



Uma contribuição do setor de projetos para o dimensionamento de sistemas de aquecimento solar em edificações multifamiliares

Elaboração:



Apoio:



## Índice

1.	<b>Objeto</b>	3
2.	<b>Aplicação</b>	3
3.	<b>Integração da sustentabilidade à estratégia de negócios</b>	3
4.	<b>Entendendo a planilha</b>	4
4.1.	<i>Fatores de Cálculo</i>	4
4.1.1.	<i>Legenda de Referência</i>	4
4.1.3.	<i>Habitantes por unidade</i>	5
4.1.4.	<i>Fator de ocupação</i>	5
4.1.5.	<i>Fator de orientação</i>	6
4.2.	<i>Cálculo de área de coletores solares em edificações residenciais</i>	6
4.2.1.	<i>Exemplo de utilização e interpretação dos resultados</i>	6
4.2.1.1.	<i>Módulo 1: Consumo por habitante</i>	6
4.2.2.2.	<i>Módulo 2: Produção média de energia necessária</i>	7
4.2.2.3.	<i>Módulo "Área de Captação"</i>	7
5.	<b>Conclusão</b>	9

## 1. Objeto

O objeto deste documento é oferecer uma metodologia simples e confiável de dimensionamento de sistemas de aquecimento solar à luz do Decreto nº 49.148, de 21 de janeiro de 2008 que Regulamenta a Lei nº 14.459, de 3 de julho de 2007, que acrescenta o item 9.3.5 à Seção 9.3 - Instalações Prediais do Anexo I da Lei nº 11.228, de 25 de junho de 1992 (Código de Obras e Edificações) e dispõe sobre a instalação de sistema de aquecimento de água por energia solar nas novas edificações do Município de São Paulo.

*“É obrigatória a instalação do SAS (Sistema de Aquecimento Solar) nas novas edificações do Município de São Paulo destinadas às categorias de uso residencial e não-residencial.”*

Trata-se de um documento de grande importância para a cidade de São Paulo e para todo Brasil, representando um sinal da maturidade com que o setor empresarial passa tratar o tema aquecedor solar como parte fundamental de qualquer programa de sustentabilidade na cadeia da construção civil.

Os parâmetros desenvolvidos pelo grupo de trabalho composto por membros da ABRASIP, ABRAVA e ABRINSTAL permitirão aos profissionais envolvidos com projetos conceber edificações multifamiliares que recebam o aquecimento solar como tecnologia integrada avaliando as exigências previstas na lei e fornecendo parâmetros para elaboração de estudos técnicos de viabilidade da implantação da tecnologia.

Cabe ressaltar que as ferramentas desenvolvidas neste trabalho permitirão criar referências sobre a tecnologia solar principalmente para arquitetos, projetistas e construtores do mercado, mas não substituem de forma alguma a necessidade de se elaborar projetos detalhados dos sistemas de aquecimento solar e sua devida integração com as edificações, principalmente arquitetônicas e hidráulicas.

## 2. Aplicação

Os parâmetros desenvolvidos neste documento se aplicam exclusivamente ao dimensionamento de sistemas de aquecimento solar para o **setor residencial multifamiliar**, com exceção de habitações multifamiliares de interesse social (HIS).

Os itens parametrizados servem de referência ou ponto de partida para a implantação de um sistema de aquecimento solar nas novas edificações, sendo que situações específicas deverão ser avaliadas por profissional habilitado.

## 3. Integração da sustentabilidade à estratégia de negócios

*“As instalações hidráulicas e os equipamentos de aquecimento de água por energia solar deverão ser dimensionados para atender, no mínimo, a 40% (quarenta por cento) de toda a demanda anual de energia necessária para o aquecimento de água sanitária e água de piscinas das novas edificações.”*

A ferramenta de parametrização desenvolvida permitirá aos empreendedores projetar edifícios suprindo desde 40%, que é o mínimo exigido na lei até a uma contribuição solar ideal próxima da 70% da demanda anual de água quente, utilizando somente a energia solar. Isto significa que haverá uma redução mínima de 40% do consumo de energéticos para a

demanda de água quente parametrizada neste documento. O empreendedor, entretanto poderá oferecer outras frações solares aos futuros moradores das edificações como uma estratégia de negócios, inclusive atingindo a meta de suprir grande parte das demandas anuais de água quente somente com a energia solar. A utilização dos aquecedores solares vem se consolidando como uma ótima estratégia de sustentabilidade na cadeia mundial da construção civil.

## 4. Entendendo a planilha

Para facilitar a análise de pré-viabilidade da implantação dos sistemas de aquecimento solar nas novas edificações da cidade, foram desenvolvidas duas planilhas de dimensionamento que permitirão aos empreendedores avaliar corretamente e de forma parametrizada a inserção da tecnologia solar nos termos da lei.

### 4.1. Fatores de Cálculo

Nesta coluna, 4 fatores de cálculo foram estabelecidos para compor a parametrização:

- Consumo diário por habitante (litros por dia a 40°C);
- Habitantes por unidade habitacional;
- Fator de ocupação;
- Fator de orientação.

Estes 4 fatores devem ser observados no início do processo de dimensionamento da instalação de aquecimento solar.

#### 4.1.1. Legenda de Referência





Para a correta utilização da planilha, deve-se primeiramente entender a legenda de referência.

A legenda estabelece 4 categorias de interação do usuário com a planilha.

O item "Fator de cálculo", como descritos no item 4.1 aponta para as grandezas a serem inseridas pelo usuário de modo que se atenda à tipificação construtiva em análise.

O item "Aplicado a cada situação" aponta para as grandezas que descrevem características da edificação, fração ou contribuição solar desejada e seleção dos coletores solares utilizados na análise.

O item "Parâmetro pré-definido" aponta para as grandezas já padronizadas que descrevem condições climáticas locais, perdas térmicas no armazenamento de água quente, fator de desempenho dos coletores solares para a cidade de São Paulo e fator de aproveitamento de espaço aplicado no caso de coberturas planas quando de faz necessário um afastamento mínimo entre as baterias de coletores solares para que uma bateria não faça sombra sobre a outra bateria.

Legenda de Referência	
Fator de cálculo	
Aplicado a cada situação	
Parâmetro pré-definido	
Resultado intermediário	

O item “Resultado intermediário” aponta para as grandezas calculadas na planilha gerando resultados importantes que devem ser interpretados pelo profissional usuário. A planilha oferece aos usuários como principal resultado, um intervalo entre a área mínima e a área ideal de coletores solares a ser instalada na edificação projetada oferecendo ao arquiteto a possibilidade de avaliar e inserir o sistema de aquecimento solar nas edificações projetadas.

#### 4.1.2. Consumo por habitante

Este fator estabelece parâmetros para definição do consumo de água quente para compor o dimensionamento dos sistemas de aquecimento solar. Para o dimensionamento foram sugeridos valores racionais de consumo nos principais pontos de utilização de água

Consumo diário por habitante (litros a 40°C)	
Vazão do chuveiro (l/min)	8
Tempo do banho (min)	10
Lavatório (l/usuário)	5
Cozinha (l/usuário)	10
Consumo por usuário (litros)	95

quente nas habitações. Este grupo de trabalho identificou como valor médio e racional o consumo diário de 95 litros de água quente a 40oC por dia por habitante. Este valor encontra-se em sintonia com valores amplamente utilizados em todo o mundo.

#### 4.1.3. Habitantes por unidade

Este fator estabelece parâmetros para a definição do número de habitantes por unidade habitacional relacionando este número com o número de quartos. O IBGE-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) aponta a

Habitantes por unidade (n° quartos + 1 ≤ 5)	
1 quarto por unidade	2
2 quartos por unidade	3
3 quartos por unidade	4
4 quartos ou mais por unidade	5

contínua redução no número de domicílios com quatro ou mais moradores em todo o país apesar da variação de região para região. Na cidade de São Paulo, segundo pesquisa realizada em 2007 pelo Perfil do Paulistano da Fundação Seade, a média de moradores por domicílio na cidade era de 3,2.

Para efeitos de dimensionamento dos sistemas de aquecimento solar, este grupo adotou os valores apresentados na tabela relacionando o número de quartos por unidade com o número de habitantes sugerindo um racional número máximo de 5 habitantes por unidade.

#### 4.1.4. Fator de ocupação

Este fator estabelece parâmetros para a definição da ocupação das edificações multifamiliares de acordo com número de unidades habitacionais. Este fator foi inserido pelo fato do consumo de água quente não acontecer em todas as unidades ao mesmo tempo. À medida que o sistema de aquecimento solar aumenta seu volume de armazenamento, sua capacidade de atender a flutuações de consumo também aumenta bem como o desempenho global da instalação de aquecimento solar. Os fatores de ocupação sugeridos também seguem números amplamente utilizados no mundo.

Fator de ocupação	
Até 9 unidades habitacionais	1
De 10 a 19 unidades habitacionais	0,9
De 20 a 39 unidades habitacionais	0,8
40 ou mais unidades habitacionais	0,7



## 4.1.5. Fator de orientação

Este fator estabelece parâmetros para que a orientação dos coletores solares em relação ao norte geográfico possam ser avaliados. A melhor orientação dos coletores solares é sempre o mais próximo possível do norte geográfico. À medida que os desvios aumentam mais coletores solares devem ser instalados na edificação para compensar a menor quantidade de radiação solar que incide sobre os coletores solares. Este fator serve ainda como parâmetro importante para os arquitetos que devem sempre que possível projetar as edificações com o norte geográfico sobre as coberturas desobstruído (sem sombras). A utilização de planos inclinados orientados para o Norte geográfico também se apresenta como uma solução adequada à integração arquitetônica dos coletores solares à edificação.

Fator de orientação	
Desvio do norte geográfico de 0° a 30°	1
Desvio do norte geográfico de 31° a 60°	1,13
Desvio do norte geográfico de 61° a 90°	1,16

Utilização dos fatores de cálculo propostos será mais bem compreendida quando analisarmos a planilha de cálculo.

## 4.2. Cálculo de área de coletores solares em edificações residenciais

A segunda coluna de cálculo da planilha desenvolvida permitirá aos profissionais do mercado estabelecer valores de referência para o volume de água quente a ser consumido e a área de coletores solares necessária para atingir a contribuição solar desejada ou a pré-estabelecida na lei.

A coluna está dividida em 3 módulos:

- Consumo por habitante;
- Produção média de energia necessária;
- Área de captação.

### 4.2.1. Exemplo de utilização e interpretação dos resultados

Para facilitar o entendimento e uso da planilha vamos avaliar um caso específico de uma edificação sugerida que servirá de modelo orientativo.

Características do Empreendimento: Edificação residencial composta de 19 pavimentos, sendo: 01 térreo, 01 garagem, 01 pilotis e 16 tipos. Cada pavimento tipo é composto por 04 apartamentos com 04 quartos, totalizando 64 unidades habitacionais a serem atendidas com o aquecimento solar. Água quente será utilizada para banho, lavatório e cozinha.

#### 4.2.1.1. Módulo 1: Consumo por habitante

O preenchimento do módulo de consumo por habitante permitirá aos profissionais estabelecer o consumo diário de água quente e de energia, analisando-se 3 fatores de cálculo definidos pelas características do empreendimento. Os 3 fatores de cálculo devem ser analisados na planilha de acordo com a característica da edificação.

Como resultado final para o empreendimento em análise, o consumo diário que vai determinar o volume de armazenamento do sistema (tamanho e volume dos reservatórios

Consumo por habitante (litros a 40°C)	
Usuários por unidade habitacional	5
Litros por usuário (litros)	95
Consumo diário por unidade habitacional	475
Unidades habitacionais atendidas pelo sistema	64
Fator de Ocupação	0,70
Consumo diário de água (litros)	21.280
Temperatura de uso (°C)	40,0
Temperatura da água fria (°C)	20,2
Energia útil consumida (kWh/dia)	490
Perdas térmicas (% para estocagem a 45° conf. NB 15569)	15
Energia total consumida (kWh/dia)	564

térmicos) é pouco superior a 20.000 litros de água quente por dia demandando a produção de 564 kWh de energia por dia.

#### 4.2.2.2. Módulo 2: Produção média de energia necessária

Em seguida deve-se preencher o módulo de “produção média de energia”. Neste módulo, o profissional deve avaliar o fator de cálculo desvio do norte geográfico. Neste exemplo considerou-se um fator de orientação igual a 1, ou seja, o desvio do norte geográfico é de no máximo 30°. Mantivemos no exemplo a fração solar de 40% que é a mínima contribuição exigida nos termos da lei (sugerimos que este número não seja alterado na planilha), mas cabe ao empreendedor definir qual economia ou participação da energia solar ele deseja oferecer aos futuros moradores da edificação sustentável.

Produção média de energia necessária	
Fator de orientação (conforme Dec. Regulamentação 49148)	1,00
Fator de correção de SP para o coletor (conf. lei SP 14.459)	1,54
Produção média diária de energia necessária (kWh/dia Nominal)	867,0
Produção média mensal de energia necessária (kWh/mês)	26.372
Fração Solar desejada (%)	40
Produção média de energia (kWh/mês nominal)	10.549

Como resultado final para o empreendimento em análise, a central solar de água quente deve ser capaz de suprir no mínimo 10.549 kWh por mês e é a partir deste valor que iremos proceder ao cálculo de quantos coletores solares serão necessários no projeto da edificação em análise.

#### 4.2.2.3. Módulo “Área de Captação”

Para finalizar o cálculo, deve-se preencher o módulo “área de captação”. Este módulo é muito importante, pois estabelece critérios mínimos de qualidade e exige uma consulta dos profissionais usuários da planilha à tabela do INMETRO de produtos etiquetados.

*“Para efeito de comprovação das exigências da Lei nº 14.459, de 2007, e deste decreto, os equipamentos solares devem apresentar obrigatoriamente a etiqueta do Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - INMETRO, de acordo com os regulamentos específicos aplicáveis do Programa Brasileiro de Etiquetagem - PBE.”*

As tabelas do INMETRO para equipamentos solares poderá ser acessada através dos seguintes links:

- <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/pbe/coletoresSolares.pdf>
- <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/pbe/reservatoriosSolar.pdf>

O profissional deve selecionar os produtos no mercado utilizando a tabela do INMETRO ou consultar os fornecedores diretamente para que se preencha a planilha com duas grandezas: a produção específica média de energia mensal do coletor dada em kWh/mês/m<sup>2</sup> e a área do coletor solar em m<sup>2</sup>. É importante destacar que existem coletores de diversas classificações, tamanhos e desempenho e, portanto a área mínima de coletores solares será obtida com a seleção dos melhores produtos do mercado, como determina o próprio texto da regulamentação.

*“Os estudos técnicos deverão considerar o emprego da melhor tecnologia disponível, nos termos das recomendações técnicas do INMETRO e das normas técnicas vigentes...”*

Área de captação	
Produção média de energia mensal do coletor (kWh/mês/m <sup>2</sup> ) conf. Tabela do INMETRO)	87,1
Área do coletor (m <sup>2</sup> ) conf. Tabela do INMETRO	1,95
Número mínimo de coletores (para atendimento à fração solar de 40% exigida na Lei)	63,0
Número ideal de coletores (para atendimento à fração solar ideal de 70%)	109,0
Área mínima de coletores (para atendimento a fração solar desejada) (m <sup>2</sup> )	122,0
Área ideal de coletores necessária (m <sup>2</sup> )	212,1
Fator de aproveitamento do espaço (no caso de coberturas)	1,60
Área mínima de cobertura plana a ser disponibilizada para a instalação (m <sup>2</sup> )	195,2
Área ideal de cobertura plana a ser disponibilizada para a instalação (m <sup>2</sup> )	339,4

Como resultado final para o empreendimento em análise, conclui-se que se utilizando um coletor com área unitária de 1.95 m<sup>2</sup> e uma produção média mensal de energia de 87,1 kWh/mês/m<sup>2</sup> serão necessários no mínimo 63 coletores solares. Isto significa que para atender às exigências mínimas da lei, deve-se considerar uma área mínima de 122 m<sup>2</sup> de coletores solares o que demandaria em torno de 195 m<sup>2</sup> de área plana na cobertura disponível para a inserção da tecnologia. Deve-se observar que no caso de um projeto arquitetônico que contemple o uso de planos inclinados, pouco mais de 125 m<sup>2</sup> seriam necessários para implantar a tecnologia cabendo ao arquiteto sugerir a melhor inserção arquitetônica que privilegie o desempenho e reduza os custos.

A planilha também sugere um valor ideal de área de coletores solares que permite atingir frações solares próximas de 70%, valor que vem se comprovando ser o de melhor custo benefício no mercado brasileiro. Neste caso seriam necessários 109 coletores solares totalizando uma área de 212 m<sup>2</sup> de coletores solares.



## 5. Conclusão

Este documento é parte de uma série de ações que serão levados adiante por este grupo de trabalho. Esta contribuição bastante simples permitirá o integral cumprimento da lei solar de São Paulo. O aquecimento solar é uma tecnologia importante para o desenvolvimento do Brasil: é a tecnologia energética que mais gera empregos por unidade de energia, é limpa e renovável, produzida integralmente pela indústria nacional e reduz de forma maciça a necessidade de investimentos e gastos na geração e consumo de energia em todo o país. Rumo à economia solar protegendo o clima do planeta.

Esperamos assim contribuir com os profissionais do mercado envolvidos com o projeto de edificações na cidade de São Paulo e que o modelo possa ser replicado em todo o país.

Grande abraço a todos os que nos apoiaram e se uniram para levar este trabalho adiante, trabalho que ainda não terminou e trará mais contribuições, mais documentos e mais luz a todos atores deste mercado.

Para conhecer e falar com as entidades autoras deste guia visite as seguintes páginas eletrônicas:

- <http://www.dasolabrava.org.br/dasol/>
- <http://www.abrasip.com.br/>
- <http://www.abrinstal.com.br/>

Elaboração:



Apoio:

