

# PHD 313 HIDRÁULICA E EQUIPAMENTOS HIDRÁULICOS

Aula 12: Instalações de Água Quente

Prof. Miguel Gukovas  
Prof. Rodolfo S Martins  
Prof. Ronan Cleber Contrera

# Objetivos da aula

---

- Sistemas de produção de água quente
- Dimensionamento das tubulações

# Sistemas de Água Quente

## Fonte de Energia:

- Elétrica
- Gás GN ou GLP
- Misto solar
- Outros (lenha, óleo, etc.)

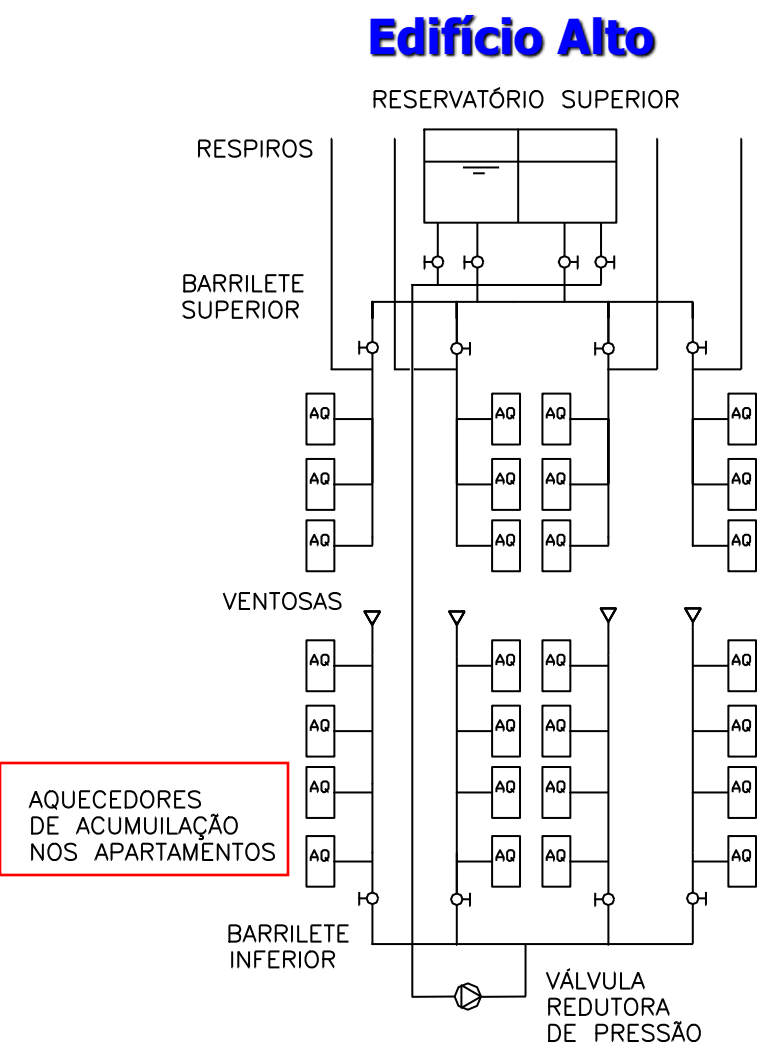
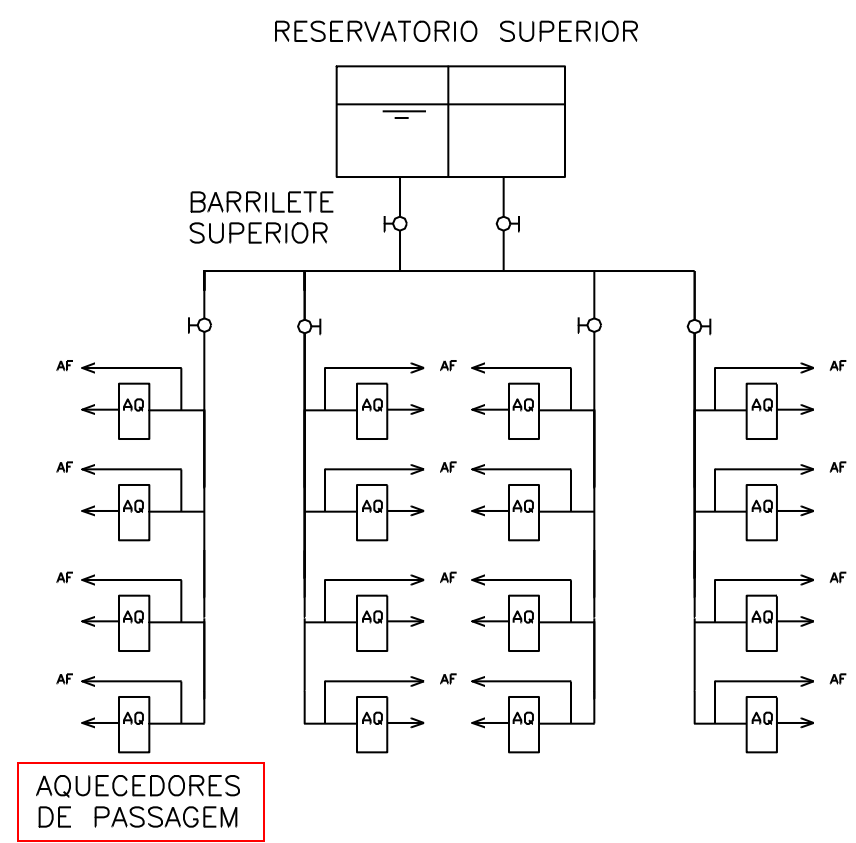
## Localização:

- Locais (dentro de um apartamento ou residência)
- Centrais (comum para todo um edifício)

## Tipo de Aquecedores:

- Passagem
- Acumulação

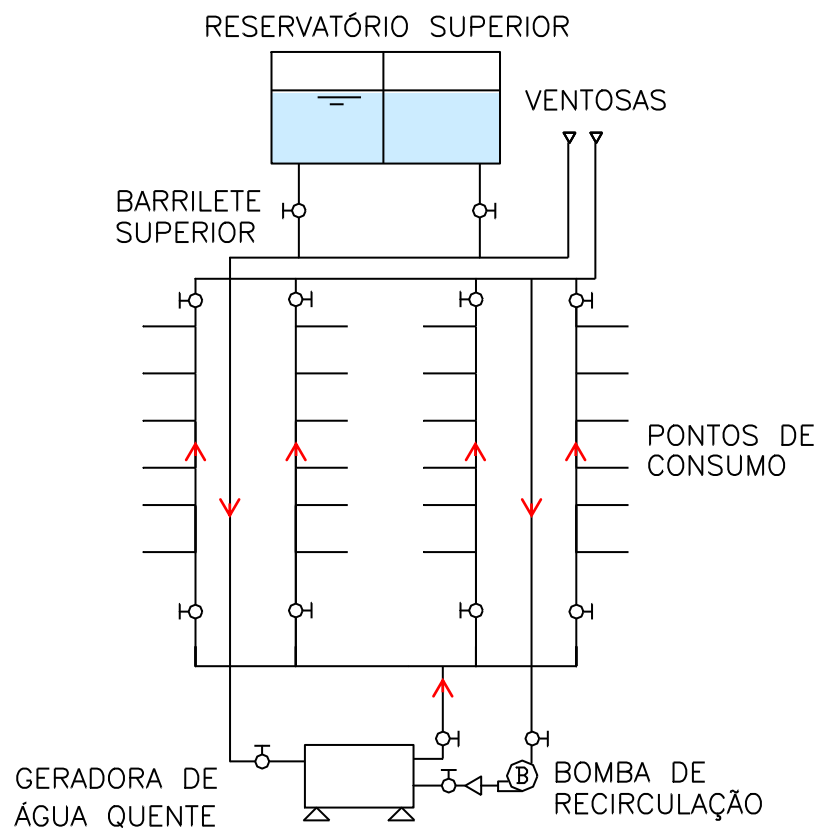
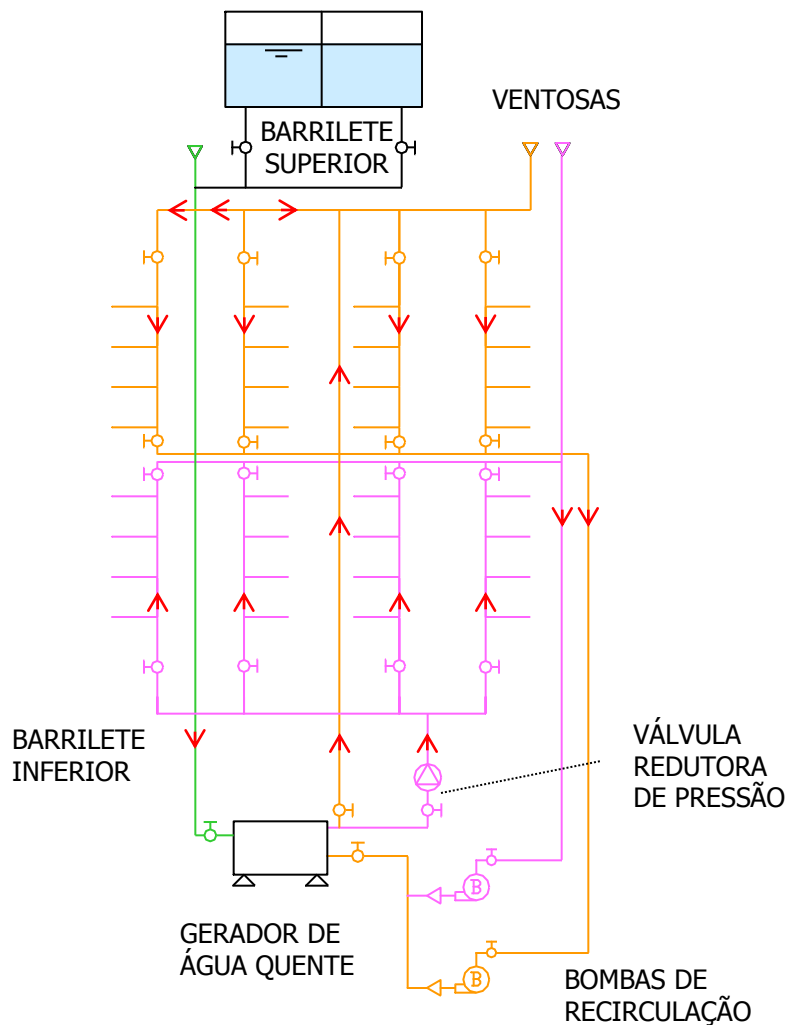
# Sistemas Prediais Individuais de Água Quente (de Passagem ou Acumulação)



# Sistemas Prediais Coletivos de Água Quente

## Edifício Alto

RESERVATÓRIO SUPERIOR



# Sistemas Prediais de Água Quente

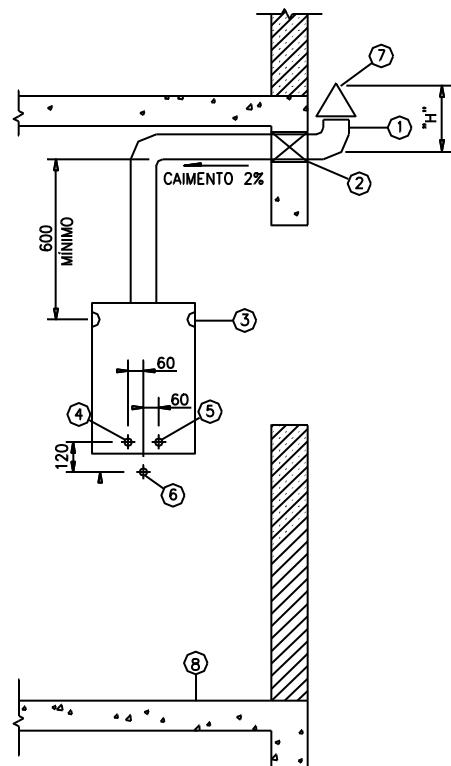
## **Elementos Constituintes**

1. Alimentação (com água fria)
2. Gerador de Água Quente
3. Barrilete
4. Colunas de distribuição
5. Pontos de utilização
6. Tubulação de retorno
7. Bomba de recirculação

**Projeto: Norma ABNT - NBR7198/93**

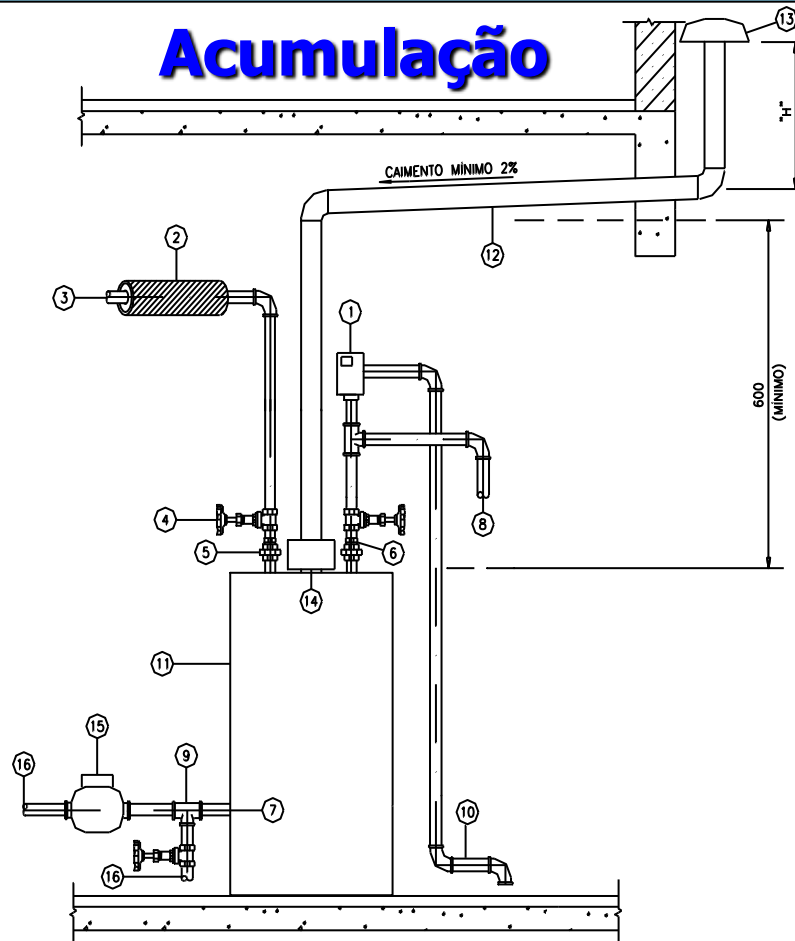
# Elementos / Componentes do Sistema

## Passagem



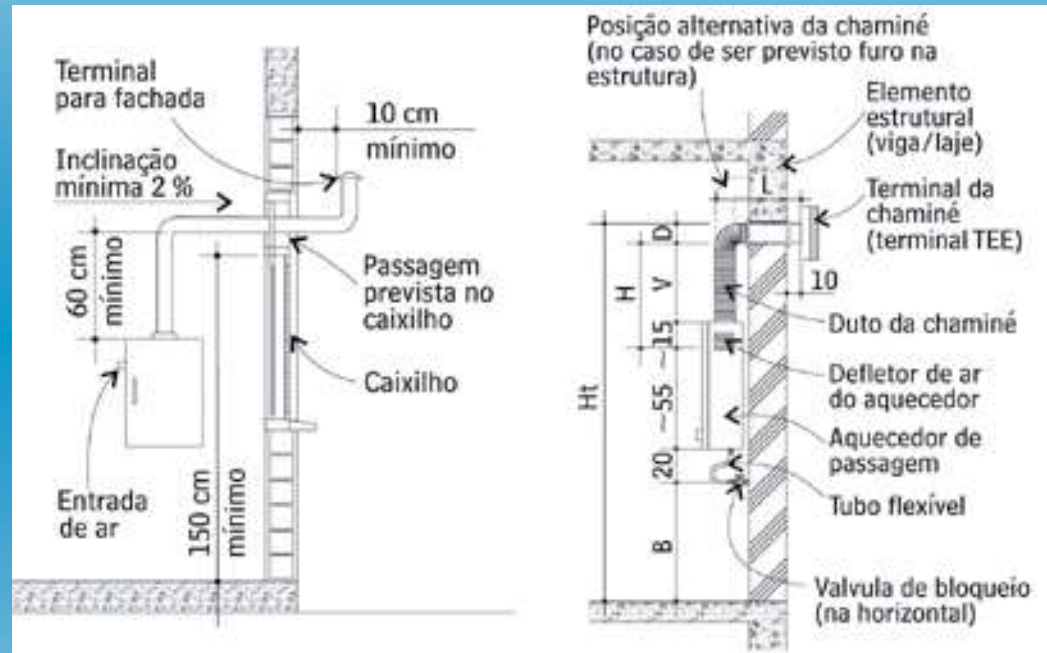
INSTALAÇÃO DE AQUECEDOR DE PASSAGEM

## Acumulação



INSTALAÇÃO DE AQUECEDOR DE ACUMULAÇÃO A GÁS

# Instalação de Aquecedor de Passagem a Gás



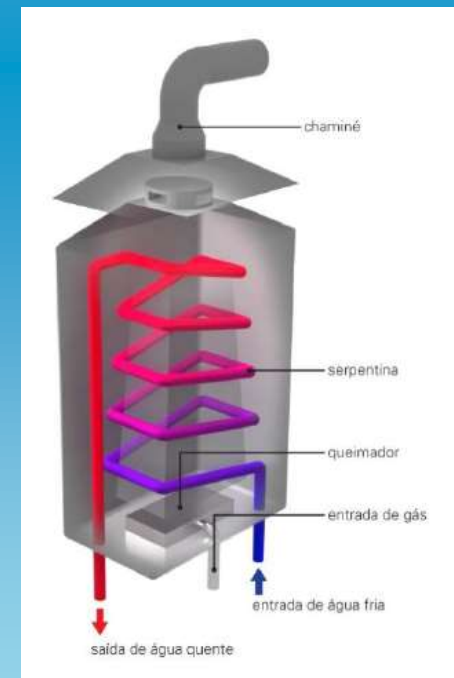
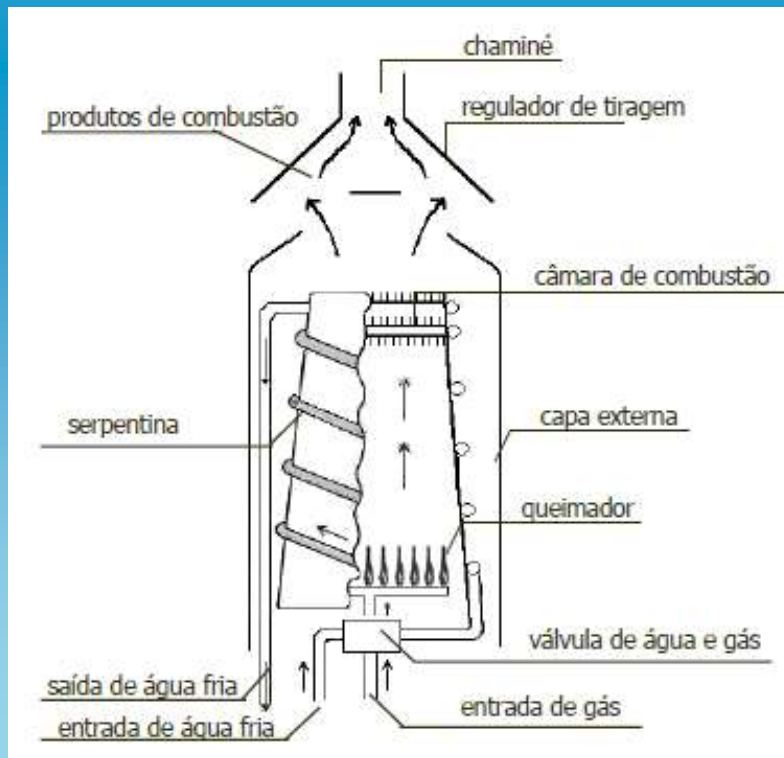
*Ht = altura total disponível (valor padrão: 210 cm), H = altura mínima antes do 1º desvio (mín. 90 cm), D = diâmetro do duto, V = desenvolvimento vertical da chaminé (mín. 75 cm), B = altura da válvula de bloqueio ao piso, L = trecho horizontal da chaminé*

Fonte: <http://piniweb.pini.com.br/construcao/noticias/aquecedores-residenciais-a-gas-79655-1.aspx>

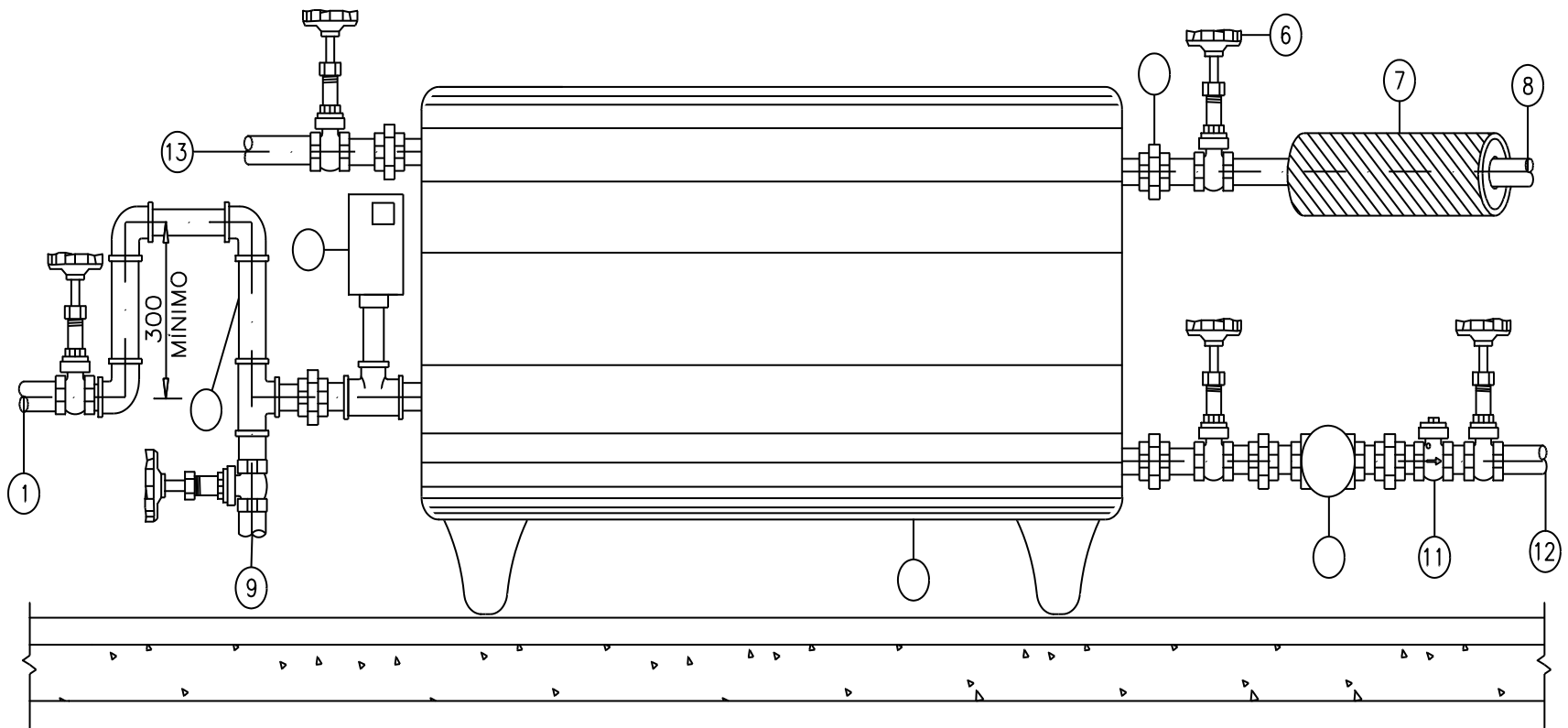


# Aquecedores de Passagem

- **Aquecedores instantâneos (ou de passagem) a gás:** a água vai sendo aquecida à medida que passa pela fonte de aquecimento, percorrendo uma serpentina.

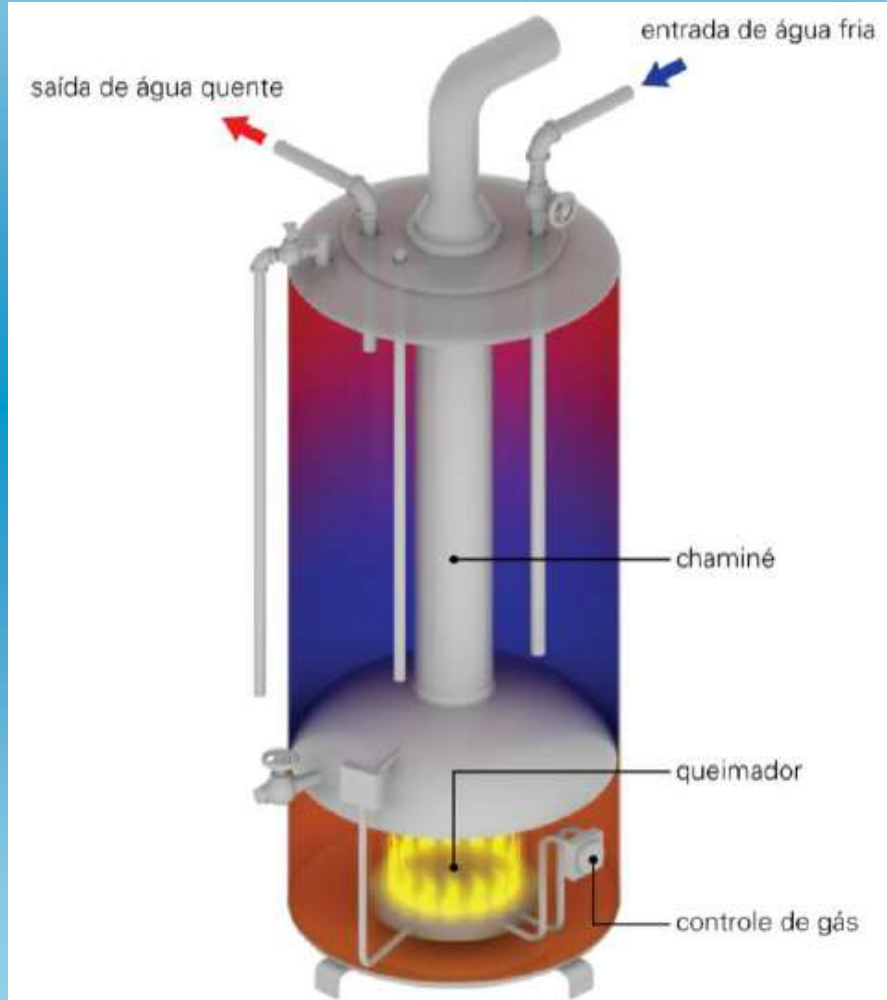
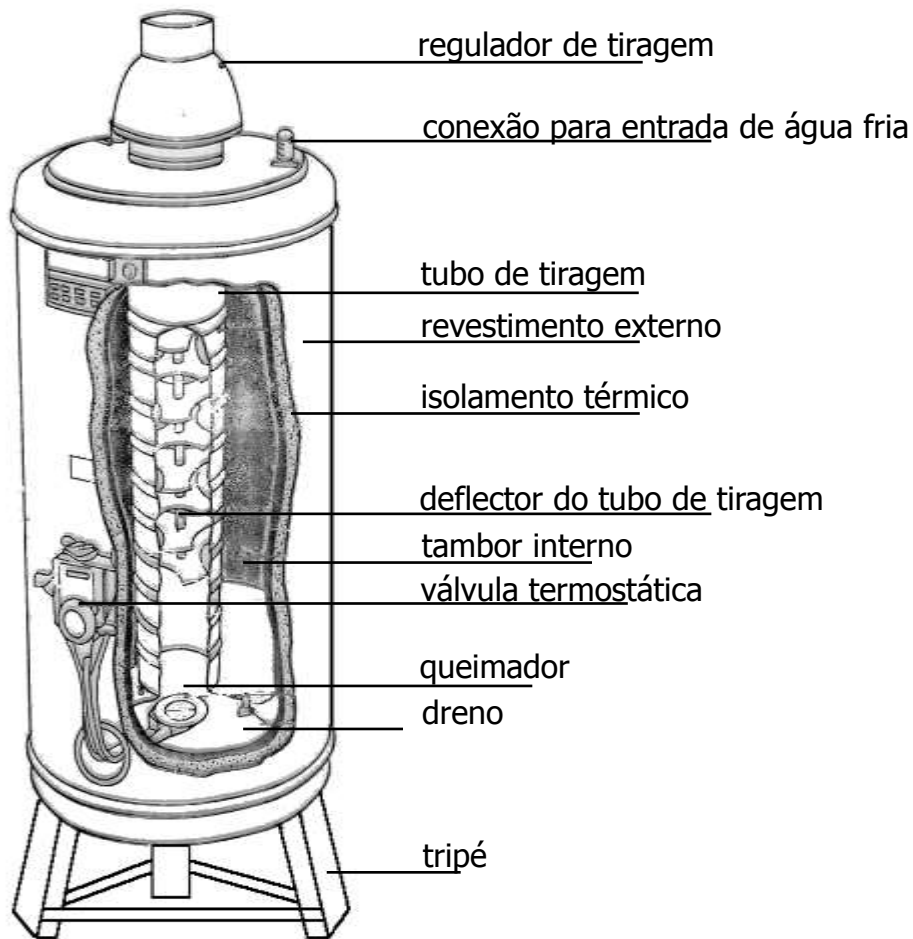


# Aquecedores de Acumulação

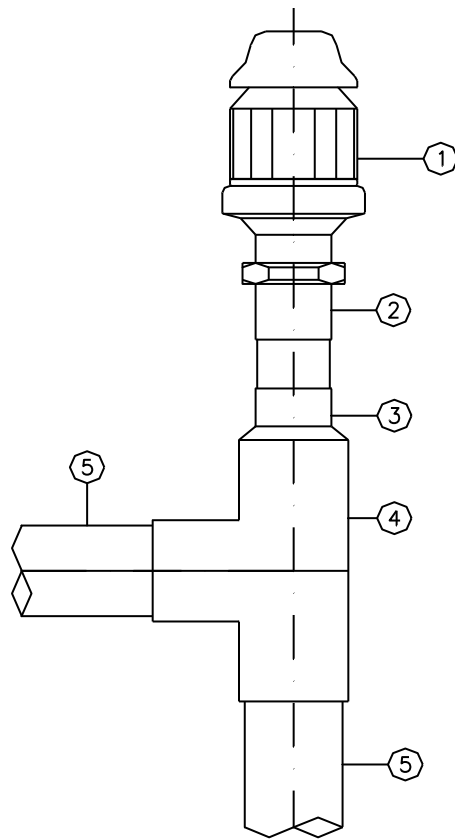


**Aquecedor de acumulação elétrico**

# Aquecedores de Acumulação



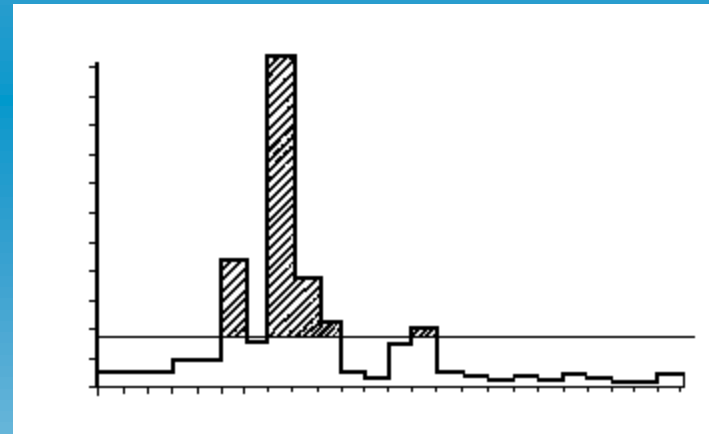
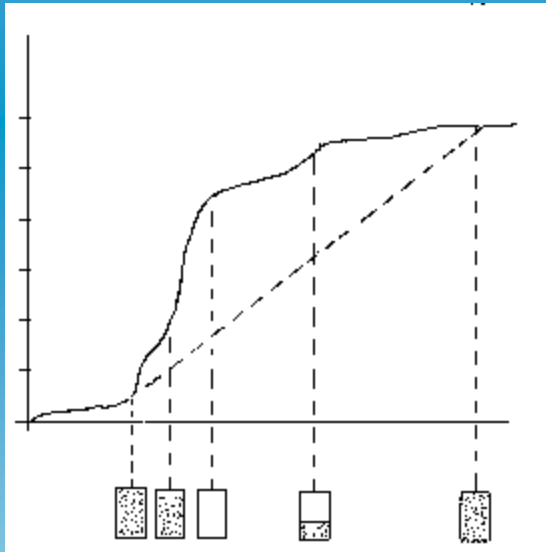
# Válvula de Purga (Ventosa para Expulsão de Ar)



DETALHE DE VÁLVULA VENTOSA

# Reservatório de Água Quente

- Dimensionado para atender ao pico de consumo



# Equação da Mistura

Água Consumida = Água Quente + Água Fria

$$V_C \cdot T_C = V_Q \cdot T_Q + V_F \cdot T_F$$

$$V_Q = V_C \frac{T_C - T_F}{T_Q - T_F}$$

**Na qual:**

$T_Q$  é a temperatura da água quente

$V_Q$  é o volume ou vazão de água quente na temperatura de aquecimento

$T_F$  é a temperatura da água fria

$V_F$  é o volume ou vazão de água fria

$T_C$  é a temperatura da água consumida

$V_C$  é o volume ou vazão de água consumida

# Material da Tubulação

## Materialis:

- Aço;
- Cobre (classe E);
- Plástico:
  - Polipropileno (PPR)
  - CPVC



# Dimensionamento da Tubulação

## Determinação do Consumo Diário de Água:

$$C_D = C_{DPC} \cdot P$$

Na qual:

$C_D$  é o consumo diário de água quente (l/dia);

$C_{DPC}$  é o consumo diário "per capita" (l/dia)

$P$  é a população (prédio ou apartamento).

## Consumo Per Capita de Água Quente

Alojamento Provisório	24 per capita
Casa Popular ou Rural	36 per capita
Residência	45 per capita
Apartamento	60 per capita
Quartel	45 per capita
Escola Internato	45 per capita
Hotel (s/ cozinha e s/ lavanderia)	36 por hóspede
Hospital	125 por leito
Restaurante e similares	12 p/ refeição
Lavanderia	15 p/ kg roupa seca



Maior Pressão



# Dimensionamento dos Componentes

## Sub-ramais:

Pontos de utilização:	$\phi$ ref. (pol)	Vazão (l/s)	Peso
Banheira	1/2"	0,30	1,0
Bidê	1/2"	0,06	0,1
Chuveiro	1/2"	0,12	0,5
Lavatório	1/2"	0,12	0,5
Pia de Cozinha	1/2"	0,25	0,7
Lavadora de Roupa	3/4"	0,30	1,0

$$Q = 0,3 \cdot \sqrt{\sum P}$$

## Pressões máximas e mínimas:

$$PE_{\max} = 400\text{kPa} \text{ (40 mH}_2\text{O)}$$

$$PD_{\min} = 5\text{kPa} \text{ (0,5 mH}_2\text{O)}$$

## Velocidade máxima:

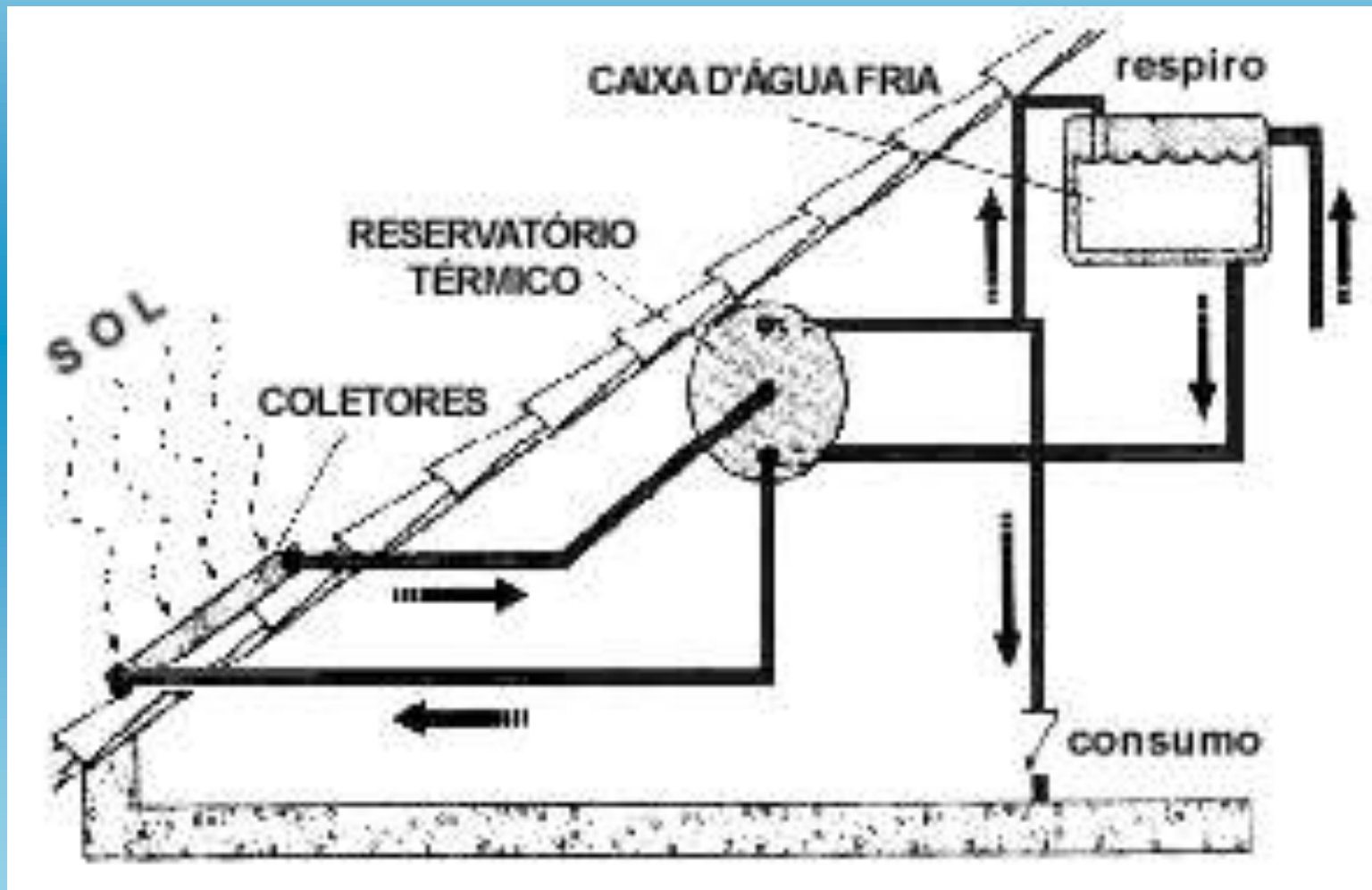
$$V_{\max} = 3,0 \text{ m/s}$$

# Aquecimento Solar

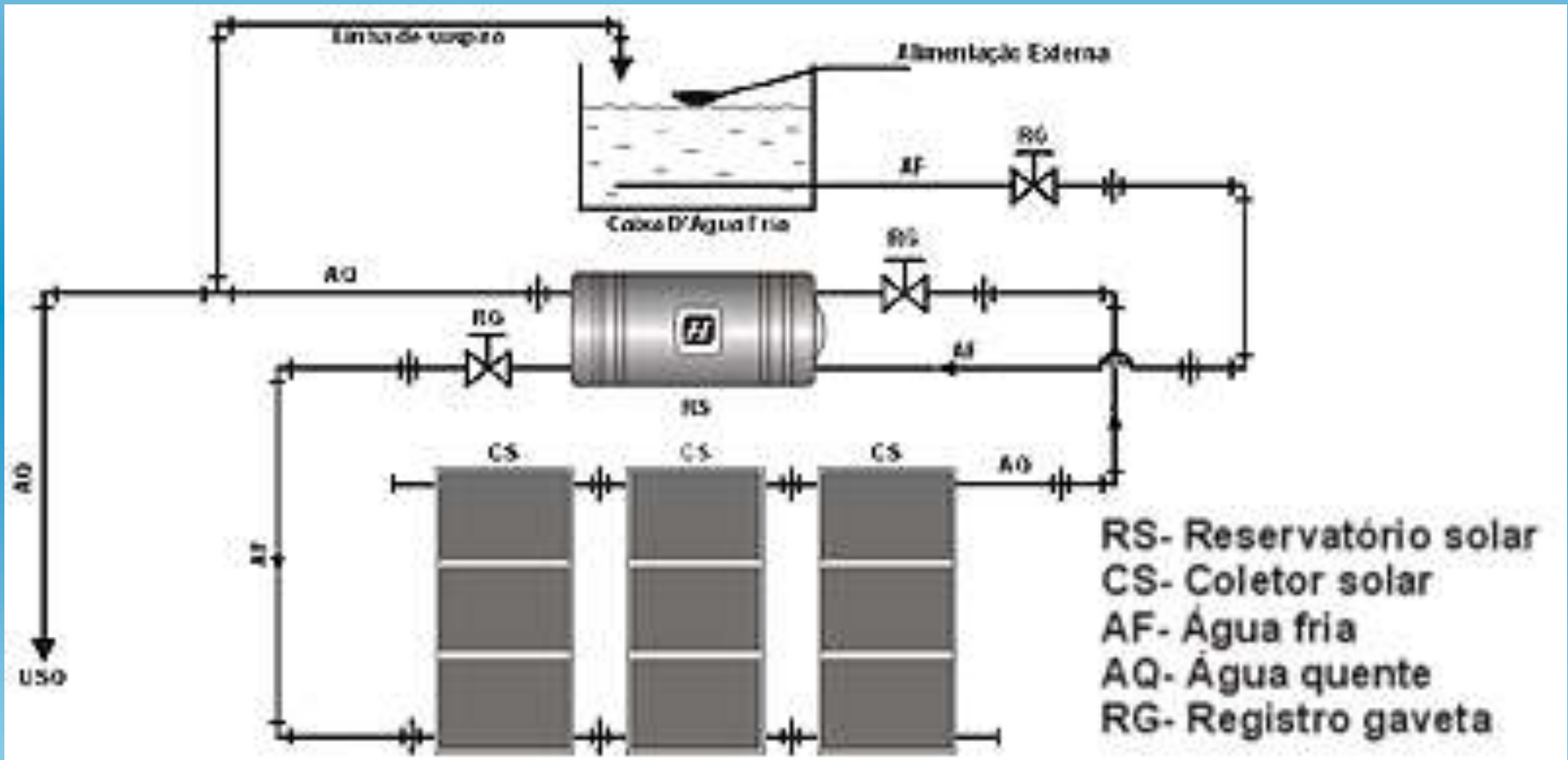
---

- Os aquecedores solares são eficientes quando há Sol e o reservatório de água quente está bem dimensionado com relação ao consumo.
- Em dias nublados ou chuvosos ou quando se usa mais água quente que o previsto, o aquecimento deve ser complementado com o que se acostumou chamar de apoio elétrico.

# Esquema Hidráulico



# Esquema Hidráulico



Fonte: [Http://www.acesa.com/jfimizeis/arquivo/dicas/2003/01/06-aquecedor\\_solar/](http://www.acesa.com/jfimizeis/arquivo/dicas/2003/01/06-aquecedor_solar/)

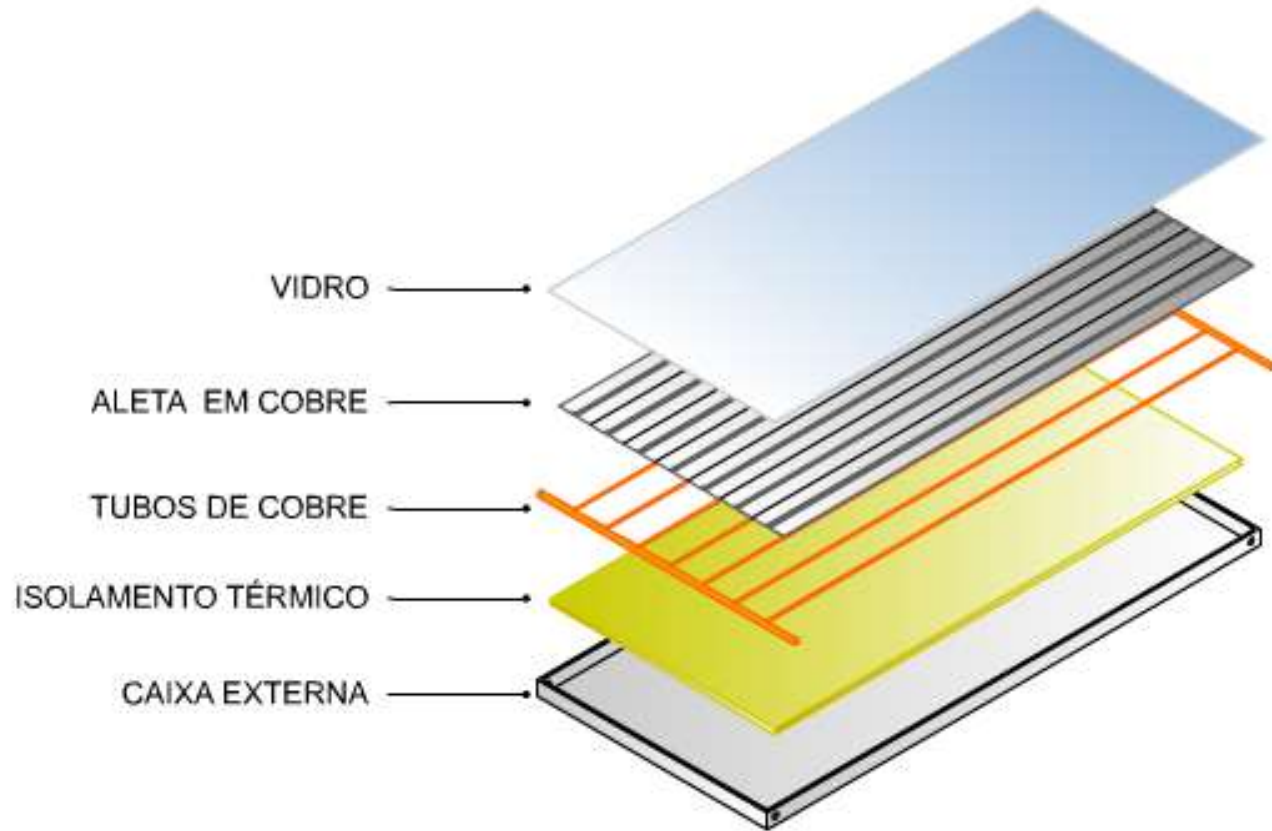


**PHD 313/11/21**

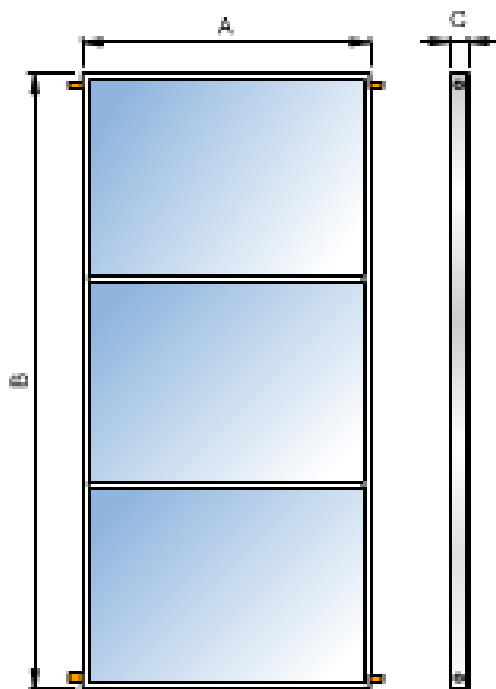


PHD 313/11/22

# Coletor Solar



# Modelos de Coletores



Modelo	Dimensões [mm]			Peso Vazio [kg]	Eficiência média [%]	Classificação INMETRO
	A	B	C			
MC2PS	1000	1000	55	13,2	59,1	A
MK5VS	880	1575	55	18,0	58,4	A
MK5HS	1575	880	55	21,8	58,4	A
MK6VS	880	1880	55	19,5	58,4	A
MK6HS	1880	880	55	23,8	58,4	A

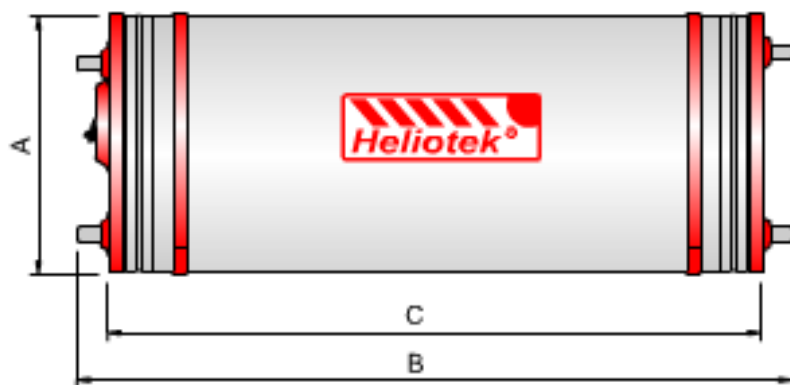
\*Outros modelos sob consulta



# Tanque de Armazenamento

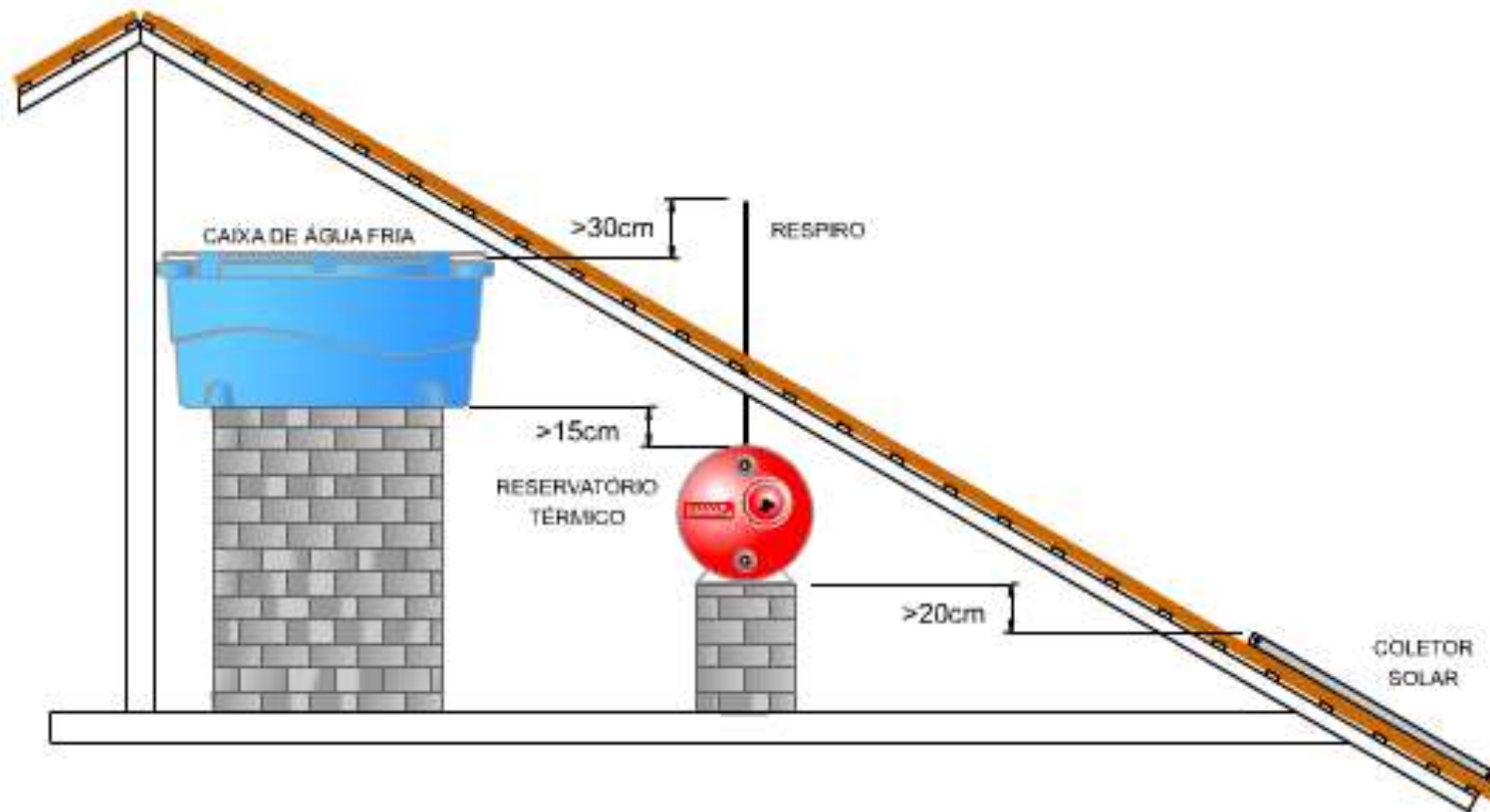


# Volume de Reservatório

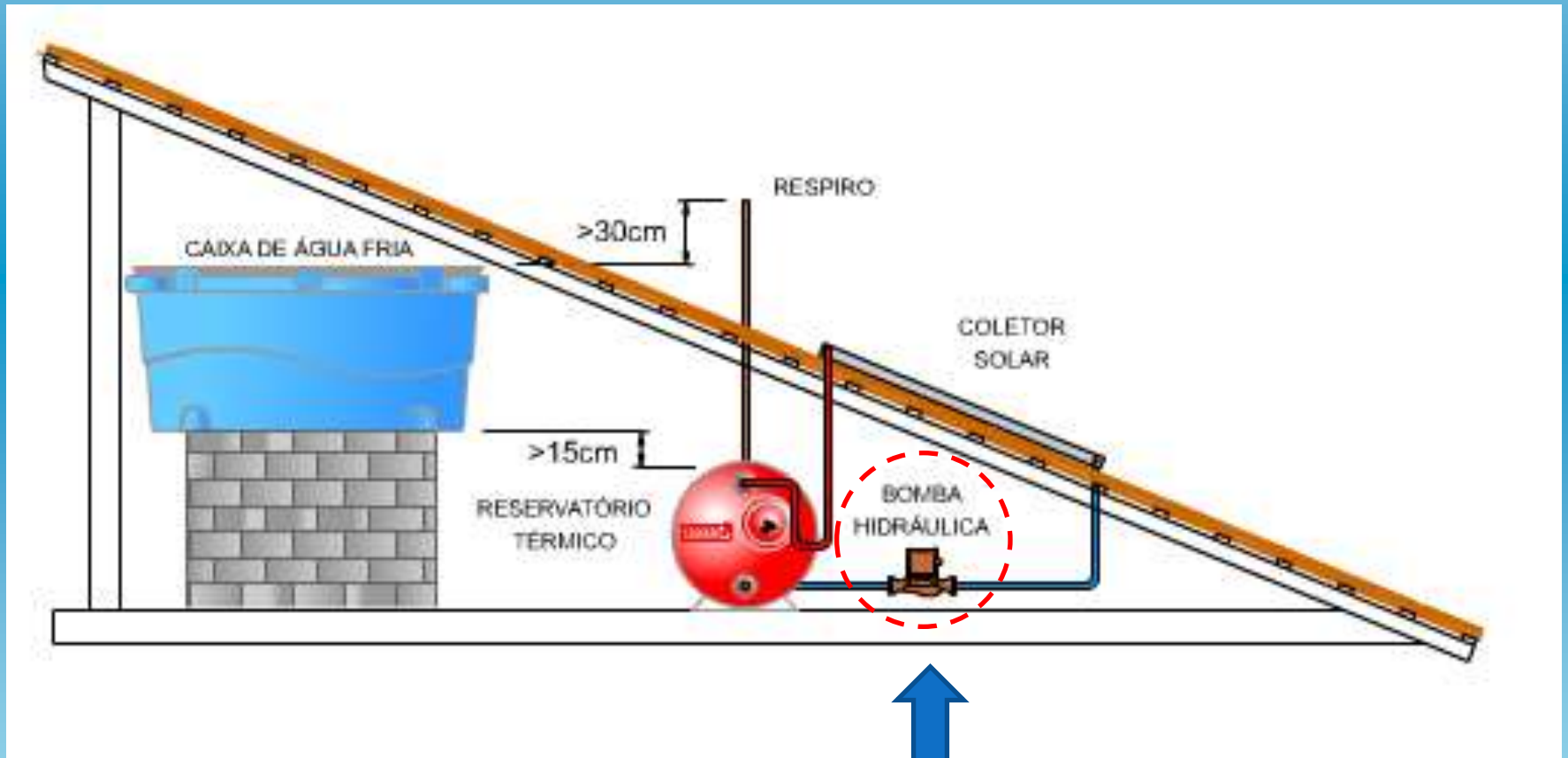


Capacidade [litros]	Dimensões [mm]			Apoio Elétrico [Watts]	Peso Vazio [kg]
	A	B	C		
50	440	820	600	2500	9
75	440	1020	800	2500	11
100	440	1220	1000	2500	14
150	440	1700	1480	2500	18
200	675	940	840	2500	23
300	675	1330	1250	2500	28
400	675	1710	1610	2500	33
500	675	2030	1920	2500	37
600	675	2330	2210	2500	45
700	675	2760	2640	5000	49
800	810	2300	2180	5000	53
900	810	2500	2380	5000	59
1000	810	2800	2680	5000	65
1500	1210	2000	1800	5000	95
2000	1210	2500	2300	10000	115
2500	1210	3000	2800	10000	130
3000	1590	2200	1980	15000	150
4000	1590	2800	2580	15000	180
5000	1590	3400	3180	15000	210

# Instalação



# Instalação



# Dimensionamento

Quantidade de Calor absorvida por um coletor solar na unidade de Tempo [kCal/h]	$\dot{Q} = IA\eta_c$
Quantidade de Calor absorvida no coletor por m <sup>2</sup> e por dia [kCal/m <sup>2</sup> ]	$q = \dot{Q} / A \cdot \Delta t$
Energia Absorvida pelo Coletor [Kcal]	$E = IA\Delta t \cos \alpha \eta_c$

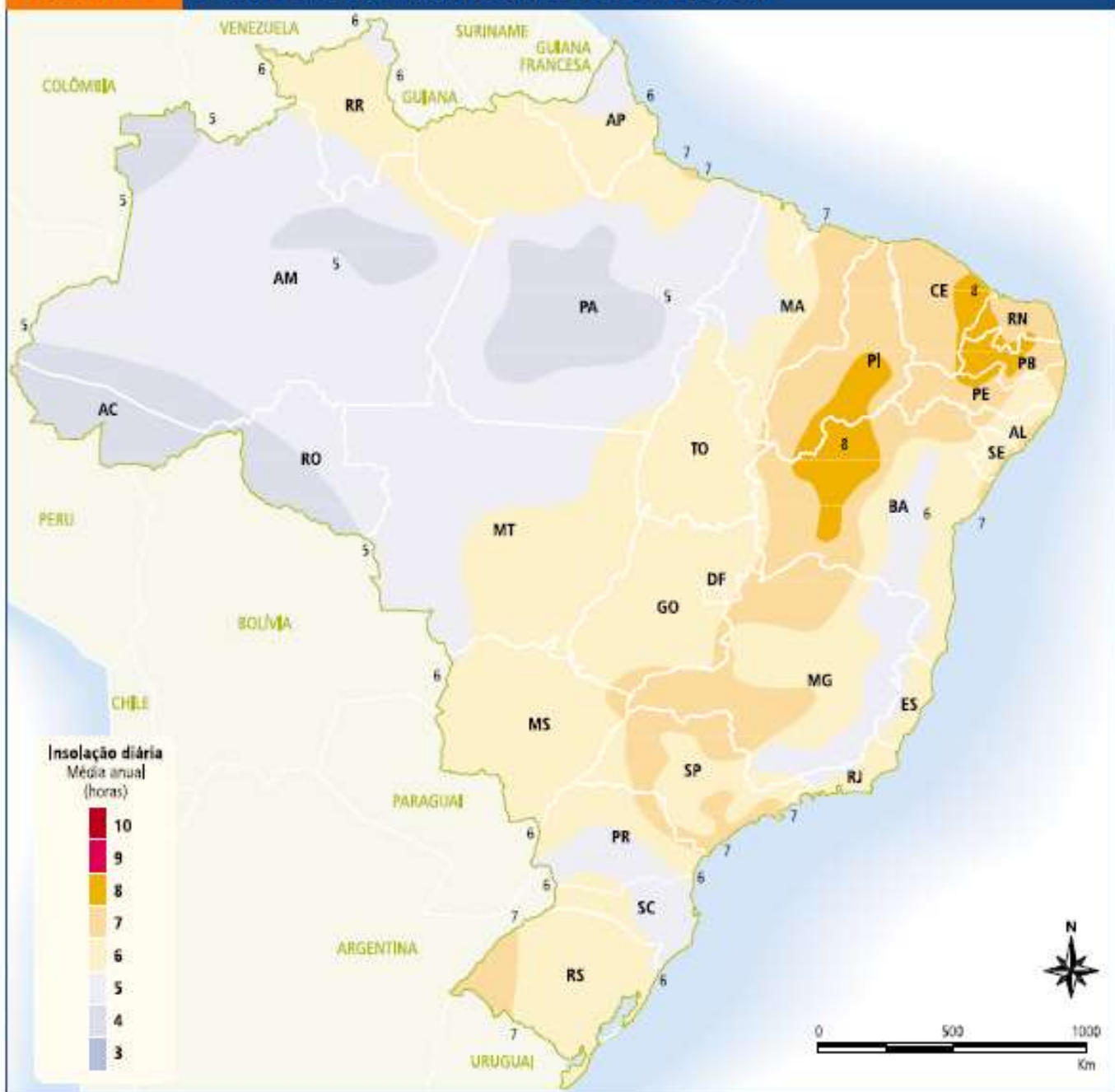
$\eta_c$  - eficiência do coletor solar

A – área do coletor solar [m<sup>2</sup>]

I – intensidade de radiação solar [kCal/m<sup>2</sup>/h]

**FIGURA 3.2**

**Média anual de insolação diária no Brasil (horas)**

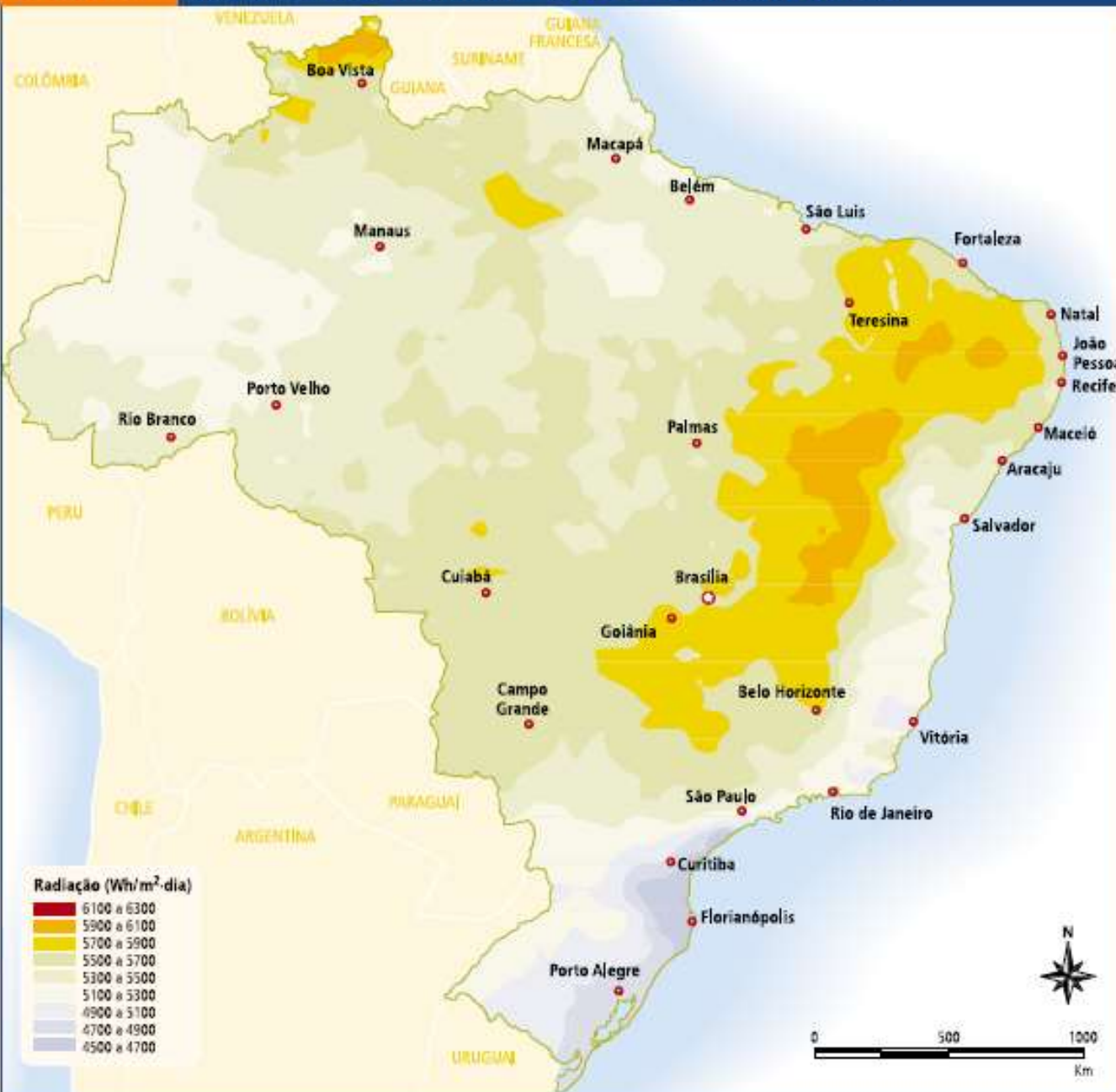


# Insolação Diária Média

Fonte: ATLAS Solarimétrico do Brasil, Rio de Janeiro: Editora Universitária da UFPE, 2000. (adaptado)

FIGURA 3.5

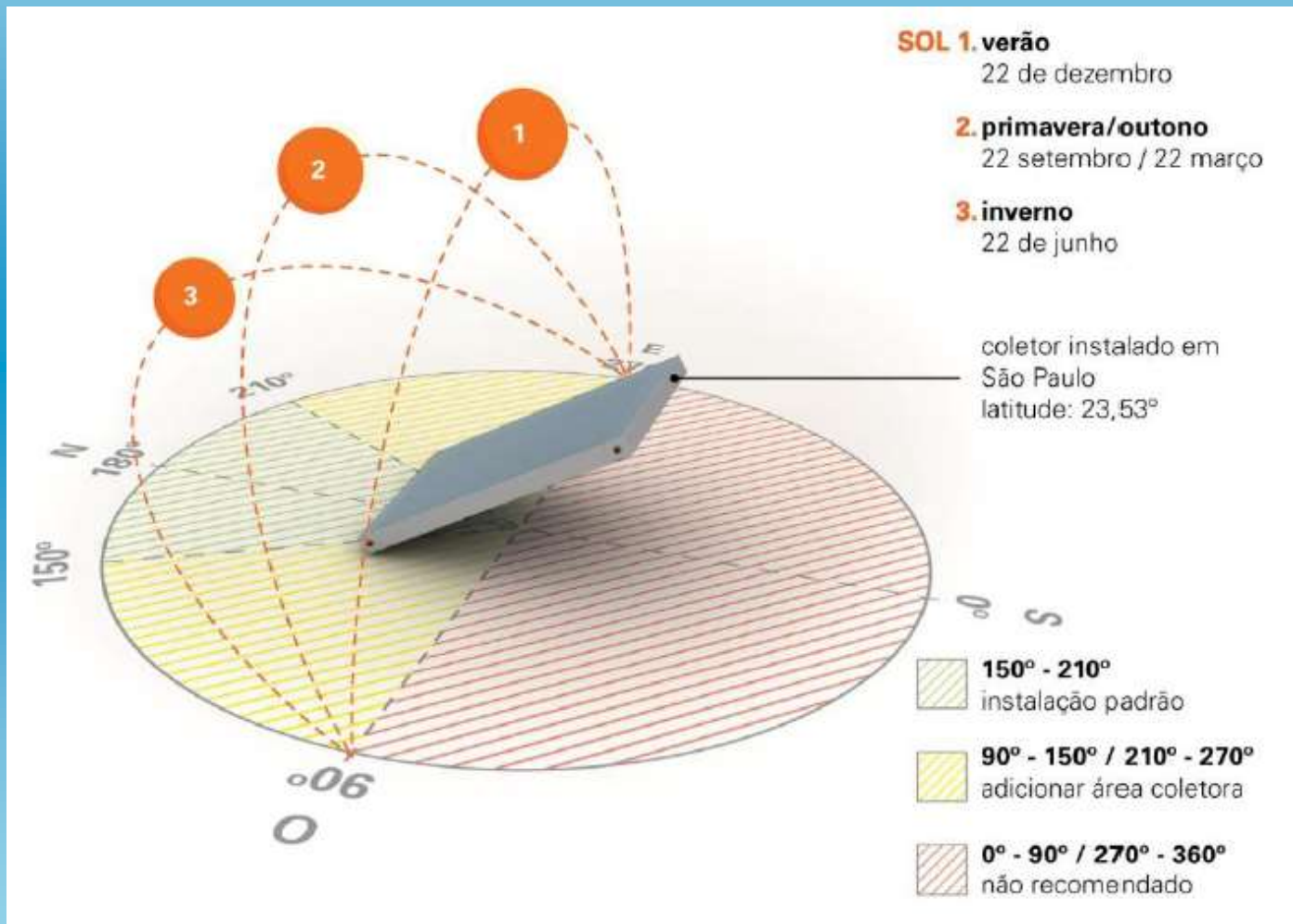
Radiação solar global diária - média anual típica (Wh/m<sup>2</sup>.dia)



# Insoleção Diária Média

OBS:  
1 W.h = 0,859 kcal

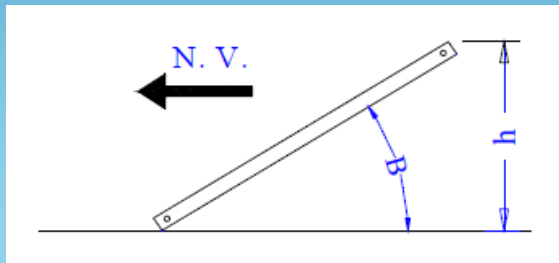
# Trajetoória do Sol e Desvio do Norte





# Posicionamento do Painel Solar

Latitude (°)	Região	Inclinações Recomendadas							
		B mínimo (°)	B máximo (°)	100		140		200	
				h mín. (m)	h recom. (m)	h mín. (m)	h recom. (m)	h mín. (m)	h recom. (m)
32	Pelotas	32	42	0,50	0,63	0,70	0,89	0,96	1,22
30	Porto Alegre	30	40	0,47	0,60	0,66	0,85	0,91	1,17
28	Florianópolis	28	38	0,44	0,58	0,62	0,82	0,85	1,12
25	Curitiba	25	35	0,40	0,54	0,56	0,76	0,77	1,04
23	Rio/São Paulo	23	33	0,37	0,51	0,52	0,72	0,71	0,99
21	Rib. Preto/ Campinas	21	31	0,34	0,48	0,47	0,68	0,65	0,94
20	Belo Horizonte	20	30	0,32	0,47	0,45	0,66	0,62	0,91
17	Goiânia	17	27	0,28	0,43	0,39	0,60	0,53	0,82
15	Brasília	15	25	0,24	0,40	0,34	0,56	0,47	0,77
13	Salvador	13	23	0,21	0,37	0,30	0,52	0,41	0,71
8	Recife	8	18	0,16	0,29	0,18	0,41	0,32	0,56
4	Fortaleza	4	14	0,16	0,23	0,09	0,32	0,32	0,44
2	Belém	2	12	0,16	0,20	0,05	0,28	0,32	0,38



Onde:

**h** = inclinação do coletor

**B** = ângulo de inclinação variável com a latitude

# Exemplo

Um pequeno hotel, com 20 apartamentos para até 3 pessoas pretende substituir o sistema de aquecimento de água, elétrico, por outro solar. Calcule qual deve ser o volume do tanque de água quente, a área do coletor solar e a economia em R\$, de energia elétrica a ser obtida sabendo-se que:

Potência específica da radiação solar:  $700 \text{ W/m}^2$  8 horas por dia

Consumo de água quente em hotéis, a  $45 \text{ }^\circ\text{C}$  :  $60 \text{ L/hosp./dia}$

Temperatura de Aquecimento:  $65 \text{ }^\circ\text{C}$

Eficiência do coletor solar:  $57,3\%$

Temperatura da água natural:  $18 \text{ }^\circ\text{C}$