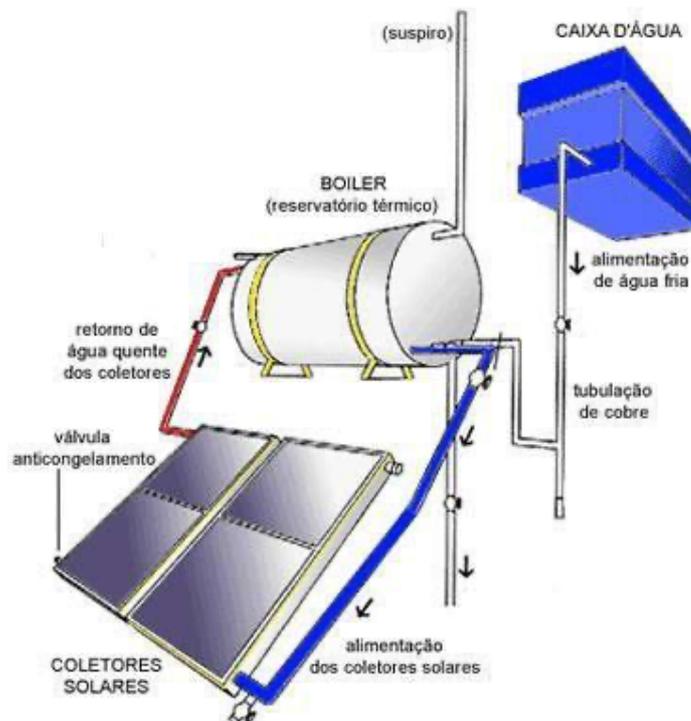


Exercício – Etapa 3

PEA 3100

Coletor solar: Aquecimento de Água



1 - Objetivo

Realizar o cálculo do dimensionamento de um coletor solar para atendimento da energia térmica necessária para aquecimento de água de banho, substituindo a tecnologia utilizada atualmente na edificação..

Efetuar o cálculo da economia de energia e uma análise econômica com a substituição da tecnologia atual pelo coletor solar plano.

Apresentar comentários acerca das vantagens, desvantagens, limitações e sugestões sobre o uso de coletor solar plano.

2 – Levantamento de dados e dimensionamento

2.1) Dados da tecnologia atual usada

- a. Tipo de equipamento usado para aquecimento de água e sua fonte de energia (chuveiro elétrico, aquecedor a gás, etc) ;
- b. Características do equipamento e fonte de energia: Potência, poder calorífico da fonte de energia, rendimento da tecnologia (quando for o caso).

Obs: Lembrando que a casa utilizada é a que foi escolhida na etapa 1

2.2) Dados de hábito de consumo e nível de conforto

Levantar os seguintes dados necessários para cálculo do consumo diário de água quente:

- a. Número de moradores da residência;
- b. Número de banhos;
- c. Horários de banho;
- d. Tempo de banho;
- e. Consumo médio de água quente da ducha ou chuveiro utilizado;
- f. Vazão - L/min (estimar/medir de acordo com modelo usado – consultar referência).

2.3) Dados adicionais necessários para dimensionamento do sistema

- a. Localização da residência e latitude;
- b. Área disponível para instalação do coletor e ângulo de inclinação do telhado (quando for o caso) ;
- c. Radiação solar do local no ângulo de inclinação do coletor;
- d. Norte geográfico do local e orientação do telhado (quando for o caso) ;
- e. Área do coletor solar escolhido e seu rendimento;
- f. Temperatura de banho: adotar 20° C de aquecimento (diferença entre a temperatura ambiente e de saída do coletor).

Dica: Pode-se manter o nível de conforto utilizando a mesma vazão ou optar por uma vazão menor (Por exemplo, mantendo e usando os chuveiros que têm menor vazão (desligando sua alimentação elétrica), ou comprando uma ducha de menor vazão, para quem usa aquecedor a gás). Com as recentes crises hídricas, tornou-se importante buscar uma economia nos gastos de água além da energia.

2.4) Dados para avaliação econômica da troca de equipamentos

- a. Preço do coletor solar: Inclui placa, reservatório térmico e custo de instalação;
- b. Preço da ducha nova, caso a ducha usada ou chuveiro sejam substituídos;
- c. Tarifa de energia: elétrica ou de gás;
- d. Taxa de desconto: 8 % (fixo) ;
- e. Vida útil do novo equipamento (coletor solar).

Dica 1: Contatem empresas para receberem uma cotação média do custo de instalação do equipamento, de acordo com as dimensões escolhidas.

Dica 2: Edificações que ficam na região sul e sudeste, assuma que com o uso do coletor solar haverá ainda 30% de consumo mensal de energia nos meses de inverno (gás ou elétrica) com relação ao consumo da tecnologia antiga (aquecedor a gás ou elétrico).

Obs 1: É possível que residências que usam chuveiro não possuam instalação hidráulica de água quente.

Quando se utiliza um sistema central de aquecimento, como o caso do coletor solar em estudo, é necessário a instalação da tubulação de água quente (origem: reservatório térmico) e tubulação de água fria (origem: caixa da água) para que localmente (nas torneiras) a água seja misturada de acordo com a temperatura de banho desejada por cada indivíduo.

Neste exercício, estamos desconsiderando o projeto e custo da instalação interna da tubulação de água quente. Assim sendo, toda a análise econômica será feita sem considerar o custo da tubulação interna de água quente.

Obs 2: Para facilitar o cálculo, considere, independente da área disponível na edificação, o uso de sistema termossifão, ou seja, sem uso de bomba para circulação forçada.

Obs 3: Os reservatórios térmicos vendidos possuem sistema auxiliar de aquecimento elétrico ou a gás. Edificações que usam aquecimento a gás, devem optar por comprar reservatório térmico com sistema auxiliar a gás. Caso contrário, se for adquirido um reservatório térmico com aquecimento auxiliar elétrico (resistência elétrica inserida no boiler) o consumo de energia elétrica dessas residências irá aumentar e não diminuir.

3 – Cálculos e Procedimentos

Com base nas informações, dicas, observações e no conteúdo da aula dada sobre coletor solar, efetuem os seguintes cálculos e procedimentos:

- a. Calcule o consumo diário de água quente e escolha o reservatório térmico (boiler) necessário para atendimento deste consumo;

Dica: Identifique os tamanhos disponíveis no mercado escolhendo o reservatório com volume mais próximo do consumo diário calculado de água quente.

- b. Dimensione a capacidade de área necessária para instalação dos coletores solares. **Utilize a equação dada em aula do balanço de energia;**
- c. Em função do tipo e área do coletor solar escolhido, calcule o **número de coletores necessários;**

Obs 1: caso a residência escolhida seja um apartamento, realizar os cálculos considerando ser este apartamento uma casa com área de laje na dimensão do apartamento;

Obs 2: Caso a casa escolhida já faça uso de coletor solar, deverá ser escolhida outra casa, dentre as casas dos membros do grupo, para realização desta etapa. Para isto, deverão ser recuperados os dados desta casa, resultado da etapa 1.

Obs 3: A casa escolhida que fizer uso de aquecimento de água a gás (aquecedor a gás), ao trocar por coletor solar, não terá mudanças na curva de carga elétrica da etapa 1, a não ser que o sistema auxiliar do boiler usado seja elétrico. Recomendamos usar sistema auxiliar a gás neste caso. Neste caso haverá diminuição do consumo de gás.

Obs 4: consulte a página da ABRAVA para identificar fabricantes de coletores solares. Os coletores dos fabricantes associados à ABRAVA possuem seus equipamentos etiquetados (**Etiqueta Inmetro/Procel**). Coletores solares de pequenas empresas podem não conter informações necessárias para o projeto

Orientação e inclinação

A orientação e inclinação dos coletores solares devem ser determinadas de forma que eles possam captar ao máximo a radiação solar disponível.

Orientação

Assim como em qualquer instalação de aquecimento solar, os coletores devem ficar orientados para o norte geográfico e permitindo-se desvios de até 30° para leste ou oeste, sem a necessidade de compensação de área coletora. Para desvios maiores, é admissível desvios de até 90°, desde que seja feita uma compensação da área coletora. Jamais instalar os coletores solares orientados para o Sul.

Inclinação

Como visto, a inclinação dos coletores é determinada a partir da localidade onde os mesmos serão instalados. Esse valor é calculado através do valor, em módulo, da latitude + 10°. Vale lembrar que o ângulo encontrado através dessa equação privilegia os meses de inverno, cabendo uma análise da demanda de água quente da instalação ao longo do ano, para definição do ângulo que irá proporcionar o melhor rendimento ao sistema.

Use a tabela 1 para o cálculo da compensação de área de coletor, caso o desvio entre o norte magnético e geográfico seja maior que 30°.

Tabela 1 – Compensação de área

Tabela de compensação de área coletora para desvio do Norte Geográfico		
Estados	Desvio do Norte Geográfico de 45°	Desvio do Norte Geográfico de 90°
Acre	1,03	1,08
Alagoas	1,03	1,10
Amapá	1,03	1,04
Amazonas	1,03	1,06
Bahia	1,03	1,14
Ceará	1,03	1,09
Distrito Federal	1,04	1,16
Espirito Santo	1,06	1,29
Goiás	1,04	1,19
Maranhão	1,05	1,12
Mato Grosso	1,04	1,16
Mato Grosso do Sul	1,06	1,32
Minas Gerais	1,06	1,26
Pará	1,04	1,09
Paraíba	1,04	1,08
Paraná	1,09	1,35
Pernambuco	1,03	1,10
Piauí	1,03	1,10
Rio de Janeiro	1,08	1,35
Rio Grande do Norte	1,03	1,08
Rio Grande do Sul	1,16	1,66
Rondônia	1,03	1,10
Santa Catarina	1,12	1,54
São Paulo	1,07	1,34
Sergipe	1,03	1,10
Tocantins	1,05	1,16

Atenção: Não recomendamos que ninguém suba no telhado para o levantamento dessas informações. Façam uma estimativa de área, inclinação e orientação com base na planta (se houver) ou através de uma observação em solo. **Quem tiver bússola, pode identificar o norte magnético. Porém os coletores são voltados para o norte geográfico (verdadeiro). É necessário conhecer a declinação magnética do local que é a diferença entre o norte magnético e o norte geográfico.**

Sugestão: usar ângulo de inclinação do coletor em torno do valor da latitude + 10° para as edificações situadas nas regiões sul e sudeste e ângulo para obtenção da maior média anual de radiação calculado no site fornecido abaixo para regiões mais próximas do equador.

Para simplicidade dos cálculos e para que todos os membros utilizem o mesmo critério de dimensionamento, use um valor de radiação considerando o valor médio dos 12 meses.

Para pesquisar dados de radiação solar e realizar o cálculo no plano inclinado de acordo com as coordenadas do local acesse:

<http://www.cresesb.cepel.br/sundata/index.php>

Informação sobre latitude e longitude, acesse o google maps.

4 – Indicadores de mérito para avaliação técnica e econômica do projeto

Feito o dimensionamento do sistema, efetue os seguintes cálculos:

- a. Consumo mensal de energia elétrica (verão e inverno): Assuma que nos meses de verão o coletor é autossuficiente e que nos meses de inverno o consumo de energia auxiliar é de 30% com relação ao consumo de energia do equipamento antigo para as localidades situadas na região sudeste e sul; Nas demais regiões assuma que o coletor é auto-suficiente. Isto vale também para quem usa aquecedor a gás para aquecimento de água.

- b. Apresente a **nova curva diária de carga elétrica (com base na curva de carga 1- etapa 1)** – Uma típica de verão e outra de inverno apontando o impacto na demanda máxima e média e calcule o novo fator de carga; Para quem usa coletor a gás, necessário calcular o

novo consumo de gás, para cálculo do item c. abaixo.

- c. Calcule o Payback simples e o Pay back descontado
- d. Calcule o CEE – Custo da energia elétrica ou térmica conservada.
- e. Coloque um quadro com as fontes de dados bem como as especificações dos equipamentos, rotina de cálculo, premissas adotadas.
- f. Preencha a tabela 2

Tabela 2 - Resultados obtidos

Investimento no sistema solar (R\$)	
Payback simples (anos)	
Payback descontado (anos)	
Custo da energia conservada (R\$/unidade de energia)	
Taxa de desconto (%)	
Vida útil do coletor (anos)	

- g. Comente os resultados obtidos
- h. Aponte as vantagens e desvantagens do uso de coletor solar

5– Dados Construtivos, Análises e Conclusões

5.1) Layout da instalação

Apresente o layout simplificado da instalação como uma planta da residência que evidencie o coletor, o boiler e a caixa d'água instalados no telhado ou laje. Utilize a vista que melhor exemplificar a casa e a instalação.

- a. Indique na planta as dimensões dos equipamentos e parâmetros de dimensionamento calculados. Indique também os ângulos utilizados, o norte magnético e o norte geográfico na planta.