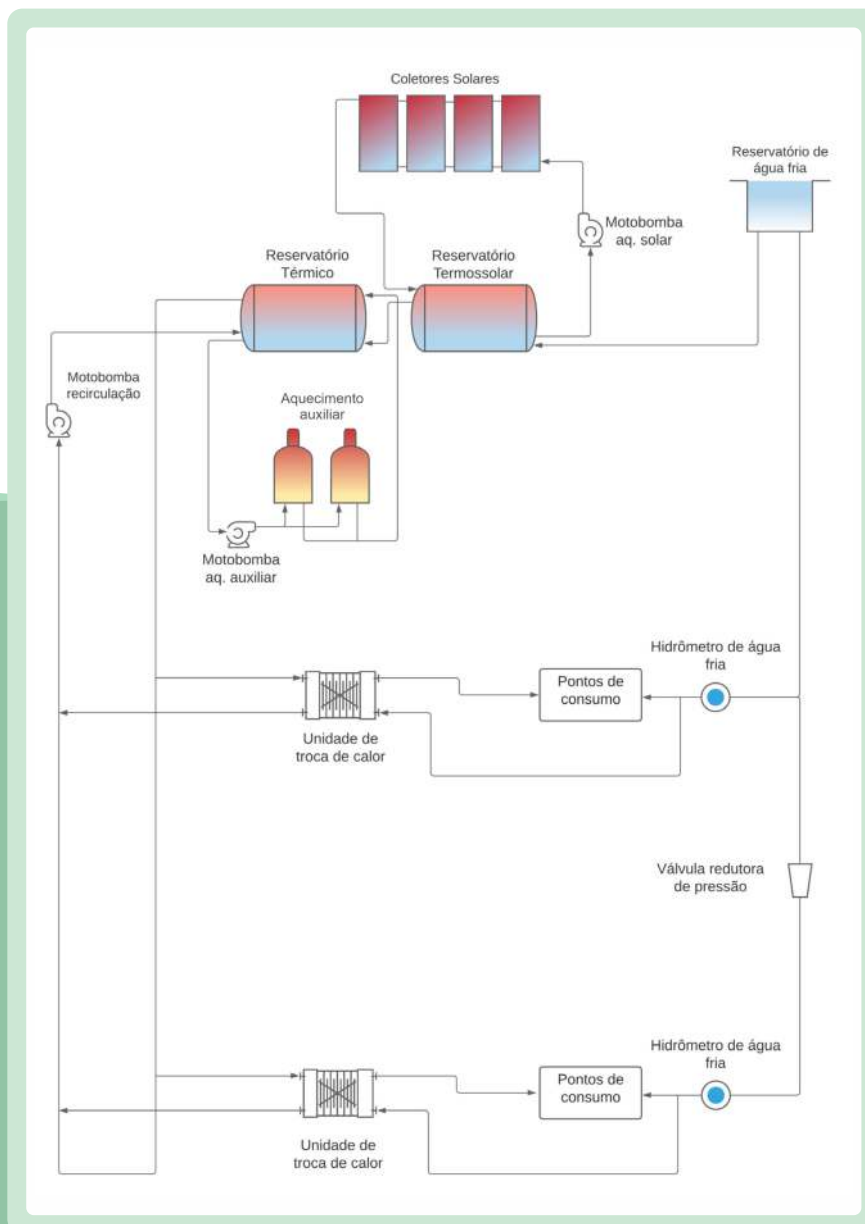
O SAS é composto por um sistema de armazenamento central, coletores solares e aquecimento auxiliar central. Este sistema possui distribuição direta da água quente para os pontos de consumo. Neste tipo de sistema, a medição individualizada deve ser realizada na entrada de água fria e entrada de água quente. O diagrama abaixo apresenta os componentes principais e o conceito simplificado do sistema e da distribuição hidráulica.





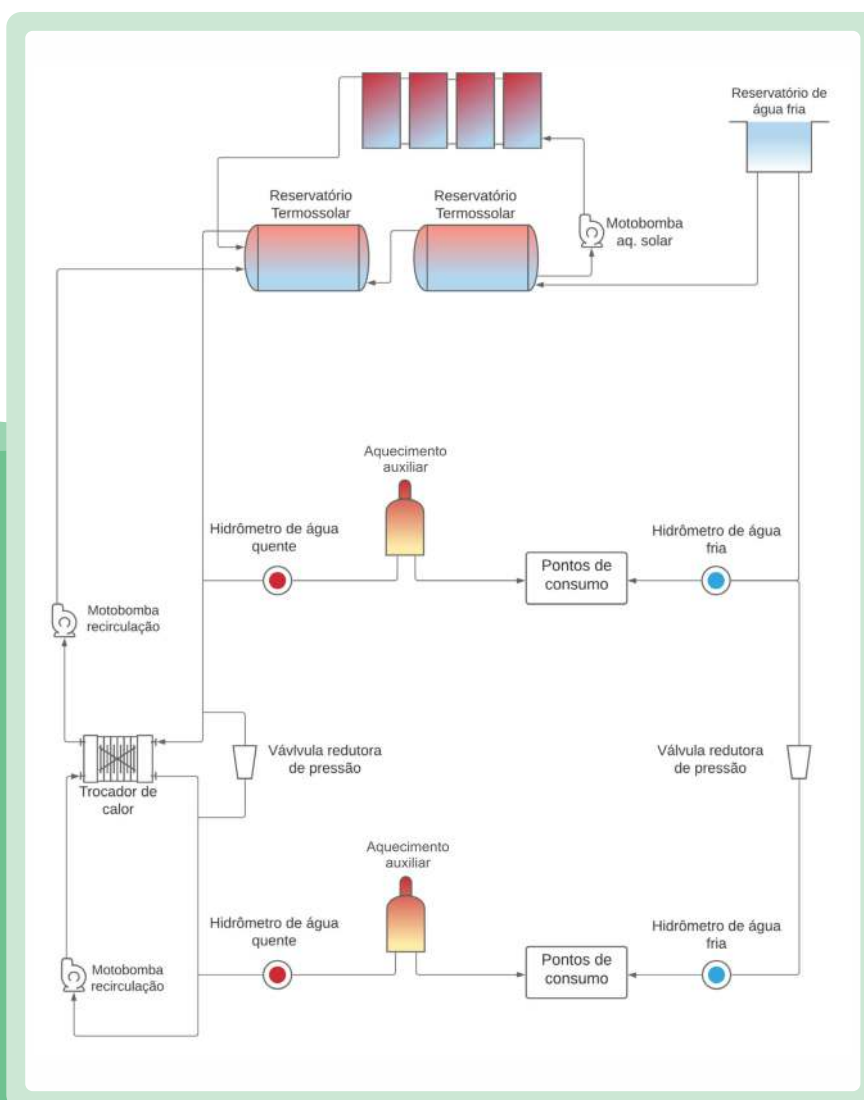
## 4.2. Sistema de aquecimento solar com aquecimento auxiliar central indireto

O SAS é composto por um sistema de armazenamento central, coletores solares e aquecimento auxiliar central. A rede de distribuição de água quente não fornece água diretamente para a unidade, cada unidade possui um trocador de calor que absorve a energia da rede de água quente e aquece a água. A medição individualizada é realizada apenas na entrada de água fria.



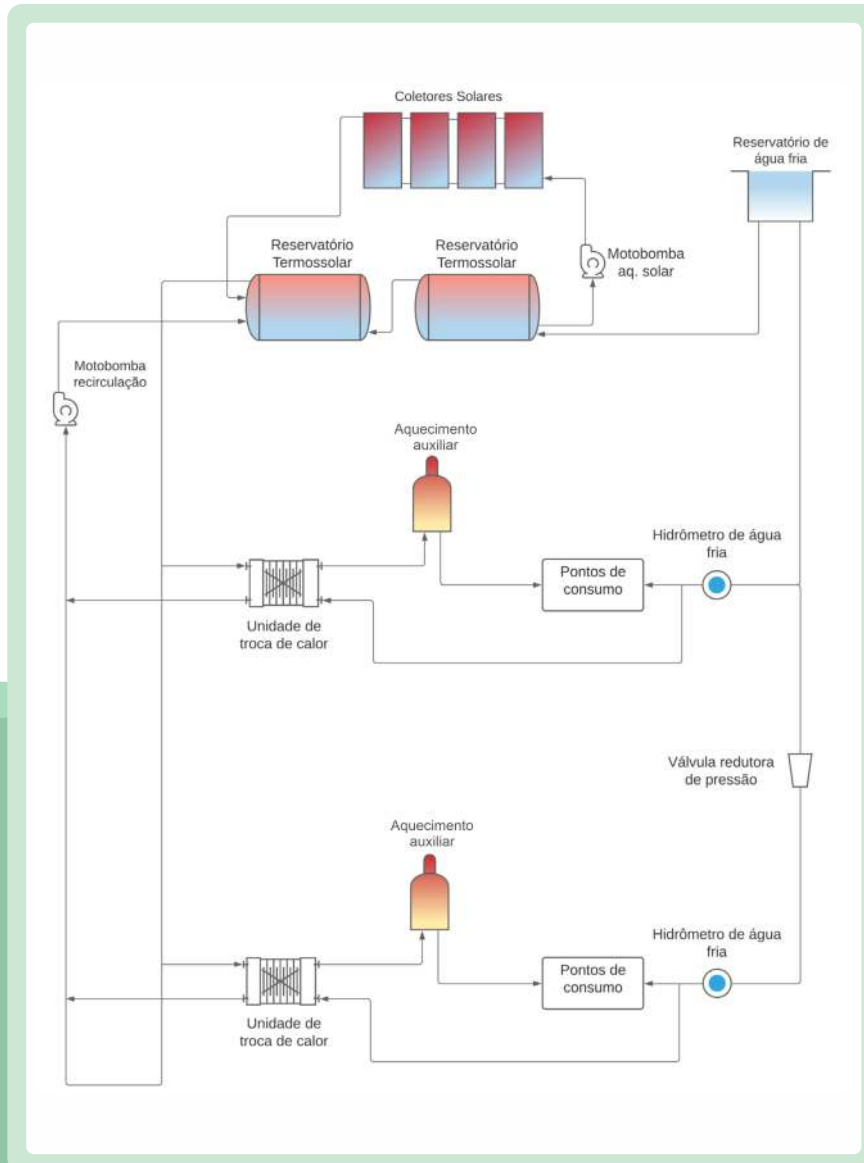
### 4.3. Sistema de aquecimento solar com aquecimento auxiliar individual direto

O SAS é composto por um sistema de armazenamento central e coletores solares. O aquecimento auxiliar está instalado em cada unidade habitacional. Este sistema possui distribuição direta da água quente para os pontos de consumo. Neste tipo de sistema, a medição individualizada deve ser realizada na entrada de água fria e entrada de água quente. O diagrama abaixo apresenta os componentes principais e o conceito simplificado do sistema e da distribuição hidráulica.



#### 4.4. Sistema de aquecimento solar com aquecimento auxiliar individual indireto

O SAS é composto por um sistema de armazenamento central e coletores solares. O aquecimento auxiliar está instalado em cada unidade habitacional. A rede de distribuição de água quente não fornece água diretamente para a unidade, cada unidade possui um trocador de calor que absorve a energia da rede de água quente e aquece a água. A medição individualizada é realizada apenas na entrada de água fria.



## 5. PROJETO

O projeto de um sistema de aquecimento solar compreende todo processo de dimensionamento, estudo de inserção e documentação necessária para a correta aquisição, instalação e operação do SAS.

### A execução do projeto permite:

- Elaboração realizada por um profissional habilitado para as disciplinas que compõem o sistema
- Dimensionamento correto em função da demanda
- Prevê as interferências com as demais disciplinas de projeto e melhora a integração do sistema à necessidade do usuário
- Especificação dos equipamentos por critérios de desempenho, eficiência e vida útil
- Segurança na aquisição e utilização do sistema de aquecimento
- Economia de investimento inicial e custo operacional

Por estas e outras vantagens, o projeto do sistema de aquecimento traz benefícios a todas as etapas, desde a concepção da edificação até o conforto do cliente durante o uso de água quente.

### 5.1. Conexões entre coletores solares

A interligação entre os coletores deverá ser especificada de modo a não comprometer a vedação entre o tubo e a caixa do coletor, essa informação geralmente é especificada pelo fabricante, na sua falta, o projeto deve alertar para essa união entre os equipamentos quanto ao superaquecimento no caso de solda próximo à vedação do coletor solar.

## 5.2. Isolamento térmico das tubulações

O isolamento térmico deve ser especificado visando menor perda térmica e contendo os seguintes critérios:

- Temperatura máxima de operação
- Espessura mínima de acordo com o diâmetro da tubulação
- Condutividade térmica máxima permitida
- Revestimento externo para proteção contra intempéries e proteção mecânica como por exemplo alumínio corrugado ou liso, tintas ou fitas específicas para esta aplicação, etc.

A espessura mínima do isolamento térmico deve seguir as especificações de projeto. Na ausência dessas informações, recomenda-se a utilização das espessuras mínimas conforme tabela abaixo, considerando a condutividade térmica menor que 0,040 W/m.K.

Diâmetro da tubulação	Espessura da parede de isolamento
½" a 1"	10mm
1.1/4" a 2"	20mm
2.1/2" a 4"	25mm

### 5.3. Suportes

A elaboração do suporte dos principais componentes do sistema, como coletor solar, deve ser realizada por profissional capacitado com as informações mínimas necessárias para sua correta construção, fixação, instalação e Vida Útil do Produto, bem como resistência mecânica contra cargas de vento e corrosão. Deve ser destacado a responsabilidade para a infraestrutura necessária da edificação para a correta instalação do suporte, de modo a garantir a segurança, impermeabilidade da base e durabilidade deste item. Além disto, é necessário a interface entre as disciplinas SPDA - Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas, estrutura e impermeabilização da edificação.

### 5.4. Infraestrutura

Entende-se por infraestrutura as providências de responsabilidade do cliente dos itens necessários para a correta instalação do sistema de aquecimento solar, como:

- Acesso para entrada dos equipamentos e futuras manutenções e substituições, principalmente o reservatório termossolar e coletores solares nas áreas técnicas
- Bases para fixação dos suportes dos coletores solares (estrutura, impermeabilização e etc.)
- Bases para motobombas do sistema
- Impermeabilização dos ambientes que constituem o SAS
- Sistema de drenagem adequado para manutenção do SAS
- Prumada de distribuição de água quente
- Prumada de retorno

- Ponto de abastecimento de gás combustível compatível com a especificação de projeto
- Pontos de ventilação do ambiente para os aquecedores a gás conforme ABNT NBR 13103
- Pontos de abertura para saída dos dutos de exaustão dos aquecedores de água a gás
- Ponto de abastecimento de energia elétrica com capacidade de carga adequada ao especificado em projeto
- Ponto de abastecimento de água fria para o SAS
- Ponto de interligação de água quente da prumada de água quente e retorno
- Infraestrutura de interligação para sensores de controle do sistema, entre os ambientes que constituem o sistema de aquecimento solar (geração, armazenamento, prumada(s) de retorno e demais componentes necessários)

### **5.5. Sistemas de aquecimento auxiliar**

O sistema de aquecimento auxiliar deve ser claramente definido no projeto quanto ao tipo, formato, capacidade e aplicação do sistema: residencial, comercial e industrial.

O projeto deve definir o escopo de fornecimento deste sistema, assim como a infraestrutura necessária para sua correta instalação, seguindo a norma pertinente ao sistema auxiliar escolhido, quando aplicável.

## 5.6. Critérios de redundância em pontos críticos

Sempre que possível, o projeto pode prever sistemas redundantes para a garantia de funcionamento do sistema em casos de contingência e manutenção:

- Motobomba principal e reserva para sistemas principais (aquecimento auxiliar e anel de recirculação), a bomba reserva pode ser prevista em funcionamento em paralelo, caso não seja instalada, com condição de rápida substituição em caso de necessidade
- Armazenamento dividido em mais de um reservatório e estes sem que o funcionamento do sistema seja interrompido (quando possível)
- Em caso de reservatório pequenos, recomenda-se a não divisão
- Privilegiar a especificação de equipamentos e acessórios de fácil aquisição no mercado

## 5.7. Definição do escopo de fornecimento

O projeto deve especificar claramente os limites de fornecimento de cada disciplina, como o sistema de aquecimento solar, pontos de abastecimento e recebimento de água, energia elétrica, infraestrutura elétrica para interligação entre componentes em diferentes ambientes, interligação ao SPDA (quando necessário) e pontos de gás combustível.

Indicar também os limites de fornecimento de geração de água quente, distribuição hidráulica e retorno.

Para os casos de sistemas indiretos, o projeto deve separar o fornecimento de prumadas, componentes e interligações elétricas que se estendem ao longo da edificação.





## 5.8. Balanceamento hidráulico dos coletores solares

O projeto deve especificar a interligação hidráulica dos coletores solares, indicando:

- Temperatura máxima
- Tipo de tubulação
- Diâmetro
- Isolamento térmico
- Vazão do setor
- Mecanismo para garantir o balanceamento hidráulico (arranjo hidráulico ou acessório)

## 5.9. Interligação dos aquecedores de água a gás

O projeto deve especificar a interligação hidráulica dos aquecedores, indicando:

- Temperatura máxima
- Tipo de tubulação
- Diâmetro
- Isolamento térmico
- Vazão

## 5.10. Tipos de instalação de reservatório térmico (serie ou paralelo)

A interligação dos reservatórios térmicos deve privilegiar a estratificação térmica e ao mesmo tempo permitir a paralização de um dos reservatórios para manutenção, quando possível.

## 5.11. Memorial descritivo de projeto

Todo projeto deve ser acompanhado de um memorial descritivo onde constam no mínimo as seguintes informações:

- Parâmetros de cálculo
- Fração solar
- Produção mensal específica de energia (PMEe do coletor solar)
- Volume de armazenamento do(s) reservatório(s) térmico(s)
- Pressão de trabalho
- Fontes de abastecimento de água
- Área coletora externa e transparente
- Ângulos de orientação e de inclinação dos coletores solares
- Estudo de sombreamento
- Previsão de dispositivos de segurança
- Massa dos principais componentes
- Recomendações de registro das propriedades físico-químicas da água
- Indicação do norte geográfico
- Planta, corte, isométrico, vista, detalhe e diagrama esquemático, necessários para perfeita compreensão das interligações hidráulicas e interfaces dos principais componentes
- Esquema, detalhes e especificação para operação e controle de componentes elétricos (quando aplicável)
- Especificação dos coletores solares e reservatórios termossolares
- Especificação de tubos, conexões, isolamento térmico, válvulas e motobomba
- Tipos e localização de suportes e métodos de fixação de equipamentos, quando aplicável

- Especificação do sistema de aquecimento auxiliar e potência necessária
- Discriminação das atividades técnicas
- Quantitativos de equipamentos e acessórios
- Escopo de fornecimento
- Especificação técnica e requisitos de desempenho dos equipamentos e acessórios
- Método construtivo a ser empregado na execução
- Ensaaios necessários para validação do sistema

### **5.12. Responsabilidade técnica**

Todo projeto de SAS deve ter como responsável um profissional habilitado com o devido recolhimento de ART - Anotação de Responsabilidade Técnica que compreende as disciplinas desenvolvidas no projeto.

## **6. DIMENSIONAMENTO E PARÂMETROS DE CÁLCULO**

O projeto de sistema de aquecimento solar deve contemplar a demanda de água quente prevista para a edificação, assim como a energia solar disponível e possível pelas características do empreendimento.

Para o cálculo de água quente de edificações habitacionais multifamiliares, na ausência de referências técnicas ou de parâmetros específicos de projeto, recomenda-se o uso dos seguintes parâmetros:

- Temperatura da água fria: base temperatura média do ambiente
- Temperatura da água quente de consumo: 40°C
- Habitantes por unidade habitacional: 1 pessoa por dormitório + 1 (para unidades do tipo Studio pode-se adotar 1,5 pessoas por unidade)
- Fator de ocupação:
  - ⊙ Até 9 unidades: 1,0
  - ⊙ De 10 a 19 unidades: 0,9
  - ⊙ De 20 a 39 unidades: 0,8
  - ⊙ 40 unidades ou mais unidades: 0,7
- Volume de água quente por pessoa:
  - ⊙ 80 litros por dia/pessoa para consumo de água quente em banho
  - ⊙ 10 litros por dia/pessoa para consumo de água quente em cozinha
  - ⊙ 10 litros por dia/pessoa para consumo de água quente em lavatório

Para o cálculo da produção de energia solar deve-se utilizar metodologias reconhecidas nacional ou internacionalmente, sendo necessário a indicação em projeto sobre os métodos utilizados assim como os parâmetros utilizados.

Para o cálculo de demanda de energia útil deve-se utilizar como referência a ENCE (Etiqueta Nacional de Conservação de Energia) do Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - INMETRO.

Para os reservatórios térmicos, recomenda-se que os volumes armazenados para o sistema de aquecimento solar esteja entre 50l/m<sup>2</sup> e 100 l/m<sup>2</sup> de coletor solar.

## **7. CONTROLE E AUTOMAÇÃO**

O controle do sistema de aquecimento solar é parte fundamental do projeto, uma vez que estabelece os critérios de acionamento de motobombas, aquecedores e proteções. Portanto, o mesmo precisa ser detalhado e especificado de forma adequada para compor o projeto de aquecimento solar.

### **7.1. Dimensionamento das cargas e pontos de abastecimento de energia**

O projeto deve especificar a tensão, corrente e pontos de espera de energia elétrica para interligação ao sistema de aquecimento solar, de forma a permitir a sua correta instalação e funcionamento.

### **7.2. Distribuição elétrica e dimensionamento de cabamentos**

Assim como a rede hidráulica do sistema de aquecimento solar, a distribuição elétrica e a especificação de cabos, eletrodutos e etc., devem também constar no projeto.

### **7.3. Diagrama elétrico com princípio da automação desejada de cada componente**

O diagrama elétrico permite maior entendimento do funcionamento do sistema, auxiliando na segurança da instalação e uso do sistema.

### **7.4. Critérios de construção e automação dos sistemas**

Os critérios de construção e automação dos sistemas devem ser definidos em função do tipo de obra: residencial unifamiliar, residencial multifamiliar, comercial ou industrial.

Atender aos critérios de segurança de equipamentos e usuários para a correta especificação destes componentes.

## **7.5. Comando exclusivo para o sistema**

O sistema de aquecimento solar e suas interfaces (aquecimento auxiliar, recirculação de prumada e etc.) devem possuir um controle unificado a fim de que todo o sistema esteja integrado para seu correto funcionamento e melhor aproveitamento da fonte solar.

## **7.6. Acionamento elétrico de componentes**

O acionamento de equipamentos de maior carga, como motobombas e resistências elétricas devem ser acionados por dispositivo de potência adequada, com proteção contra sobre corrente (contataras, disjuntores e etc.).

## **7.7. Sensores de temperatura**

Os sensores de temperatura devem ser instalados de forma a garantir a correta leitura da temperatura desejada, em poço termométrico metálico em contato com a água. Estes locais devem ser devidamente isolados termicamente, e não permitir a entrada de água proveniente do meio externo.

## **7.8. Display com informações (Sinalização e alarmes)**

O sistema de controle e automação deve possuir mecanismos de leitura de pressão e temperatura (analógico ou digital) e sinalização de falha de equipamentos, visual e sonoro, de acordo com o tipo de falha. Estas sinalizações devem estar em local de alcance dos usuários, utilizando, se for o caso, um quadro sinóptico remoto.

## **7.9. Proteções (Disjuntores e surto)**

Os equipamentos elétricos devem ser protegidos contra sobre corrente e surto elétricos, dispositivos devem ser incluídos na instalação para esta finalidade.

## 7.10. Responsabilidades

O cliente deve ser notificado formalmente sobre suas responsabilidades quanto à especificação do projeto como: aterramento compatível com o sistema, interligação do SAS à malha do SPDA, pontos de abastecimento de energia elétrica adequados às cargas exigidas e etc.

## 8. MATERIAIS APLICADOS NA INSTALAÇÃO

Tão importante quanto o projeto, a correta utilização dos equipamentos com suas características construtivas e Limites de utilização devem ser observadas para que o SAS possa obter a máxima eficiência projetada e vida útil adequada.

### 8.1. Reservatório térmico

É o item de maior atenção em um SAS quanto a suas características dimensionais (volume e peso) e requer a especificação correta em função da pressão de trabalho e tipo de água a ser utilizada.

O tipo de água interfere no material do corpo interno do reservatório térmico e este deve possuir características mínimas para não sofrer corrosão pela ação da água no seu interior.

A pressão de trabalho e a pressão máxima suportada pelo reservatório térmico deve ser especificada claramente para que o fornecimento seja adequado às condições de instalação.

Mecanismos de segurança devem ser utilizados para garantir que a pressão interna do reservatório térmico não ultrapasse a pressão máxima permitida, assim também como não ocorra pressão negativa. Estes componentes devem ser especificados de acordo com a pressão, temperatura e vazão necessários.

Quando os reservatórios termos solares forem montados na obra, cuidados especiais devem ser tomados para que o equipamento conserve suas características e vida útil definida em projeto.

### **Especificações que devem ser consideradas:**

- Pressão de trabalho
- Pressão máxima
- Pressão de teste
- Material do corpo interno
- Espessura mínima do corpo interno
- Mecanismo de proteção contra corrosão do corpo interno
- Condutividade térmica máxima do isolamento térmico
- Espessura mínima do isolamento e aplicação uniforme
- Material do corpo externo
- Vida útil mínima de acordo com a ABNT NBR 15575-6
- Proteção da parte externa do reservatório térmico contra corrosão
- Tipo de construção (vertical ou horizontal)
- Perdas térmicas máximas previstas

## **8.2. Coletores solares**

Componente responsável pela principal geração de calor do sistema de aquecimento solar, o coletor deve atender aos requisitos da ABNT NBR 15747 Sistemas solares térmicos e seus componentes - Coletores solares - Parte 1: Requisitos Gerais.

Além disso, é fundamental a especificação dos seguintes itens:

- PMEE - Produção Média Mensal de Energia Específica, encontrada na ENCE do produto ou disponível na tabela do INMETRO



- Área externa
- Área transparente
- Tipo de coletor:
  - ⊙ Coletor solar plano aberto
  - ⊙ Coletor solar plano fechado
  - ⊙ Coletor solar de tubo a vácuo de baixa pressão (duplo casco)
  - ⊙ Coletor solar de tubo a vácuo de alta pressão (heat pipe)
  - ⊙ Outros
- Tipo de tubulação do coletor: Metálico ou polimérico
- Temperatura de estagnação
  - ⊙ 80 litros por dia/pessoa para consumo de água quente em banho
  - ⊙ 10 litros por dia/pessoa para consumo de água quente em cozinha
  - ⊙ 10 litros por dia/pessoa para consumo de água quente em lavatório

### 8.3. Tubos e conexões

Os materiais hidráulicos empregados no sistema de aquecimento solar devem ser definidos em projeto e devem possuir os requisitos mínimos para a aplicação a que se destina, o projetista deve especificar qual material será utilizado em função dos Limites de temperatura e pressão a que estarão sujeitos.

O projeto deve detalhar as características do tipo de tubulação empregada, considerando a dilatação térmica do material, distância entre suportes etc.

## 8.4. Isolamento térmico

O isolamento térmico deve ser utilizado em toda tubulação de água quente e sua aplicação deve seguir as especificações do fabricante quanto a proteção mecânica, proteção contra raios ultravioletas e intempéries.

## 8.5. Aquecimento auxiliar

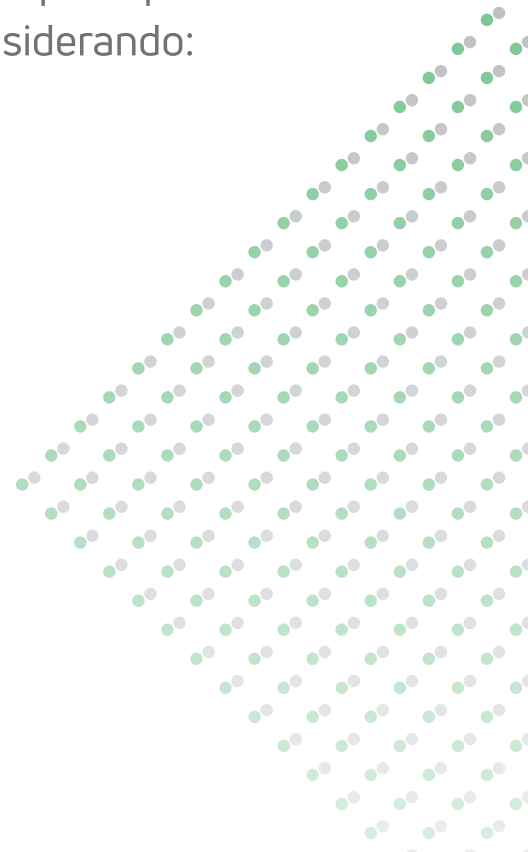
Os equipamentos utilizados para o aquecimento auxiliar devem ser adequados para a finalidade do sistema quanto a potência, disponibilidade energética, pressão e temperatura máxima, estes podem ser:

**a.** Aquecimento por resistência elétrica: Normalmente instalada no reservatório térmico, deve possuir

características semelhantes ao corpo interno do reservatório, quanto ao tipo de material empregado em função do tipo de água. Suas características e instalação devem atender as normas ABNT NBR NM 60335 e ABNT NBR 5410

**b.** Aquecedor a gás: Se utiliza equipamentos tipo aquecedor de passagem e estes devem ser destinadas ao uso considerando:

- Tipo de exaustão
- Desempenho mínimo, eficiência
- Nível de trabalho
- Potência útil
- Temperatura máxima da água na entrada
- Temperatura máxima da água de saída
- Tempo máximo de uso contínuo
- Etiqueta do INMETRO
- Pressão máxima de trabalho



- Pressão máxima de trabalho
- Tipo de gás combustível GLP ou GN

Os aquecedores a gás devem atender a NM60.335-2-102 parte 2

### 8.6. Motobombas

As motobombas empregadas no sistema de aquecimento de água devem possuir propriedades adequadas para trabalhar com a pressão e temperatura máximas do sistema. Normalmente os selos mecânicos e o rotor são fabricados em materiais adequados a esta condição de operação. Itens necessários na sua especificação:

- Vazão
- Pressão manométrica
- Potência
- Alimentação elétrica
- Material dos componentes principais
- Temperatura máxima de trabalho

### 8.7. Trocador de calor

Responsáveis por transferir energia para um sistema secundário sem que haja mistura do fluido de trabalho entre os dois sistemas interligados. Itens necessários na sua especificação:

- Vazão do circuito primário
- Vazão do circuito secundário
- Perda de carga máxima
- Temperatura de entrada e saída do circuito primário
- Temperatura de entrada e saída do circuito secundário
- Potência

## 8.8. Valor de expansão

O vaso de expansão, exclusivo do SAS, é utilizado para absorver a expansão volumétrica da água durante seu aquecimento sem que haja aumento da pressão do sistema, protegendo a integridade do reservatório termossolar. Itens necessários na sua especificação:

- Volume
- Tipo de aplicação: circuito fechado ou circuito aberto
- Pressão de carga a vazio

## 9. VÁLVULAS E ACESSÓRIOS

As válvulas e acessórios utilizados no SAS devem ser especificados quanto ao seu uso e aplicação, com as informações necessárias à correta aquisição do item:

- Tipo (Mecânico, elétrico ou eletrônico)
- Função
- Vazão
- Pressão máxima de trabalho
- Temperatura máxima de trabalho
- Material dos componentes
- Tensão
- Tipo de instalação (interna ou externa)

## 9.1. Outros equipamentos

Sempre que possível, os produtos fornecidos devem possuir registro e etiqueta do INMETRO, visando

a aplicação de componentes com eficiência e padrões de qualidade certificados. Estes componentes devem atender às normas vigentes quanto ao seu desempenho, eficiência e durabilidade.

## 9.2. Cuidados de instalação

Deve se considerar que materiais de diferentes composições podem gerar corrosão por pilha galvânica e mecanismos devem ser utilizados para evitar o contato direto entre esses materiais.

# 10. INSTALAÇÃO

O serviço de instalação deve ser fornecido por empresa capacitada, que mantém em seu quadro de funcionários, profissionais capacitados e qualificados para os serviços exigidos, ser credenciada pelos fabricantes dos principais componentes do sistema de aquecimento, assim como possuir toda documentação necessária para execução do serviço:

- NR-6 - Equipamentos de Proteção Individual - EPI
- NR 7 - Programa De Controle Médico De Saúde Ocupacional - PCMSO
- NR-9 - Programa de Prevenção de Riscos Ambientais - PPRA
- NR-10 - Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade
- NR-12 - Segurança no trabalho em máquinas e equipamentos
- NR-18 Condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção
- NR-35 - Trabalho em altura

- ASO - Atestado de Saúde Ocupacional
- Treinamento específico para o serviço executado
- Comprovação de experiência através de histórico de obras
- CAT - Certificado de Acervo Técnico - CREA
- Certificado de qualificação técnica emitida por órgão reconhecido para as disciplinas envolvidas na instalação (hidráulica, elétrica, gás, suportes, etc.)

As instalações devem ser vistoriadas e acompanhadas por um profissional habilitado com registro vigente no CREA e deve ser recolhida a ART.

- Anotação de Responsabilidade Técnica

A instalação deve seguir as definições do projeto executivo e em caso de divergência entre o projeto e a obra, o projetista deve ser consultado quanto a modificação necessária para adequar o projeto à realidade da obra.

Caso a instalação/modificação seja realizada sem o consentimento do projetista, este se isenta da responsabilidade do projeto, ficando essa responsabilidade sobre a empresa instaladora e o cliente.

Após a conclusão da obra, a documentação de projeto deve ser atualizada (*as built*) para consultas ou manutenções futuras.

O profissional capacitado ou qualificado do SAS deve estar de posse dos procedimentos definidos e ser qualificado para execução dos serviços, bem como registros e evidências que possam comprovar tal capacitação.

Para o início das atividades de instalação é importante que a empresa instaladora elabore um checklist com as responsabilidades de cada parte, quanto aos itens necessários para que a instalação possa ser iniciada e concluída com sucesso, de acordo com os limites de fornecimento definidos no projeto, como por exemplo:

- Ponto de abastecimento de água fria no local indicado pelo projeto
- Ponto de interligação das prumadas de água quente no local indicado no projeto
- Ponto de interligação da prumada de retorno, caso existente
- Ponto de energia elétrica com tensão e carga adequados ao solicitado em projeto
- Ponto de abastecimento de gás, caso existente, com capacidade adequada ao projeto
- Bases de fixação impermeabilizadas para o suporte dos coletores solares e os demais equipamentos
- Disponibilidade de abastecimento de água para alimentar o sistema e realizar os testes necessários para o consumo
- Disponibilidade de energia elétrica para energizar o SAS e realizar suas configurações e testes
- Disponibilidade de gás, caso existente, para abastecer os aquecedores e efetuar os testes de funcionamento e ajuste dos parâmetros necessários
- Infraestrutura para interligação entre ambientes diferentes (eletroduto, cabeamento etc.)

A elaboração de um Planejamento físico- financeiro da obra contribui para um melhor controle dos gastos e avanço físico da instalação, tanto para a empresa instaladora quanto para o cliente. Desta forma, as partes mantêm seus desembolsos financeiros em alinhamento com o andamento da obra. É um documento importante também para gerar histórico, e adequar os prazos e desembolsos de obras futuras.

## 11. SERVIÇOS DE ENTREGA DOS SISTEMAS

Após a conclusão da instalação, a empresa instaladora deve providenciar toda a documentação de entrega do sistema:

- Projeto *As Built* da instalação com as indicações e justificativas de alterações do projeto
- Data Book dos equipamentos principais
- Manual de uso e operação conforme ABNT NBR 14037
- Identificação de todo o sistema através de placas de identificação para reservatórios térmicos, moto bombas, quadro de comando, tubulação (sistema e sentido de fluxo), válvulas etc.
- Relatório técnico de entrega da instalação com aprovação e aceite do cliente quanto ao uso e operação do sistema.
- Fornecimento de lista de equipamentos instalados com marca e modelo, e ou similares, para formar um estoque de reposição imediata em caso de mal funcionamento

O sistema deverá ser testado quanto ao seu desempenho esperado e um relatório deverá ser gerado e entregue ao cliente comprovando o perfeito funcionamento do sistema.



Quando necessário, a empresa instaladora deverá fazer a entrega do sistema para o responsável por seu uso e operação. Os responsáveis deverão receber treinamento mínimo para entendimento do funcionamento do sistema e acionamento de assistência técnica em caso de falha ou mal funcionamento.

## **12. SERVIÇOS PÓS-OBRA**

É desejável que este sistema possua um contrato de manutenção preventiva para garantir seu bom desempenho durante sua vida útil, ou no mínimo que no processo de aquisição do sistema esteja incluída uma manutenção preventiva durante os 6 primeiros meses.

O prazo de garantia dos produtos e serviços deve estar de acordo com as Legislações vigentes ou definidos na contratação, onde o cliente deve definir as garantias exigidas e os prazos.

### **12.1. Manutenção preventiva**

Escopo mínimo para uma manutenção preventiva.

Uma visita de inspeção, no máximo semestral, onde será vistoriado:

- Limpeza dos vidros dos coletores solares e inspeção visual da sua integridade
- Integridade dos reservatórios térmicos
- Integridade dos quadros de comando
- Integridade e Limpeza dos aquecedores de passagem
- Integridade das motobombas
- Verificação e manobra (se possível) de válvulas e acessórios do SAS
- Integridade da rede hidráulica e elétrica
- Verificação das pressões estáticas e dinâmicas das redes de água (primário e secundário) e gás (quando existente)

Uma visita anual de inspeção, que inclui as seguintes operações:

- Verificação e ajuste de carga do sistema pressurizado (se houver)
- Drenagem e Limpeza dos reservatórios térmicos e coletores solares
- Verificação do funcionamento das motobombas
- Verificação da integridade dos suportes dos coletores solares
- Verificação do funcionamento dos sensores de temperatura dos coletores
- Verificação visual das condições dos isolamentos térmicos e/ou mecânicos dos tubos
- Verificação do sistema de trocadores de calor primário e secundário (se houver)
- Verificação do aspecto interno do aquecedor de água a gás, chaminés e sistema de ventilação forçada dos aquecedores de passagem

### **13. IMPLEMENTAÇÕES DE MELHORIAS E DIAGNÓSTICO**

Algumas medidas são indicadas para medição e acompanhamento do desempenho do SAS:

- Medição exclusiva do consumo de água do SAS
- Medição exclusiva do consumo de energia do SAS (elétrica, gás, outras)
- Registro das temperaturas principais do sistema

Estes dados podem ser utilizados como base para validação da viabilidade técnica e econômica definidos na etapa de projeto.

## 14. TESTE DE DESEMPENHO

É desejável que os sistemas possam ser validados e aferidos quanto a sua eficiência e desempenha de acordo com as premissas do projeto e essa avaliação deve ser realizada por empresa capacitada nas disciplinas envolvidas de acordo com a ABNT NBR 16747 Inspeção predial - Diretrizes, conceitos, terminologia e procedimento.

## 15. PATOLOGIAS

A instaladora deve definir no seu manual de uso e operação os escopos de seu fornecimento para que o cliente possa acionar o responsável pertinente ao problema/defeito apresentado

### 15.1. Recomendações essenciais da rede hidráulica

Algumas recomendações são importantes para a perfeita integração do sistema de aquecimento de água e distribuição de água quente até os pontos de consumo:

- Toda alimentação da unidade deve ser isolada com retenções assim como os pontos que possam permitir a comunicação cruzada (vaso comunicante) entre água fria e água quente (monocomandos, ducha higiênica, torneiras gourmet, alimentação de banheiras, lava louças, pontos "plugados", etc.)
- Todo topo de prumada e possíveis sifões devem possuir válvulas eliminadoras de ar
- A distribuição das redes de água fria e quente devem possuir a pressões similares
- Não utilizar motobombas de recalque para as prumadas de recirculação
- As prumadas devem possuir válvulas para drenagem e limpeza (no comissionamento e nas manutenções)

## 16. NORMAS E OUTROS DOCUMENTOS DE PROFICIÊNCIA

- ABNT NBR 13103: Instalação de aparelhos a gás - Requisitos
- ABNT NBR 14037: Diretrizes para elaboração de manuais de uso, operação e manutenção das edificações - Requisitos para elaboração e apresentação dos conteúdos
- ABNT NBR 15569: Sistema de aquecimento solar de água em circuito direto - Requisitos de projeto e instalação
- ABNT NBR 15575-6: Edificações habitacionais - Desempenho Parte 6: Requisitos para os sistemas hidrossanitários
- ABNT NBR 15747: Sistemas solares térmicos e seus componentes - Coletores solares - Parte 1: Requisitos Gerais
- ABNT NBR 16057: Sistema de aquecimento de água a gás (SAAG) - Projeto e instalação
- ABNT NBR 16641: Requisitos específicos em reservatórios para utilização em sistemas de acumulação de energia térmica solar - Segurança mecânica e elétrica
- ABNT NBR 16824: Sistemas de distribuição de água em edificações - Prevenção de legionelose - Princípios gerais e orientações
- ABNT NBR 5410: Instalações elétricas de baixa tensão
- ABNT NBR 5419: Proteção contra descargas atmosféricas
- ABNT NBR 5626: Sistemas prediais de água fria e água quente - Projeto, execução, operação e manutenção
- ABNT NBR NM 60335-1: Segurança de aparelhos eletrodomésticos e similares - Parte 1: Requisitos gerais (IEC 60335-1)

- ABNT NBR NM 60335-2-102: Segurança de aparelhos eletrodomésticos e similares - Parte 2-102: Requisitos particulares para aparelhos de combustão a gás, óleo ou combustíveis sólidos providos de conexões elétricas
- ABNT NBR 16747: Inspeção predial - Diretrizes, conceitos, terminologia e procedimento

# ASSOCIADOS



## AUTORES



**ABRASOL - Associação Brasileira  
de Energia Solar Térmica**

Avenida Paulista, 1313 - 9º andar - Sala 905D

---

Danielle Johann - Abrasol

Davi Kulb - Cs3

Eduardo Montalvão - Heliotek

Gabriella Albuquerque Alves Braz - Abrasol

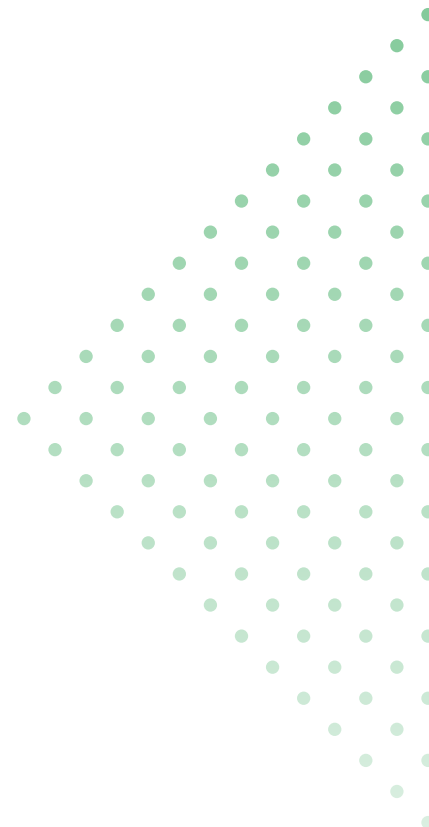
José Jorge Chaguri Jr - Chaguri Consult

Luciano Torres Pereira - Resolver Engenharia

Luiz Antonio dos Santos Pinto - Solis

### Diagramação

Marcelo Ferraz de Souza



# MANUAL DE BOAS PRÁTICAS PARA PROJETO, FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO DE SISTEMA DE AQUECIMENTO SOLAR

