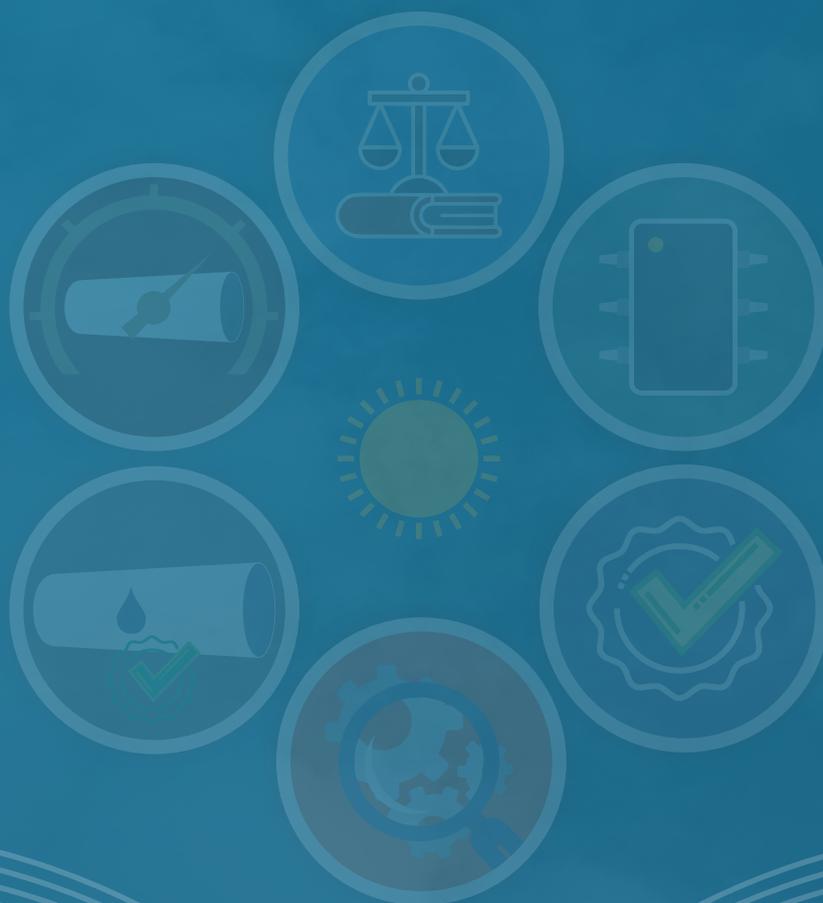


# Biblioteca Digital

Abrasol



①	Capítulo 01 - Legislação Tributária - Energia Solar Térmica.....	3
②	Capítulo 02 - Energia Solar Térmica: Tecnologias e Diferenciais.....	6
③	Capítulo 03 - Certificação INMETRO - Coletores Solares.....	11
④	Capítulo 04 - Diferenças e Aplicações entre Coletores Solares Abertos, Fechados e Tubos Evacuados.....	19
⑤	Capítulo 05 - Certificação INMETRO: Reservatórios Termossolares.....	23
⑥	Capítulo 06 - Reservatórios termossolares: Baixa e alta pressão.....	32

abrasol

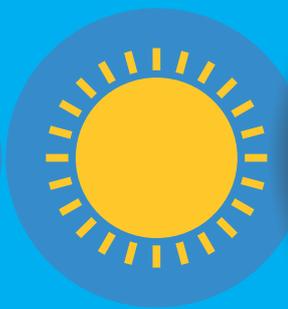
associação brasileira de energia solar térmica



Biblioteca Abrasol

Capítulo 01

# Legislação Tributária Energia Solar Térmica



[abrasol.org.br](http://abrasol.org.br)

## ① Legislação vigente

A legislação tributária relacionada ao ICMS e IPI em sistemas de aquecimento solar é clara sobre os componentes que podem ou não ser beneficiados pelas isenções fiscais. A Resposta à Consulta Tributária 1246/2013, de 22 de outubro de 2013, detalha aspectos importantes sobre a isenção do ICMS e IPI, que se aplicam apenas a sistemas de aquecimento solar completos e não a seus componentes isolados.

A consulta esclarece que os reservatórios termossolares ("boilers"), quando vendidos de forma isolada, não estão contemplados pela isenção do ICMS, mas quando vendidos junto ao sistema completo (incluindo coletor solar), estão cobertos pela isenção. Este benefício se aplica aos aquecedores solares de água (NCM 8419.12.00) e células solares (NCM 8541.40.32) quando vendidos em conjunto e com a devida classificação fiscal.

Além disso, a legislação estadual de São Paulo (Decreto nº 64.562/2019) permite que os fabricantes de aquecedores solares adquiram a matéria-prima com o diferimento do ICMS, o que facilita a fabricação e comercialização dos sistemas solares. Importante ressaltar que a ABNT 15569 define o "reservatório termossolar" como o nome técnico adequado para ser usado nas notas fiscais e orçamentos, ao invés do termo "boiler", que não está relacionado ao sistema de aquecimento solar dentro da classificação fiscal do ICMS.

## ② Responsabilidades (Fabricantes/Revenda/Consumidor)

Cada parte envolvida na cadeia de comercialização de sistemas de aquecimento solar tem responsabilidades específicas para garantir o cumprimento da legislação e a correta aplicação dos benefícios fiscais:

- **Fabricantes:** Devem garantir que seus produtos estão dentro das normas técnicas e que a documentação fiscal reflete a isenção corretamente, assegurando que os sistemas solares são vendidos completos (com coletor solar, reservatório solar e kits de instalação), sem a comercialização de componentes isolados que não se qualifiquem para os benefícios fiscais.
- **Revendedores:** Devem assegurar que os produtos adquiridos dos fabricantes sejam sistemas completos e não componentes isolados, além de informar ao consumidor sobre os benefícios fiscais envolvidos na compra e na instalação.
- **Consumidores:** Têm o papel de garantir que os produtos adquiridos sejam usados conforme seu propósito original e que a instalação seja feita conforme as especificações dos fabricantes para garantir o uso correto do benefício fiscal.

## ③ Uso correto do benefício para o SAS (Sistema de Aquecimento Solar)

A isenção de ICMS e IPI aplica-se exclusivamente aos componentes essenciais do Sistema de Aquecimento Solar (SAS), como:

- **Elegíveis:** Sistema de aquecimento térmico solar composto por placa coletora solar, reservatório termossolar ou térmico solar e kits de instalação essenciais e necessários para o funcionamento do sistema;

- **Não elegíveis:** Kit de instalação, componentes para instalação, reservatórios térmicos comercializados de forma isolada e sem a placa coletora solar.

Esses componentes são essenciais para o funcionamento do sistema de aquecimento solar, sendo os únicos elegíveis para as isenções fiscais. Outros produtos, como aquecedores elétricos, resistências e tubulações genéricas, não são elegíveis. O fabricante, revendedor e consumidor devem garantir que os produtos comprados e vendidos atendam a esses critérios, a fim de evitar o uso indevido dos benefícios fiscais.

#### 4 Recomendações da ABRASOL

A ABRASOL visa orientar a correta utilização das isenções fiscais e promover a conscientização dos envolvidos no processo:

- **Fabricantes:** Devem projetar e fabricar equipamentos com características que garantam seu uso em sistemas solares, além da utilização do benefício fiscal somente em comercialização dos itens elegíveis;
- **Lojistas:** Devem vender e instalar os produtos conforme sua finalidade solar, informando os consumidores sobre as vantagens do uso de energia solar e sobre os benefícios fiscais relacionados;
- **Consumidores:** Devem estar cientes da legislação e exigir que os lojistas e instaladores sigam as normas legais para garantir a eficiência do sistema de aquecimento solar.



A legislação vigente para os sistemas de aquecimento solar tem como objetivo promover o uso de energias renováveis e sustentáveis, com benefícios fiscais cruciais para o setor. No entanto, é fundamental que todos os envolvidos na cadeia de comercialização - fabricantes, revendedores e consumidores - cumpram as normas estabelecidas para garantir a correta aplicação das isenções fiscais e a sustentabilidade do programa.

A colaboração entre todos os atores do setor pode contribuir para o fortalecimento do mercado de energia solar no Brasil, além de promover uma sociedade mais sustentável e responsável. O fortalecimento das diretrizes legais e a conscientização sobre a importância da energia solar são fundamentais para o sucesso e expansão desses incentivos fiscais, garantindo o crescimento do setor e o benefício para a sociedade.

#### Autores

Alan Vitor Devens - Ecologic  
Davi Kulb - Cs3  
Diogo Ferreira - Kisoltec  
José Lourenço - A Atual  
Wander Martins - Kisoltec

#### Equipe ABRASOL

Eduardo Montalvão - Vice-Presidente de Tecnologia e Meio Ambiente (VPTMA)  
Danielle Johann - Diretora Executiva  
Jainy Batista - Estagiária

abrasol

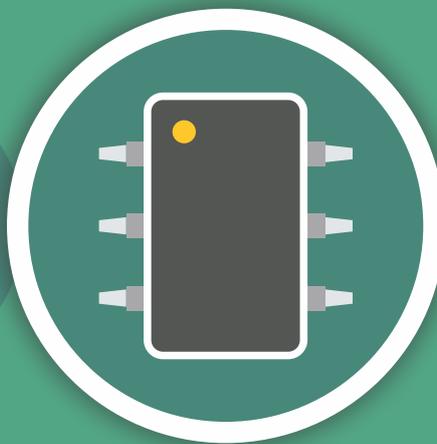
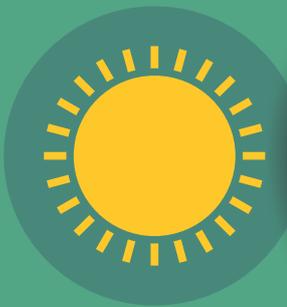
associação brasileira de energia solar térmica



Biblioteca Abrasol

Capítulo 02

# Energia Solar Térmica: Tecnologia e Diferenciais



[abrasol.org.br](http://abrasol.org.br)

## ① Principais tecnologias para aquecimento de água

As tecnologias de sistema de aquecimento de água variam amplamente em termos de eficiência, desempenho, disponibilidade, custo e benefícios ambientais. Abaixo um resumo das principais alternativas para aquecimento de água disponíveis no mercado:

- **Sistema de Aquecimento Solar (SAS):** o coletor solar capta a energia do sol e aquece a água que circula dentro da tubulação, permitindo armazená-la em reservatório(s) térmico(s) que mantém a água aquecida para atender a demanda de água quente.
- **Chuveiro elétrico/aquecedor de passagem elétrico:** funciona através da passagem de água por uma resistência elétrica que a aquece instantaneamente.
- **Sistema de aquecimento a gás (SAAG):** utiliza gás natural ou GLP (gás liquefeito de petróleo) para aquecer a água. O sistema usa um queimador e a transferência da energia térmica gerada para uma serpentina (aquecedor de passagem) ou um reservatório (aquecedor de acumulação).
- **Bombas de calor:** utiliza energia elétrica para aquecimento da água através de ciclos de absorção, ou seja, retira calor latente disponível no ar e o transfere para a água. Nesse processo, utiliza energia elétrica para que o compressor atue e comprima o gás refrigerante, transferindo o calor para a água.
- **Pellets:** utiliza resíduos de lenha compactados para aquecimento de água. Os pellets são queimados em uma câmara de combustão própria e o calor gerado é transferido para uma serpentina ou um reservatório, aquecendo a água.

## ② Energia Solar Térmica e Fotovoltaica

A distinção entre as duas tecnologias é descrita nos tópicos abaixo, facilitando o entendimento de suas devidas aplicações:

- **Aquecedor Solar:** Destina-se principalmente ao aquecimento de água e geração de calor, e é aplicável em diversos segmentos: residências, hospitais, hotéis, indústrias, asilos, escolas, entre outros.
- **Sistema Fotovoltaico:** Destina-se à produção de eletricidade que pode ser usada em equipamentos elétricos. A energia gerada pode ser armazenada em baterias (sistema off-grid) ou injetada nas redes elétricas (sistema on-grid).

O uso do fotovoltaico para o aquecimento de água, quando ocorre, é de forma indireta, pois a eletricidade gerada pelo sistema fotovoltaico alimenta um equipamento elétrico (resistência ou bomba de calor) que, então, aquece a água. Em contraste, o aquecedor solar transfere o calor diretamente para a água, promovendo maior eficiência para essa finalidade específica.

### ③ Principais benefícios do SAS

A crescente demanda por fontes de energia sustentáveis e renováveis e o alto custo da energia têm impulsionado o interesse por sistemas de aquecimento solar. Entre os principais benefícios dos sistemas de aquecimento solar, destacam-se:

- **Economia de Energia:** Redução do consumo de eletricidade para o aquecimento de água.
- **Menor Dependência de Combustíveis Fósseis:** Diminuição do impacto ambiental para aquecimento de água e contribuição aos programas de descarbonização e eficiência das edificações.
- **Conforto e Confiabilidade:** Permite uma gestão de fornecimento de água com temperatura e vazão constantes.
- **Incentivos e Subsídios:** Muitos países estão oferecendo incentivos e subsídios para a instalação desses sistemas, tornando-os mais acessíveis.

Neste contexto, explorar os benefícios dos sistemas de aquecimento solar é essencial para compreender como essa tecnologia pode ser uma solução viável e eficaz para os desafios energéticos atuais. Os coletores solares comercializados no Brasil possuem alto desempenho, com eficiência que pode chegar próximo dos 80% na conversão da irradiação solar em calor para aquecimento de água.

#### **Contribuição para Redução do Consumo Elétrico**

No Brasil, cerca de 7% do consumo total de energia elétrica é destinado ao aquecimento de água para banho, especialmente durante os horários de pico. A instalação de um Aquecedor Solar pode resultar em uma redução de até 40% na conta de energia de uma residência.

#### **Minimização de Investimentos em Infraestrutura**

A redução da demanda de eletricidade durante o horário de pico diminui a necessidade de investimentos pesados em geração e distribuição de energia. O sistema de aquecimento solar conta com um reservatório térmico que funciona como uma "bateria" de água quente, gerada durante o dia para ser consumida em horários de maior demanda. Por ser um sistema de geração descentralizado, não requer infraestrutura externa, facilitando sua implantação.

#### **Economia para as Famílias**

A substituição dos chuveiros elétricos por aquecedores solares proporciona maior aproveitamento da renda familiar, refletindo-se diretamente nas despesas mensais.

#### **Estímulo ao Emprego e Autossuficiência**

O setor emprega mais de 50.000 colaboradores diretos e indiretos e possui uma cadeia produtiva quase 100% nacional, promovendo autonomia e reduzindo a vulnerabilidade a flutuações internacionais.

#### **Tecnologia Altamente Eficiente e Alinhamento com ESG**

Os aquecedores solares são 3 a 4 vezes mais eficazes do que outras tecnologias e têm menor impacto ambiental, alinhando-se aos objetivos de ESG ao reduzir a dependência de insumos importados e combustíveis fósseis.

#### ④ Custo-Benefício

O sistema de aquecimento solar térmico apresenta-se como a alternativa de melhor custo-benefício para o aquecimento de água, quando comparado a outras tecnologias, incluindo a solar fotovoltaica. Sua eficiência na conversão direta de energia solar em calor, utilizada especificamente para aquecimento de água, torna o processo altamente eficaz e econômico. Além disso, o sistema de aquecimento solar térmico demanda menos infraestrutura e oferece uma implantação simplificada, pois sua instalação é dedicada ao aquecimento de água e dispensa baterias ou sistemas complexos de interconexão elétrica.

Diferentemente do fotovoltaico, o sistema térmico não sofre com perdas energéticas significativas na conversão e no transporte da energia. O calor captado é diretamente transferido para a água, que pode ser armazenada em reservatórios e utilizada conforme a necessidade do usuário. Esse método não apenas reduz custos de operação e manutenção para o consumidor, como também minimiza os custos de geração e distribuição elétrica em escala nacional, ao aliviar a demanda nos horários de pico.

##### **Vantagens na Relação Custo-Benefício:**

- **Eficiência energética superior:** o sistema térmico converte cerca de 80% da energia solar em calor diretamente utilizável, enquanto os sistemas fotovoltaicos têm eficiência média de apenas 15-20% na conversão de eletricidade.
- **Economia direta na conta de energia elétrica:** ao reduzir a dependência do aquecimento elétrico, o sistema térmico oferece uma economia significativa nas despesas mensais das famílias e empresas.
- **Menor investimento inicial:** o sistema de aquecimento solar térmico geralmente exige um investimento inicial menor do que o fotovoltaico para atender à mesma demanda de aquecimento de água.
- **Longa vida útil e baixa manutenção:** o sistema térmico possui componentes simples e duráveis, com menor necessidade de substituição ou reparos frequentes, maximizando o retorno do investimento ao longo dos anos.

## 5 Recomendações da ABRASOL

A ABRASOL recomenda que, ao planejar a instalação de sistemas de energia, **o sistema de aquecimento solar térmico seja priorizado para o aquecimento de água.** Com sua alta eficiência na conversão de radiação solar em calor (cerca de 80%), o aquecimento solar térmico se destaca como a solução mais eficaz e direta para atender à demanda de água quente, que é uma das principais responsáveis pelo consumo energético em residências.



Embora o sistema fotovoltaico também seja uma excelente opção para gerar eletricidade, ele é mais adequado para demandas elétricas gerais e não tem a mesma eficiência direta para o aquecimento de água. Para isso, seria necessário o uso de um aquecedor elétrico adicional, o que pode aumentar o consumo de energia elétrica.

Dessa forma, **os primeiros metros quadrados de telhado devem ser priorizados para o sistema de aquecimento solar térmico,** permitindo otimizar o uso da energia solar de forma mais eficiente para o aquecimento de água, o que gera uma economia significativa, além de aliviar a demanda sobre a rede elétrica, especialmente em horários de pico.

### Autores

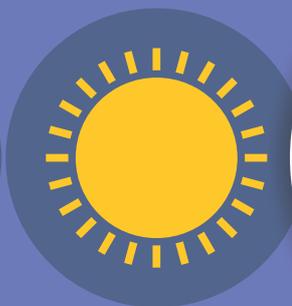
Carlos Saviano - Saviano Engenharia  
Jorge Chaguri Jr. - Chaguri Engenharia  
Luis Claudio Karpenko Benedetti - Aquatherm  
Ronaldo Yano - Komeco

### Equipe ABRASOL

Eduardo Montalvão - Vice-Presidente de Tecnologia e Meio Ambiente (VPTMA)  
Danielle Johann - Diretora Executiva  
Jainy Batista - Estagiária



# Certificação INMETRO: Coletores Solares



## ① Normas vigentes

Normas e portarias emitidas pelo INMETRO, com o objetivo de garantir a qualidade, segurança e desempenho desses produtos no mercado. As normas vigentes estabelecem requisitos técnicos obrigatórios para os fabricantes, assegurando que os produtos atendam aos padrões de eficiência e durabilidade exigidos. Este tópico aborda as principais portarias do INMETRO que regulam a certificação de coletores solares e os procedimentos relacionados, destacando as atualizações normativas e os critérios técnicos fundamentais para a conformidade dos produtos.

### ● Portaria INMETRO nº 352/2012

Estabelece os requisitos obrigatórios para a certificação de coletores solares térmicos e sistemas de aquecimento solar, com base em normas técnicas e critérios de qualidade, segurança e desempenho energético.

### ● Portaria INMETRO nº 301/2018

Atualiza os requisitos de certificação de equipamentos de aquecimento solar, alterando a Portaria 352/2012. Essa portaria traz alterações sobre o processo de certificação, a validade dos certificados, bem como os procedimentos para auditorias nas fábricas.

### ● Portaria INMETRO nº 420/2021

Estabelece os requisitos obrigatórios para equipamentos de aquecimento solar de água a serem atendidos por toda a cadeia fornecedora do produto no mercado nacional.

### ● Portaria INMETRO nº 215/2024

Altera a Portaria INMETRO nº 420, de 4 de outubro de 2021, que aprova o Regulamento Técnico da Qualidade e os Requisitos de Avaliação da Conformidade para Equipamentos de Aquecimento Solar de Água - Consolidado.

### ● ABNT NBR 17003:2021, ASTM G155:13 e ISO 9806:2017

- **ABNT NBR 17003:2021:** Define os requisitos gerais e os métodos de ensaio para avaliar o desempenho térmico de coletores solares, incluindo aspectos como resistência à pressão e durabilidade.
- **ASTM G155:13:** Estabelece os métodos de ensaio de Envelhecimento Acelerado para coletores solares.
- **ISO 9806:2017:** Estabelece os métodos de ensaio de Inspeção Final para coletores solares.

### Certificação Compulsória

A certificação de coletores solares térmicos é compulsória para todos os fabricantes e importadores no Brasil, de acordo com as portarias do INMETRO. Os produtos precisam atender a todos os requisitos técnicos estabelecidos para poderem ser comercializados no país.

## ② Responsabilidades: Laboratórios, OCPs e Fabricantes

Durante o processo de certificação de coletores solares térmicos segundo as portarias do INMETRO, as responsabilidades dos laboratórios, fabricantes e Organismos de Certificação de Produtos (OCPs) são claramente definidas para garantir que os produtos atendam aos requisitos de segurança e desempenho estabelecidos. A seguir, descrevem-se as principais responsabilidades de cada um:

### ● Responsabilidades dos Laboratórios

Os laboratórios têm a função de realizar ensaios técnicos nos coletores solares e sistemas de aquecimento solar para verificar se eles atendem às normas e regulamentos técnicos vigentes. As responsabilidades incluem:

- **Realizar ensaios de conformidade:** Testar os coletores solares de acordo com as normas aplicáveis, verificando parâmetros como eficiência térmica, resistência mecânica e durabilidade.
- **Emitir relatórios de ensaio:** Após a execução dos testes, o laboratório emite relatórios detalhados com os resultados dos ensaios. Esses documentos são fundamentais para o processo de certificação.
- **Acreditação INMETRO:** Os laboratórios devem ser acreditados pelo INMETRO, garantindo que sigam padrões de qualidade e confiabilidade, além de possuir a competência técnica necessária para realizar os ensaios.

### ● Responsabilidades dos Fabricantes

Os fabricantes de coletores solares são responsáveis por garantir que seus produtos estejam em conformidade com as exigências legais e técnicas antes de serem comercializados. As principais responsabilidades incluem:

- **Solicitar a certificação:** O fabricante deve entrar em contato com um Organismo de Certificação de Produto (OCP) acreditado pelo INMETRO para iniciar o processo de certificação.
- **Fornecer amostras:** O fabricante deve fornecer amostras de seus produtos para ensaios laboratoriais, a fim de validar a conformidade com as normas e portarias.
- **Manter a conformidade:** Após a certificação, o fabricante é responsável por garantir que os produtos fabricados continuem atendendo às especificações técnicas testadas e aprovadas. Isso inclui realizar as manutenções exigidas conforme os prazos legais estabelecidos, por meio de auditorias.
- **Prover informações técnicas:** O fabricante deve fornecer todas as informações técnicas requeridas pelo OCP, como manuais de instalação e manutenção, além de registros de fabricação e controle de qualidade.
- **Correção de não conformidades:** Caso os ensaios ou auditorias detectem não conformidades, o fabricante deve implementar ações corretivas e preventivas para resolver os problemas apontados.
- **Etiquetagem e Selo de Conformidade:** Após a certificação, os fabricantes devem aplicar o selo do INMETRO nos produtos, indicando que estão em conformidade com os requisitos técnicos e legais.

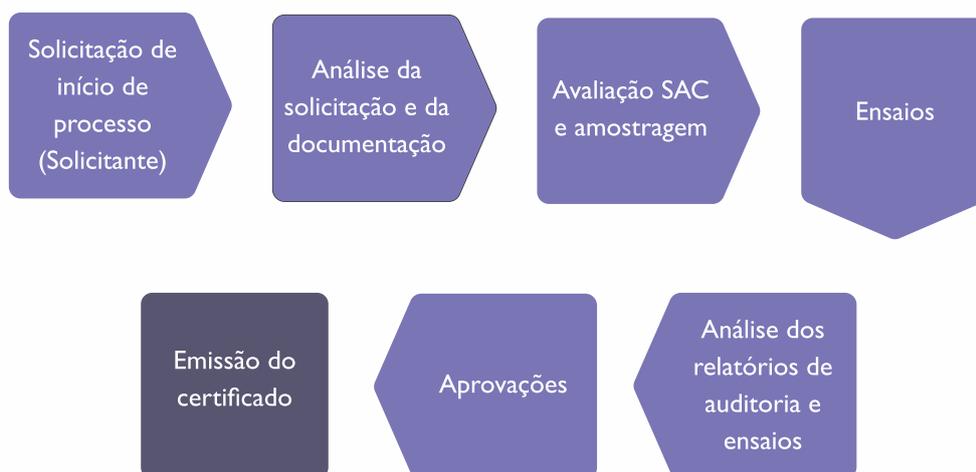
Esses itens conferem credibilidade e segurança aos consumidores desses produtos.

### ● Responsabilidades dos Organismos de Certificação de Produtos (OCPs)

Os OCPs são entidades acreditadas pelo INMETRO que realizam todo o processo de certificação, desde a análise de documentos até a emissão do certificado de conformidade. Suas responsabilidades incluem:

- **Realizar auditorias, amostragem e certificação:** O OCP é responsável por conduzir auditorias nas fábricas, verificar a conformidade dos sistemas de qualidade do fabricante, tratamento de reclamações do solicitante (SAC) e amostragem (lacrção dos produtos), e assegurar que o processo de produção esteja de acordo com as normas estabelecidas.
- **Solicitar os ensaios de laboratório:** O OCP solicita a realização dos ensaios aplicáveis nos laboratórios acreditados, assegurando que os produtos sejam submetidos aos testes exigidos.
- **Emitir o Certificado de Conformidade:** Após a análise dos relatórios de ensaio, verificação do sistema de qualidade do fabricante e tratamento de reclamações do solicitante (SAC), o OCP emite o Certificado de Conformidade, autorizando o uso do selo do INMETRO.
- **Manter o monitoramento pós-certificação:** O OCP deve realizar auditorias de manutenção no fabricante e solicitar os testes laboratoriais em amostras periódicas (finalizados entre 24 e 36 meses pós-certificação, dependendo do modelo de certificação escolhido) para garantir que os produtos continuam a atender os requisitos.
- **Suspensão ou cancelamento de certificação:** Se o fabricante não mantiver a conformidade com as normas, o OCP tem a responsabilidade de suspender ou cancelar o certificado de conformidade, notificando o INMETRO.

### ● Etapas do processo de certificação



### Resumo das Responsabilidades

Entidade	Responsabilidades
<b>Laboratórios</b>	Realizar ensaios de desempenho e segurança; emitir relatórios técnicos; ser acreditados pelo INMETRO.
<b>Fabricantes</b>	Solicitar certificação; fornecer amostras; garantir conformidade contínua; aplicar selos INMETRO; corrigir não conformidades.
<b>OCPs</b>	Conduzir auditorias; solicitar ensaios; emitir certificados de conformidade; realizar monitoramento contínuo e de manutenções; suspender/cancelar certificações quando necessário.

Esses três atores trabalham em conjunto para garantir que os coletores solares no mercado brasileiro atendam aos requisitos de segurança e eficiência, conforme as portarias e normas do INMETRO.

### ③ Ensaios

Os ensaios realizados durante o processo de certificação dos coletores solares são fundamentais para avaliar seu desempenho e conformidade com as normas técnicas estabelecidas. Cada ensaio tem um objetivo específico, como medir o desempenho térmico, verificar a resistência a choques térmicos ou avaliar a durabilidade do coletor sob diferentes condições. Este tópico resume os principais ensaios realizados, detalhando os objetivos, procedimentos e requisitos de aprovação para garantir que os coletores solares atendam aos padrões de qualidade exigidos pelas portarias do INMETRO e outras normas.

Ensaio	Objetivo	Procedimento	Requisito de Aprovação
<b>Desempenho térmico</b>	Determinar a eficiência térmica do coletor solar	Simular todas as condições estabelecidas pela norma NBR 17003:2021 e calcular a eficiência com base nos dados coletados	Deve alcançar a eficiência mínima especificada na tabela de classificação da Portaria 420/21
<b>Temperatura de estagnação</b>	Determinar a temperatura máxima do coletor durante o período em que não ocorre a remoção de calor	Exposição à radiação máxima sem circulação de fluido	Todos os materiais do coletor devem suportar essa temperatura sem apresentar danos
<b>Resistência à pressão hidrostática</b>	Avaliar a capacidade dos absorvedores de suportar pressões internas	Os absorvedores são submetidos por uma pressão 50% superior a nominal	Não deve apresentar vazamentos ou falhas estruturais
<b>Impacto</b>	Testar a resistência a impactos externos, como granizo	Esferas de aço ou gelo são lançadas repetidamente contra o coletor	A superfície do coletor não deve quebrar ou rachar

Ensaio	Objetivo	Procedimento	Requisito de Aprovação
<b>Choque Térmico (externo)</b>	Determinar a capacidade do coletor de resistir a choques térmicos sem falhas	O coletor deve ser pulverizado com água após alcançar os níveis de radiação definidos pela norma	O coletor não deve apresentar falhas após o ensaio
<b>Choque Térmico (interno)</b>	Determinar a capacidade do coletor de resistir a choques térmicos sem falhas	Deve recircular água a temperatura ambiente no interior da harpa após atingir os níveis de radiação estabelecidos pela norma.	O coletor não deve apresentar falhas após o ensaio
<b>Resistência a alta temperatura</b>	Determinar de forma rápida se o coletor suporta altos níveis de radiação sem falhas.	Exposto a uma radiação superior a 1000W/m <sup>2</sup> , com as tubulações vazias e sem fluxo de ar.	O coletor não deve apresentar falhas após o ensaio
<b>Exposição</b>	Avaliar se o coletor é capaz de suportar as condições de operação durante sua vida útil.	Exposto a condições de operação até atingir os parâmetros estabelecidos pela norma, com as tubulações vazias e sem fluxo de ar.	O coletor não deve apresentar falhas após o ensaio
<b>Envelhecimento Acelerado</b>	Simular o desgaste ao longo do tempo em condições normais de operação.	Exposição a ciclos de radiação solar, umidade e temperatura.	Deve manter sua integridade e funcionalidade após o ensaio.
<b>Penetração de chuva</b>	Determinar se o coletor fechado é resistente a penetração de chuva	O coletor deve ser pulverizado com água durante 4 horas	Não pode ultrapassar os limites permitidos pela portaria 420
<b>Resistência à Corrosão</b>	Avaliar a resistência dos materiais à corrosão, especialmente em ambientes agressivos (como áreas costeiras).	Exposição a condições corrosivas como salinidade.	Materiais devem resistir à corrosão sem comprometer a estrutura ou desempenho do coletor.

#### 4 Classificação

A classificação de eficiência para os coletores solares é baseada na Produção Mensal Específica de Energia (PMEe), conforme estabelecido na Portaria 420/21 do INMETRO. As faixas de eficiência dos coletores são divididas da seguinte forma:

Classe	Produção Específica Mensal (kWh/mês.m <sup>2</sup> )	
	Coletor Solar Aplicação Banho	Coletor Solar Aplicação Piscina
<b>A</b>	80,3 < PMEe	98,0 < PMEe
<b>B</b>	73,3 < PMEe ≤ 80,3	90,0 < PMEe ≤ 98,0
<b>C</b>	66,3 < PMEe ≤ 73,3	80,0 < PMEe ≤ 90,0
<b>D</b>	59,3 < PMEe ≤ 66,3	70,0 < PMEe ≤ 80,0
<b>E</b>	52,3 < PMEe ≤ 59,3	65,0 < PMEe ≤ 70,0

A etiqueta do INMETRO serve como uma referência para comparar diretamente os produtos disponíveis no mercado, mas é importante ressaltar que ela deve ser vista como um indicador de desempenho, com base em ensaios realizados sob condições controladas (como radiação solar, entre outros fatores).

A eficiência de um coletor solar é determinada pela Produção Mensal Específica de Energia (PMEe), que é calculada pela relação entre a Produção Mensal de Energia (Pmen) e a Área Externa do coletor (Aext). A Pmen é obtida multiplicando-se a produção diária de energia pelo fator 30 (dias do mês), considerando a **Eficiência Térmica Média (ηméd)** do coletor e a radiação solar média incidente.

Esses valores de PMEe, que variam de acordo com o tipo de coletor (para banho ou piscina), ajudam a comparar o desempenho energético dos coletores solares de forma objetiva.

## 5 Variações de projeto para coletores de A-D

Os coletores solares térmicos são projetados para transformar radiação solar em energia térmica. A construção desses equipamentos envolve uma série de variáveis que podem impactar diretamente a eficiência e a classificação final do coletor. Além da classificação pela produção de energia (PMEe), outras características do projeto podem alterar significativamente o desempenho.

Abaixo, abordamos as principais variações que podem influenciar a classificação do coletor após os testes:

- **Material do Absorvedor:** O material utilizado na chapa absorvedora tem grande influência na eficiência do coletor solar. Materiais com alta absortividade e baixa emissividade são preferíveis, pois aumentam a capacidade do coletor em absorver radiação solar e minimizar perdas térmicas. A forma de fixação da chapa absorvedora também pode afetar o desempenho, por exemplo, fixações por soldagem tendem a ser mais duráveis e eficazes do que encaixes simples.
- **Área do Coletor:** A área do coletor solar impacta diretamente a quantidade de radiação solar que ele pode captar. Coletor de maior área tende a gerar mais energia, o que deve ser levado em conta no projeto para otimizar a produção.

- **Geometria do Coletor:** O design físico do coletor, incluindo o arranjo dos tubos de circulação, pode afetar a transferência de calor e a eficiência térmica. Para projetar coletores mais eficientes, os cálculos de escoamento, vazão e velocidade do fluido devem ser otimizados, pois, em alguns casos, escoamentos reduzidos podem resultar em melhores rendimentos térmicos.
- **Isolamento Térmico:** O isolamento térmico é crucial para minimizar as perdas de calor, garantindo que a energia captada seja transferida eficientemente para o sistema de armazenamento. A qualidade do isolamento nas laterais e na parte de trás do coletor pode fazer uma diferença significativa na eficiência geral do sistema.
- **Superfície do Coletor:** A aplicação de tratamentos ou revestimentos na superfície do coletor, como absorvedores seletivos, pode reduzir perdas térmicas e melhorar a absorção da radiação solar. A escolha de materiais para esse revestimento deve ser feita em conjunto com a análise da geometria e do sistema de escoamento de fluidos, de modo que as interações entre eles resultem na maior eficiência possível.
- **Estrutura Principal do Coletor:** A estrutura do coletor é responsável por garantir que todos os outros componentes desempenhem suas funções corretamente. Além disso, a resistência mecânica da estrutura e o tipo de cobertura (como o tipo de vidro utilizado) também são fatores que contribuem para a eficiência térmica e a durabilidade do coletor.

## 6 Recomendações da ABRASOL

A ABRASOL orienta que, tanto as revendas quanto os consumidores, devem dar prioridade à escolha de produtos que sejam altamente eficientes e que tenham sido 100% testados e certificados pelo INMETRO. A eficiência dos coletores solares é um fator crucial para garantir o desempenho esperado do sistema, e apenas os produtos que passaram por testes rigorosos devem ser considerados.

Além disso, é fundamental que os produtos sejam aplicados conforme as suas especificações, ou seja, os coletores solares projetados para aquecimento de banho devem ser utilizados exclusivamente para essa finalidade, enquanto os modelos destinados a piscinas devem ser instalados em sistemas específicos para esse uso. A aplicação correta do produto assegura que o sistema opere dentro dos parâmetros estabelecidos pelos testes de eficiência e durabilidade, maximizando a economia de energia e prolongando a vida útil dos coletores solares.

Essas práticas não apenas garantem a performance do sistema, mas também ajudam na sustentabilidade do mercado de energia solar, promovendo produtos de alta qualidade e com maior eficiência energética para os consumidores.



### Autores

Fábio Scarpa - CELAC  
Gustavo Ussier - Rinnai  
João Paulo Cumagai - Heliotek  
Matheus Santos - Scitec  
Ricardo Padovani - CELACK  
Rosely Campos - Green Solar

### Equipe ABRASOL

Eduardo Montalvão - Vice-Presidente de Tecnologia e Meio Ambiente (VPTMA)  
Danielle Johann - Diretora Executiva  
Jainy Batista - Estagiária



# Diferenças e Aplicações entre Coletores Solares Abertos, Fechados e Tubos Evacuados



## ① Introdução

O mercado de energia solar térmica oferece diferentes tipos de coletores, cada um com características técnicas e aplicações específicas que influenciam diretamente o desempenho e a viabilidade de uso. Com a crescente demanda por soluções energéticas sustentáveis, os coletores solares térmicos desempenham um papel crucial na redução do consumo de combustíveis fósseis e na mitigação das emissões de gases de efeito estufa. Neste capítulo, abordaremos as principais diferenças entre os coletores solares abertos, fechados e de tubos evacuados, apresentando suas aplicações e como cada tecnologia se comporta em diferentes temperaturas de trabalho. A escolha correta do coletor é fundamental para otimizar a eficiência energética, reduzir custos operacionais e garantir um retorno de investimento mais rápido.

## ② Diferenças Técnicas entre os Modelos de Coletores Solares

### Coletores Solares Abertos

- **Design:** Possuem um absorvedor em contato direto com o ambiente. O material mais utilizado para essa chapa é o termoplástico, embora polímeros reciclados ou avançados estejam em desenvolvimento;
- **Construção:** Ausência de isolamento térmico, o que resulta em maior perda de calor. Construção simples e econômica;
- **Isolamento:** Não possuem barreiras contra perdas de calor por convecção ou radiação, tornando-os sensíveis a vento, chuva e poeira;
- **Eficiência:** Ideal para aquecer água em grandes volumes com pequeno aumento de temperatura ( $\Delta T$ ), devido à alta vazão e rápida transferência de calor.

### Coletores Solares Fechados (Placas Planas)

- **Design:** O absorvedor é encapsulado em uma estrutura com cobertura e isolada termicamente;
- **Componentes:**
  - **Chapa absorvedora:** Normalmente feita de cobre ou alumínio, podendo ser pintada ou revestida com material seletivo para maior eficiência;
  - **Serpentina:** Geralmente em cobre ou inox, conduz o fluido térmico, transferindo o calor da chapa absorvedora;
  - **Caixa:** Estrutura usualmente de alumínio a qual contém o absorvedor;
  - **Isolamento Térmico:** Material utilizado para minimizar as perdas térmicas do coletor solar. Costuma-se utilizar poliuretano ou lã;
  - **Cobertura:** Vidro comum, temperado ou de baixo teor de ferro, o qual reduz perdas de calor por convecção e radiação. Pode também ser utilizado policarbonato ou outro material polimérico translúcido.
- **Eficiência:** Adequado para temperaturas médias (30°C a 75°C), com desempenho limitado em climas extremamente frios;

### Coletores de Tubos Evacuados

- **Design:** Compostos por tubos de vidro duplo com vácuo entre eles, o que garante excelente isolamento térmico;
- **Componentes:**
  - **Tubo de Vidro Duplo:** Duas camadas de vidro, sendo a externa temperada para maior resistência a impactos, e a interna revestida com materiais seletivos que otimizam a absorção de energia solar;
  - **Isolamento:** O espaço entre as camadas de vidro é evacuado, criando um isolamento que elimina quase totalmente as perdas de calor por condução e convecção;
  - **Estrutura de Suporte:** Geralmente de alumínio ou aço inoxidável, posiciona os tubos no ângulo ideal para maximizar a captação de energia solar, além de conduzirem o fluido a ser aquecido.
- **Eficiência:** Graças à combinação de isolamento térmico eficiente e alta capacidade de captação, esses coletores possuem maior eficiência em temperaturas entre 75°C a 100°C, podendo chegar a 300°C em aplicações específicas. Devido possuírem o isolamento a vácuo, são resistentes ao congelamento.

## ③ Aplicações de Cada Modelo

### Coletores Solares Abertos

- **Uso principal:** Aquecimento de piscinas, onde necessita-se de alta vazão e baixa temperatura;
- **Custo:** Econômicos e simples de instalar;
- **Limitação:** Não são recomendados para aquecimento de água para banho, devido serem mais eficientes em temperaturas inferiores a 40°C.

### Coletores Solares Fechados (Placas Planas)

- **Uso principal:** Sistemas residenciais, comerciais e industriais para temperaturas médias (30°C a 75°C);
- **Versatilidade:** Adequados para todas as regiões do Brasil, atendendo a demanda de banho com alta eficiência;
- **Limitação:** Menor eficiência em temperatura acima de 75°C;

### Coletores de Tubos Evacuados

- **Uso principal:** Regiões com grandes variações de temperatura ou locais com temperaturas negativas. Processos industriais e comerciais, como aquecimento em hotéis e hospitais;
- **Vantagem:** Requerem menos espaço e oferecem alta eficiência em temperaturas acima de 75°C, mesmo em condições adversas;
- **Limitação:** Devido alcançarem altas temperaturas, o custo de instalação costuma ser superior, devendo prever sistemas de segurança e materiais adequados a temperatura de trabalho.

#### 4 Desempenho por Temperatura de Trabalho

##### Coletores Solares Abertos

- **Faixa de trabalho:** 20°C a 40°C;
- **Eficiência:** Desempenho ideal em climas quentes e estáveis; perdem eficiência em locais frios ou ventosos.

##### Coletores Solares Fechados (Placas Planas)

- **Faixa de trabalho:** 30°C a 75°C (modelos específicos podem alcançar 200°C);
- **Eficiência:** Bom desempenho em climas moderados; menor eficiência em regiões muito frias.

##### Coletores de Tubos Evacuados

- **Faixa de trabalho:** 50°C a 100°C (alguns modelos chegam a 300°C);
- **Eficiência:** Mantêm alto desempenho em climas frios e ventosos, graças ao isolamento por vácuo.

#### 5 Recomendações da ABRASOL

A ABRASOL recomenda que a escolha do coletor solar seja baseada na aplicação específica e na faixa de eficiência do produto. Para aquecimento de piscinas, coletores solares abertos são geralmente os mais indicados, devido à sua alta vazão e capacidade de aumentar moderadamente a temperatura. Para sistemas residenciais e comerciais voltados para o aquecimento de água para banho, os coletores planos (fechados) são os mais eficientes, operando bem dentro da faixa de 30°C a 75°C. Já os coletores de tubos evacuados são ideais para aplicações industriais e comerciais em regiões com grandes variações de temperatura ou condições extremas, oferecendo alta eficiência para temperaturas superiores a 75°C. No entanto, existem exceções, pois cada tecnologia pode ser aplicada de acordo com as necessidades e características específicas de cada instalação. ABRASOL não impede o uso de qualquer tecnologia de forma exclusiva; a escolha deve sempre ser adaptada à realidade de cada projeto.

É essencial que o revendedor e o projetista consultem a etiqueta do INMETRO, que detalha a aplicação para a qual o produto foi testado. Ao verificar essa etiqueta, é possível garantir que o coletor será utilizado de forma correta e eficiente, assegurando o melhor desempenho e maior durabilidade do sistema. Por isso, é imprescindível que esses profissionais considerem essa informação ao selecionar o modelo adequado para cada situação.



##### Autores

Carlos Bueno - Nautilus  
Hugo Nascimento - Termomax  
Leonardo Rodrigues - Termomax  
Luciano Torres - Resolver  
Luiz Antônio - Solis

##### Equipe ABRASOL

Eduardo Montalvão - Vice-Presidente de Tecnologia e Meio Ambiente (VPTMA)  
Danielle Johann - Diretora Executiva  
Jainy Batista - Estagiária

# Certificação INMETRO: Reservatórios Termossolares



## ① Normas vigentes

A certificação de reservatórios termossolares no Brasil é regulamentada por portarias do INMETRO que estabelecem os critérios técnicos obrigatórios para assegurar a segurança, eficiência térmica e durabilidade desses produtos. O objetivo é garantir que os consumidores recebam equipamentos confiáveis, seguros e adequados ao uso pretendido.

### ● Portaria INMETRO nº 420/2021

Estabelece os requisitos obrigatórios para equipamentos de aquecimento solar de água a serem atendidos por toda a cadeia fornecedora do produto no mercado nacional e revoga as portarias 352/2012 e 301/2018.

### ● Portaria INMETRO nº 215/2024

Altera a Portaria INMETRO nº 420, de 4 de outubro de 2021, que aprova o Regulamento Técnico da Qualidade e os Requisitos de Avaliação da Conformidade para Equipamentos de Aquecimento Solar de Água (RTQ Consolidado).

### ● ABNT NBR 16641:2018

Reservatórios termossolares - Requisitos específicos para utilização em sistemas de acumulação de energia solar térmica - Segurança mecânica e elétrica.

### ● ABNT NBR 10185:2018

Reservatórios termossolares para líquidos destinados a sistemas de energia solar - Método de ensaio para Desempenho Térmico.

### ● ABNT NBR 16069:2023

Requisitos construtivos, de segurança e desempenho térmico dos reservatórios utilizados em sistemas de aquecimento solar;

Os métodos de ensaio para avaliação de eficiência térmica, resistência mecânica, corrosão, estanqueidade, entre outros;

Critérios para identificação, rotulagem e manutenção.

Padronização de capacidades nominais: 100, 150, 200, 250, 300, 400, 500, 600, 800 ou 1000 litros.

### ● ASTM G155:13

Estabelece métodos de ensaio de envelhecimento acelerado por radiação ultravioleta (UV) e exposição a intempéries para materiais usados em coletores solares e reservatórios termossolares.

### Certificação Compulsória

A certificação de reservatórios termossolares é compulsória para todos os fabricantes e importadores no Brasil, de acordo com as portarias do INMETRO. Os produtos precisam atender a todos os requisitos técnicos estabelecidos para poderem ser comercializados no país.

## ② Responsabilidades: Laboratórios, OCPs e Fabricantes

Durante o processo de certificação de reservatórios termossolares segundo as portarias do INMETRO, as responsabilidades dos laboratórios, fabricantes e Organismos de Certificação de Produtos (OCPs) são claramente definidas para garantir que os produtos atendam aos requisitos de segurança e desempenho estabelecidos. A seguir, descrevem-se as principais responsabilidades de cada um:

### ● Responsabilidades dos Laboratórios

Os laboratórios têm a função de realizar ensaios técnicos nos coletores solares e sistemas de aquecimento solar para verificar se eles atendem às normas e regulamentos técnicos vigentes. As responsabilidades incluem:

- **Realizar ensaios de conformidade:** Testar os coletores solares de acordo com as normas aplicáveis, verificando parâmetros como eficiência térmica, resistência mecânica, estanqueidade e durabilidade.
- **Emitir relatórios de ensaio:** Após a execução dos testes, o laboratório emite relatórios detalhados com os resultados dos ensaios. Esses documentos são fundamentais para o processo de certificação.
- **Acreditação INMETRO:** Os laboratórios devem ser acreditados pelo INMETRO, garantindo que sigam padrões de qualidade e confiabilidade, além de possuir a competência técnica necessária para realizar os ensaios.

### ● Responsabilidades dos Fabricantes

Os fabricantes de reservatórios termossolares são responsáveis por garantir que seus produtos estejam em conformidade com as exigências legais e técnicas antes de serem comercializados. As principais responsabilidades incluem:

- **Solicitar a certificação:** O fabricante deve entrar em contato com um Organismo de Certificação de Produto (OCP) acreditado pelo INMETRO para iniciar o processo de certificação.
- **Fornecer amostras:** O fabricante deve fornecer amostras de seus produtos para ensaios laboratoriais, a fim de validar a conformidade com as normas e portarias.
- **Manter a conformidade:** Após a certificação, o fabricante é responsável por garantir que os produtos fabricados continuem atendendo às especificações técnicas testadas e aprovadas. Isso inclui realizar as manutenções exigidas conforme os prazos legais estabelecidos, por meio de auditorias.
- **Prover informações técnicas:** O fabricante deve fornecer todas as informações técnicas requeridas pelo OCP, como manuais de instalação e manutenção, além de registros de fabricação e controle de qualidade.
- **Correção de não conformidades:** Caso os ensaios ou auditorias detectem não conformidades, o fabricante deve implementar ações corretivas e preventivas para resolver os problemas apontados.
- **Etiquetagem e Selo de Conformidade:** Após a certificação, os fabricantes devem aplicar o selo do INMETRO nos produtos, indicando que estão em conformidade com os requisitos técnicos e legais.

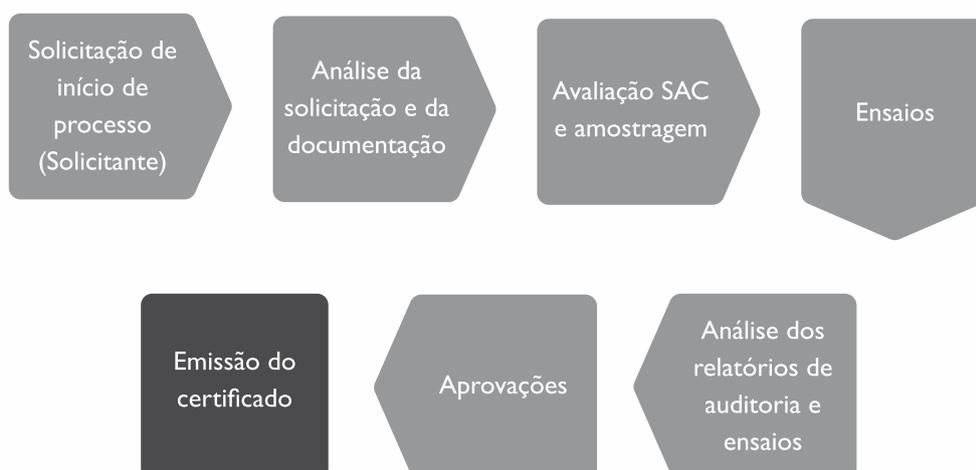
Esses itens conferem credibilidade e segurança aos consumidores desses produtos.

### ● Responsabilidades dos Organismos de Certificação de Produtos (OCPs)

Os OCPs são entidades acreditadas pelo INMETRO que realizam todo o processo de certificação, desde a análise de documentos até a emissão do certificado de conformidade. Suas responsabilidades incluem:

- **Realizar auditorias, amostragem e certificação:** O OCP é responsável por conduzir auditorias nas fábricas, verificar a conformidade dos sistemas de qualidade do fabricante, tratamento de reclamações do solicitante (SAC) e amostragem (lacrração dos produtos), e assegurar que o processo de produção esteja de acordo com as normas estabelecidas.
- **Solicitar os ensaios de laboratório:** O OCP solicita a realização dos ensaios aplicáveis nos laboratórios acreditados, assegurando que os produtos sejam submetidos aos testes exigidos.
- **Emitir o Certificado de Conformidade:** Após a análise dos relatórios de ensaio, verificação do sistema de qualidade do fabricante e tratamento de reclamações do solicitante (SAC), o OCP emite o Certificado de Conformidade, autorizando o uso do selo do INMETRO.
- **Manter o monitoramento pós-certificação:** O OCP deve realizar auditorias de manutenção no fabricante e solicitar os testes laboratoriais em amostras periódicas (finalizados entre 24 e 36 meses pós-certificação, dependendo do modelo de certificação escolhido) para garantir que os produtos continuam a atender os requisitos.
- **Suspensão ou cancelamento de certificação:** Se o fabricante não mantiver a conformidade com as normas, o OCP tem a responsabilidade de suspender ou cancelar o certificado de conformidade, notificando o INMETRO.

### ● Etapas do processo de certificação



### Resumo das Responsabilidades

Entidade	Responsabilidades
<b>Laboratórios</b>	Realizar ensaios de desempenho e segurança; emitir relatórios técnicos; ser acreditados pelo INMETRO.
<b>Fabricantes</b>	Solicitar certificação; fornecer amostras; garantir conformidade contínua; aplicar selos INMETRO; corrigir não conformidades.
<b>OCPs</b>	Conduzir auditorias; solicitar ensaios; emitir certificados de conformidade; realizar monitoramento contínuo e de manutenções; suspender/cancelar certificações quando necessário.

Esses três atores trabalham em conjunto para garantir que os reservatórios termossolares no mercado brasileiro atendam aos requisitos de segurança e eficiência, conforme as portarias e normas do INMETRO.

### ③ Ensaios

Os ensaios realizados durante o processo de certificação dos reservatórios termossolares são fundamentais para avaliar seu desempenho e conformidade com as normas técnicas estabelecidas. Cada ensaio tem um objetivo específico, como medir o desempenho térmico, verificar a resistência a choques térmicos ou avaliar a durabilidade do coletor sob diferentes condições. Este tópico resume os principais ensaios realizados, detalhando os objetivos, procedimentos e requisitos de aprovação para garantir que os reservatórios termossolares atendam aos padrões de qualidade exigidos pelas portarias do INMETRO e outras normas.

Ensaio	Objetivo	Requisito de Aprovação
<b>Marcações e instruções</b>	Verificar se as marcações não serão removidas após procedimento que provoca desgaste. Verificar resistência a marcações após a aplicação de água e solvente.	Após procedimento, as marcações devem permanecer legível e não apresentar enrugamento
<b>Volume Armazenado</b>	Verificar as tolerâncias volumétricas	Poderá haver uma variação do volume nominal de -5% até +10%
<b>Pressão hidrostática</b>	Verificar se o reservatório suporta a pressão de operação.	Deve resistir sem deformações ou vazamentos
<b>Perda específica de energia mensal</b>	Avaliar a capacidade do isolamento em manter a temperatura	A perda térmica deve ser inferior ao limite normativo
<b>Tensão suportável</b>	Verificar o isolamento elétrico	Não deve apresentar perfurações ou descargas que comprometam as isolações

Ensaio	Objetivo	Requisito de Aprovação
<b>Corrente de fuga</b>	Verificar o isolamento elétrico	Não deve exceder ao limite pelo corpo do usuário (5 mA)
<b>Potência absorvida</b>	Verificar as tolerâncias da potência	Poderá haver uma variação da potência nominal de -10% até +5%
<b>Resistência ao calor e fogo</b>	Verificar a resistência ao calor e a velocidade de propagação da chama que exponha o usuário a perigo de fogo	Não deve haver propagação de chama
<b>Resistência ao enferrujamento</b>	Verificar a resistência a ambientes corrosivos (salinidade, umidade)	Não pode haver comprometimento do material
<b>Envelhecimento acelerado</b>	Verificar a proteção contra intempéries e UV	Deve manter integridade e aparência após o ensaio. Não deve ocorrer desgastes mecânicos e/ou corrosivo

#### ④ Classificação

A classificação de eficiência térmica dos reservatórios é baseada no percentual de energia armazenada após 24 horas de repouso térmico.

O Desempenho térmico, também chamado de "Perda Específica de Energia Mensal" é uma medida crucial calculada para reservatórios. Este conceito representa a relação entre a energia que o reservatório dissipa para o ambiente em um mês e a sua capacidade volumétrica, sendo expressa na unidade de kWh/l.mês. Essencialmente, quanto menor for esse valor, mais eficiente é o isolamento térmico do reservatório, o que implica em menor perda de calor e, conseqüentemente, em uma maior conservação da energia térmica acumulada. O Regulamento Técnico da Qualidade (RTQ), aprovado pela Portaria nº 420 do Inmetro, estabelece este como um requisito obrigatório de desempenho para os equipamentos de aquecimento solar de água.

Os reservatórios termossolares devem atender a valores máximos de Perda Específica de Energia Mensal, os quais são definidos em tabelas e variam de acordo com a capacidade volumétrica nominal do reservatório.

Para a avaliação da conformidade, a estimativa da Perda Específica de Energia Mensal do reservatório deve ser calculada e informada, sendo necessário que ela esteja em conformidade com os limites máximos estabelecidos no RTQ. Este requisito é verificado tanto na etapa de avaliação inicial quanto na avaliação de manutenção da certificação. Durante os ensaios, devem ser coletadas unidades de amostra do reservatório, e um modelo por família, de cada volume, deve ser ensaiado para "Volume Armazenado" e para a "Perda Específica de Energia Mensal (Eficiência)". Um resultado de ensaio para um reservatório de baixa pressão será considerado válido também para um de alta pressão, e vice-versa, desde que ambos possuam as mesmas dimensões.

Os critérios de aceitação e rejeição para a Perda Específica de Energia Mensal são claros. O reservatório é considerado conforme se o valor calculado da Perda Específica de Energia Mensal Máxima, para sua capacidade, obedecer aos limites máximos indicados nas tabelas. Na avaliação de manutenção, o reservatório será considerado conforme se o valor obtido da Perda Específica de Energia Mensal estiver dentro de uma tolerância de +6,00% em relação ao valor obtido na Avaliação Inicial.

Em resumo, a Perda Específica de Energia Mensal é um indicador essencial e obrigatório estabelecido pelo Inmetro para os reservatórios termossolares. Essa medida mostra o quanto de calor o reservatório perde por mês em relação ao seu volume, sendo crucial para garantir que esses equipamentos sejam eficientes na conservação da energia térmica e seguros. Com limites máximos definidos para cada tamanho de reservatório e verificações contínuas por meio de testes rigorosos, a Portaria nº 420 do Inmetro busca assegurar que os consumidores tenham acesso a produtos de qualidade que, de fato, ajudem a minimizar a perda de calor e promovam a economia de energia em suas residências.

Anexo da Portaria 420/2021 - Perda específica de energia mensal máxima do reservatório termossolar por capacidade:

Volume nominal do reservatório termossolar (l)	Perda Específica de Energia Mensal Máxima (kWh/l.mês)
100	≤ 0,27
150	≤ 0,27
200	≤ 0,27
250	≤ 0,27
300	≤ 0,27
400	≤ 0,22
500	≤ 0,21
600	≤ 0,20
800	≤ 0,18
≥ 1000	≤ 0,16

NOTA: Para reservatórios de volumes intermediários, a Perda Específica de Energia Mensal Máxima considerada deve ser aquela do volume imediatamente inferior, entre os indicados na tabela.

Existe uma classificação adicional para produtos com desempenho superior ao exigido pela portaria. Quando os valores de perda específica de energia estiverem dentro dos limites estabelecidos, o produto recebe a autorização para utilizar o Selo Procel de Economia de Energia.

Abaixo, os limites máximos de perda específica de energia mensal (em kWh/litro.mês) para obtenção do selo:

- |             |          |                    |          |
|-------------|----------|--------------------|----------|
| ▪ Até 100 L | → ≤ 0,22 | ▪ 400 L            | → ≤ 0,15 |
| ▪ 150 L     | → ≤ 0,21 | ▪ 500 L            | → ≤ 0,14 |
| ▪ 200 L     | → ≤ 0,20 | ▪ 600 L            | → ≤ 0,13 |
| ▪ 250 L     | → ≤ 0,19 | ▪ 800 L e ≥ 1000 L | → ≤ 0,10 |
| ▪ 300 L     | → ≤ 0,19 |                    |          |

## ⑤ Variações de projeto para reservatórios termossolares

Os reservatórios podem ser classificados por famílias, que é um conjunto de modelos que compartilham as mesmas características principais de fabricação e desempenho.

Para que diferentes modelos pertençam a uma mesma família, eles precisam obrigatoriamente ter em comum:

- Ser fabricados na mesma unidade produtiva (fábrica);
- Ter a mesma pressão de trabalho;
- Possuir os mesmos diâmetros interno e externo do reservatório;
- Utilizar os mesmos materiais no cilindro interno e no isolamento térmico;
- Trabalhar com o mesmo fluido;
- Possuir a mesma potência elétrica.

Dentro dessa família, é permitido haver algumas variações, como:

- Ter ou não resistência elétrica;
- Ser de orientação vertical ou horizontal;
- Ter ou não ânodo de sacrifício;
- Variar na quantidade e as bitolas dos tubos;
- Usar diferentes materiais no revestimento externo, como ligas de alumínio, galvalume ou aço inox.

Importante ressaltar que sempre que houver alguma alteração no projeto, mesmo que seja um equipamento já certificado, o mesmo deve ser submetido aos ensaios pertinentes para assegurar a performance e segurança do produto.

Diversas variáveis de projeto podem influenciar o desempenho térmico e estrutural dos reservatórios:

- **Tipo de Isolamento Térmico:** Espuma de poliuretano, lã de vidro ou EPS. A qualidade e a espessura impactam diretamente na eficiência térmica.
- **Volume Nominal:** Reservatórios maiores tendem a reter mais energia, mas exigem maior atenção ao dimensionamento do isolamento.
- **Material da Cuba Interna:** Pode ser aço inox, aço vitrificado ou polipropileno. Cada material possui vantagens quanto à resistência e à durabilidade.
- **Revestimento Externo:** Pode ser metálico ou plástico, com diferentes níveis de resistência UV e acabamento estético.
- **Disposição dos Apoios e Conexões:** Influencia a facilidade de instalação e a robustez do conjunto.
- **Acessórios:** Presença de resistência elétrica, ânodo de sacrifício e válvulas podem afetar o desempenho e segurança do equipamento.

Essas variações devem ser validadas por ensaio em amostra representativa sempre que houver alterações significativas no projeto.

## ⑥ Recomendações da ABRASOL

A ABRASOL orienta que tanto as revendas quanto os consumidores deem busquem à aquisição de produtos que sejam altamente eficientes e devidamente certificados pelo INMETRO. A certificação garante que o reservatório passou por todos os ensaios técnicos obrigatórios, assegurando desempenho adequado, durabilidade e segurança no uso.

A eficiência dos reservatórios termossolares é um fator essencial para garantir o resultado esperado de todo o sistema de aquecimento solar. Por isso, somente equipamentos que tenham sido submetidos a testes completos e rigorosos devem ser considerados. Além disso, recomenda-se que os consumidores verifiquem se o produto possui, quando aplicável, o **Selo Procel de Economia de Energia**, que identifica modelos com desempenho superior ao exigido pelas normas.

Ao optar por reservatórios certificados e eficientes, os consumidores e revendedores contribuem não apenas para a confiabilidade e segurança dos sistemas, mas também para a redução do consumo energético e a valorização da sustentabilidade no mercado de aquecimento solar.



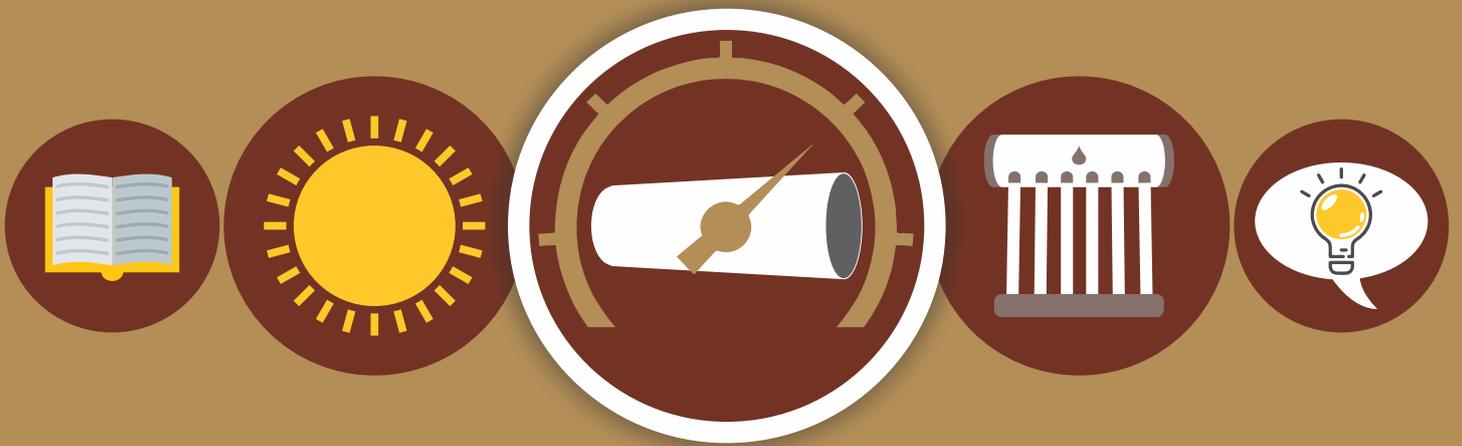
### Autores

Antônio Carlos Bento Júnior - Mastersol  
Fábio Scarpa - Celack  
João Paulo Cumagai - Heliotek  
José Lourenço - A Atual  
Ricardo Padavoni - Celack

### Equipe ABRASOL

Eduardo Montalvão - Vice-Presidente de Tecnologia e Meio Ambiente (VPTMA)  
Danielle Johann - Diretora Executiva  
Jainy Batista - Estagiária

# Reservatórios termossolares: Baixa e alta pressão



## ① Introdução

Os reservatórios termosolares componentes fundamentais dos sistemas de aquecimento solar de água. Sua principal função é armazenar a água aquecida pelos coletores solares e mantê-la disponível para consumo com a menor perda térmica possível.

A classificação dos reservatórios em baixa e alta pressão está diretamente relacionada ao tipo de sistema hidráulico da edificação e ao regime de pressão da água de alimentação. Essa diferenciação implica em variações de projeto, materiais, segurança e aplicação.

## ② Reservatórios de baixa pressão

### ● Definição

Reservatórios de baixa pressão operam com pressões internas muito próximas à pressão atmosférica, sendo alimentados geralmente por caixas d'água localizadas acima do nível do reservatório. A pressão típica de trabalho está abaixo de 5 m.c.a. (metros de coluna de água), ou seja, cerca de 50 kPa (0,5 bar).

Quando a caixa d'água não pode ser elevada acima do boiler, uma alternativa é instalar o reservatório térmico de modelo nível, que é eficaz em situações com limitação de desnível. Há fabricantes que fornecem o boiler no modelo nível e desnível no mesmo equipamento e outros de forma separada. Sendo assim, é necessário avaliar qual solução se encaixa melhor no projeto do cliente. No caso de reservatórios em nível, utiliza-se um dispositivo chamado pescador, que pode ser móvel ou fixo, e tem a função de captar a água quente sempre no ponto mais alto do boiler. Isso assegura conforto e consistência no fornecimento, garantindo que os usuários não sejam penalizados por restrições construtivas.

### ● Características técnicas

As características técnicas dos reservatórios de baixa pressão estão diretamente relacionadas às condições de operação em sistemas gravitacionais. Por operarem em pressões reduzidas, esses equipamentos dispensam reforços estruturais complexos, mas exigem cuidados específicos com materiais, proteção anticorrosiva e isolamento térmico, de forma a garantir durabilidade, eficiência energética e segurança no uso. A seguir, são apresentadas as principais especificações construtivas que diferenciam esse tipo de reservatório.

- Material: aço inoxidável, cobre, polietileno ou aço carbono com proteção anticorrosiva;
- Proteção anticorrosiva: anodo de magnésio ou proteção galvânica;
- Isolamento térmico: poliuretano expandido (PU), poliisocianurato (PIR) ou EPS;
- Pressão máxima de trabalho: geralmente até 50 kPa;
- Conexões: geralmente de solda, flange ou rosca; sem necessidade de elementos reforçados;
- Acessórios: válvula de entrada simples, sem necessidade de válvula de alívio de pressão;
- Apoio Elétrico (Sistema de Aquecimento Auxiliar): A maioria dos reservatórios vêm equipados com um sistema de apoio elétrico, composto por uma resistência e um termostato. A resistência é geralmente de aço inoxidável ou cobre, e o termostato, do tipo bimetálico, possui uma faixa de regulação de temperatura pré-ajustada, normalmente entre 45°C e 55°C. Este sistema garante o fornecimento de água quente em dias de baixa insolação.

### ● Aplicações típicas

Os reservatórios de baixa pressão possuem um campo de aplicação bastante específico, condicionado ao seu funcionamento por gravidade e à limitação de pressão. Esses equipamentos são mais indicados em sistemas simples e econômicos, especialmente em locais onde não se exige rede pressurizada.

Principais aplicações:

- Residências com caixa d'água no telhado.
- Instalações em áreas rurais ou de baixa pressão.
- Sistemas por termossifão, com coletores e reservatório no mesmo plano inclinado.

### ● Vantagens e limitações

Os reservatórios de baixa pressão apresentam características que os tornam atrativos em projetos de menor complexidade e custo reduzido. Entretanto, possuem restrições quanto ao uso em sistemas pressurizados e quanto ao conforto nos pontos de consumo.

Vantagens:

- Menor custo de fabricação e instalação.
- Menor complexidade técnica.
- Menor risco de falha estrutural.

Limitações:

- Incompatível com sistemas pressurizados.
- Limita pressão nos pontos de consumo (chuveiros, torneiras).
- Menor flexibilidade de instalação.

### ● Requisitos de segurança

Identificação: É obrigatória a fixação de placa de identificação contendo nome e CNPJ do fabricante, volume nominal, ano de fabricação, número de série e referência à norma aplicada.

Ensaio: Conforme a ABNT NBR 16641, os reservatórios de baixa pressão deve ser submetidos a ensaio de estanqueidade sob pressão equivalente à máxima de operação acrescida de margem mínima de 50%, garantindo integridade estrutural e ausência de vazamentos.

Reservatórios de baixa pressão operam com pressões muito próximas à atmosférica e, por isso, não requerem dispositivos de segurança específicos, como válvulas de alívio ou retenção. No entanto, é recomendável garantir:

- Instalação correta da válvula de entrada, evitando sobrepressões acidentais;
- Uso de materiais resistentes à corrosão e com vedação adequada;
- Verificação de que o sistema esteja sempre operando em regime de gravidade;
- Tubulação de respiro aberta para a atmosfera que a altura não ultrapasse a pressão máxima de trabalho do equipamento;

- Instalação sobre uma base dotada de sistema de impermeabilização e contenção de vazamentos com dreno para escoamento, seguindo as exigências e recomendações da norma ABNT NBR 9575.

Esses cuidados garantem a integridade do sistema e evitam falhas por sobrepressão ou entrada de ar.

### ③ Reservatórios de baixa pressão

#### ● Definição

Reservatórios de alta pressão são projetados para suportar pressões internas elevadas, compatíveis com redes hidráulicas pressurizadas ou com uso de pressurizadores. Pressões típicas de operação vão de 40 a 600 kPa (4 a 6 bar), com testes hidrostáticos exigindo resistência maior.

#### ● Características técnicas

Os reservatórios de alta pressão são construídos para operar em condições mais severas do que os modelos de baixa pressão. Por estarem conectados a redes pressurizadas ou a sistemas com pressurizadores, exigem materiais mais robustos, soldagens reforçadas e componentes dimensionados para suportar maiores esforços mecânicos e térmicos. Essas especificações garantem a segurança, a durabilidade e o desempenho adequado do equipamento.

Principais características técnicas:

- Material: aço carbono com tratamento interno (vitrificação ou epóxi), aço inoxidável ou polietileno reforçado com fibra de vidro;
- Estrutura: casco reforçado com chapas espessas, costuras soldadas e flanges resistentes;
- Pressão de trabalho: entre 5 mca (0,5 bar) e 40 mca (4,0 bar).

#### ● Aplicações típicas

Os reservatórios de alta pressão se destacam em projetos que requerem maior robustez, conforto e flexibilidade de instalação. São voltados a sistemas pressurizados, onde há maior demanda de consumo simultâneo e necessidade de distribuição eficiente de água quente.

Principais aplicações:

- Residências com aquecimento central pressurizado.
- Edifícios multifamiliares com pressurização hidráulica.
- Instalações com grandes volumes de consumo ou múltiplos pontos simultâneos.
- Integração com aquecedores de passagem a gás ou resistências elétricas.

#### ● Vantagens e limitações

Os reservatórios de alta pressão oferecem benefícios significativos em termos de conforto, versatilidade de instalação e integração com sistemas modernos. Contudo, esses ganhos estão associados a maiores custos, necessidade de dispositivos de segurança e manutenção mais rigorosa.

Vantagens:

- Compatível com rede hidráulica pressurizada.
- Maior conforto (pressão nos chuveiros).
- Flexibilidade de instalação (nível inferior ao ponto de uso).

Limitações:

- Maior custo de fabricação e instalação.
- Requer válvulas e dispositivos de segurança.
- Mais pesado e complexo estruturalmente.
- Exige maiores cuidados com manutenção em comparação com o reservatório de baixa pressão.

#### ● Requisitos de segurança

Reservatórios de alta pressão, por operarem com pressões elevadas, devem obrigatoriamente incluir os seguintes dispositivos de segurança:

- Válvula de alívio de temperatura e pressão (TPV): protege contra sobrepensões e superaquecimento;
- Válvula de retenção: impede o refluxo da água aquecida para rede de água fria
- Válvula de segurança: atua como redundância em caso de falha do TPV;
- Válvula quebra vácuo: evita a implosão do reservatório térmico.
- Conexões metálicas reforçadas: evitam falhas por pressão ou temperatura elevadas.
- Vaso de expansão compatível com volume, temperatura e pressão do sistema.

Segurança adicional: O dreno da válvula de alívio deve ser direcionado a local seguro, sem risco de queimaduras e o isolamento térmico deve atender aos requisitos de propagação de chama da norma.

Identificação: O reservatório deve ter placa de identificação permanente com nome e CNPJ do fabricante, pressão máxima de trabalho, volume nominal, ano de fabricação, número de série e norma aplicada.

Instalação hidráulica: A norma requer válvula de retenção na entrada de água fria, vaso de expansão compatível com o volume e pressão do sistema e conexões adequadas para evitar corrosão galvânica.

Proteção contra superaquecimento: A válvula de alívio de temperatura e pressão (TPV) deve atuar quando a temperatura interna exceder  $99^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ , descarregando água para evitar danos estruturais.

Ensaio: A ABNT NBR 15569 exige que os reservatórios de alta pressão sejam submetidos a ensaio hidrostático com pressão mínima equivalente a 1,5 vezes a pressão máxima de trabalho, verificando resistência mecânica e estanqueidade

#### ④ Comparativo técnico - Reservatórios de baixa vs. alta pressão

Item	Baixa pressão	Alta pressão
<b>Pressão de operação</b>	Menor ou igual à 0,5 bar (alimentação por gravidade)	Superior à 0,5 bar e inferior à 4,0 bar
<b>Tipo de alimentação</b>	Caixa d'água elevada	Rede hidráulica ou pressurizador
<b>Custo</b>	Baixo	Elevado
<b>Segurança</b>	Construção simples, com respiro aberto à atmosfera (sem necessidade de válvulas de segurança)	Requer válvulas de segurança, alívio, vaso de expansão e retenção

Item	Baixa pressão	Alta pressão
<b>Materiais comuns</b>	Aço inox, cobre, PEAD, aço com proteção anticorrosiva	Aço vitrificado, aço inox
<b>Instalação</b>	Deve ser instalado acima do ponto de consumo (por gravidade)	Pode ser instalado em qualquer nível (independente da altura)
<b>Aplicações típicas</b>	Residências simples, áreas rurais, sistemas por termossifão	Edifícios, comércios, indústrias, sistemas pressurizados
<b>Isolamento térmico</b>	PU, PIR ou EPS	PU, PIR ou EPS
<b>Acessórios obrigatórios</b>	Apenas válvula de entrada simples	TPV, válvula de retenção, válvula de segurança, válvula alívio de pressão e válvula quebra vácuo.
<b>Flexibilidade de uso</b>	Limitado a sistemas não pressurizados	Alta flexibilidade de aplicação

## 5 Considerações técnicas para projeto

O correto dimensionamento e a instalação dos reservatórios térmicos, sejam de baixa ou alta pressão, exigem atenção a aspectos técnicos que assegurem eficiência, segurança e durabilidade. Esses cuidados devem considerar tanto as condições hidráulicas quanto os requisitos normativos aplicáveis.

Principais pontos a observar:

- A pressão de projeto deve ser sempre superior à pressão de operação.
- A presença de válvula redutora de pressão pode ser necessária para compatibilizar componentes.
- O dimensionamento térmico não depende diretamente do tipo de pressão, mas sim da demanda de água quente e da superfície de captação solar.
- Para segurança, recomenda-se instalar válvulas de alívio com dreno para áreas protegidas.

### o Influência da orientação do reservatório

A posição do reservatório térmico, seja na horizontal ou na vertical, interfere diretamente na distribuição de temperatura em seu interior. Em instalações verticais, há maior preservação da estratificação, com as camadas superiores mantendo temperaturas mais elevadas por mais tempo, o que favorece o fornecimento de água quente mesmo com consumo parcial. Já os modelos horizontais tendem a promover uma maior homogeneização da temperatura interna, reduzindo o aproveitamento térmico imediato. Por essa razão, sempre que o projeto permitir, é recomendável optar pela instalação vertical, especialmente em sistemas que buscam maior eficiência e constância no fornecimento de água quente. Em contrapartida, em instalações sobre lajes, o reservatório vertical exige uma capacidade estrutural maior por ter a carga concentrada em uma área menor que o horizontal.

## 6 Recomendações da ABRASOL

A ABRASOL, reforça a importância da conformidade dos reservatórios termossolares com as normas técnicas nacionais e com os critérios estabelecidos pelo INMETRO. Para garantir segurança, desempenho e durabilidade, recomenda-se que os equipamentos sejam fabricados com materiais de qualidade comprovada, compatíveis com as condições de uso previstas.



Entre os pontos de atenção destacados pela associação, estão:

- A adoção de isolamento térmico eficiente, com espessura adequada e materiais que não agredam o meio ambiente;
- A utilização de revestimentos internos resistentes à corrosão, especialmente em regiões com água de maior agressividade química;
- A presença e correta especificação de válvulas de segurança, alívio e retenção, conforme o regime de pressão do sistema;
- A realização de ensaios de retenção térmica e estanqueidade como parte do controle de qualidade;
- A valorização da etiquetagem de desempenho energético como ferramenta para orientar o consumidor e estimular a melhoria contínua da indústria;
- A capacitação contínua de instaladores e projetistas, visando assegurar que os sistemas sejam corretamente dimensionados, instalados e mantidos ao longo do tempo.

Ao seguir essas diretrizes, os fabricantes e profissionais do setor contribuem para fortalecer a credibilidade da tecnologia solar térmica no mercado e ampliar os benefícios ao usuário final.

### **Autores**

Diogo Vinicius da Silva Ferreira - Kisoltec  
Hugo Cassio do Nascimento - Termomax  
Leonardo Cesar Rodrigues - Termomax  
Luiz Antônio dos Santos Pinto - Solis  
Ronaldo Yano Toraiwa - Komeco  
Wander Wagner Mendes Martins - Kisoltec

### **Equipe ABRASOL**

Eduardo Montalvão - Vice-Presidente de Tecnologia e Meio Ambiente (VPTMA)  
Danielle Johann - Diretora Executiva  
Jainy Batista - Estagiária