

ANÁLISE DA UTILIZAÇÃO DA RAZÃO ENTRE A DEMANDA DE ENERGIA TÉRMICA E A PRODUÇÃO MENSAL ESPECÍFICA DE ENERGIA DO COLETOR COMO PRÁTICA DE DIMENSIONAMENTO DA ÁREA COLETORA DE SISTEMAS DE AQUECIMENTO SOLAR DE ÁGUA

Paulo José Schiavon Ara – pauloara@ipt.br

Daniel Setrak Sowmy – dss@ipt.br

Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, Laboratório de Instalações Prediais e Saneamento

Resumo. Em um cenário nacional e internacional de desaceleração do mercado solar térmico, a melhoria do desempenho energético dos sistemas de aquecimento solar de água (SAS) assume uma grande relevância. Nesse quesito, o dimensionamento do SAS tem um papel fundamental para impulsionar a tecnologia, já que a qualidade do dimensionamento influi diretamente no desempenho da instalação e na atratividade dessa alternativa energética. Existem diversos métodos de dimensionamento de SAS disponíveis, desde softwares de simulação até métodos de norma. Entretanto, a prática do setor mostra uma forte tendência ao uso da demanda de energia térmica do SAS dividida pelo índice de eficiência do coletor denominado Produção Mensal Específica de Energia (PMEe) - disponível nas Tabelas de Eficiência Energética do Inmetro - para o cálculo da área coletora. Em contato com o mercado, percebe-se que essa é uma prática corrente, dada a facilidade de acesso a essa informação e a simplicidade do método. Este trabalho procura analisar essa prática, estudando o dimensionamento de dois empreendimentos hipotéticos localizados nas cidades de São Paulo e Goiânia, e analisando-a a luz da fração solar resultante pelo método da Carta-F. Os resultados mostram que embora o método considere adequadamente o desempenho de diferentes coletores, é limitado ao descon siderar as condições climáticas do local da instalação, podendo conduzir a sistemas dimensionados fora da condição ideal de operação. Essas limitações sugerem que embora o índice PMEe seja uma excelente ferramenta de comparação entre coletores solares térmicos para o usuário, o cálculo da área coletora pela razão entre a demanda de energia e o PMEe deve ser explorado com restrições e preferencialmente acompanhado por algum procedimento que avalie a fração solar da instalação.

Palavras-chave: Produção Mensal de Energia, Carta-F, Sistemas de Aquecimento Solar de Água

1. INTRODUÇÃO

O recente relatório da Agência Internacional de Energia (2015), estudando o mercado global de aquecimento solar até 2013, apontou que a área instalada de coletores solares no mundo tem crescido menos a cada ano. No ano de 2011 em relação a 2010 cresceu 14,3%, em 2012 cresceu 6,6% e em 2013 apenas 1,8% (Agência Internacional de Energia, 2015). Dados nacionais (Departamento Nacional de Aquecimento Solar, 2015) comprovam o cenário, pois enquanto no ano de 2013, o crescimento da área instalada foi de 19,8% em relação a 2012, em 2014 o crescimento foi de 4,5% em relação ao ano anterior.

Independentemente dos cenários políticos e econômicos que resultaram na desaceleração, o fato deve ser considerado como um indicativo da necessidade de se aumentar a atratividade dessa tecnologia para o mercado. Nessa direção, a impressão do usuário sobre a tecnologia tem extrema importância, especialmente no que se refere ao benefício econômico que ela pode resultar.

A redução do gasto na conta de energia de uma residência é, por exemplo, um atrativo para a disseminação do aquecimento solar de água. O crescente custo da energia elétrica pode representar uma oportunidade para a expansão do uso de energia solar térmica para aquecimento de água, caso a economia energética do SAS seja perceptível ao usuário.

Entretanto, pouco se considera que em um Sistema de Aquecimento Solar de água (SAS) a economia energética é muito dependente do adequado dimensionamento da área coletora. Um SAS dimensionado inadequadamente pode deixar de produzir os benefícios econômicos que o tornariam atrativos ao consumidor, fato necessário para a retomada do crescimento do mercado solar térmico frente ao cenário exposto anteriormente.

A precisão no dimensionamento do SAS também reflete no grau de satisfação do usuário com a tecnologia, podendo causar uma rejeição a essa alternativa energética caso o sistema não funcione corretamente por imprecisão no dimensionamento. Isso poderá implicar em custos desnecessários de instalação ou em uma ineficiência energética do SAS. Em habitações de interesse social, por exemplo, o correto dimensionamento implica em um sistema mais eficiente, possibilitando o aumento da quantidade de unidades com a utilização do SAS atendidas em Programas Habitacionais, sem elevação de custo para o Governo e a população.

2. OBJETIVO

Este trabalho tem o objetivo de analisar através de um estudo de caso, à luz do método da Carta-F, as limitações da prática de dimensionamento de sistemas de aquecimento solar de água pela qual a área coletora é obtida pela razão entre a demanda de água quente do empreendimento pela “Produção Mensal Específica de Energia” (*PMEe*) do coletor.

3. MÉTODOS DE DIMENSIONAMENTO

Existem diversos métodos disponíveis para dimensionamento de Sistemas de Aquecimento Solar de água. Os principais deles são apresentados nessa seção.

Um conjunto de ferramentas são os softwares de dimensionamento. Eles conduzem a uma análise detalhada do sistema e permitem, em geral, a inserção de informações mais específicas do projeto. No Brasil, é possível citar o software DIMENSOL, desenvolvido no Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL) da Eletrobrás em conjunto com a Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC-Minas). Possui uma plataforma didática e pode ser obtido online.

Internacionalmente, destacam-se os softwares POLYSUN, de aplicação bastante ampla e o software F-CHART baseado no método da Carta-F, desenvolvido pela Universidade de Wisconsin nos Estados Unidos. O método da Carta-F, inclusive, pode ser aplicado independentemente do Programa computacional, pelo uso das equações sugeridas pelo método.

Outros métodos de dimensionamento são apresentados pelos regulamentos e normas. Localidades que possuem alguma Lei de incentivo ao uso de energia solar térmica, possuem, em geral, alguma metodologia de dimensionamento expressa por Decreto do Governo, como é o caso da Prefeitura da cidade de São Paulo, que pelo Decreto nº 49.148, de janeiro de 2008, apresenta uma forma de dimensionamento da área coletora para os SAS a serem implantados em edificações na cidade.

Esse método da lei solar de São Paulo possui quatro passos de dimensionamento, iniciando pela estimativa da demanda de água quente da edificação, seguida pelo cálculo da energia necessária ao aquecimento da água, pela determinação do desempenho do coletor em São Paulo e, por fim, pelo cálculo da área coletor para a fração solar desejada e a orientação da instalação.

A norma brasileira ABNT NBR 15569:2008 é outra opção para o projeto. O Anexo B desta norma, de caráter informativo, apresenta também um método baseado em quatro etapas, iniciando pela estimativa do volume de água quente, seguido pelo cálculo do volume do reservatório térmico, pelo cálculo da energia útil diária que será necessária na operação e finalizando com o cálculo da área coletora, pela Eq. (1), a seguir:

$$A_c = \frac{(E_{\text{útil}} + E_{\text{perdas}}) \times FC_{\text{instal}} \times 4,901}{PMDEE \times I_d} \quad (1)$$

Onde A_c é a área coletora, em m^2 , $E_{\text{útil}}$ é a energia útil, em kWh/dia. E_{perdas} é a soma das perdas térmicas nas tubulações, em kWh/dia, estimada em 15% da energia útil. $PMDEE$ é a produção média diária específica do coletor, em kWh/ m^2 , determinada por equação apresentada na norma, em função dos parâmetros de desempenho do coletor. I_d é a irradiação global diária média anual para a localidade, em kWh/ m^2 .dia, e FC_{instal} é um fator de correção maior que o valor unitário, determinado por equação que consta na norma, para levar em consideração a variação da área coletora necessária em função da orientação e inclinação dos coletores.

Apesar da variedade de métodos de dimensionamento existentes, pelo contato com fabricantes, projetistas e instaladores do mercado solar térmico nacional, observa-se que uma prática muito corrente é utilizar o método de cálculo da área coletora apresentado pela Eq. (2):

$$A_c = \frac{L}{PME_e} \quad (2)$$

Onde A_c é a área coletora, em m^2 , L é a demanda mensal de energia térmica, em kWh/mês, e PME_e é a Produção Mensal Específica de Energia, em kWh/ m^2 .mês.

Por esse método, calcula-se a área A_c para cada mês do ano e obtém-se a área necessária de coletores para cada mês. A área dimensionada será a média das áreas de cada mês, ou a maior área calculada dentre os meses, ou ainda a área definida por outra opção de projeto. Neste trabalho a área necessária de coletores foi considerada como sendo a média das áreas dentre os meses.

Observa-se que esse método utiliza o índice “Produção Mensal Específica de Energia” (*PMEe*), obtido no Programa Brasileiro de Etiquetagem do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro). Esse parâmetro tem grande importância para o setor, pois serve como índice numérico comparativo entre os coletores, retratando sua eficiência para condições padronizadas de operação, servindo como instrumento de comparação entre produtos. O acesso aos valores da *PMEe* é simples e o conceito envolvido é de fácil entendimento para projetistas e usuários.

4. PRODUÇÃO MENSAL ESPECÍFICA DE ENERGIA

A “Produção Mensal Específica de Energia” (*PMEe*) de um coletor é um índice quantitativo, em kWh/m².mês, obtido pela combinação de um ensaio de eficiência térmica em laboratório, com um método de cálculo regulamentado pelo Inmetro. Cada coletor solar aprovado no Programa Brasileiro de Etiquetagem do Inmetro ou no Programa de Certificação Compulsória de Equipamentos e Sistemas de Aquecimento Solar possui um valor específico da *PMEe*, indicando sua produção de energia em condições padrão. Os coletores com maiores valores de *PMEe* são tidos como mais eficientes e os coletores com *PMEe* baixa são tidos como pouco eficientes.

O índice é muito didático, de fácil acesso (disponível online no site www.inmetro.gov.br) e amplamente conhecido pelo setor. Sua determinação decorre de um procedimento experimental normalizado (ANSI ASHRAE 93 ou ABNT NBR 15747) que resulta na obtenção da curva de desempenho do coletor. Os regulamentos publicados pelo Inmetro através das Portarias n° 395 de 2008 e n° 301 de 2012, apresentam os métodos de cálculo para obter a *PMEe* do coletor, a partir de sua curva de eficiência obtida experimentalmente.

Neste procedimento, são consideradas diversas hipóteses para descrever as condições de operação do coletor, como por exemplo, uma irradiância diária fixa de 17,6 MJ/m², temperaturas ambientes e de operação definidas para determinação da eficiência média, ângulos de incidência estimados para cada hora do dia (no método adotado no processo de etiquetagem voluntária) e ângulo de incidência de 25° para determinação do fator de correção do ângulo de incidência (no método adotado na certificação compulsória).

O índice publicado no site do Inmetro, entretanto, deve ser bem interpretado para não induzir a conclusões erradas. A *PMEe* não pode ser interpretada como um valor absoluto e exato da quantidade de energia que o coletor vai produzir em qualquer situação. Apesar de muito válido, deve-se ter presente que é determinado por métodos de ensaio e de cálculo padronizados, considerando hipóteses que nem sempre refletem a situação real de operação.

Essas limitações podem resultar em imprecisões quando se considera a prática frequente no setor de se utilizar a *PMEe* dividindo a demanda de energia térmica para se obter a área coletora necessária, como foi apresentado no item anterior, pela Eq. (2).

5. FRAÇÃO SOLAR

De acordo com a norma NBR 15569, fração solar é “a parcela de energia requerida para aquecimento de água que é suprida pela energia solar”. A fração solar de um sistema de aquecimento solar de água é uma grandeza que depende da geometria da instalação, dos parâmetros de desempenho e de operação do sistema, do padrão de consumo de água quente e das condições climáticas locais.

Uma fração solar alta indica um superdimensionamento do sistema e exigiria uma área coletora grande, o que pode ser inviável economicamente. Por outro lado, uma fração solar baixa indica um subdimensionamento e resultará em um grande consumo de energia de aquecimento auxiliar, o que também pode ser inviável economicamente. De acordo com Kulb et al. (2013), “em geral no Brasil, um valor entre 60% e 70% de fração solar alcança um resultado muito satisfatório do ponto de vista de eficiência da instalação e retorno do investimento realizado”.

Duffie e Beckman (2005) apresentam um modelo quantitativo (Carta-F) baseado em diversos experimentos, para determinação da fração solar de um sistema de aquecimento solar de água. Considerando as restrições de sua aplicabilidade apresentadas por Duffie e Beckman (2005), o método consiste na determinação, para cada mês do ano, de dois parâmetros adimensionais, nomeados de X e Y , que são dependentes de diversos parâmetros da instalação. O método sugere a composição dos parâmetros X e Y para se obter a fração solar mensal do sistema, conforme a Eq. (3):

$$f = 1.029Y - 0.065X - 0,245Y^2 + 0.00187X^2 + 0,0215Y^3 \quad (3)$$

A fração solar anual F é calculada pela Eq. (4), utilizando as demandas mensais de energia térmica, L_i , em qualquer unidade de energia, e as frações mensais f_i calculadas pela Eq. (3):

$$F = \frac{\sum f_i L_i}{\sum L_i} \quad (4)$$

Adicionalmente, o método também considera o efeito do volume de reservatório de água quente além dos efeitos da temperatura mínima aceitável da água no reservatório térmico e da temperatura da água de abastecimento, na fração solar do sistema. Esses cálculos estão expressos em Duffie e Beckman (2005) e também foram considerados neste trabalho.

A fração solar resultante de um SAS pode ser utilizada como um parâmetro para avaliar como a instalação de aquecimento solar opera e conseqüentemente avaliar se o dimensionamento da área coletora está adequado. Neste artigo, conforme apresentado na seção 3, a prática de dimensionamento pela Eq. (2) será analisada à luz da fração solar obtida. Isto é, a fração solar servirá para avaliar se o SAS está operando em condições ideais. O estudo de caso realizado é apresentado no item a seguir.

6. ESTUDO DE CASO

6.1 Dados de entrada

Supôs-se o projeto de um SAS em dois conjuntos residenciais idênticos, um localizado na cidade de São Paulo e outro na cidade de Goiânia. Cada conjunto possui as características apresentadas na Tab. 1 e para cada unidade habitacional o único ponto de utilização de água quente é o chuveiro.

Tabela 1 - Dados dos empreendimentos do Estudo de Caso.

CARACTERÍSTICA	VALOR OU HIPÓTESE CONSIDERADA
Tipo de Empreendimento	Condomínio residencial multifamiliar
Quantidade de Unidades Habitacionais	10
Localidades	São Paulo – SP e Goiânia – GO
Pessoas por Unidade Habitacional	3
Tempo Médio de Banho	10 min
Banhos diários por pessoa	2
Vazão do chuveiro	12 l/min
Temperatura da Água no Banho (de projeto)	37 °C

Os dados climáticos de cada localidade foram obtidos das referências relacionadas neste trabalho (CRESESB e CIIAGRO). A Fig. 1 ilustra a irradiação solar diária média mensal em kWh/m².dia, no plano do coletor, para ambas as cidades estudadas. A Fig. 2 mostra as temperaturas médias mensais para as localidades.

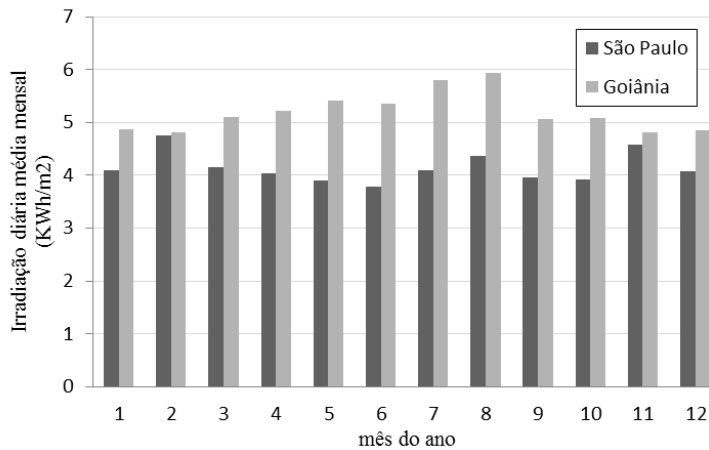


Figura 1- Irradiação diária média mensal nas localidades estudadas.

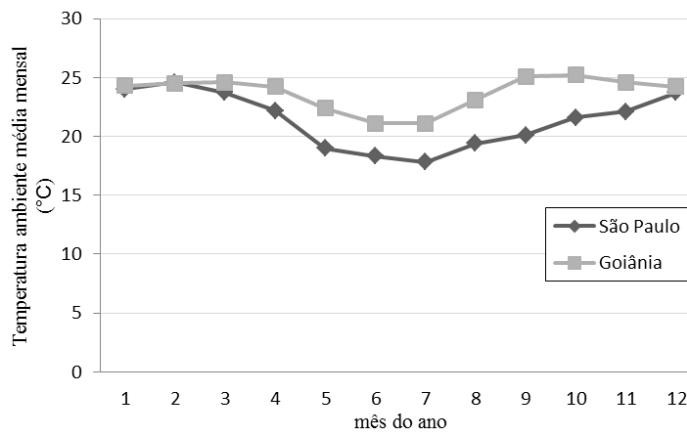


Figura 2- Temperatura ambiente média mensal nas localidades estudadas.

A Tab. 2 a seguir mostra os dados considerados para a instalação solar. Para o dimensionamento, foram utilizados três modelos diferentes de coletores solares, obtidos das Tabelas de Eficiência energética do Inmetro. Um dos coletores escolhidos tem a classificação A, outro tem a classificação B e outro a classificação C pelo Programa Brasileiro de Etiquetagem do Inmetro. Neste trabalho eles serão denominados: Coletor A, B e C, respectivamente.

Tabela 2 - Dados do SAS considerados no Estudo de Caso.

CARACTERÍSTICA	VALOR OU HIPÓTESE CONSIDERADA
Tipo do Coletor	Fechado Plano
<i>PMEe</i> do Coletor A	91,8 kWh/m ² .mês
<i>PMEe</i> do Coletor B	75,7 kWh/m ² .mês
<i>PMEe</i> do Coletor C	65,4 kWh/m ² .mês
Inclinação do coletor	Igual à latitude local
Orientação do coletor	Norte geográfico
Volume de Reservatório Térmico por Área Coletora	100 L/m ²
Temperatura Mínima da Água Quente Armazenada	45 °C

6.2 Método do estudo de caso

O método do estudo de caso consistiu, para cada localidade e cada coletor, em:

- (1) dimensionar a área coletora utilizando a Eq. (2);
- (2) para cada área coletora obtida, calcular a fração solar pela Carta-F;
- (3) comparar as frações solares obtidas com as recomendadas pela bibliografia;

6.3 Resultados

Utilizando os dados climáticos e do empreendimento, calculou-se primeiramente a demanda de energia térmica, ilustrada pela Fig. 3, para o empreendimento de São Paulo e de Goiânia.

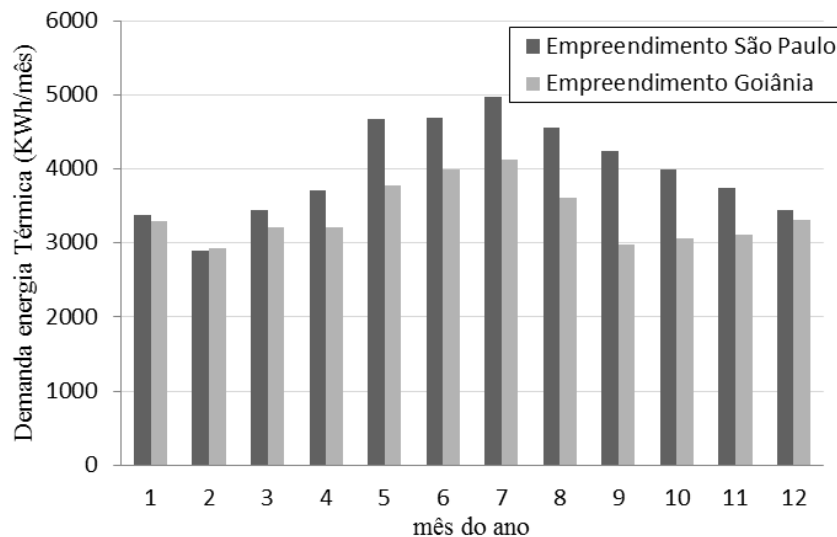


Figura 3- Demanda de energia térmica de cada empreendimento.

Observa-se pela Fig. 3 que a demanda de energia térmica anual resultou em uma quantidade maior para o empreendimento de São Paulo (47,7 MWh) em relação ao de Goiânia (40,6 MWh), notadamente decorrente das temperaturas mais baixas da capital paulista.

Pela Eq. (2) foram obtidas as áreas necessárias de coletores solares para cada empreendimento, considerando as três alternativas de coletores. A Fig. (4) ilustra as áreas dimensionadas. Como esperado as áreas coletoras são maiores em São Paulo que possui uma condição climática mais desfavorável do que Goiânia. Além disso, as áreas necessárias aumentaram conforme se considerou um coletor com desempenho menor, para ambas as localidades.

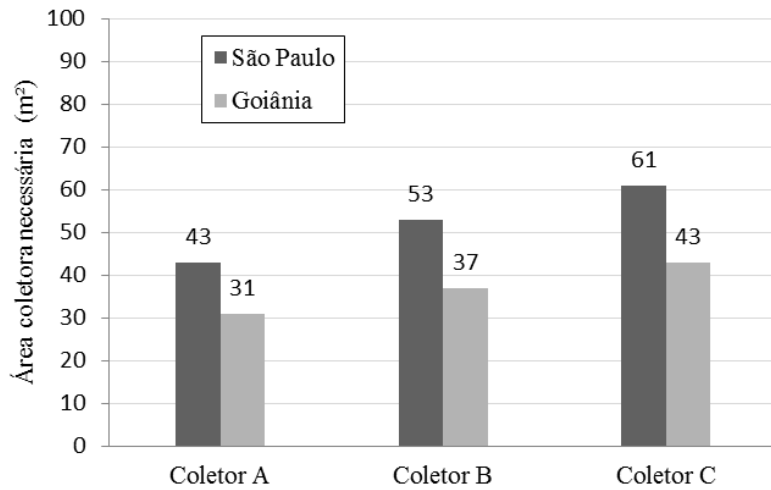


Figura 4- Áreas coletoras dimensionadas para cada empreendimento e tipo de coletor solar

Em seguida, para as áreas coletoras determinadas, os SAS tiveram suas frações solares simuladas conforme o método da Carta-F, descrito na seção 5 deste trabalho. Para o Coletor A, as frações solares mensais obtidas são apresentadas na Fig. 5.

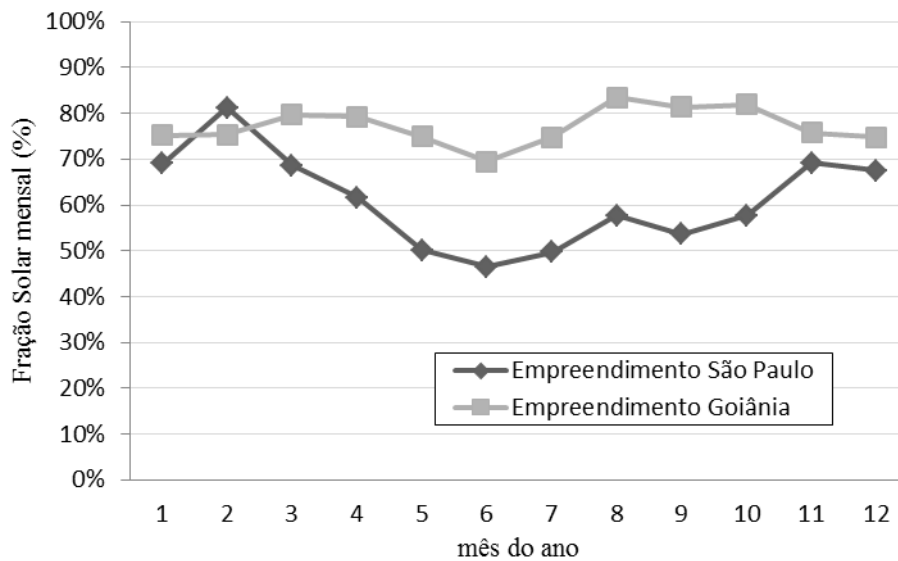


Figura 5- Frações solares mensais simuladas pela Carta-F considerando o uso do Coletor A.

Os resultados acima mostram que o desempenho dos sistemas em ambas as localidades diferiu significativamente entre si. Mesmo com uma área coletora menor no empreendimento de Goiânia (31 m^2) em comparação ao empreendimento de São Paulo (43 m^2), as frações solares foram maiores praticamente em todos os meses do ano no SAS de Goiânia. Para o Coletor A e para as áreas dimensionadas, a fração solar anual obtida foi 17,3% maior no empreendimento da capital de Goiás, isto é, obteve-se uma fração solar anual de 76,9% para a instalação em Goiânia e de 59,6% para a instalação em São Paulo, capital.

Esses resultados ilustram o fato de que a prática de dimensionamento da Eq. (2) não incorpora adequadamente as variáveis regionais e climáticas. O coletor utilizado foi o mesmo e o dimensionamento resultou em condições de operação distintas, que terão reflexo na eficiência energética da instalação e no custo energético.

Considerando que seja de 60% a 70% a faixa ideal de fração solar conforme recomendado por Kulb et al. (2013) e adotando por hipótese neste trabalho que um valor ótimo seria de 65%, tem-se que o empreendimento de São Paulo opera com fração solar abaixo do valor ótimo enquanto que o empreendimento de Goiânia opera com fração solar acima do valor ótimo, para o coletor A, conforme ilustra a Fig. 6. Isso indica que a Eq. (2) tende a subdimensionar os SAS em localidades menos favoráveis, ou seja, a área coletora que seria instalada poderia ser maior para resultar em uma condição custo benefício melhor. Da mesma forma, tende a superdimensionar os SAS em localidades mais

favoráveis, ou seja, a área coletora que seria instalada poderia ser menor para resultar em uma condição custo benefício melhor.

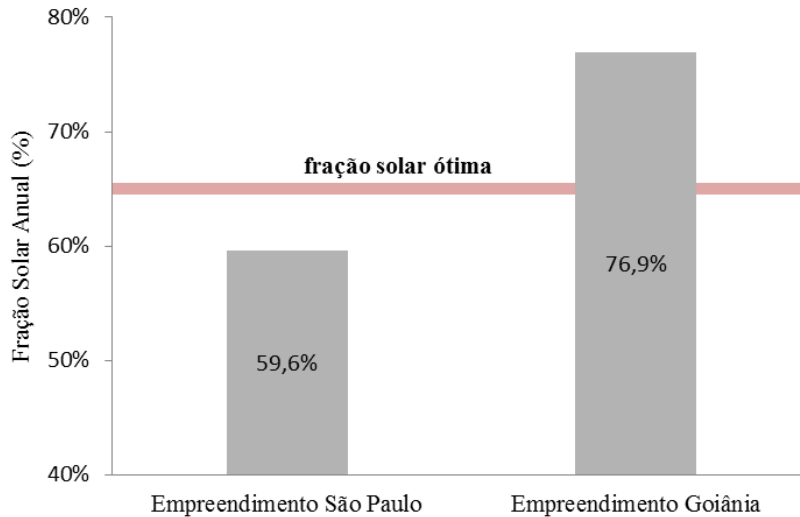


Figura 6- Frações solares anuais simuladas pela Carta-F para o coletor A e fração solar ótima considerada.

A instalação de São Paulo estará utilizando mais energia auxiliar do que seria o recomendado e a instalação de Goiânia terá uma área coletora superior à área que tornaria o empreendimento mais economicamente atrativo.

A limitação do método com relação à localidade não é igualmente observada com relação à mudança do tipo de coletor. Fixando a localidade, as simulações mostram que a fração solar se manteve praticamente constante quando se alterou a eficiência do coletor, como se observa pela Fig. 7. Isso indica que o método incorpora adequadamente a variação da eficiência do coletor mantendo o desempenho do SAS. As pequenas variações são decorrentes dos arredondamentos utilizados nos cálculos.

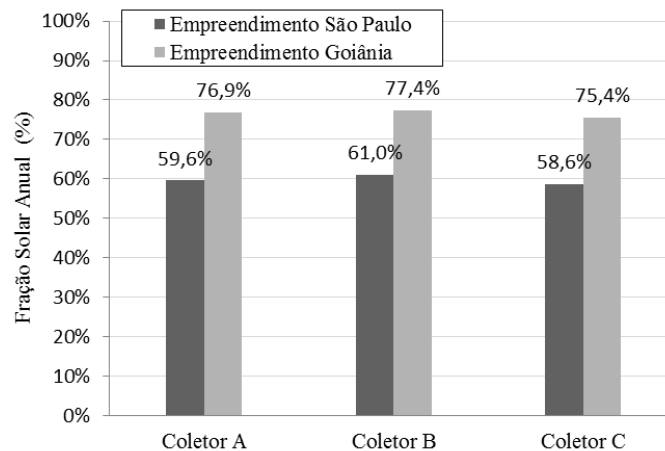


Figura 7- Frações solares anuais simuladas pela Carta-F considerando o uso dos 3 coletores.

7. CONCLUSÕES

Avaliando, pela Carta-F, as frações solares dos SAS cujas áreas coletoras foram dimensionadas pela razão entre a demanda de energia térmica e a *PMEe*, pode-se chegar as seguintes conclusões sobre essa prática de dimensionamento:

- (1) Resulta em instalações com maiores áreas coletoras para regiões menos favoráveis ao aquecimento solar.
- (2) Pode resultar em instalações superdimensionadas ou sub dimensionadas, caso a localidade seja muito favorável ou pouco favorável ao aquecimento solar, respectivamente. Em ambos os casos, o sistema provavelmente não vai operar em condições ideais resultando em gastos excessivos com aquecimento auxiliar ou desperdício de energia solar somado a um alto investimento inicial.
- (3) Traduz bem as variações de eficiência dos coletores de forma que a fração solar praticamente não se altera em uma mesma localidade quando se considera coletores de desempenhos energéticos diferentes.

- (4) Não garante uma fração solar específica na instalação, portanto, recomenda-se que seja utilizado, alternativamente ou adicionalmente, algum método de dimensionamento que considere a fração solar.

REFERÊNCIAS

- ABNT, 2008. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 15569 - Sistema de aquecimento solar de água em circuito direto - Projeto e instalação, Rio de Janeiro.
- ABNT, 2009. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 15747-2 - Sistemas Solares Térmicos e Seus Componentes - Coletores Solares Parte 2 - Métodos de Ensaio, Rio de Janeiro.
- ASHRAE, 2003. American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers. ASHRAE 93-2003 - Methods of Testing to Determine the Thermal Performance of Solar Collectors, Atlanta.
- CIIAGRO. Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas, Ciiagro online, <http://www.ciiagro.sp.gov.br>.
- CRESESB. Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio Brito. Potencial Solar “Sun Data”, <http://www.cresesb.cepel.br>.
- DASOL, 2015. Departamento Nacional de Aquecimento Solar – Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento. Revista Sol Brasil, 26^o Edição, <http://www.dasolabrava.org.br/>.
- Decreto n^o 49.148, 2008. Regulamenta a Lei n^o 14.459. Instalação de sistema de aquecimento de água por energia solar nas novas edificações do Município de São Paulo, Prefeitura do Município de São Paulo.
- DIMENSOL. Software, disponível em <http://www.dasolabrava.org.br/informacoes-2/projeto/>.
- Duffie, J. A., Beckman, W. A., 1991. Solar Engineering of Thermal Processes, John Wiley & Sons.
- F-Chart. Software, disponível em <http://www.fchart.com/fchart/>.
- Inmetro, 2008. Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia. Regulamento de Avaliação de Conformidade de Sistemas e Equipamentos para Aquecimento Solar de Água, Portaria do Inmetro n^o 395, de 10 de Novembro de 2008, Rio de Janeiro.
- Inmetro, 2013. Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia. Regulamento Técnico da Qualidade para Equipamentos de Aquecimento Solar de Água, Portaria do Inmetro n^o 301, de 14 de Junho de 2012, Rio de Janeiro.
- Inmetro, 2013. Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia. Requisitos de Avaliação da Conformidade para Equipamentos para Aquecimento Solar de Água, Portaria do Inmetro n^o 352, de 6 de Julho de 2012, Rio de Janeiro.
- Inmetro, 2013. Tabelas de consumo/eficiência energética do Programa Brasileiro de Etiquetagem do Inmetro, <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/tabelas.asp>.
- Kurb J. R. et al, 2013. Projetando Sistemas de Aquecimento Solar para Habitações Multifamiliares, ABRAVA, GIZ, PROCOBRE, São Paulo.
- Mauthner F. et al, 2015. Solar Heat Worldwide – Markets and Contribution to the Energy Supply 2013, International Energy Agency, Institute for Sustainable Technologies, Gleisdorf, Áustria.
- POLYSUN. Software, disponível em <http://www.polysun.ch/vs2/index.php>.

ANALYSIS OF USING THE RATIO OF THERMAL ENERGY DEMAND TO COLLECTOR MONTHLY SPECIFIC ENERGY PRODUCTION AS A SOLAR WATER HEATING SYSTEM COLLECTOR AREA DIMENSIONING PRACTICE

Abstract. *On a slowing national and international scenario of solar thermal market, improving the energy performance of solar water heating systems (SWH) has a great importance. In this aspect, the SWH dimensioning has a key role to boost this technology, since the design quality influences directly the installation performance and the solar thermal attractiveness. There are several SAS dimensioning methods available, from simulation softwares to standard methods. However, the market indicates a strong tendency to use the ratio of thermal energy demand to collector Monthly Specific Energy Production (PMEe) – index available for commercial solar collectors in Inmetro Energy Efficiency Tables - to calculate collector area. In contact with the market, it is clear that this is a common practice, given to ease access to this index and the simplicity of the concept. This paper analyzes that practice, studying the design by this method of two hypothetical SWH projects located in the cities of São Paulo and Goiânia, and analyzing the results through solar fraction values obtained by F-Chart method. The results show that although the method properly consider the collectors efficiency variations, it is limited as do not consider installation site climatic conditions. This fact can lead SWH sized outside the optimal operating condition. These limitations suggest that although the PMEe index is excellent for the user as comparison tool between solar collectors, the practice of using the ratio of thermal energy demand to collector monthly specific energy production as a SWH system collector area dimensioning practice should be explored with restrictions and preferably accompanied by any procedure to evaluate installation solar fraction.*

Keywords: *Monthly Energy Production, F-Chart method, Solar Water Heating Systems*