



# Chaguri

Engenharia Termohidráulica

# Sistemas Termohidráulicos

---

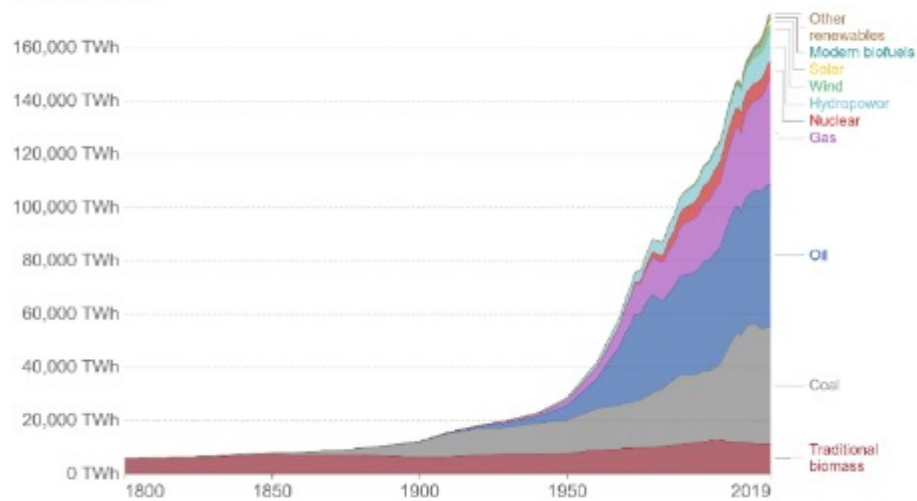
Eng<sup>o</sup> J. Jorge Chaguri Jr



# Energia primária e eletricidade – Mundo e Brasil

## Global primary energy consumption by source

Primary energy is calculated based on the 'substitution method' which takes account of the inefficiencies in fossil fuel production by converting non-fossil energy into the energy inputs required if they had the same conversion losses as fossil fuels.



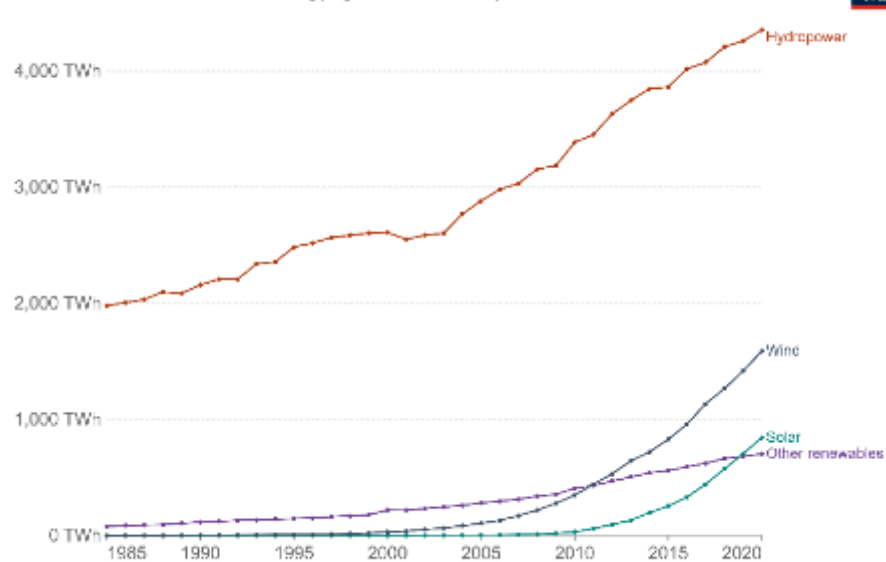
Source: Vadim Smil (2017) & BP Statistical Review of World Energy

OurWorldInData.org/energy • CC BY

Fonte: Our World in Data based on HYDE, UM, and UM Population Division [2019 Revision]

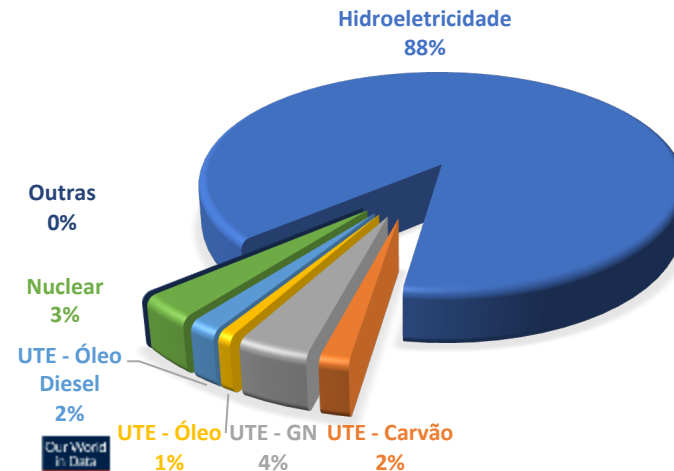
Fonte: Santos, 2011

## Modern renewable energy generation by source, World

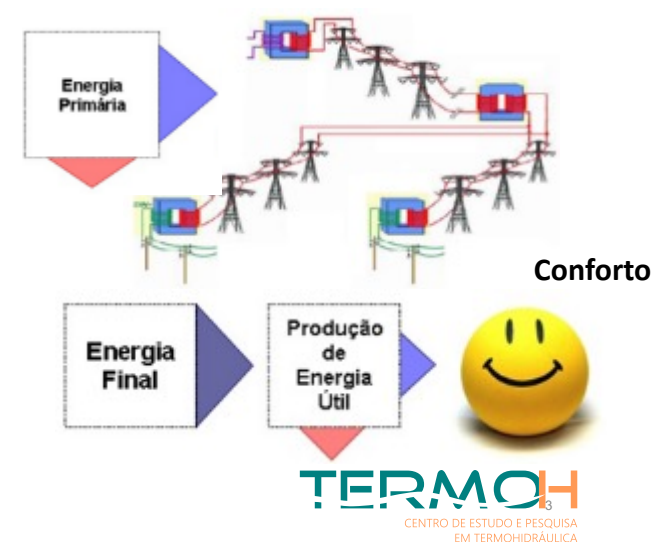


Source: Our World in Data based on BP Statistical Review of World Energy & Ember

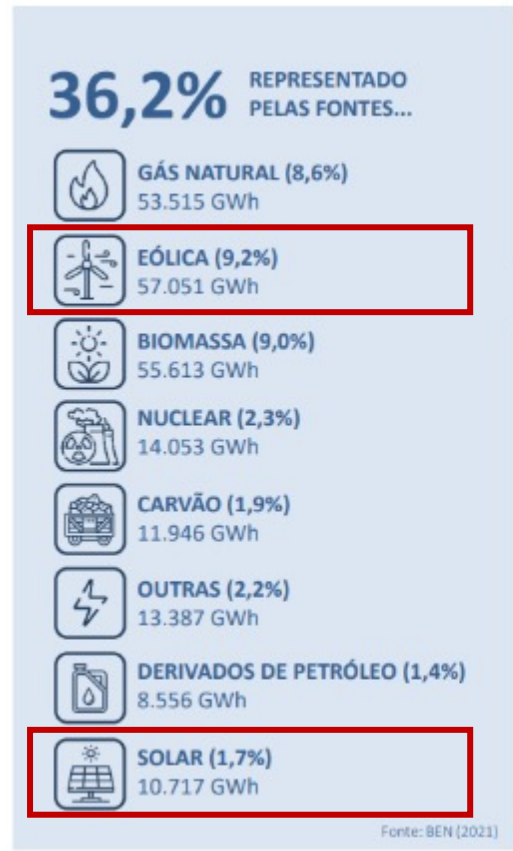
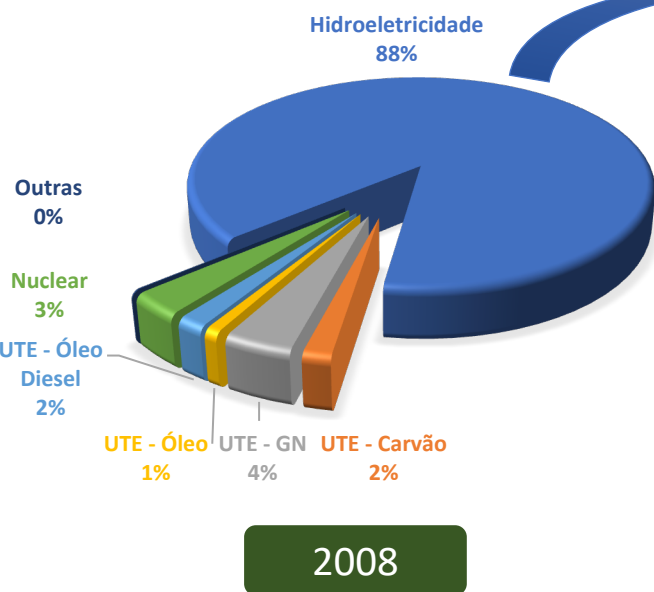
OurWorldInData.org/renewable-energy • CC BY



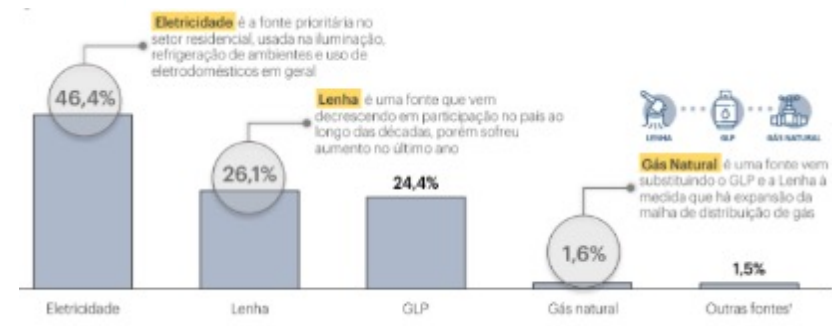
Média da matriz elétrica brasileira, por tipo de geração, no período de 2004 a 2008



# Geração de eletricidade - Brasil

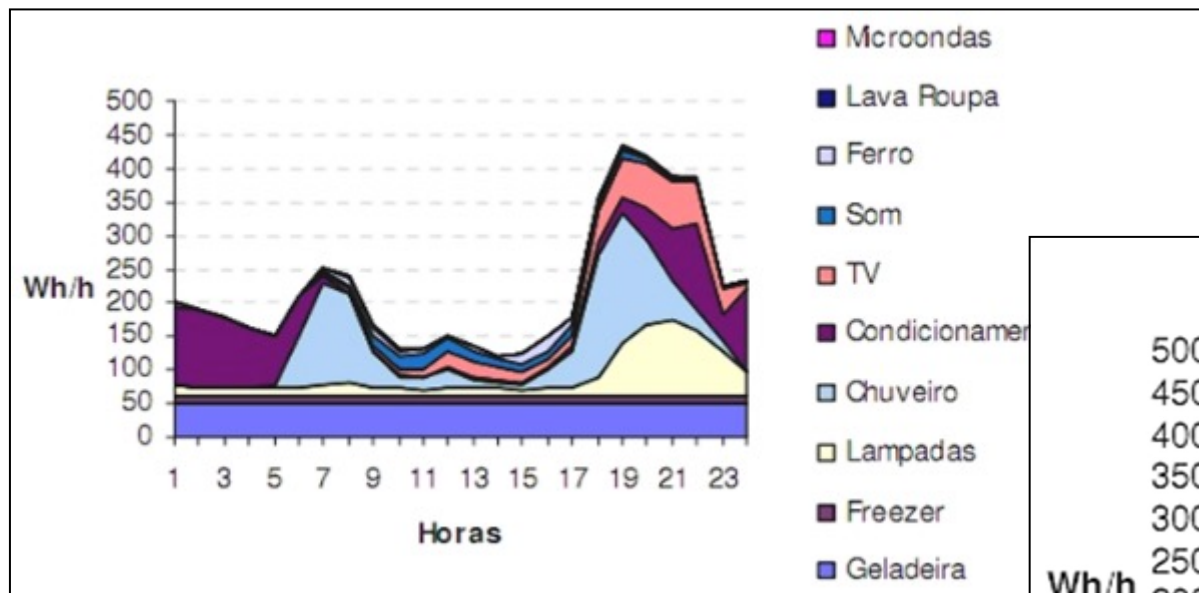


## Consumo de Energia no Setor Residencial

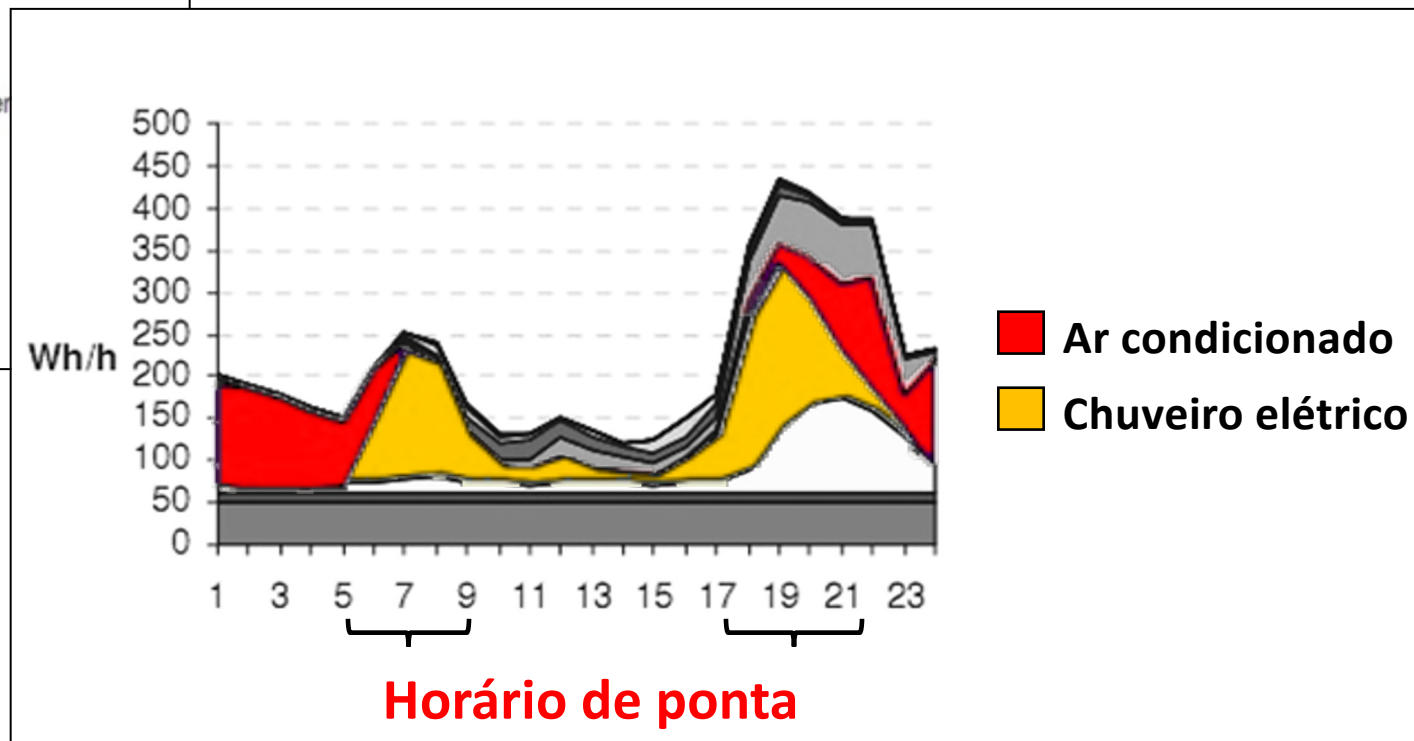


Fonte: BEN, 2021

## Impacto da demanda elétrica



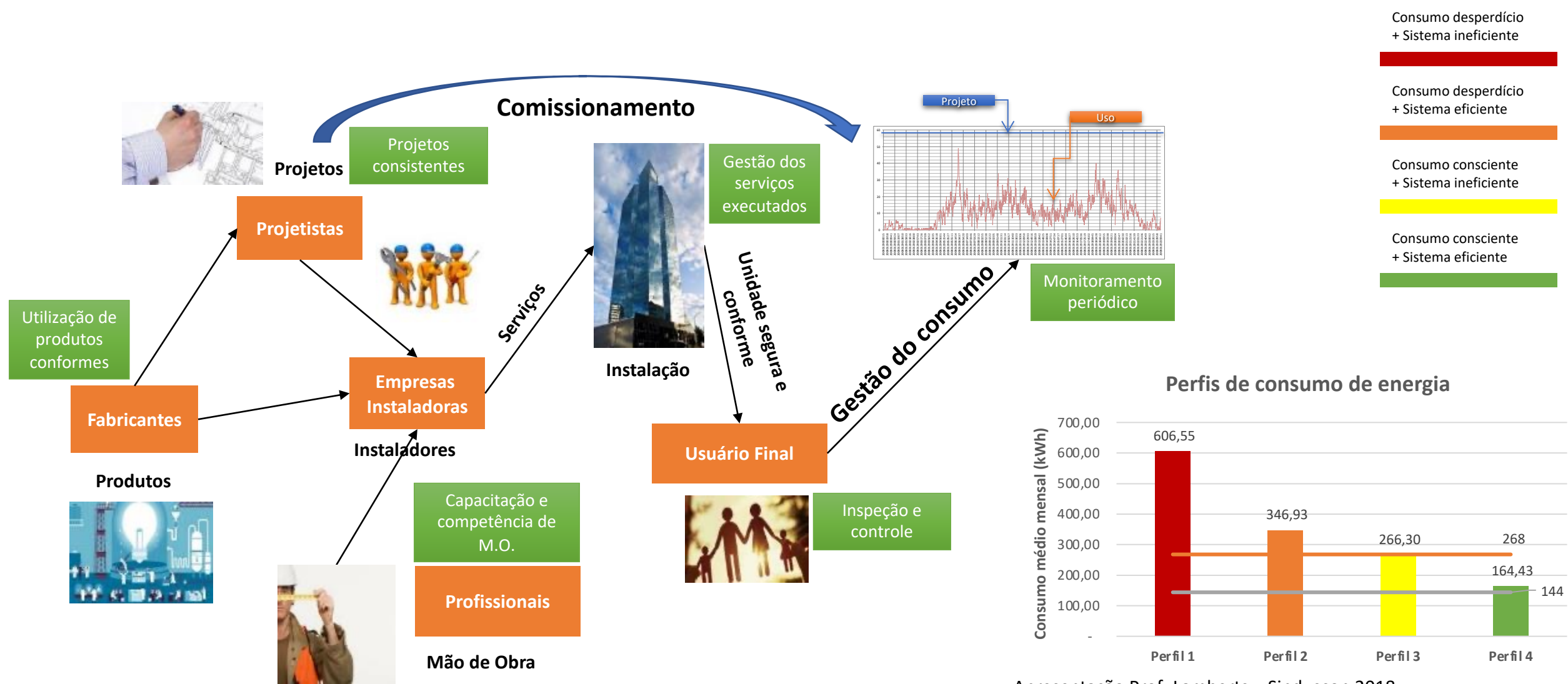
Fonte: Procel, 2007



Fonte: Adaptado a partir de Procel, 2007



# Cadeia das instalações



# Novos Edifícios

CNN Brasil – Projeto da Triumph Tower



<http://ldstudio.com.br/site/cidade-matarazzo/>



<https://vitacon.com.br/blog/apartamentos-supercompactos/514/>



Oferta final de imóveis residenciais novos – Cidade de São Paulo (mil unidades)

	1 Dorm.	2 Dorms.	3 Dorms.	4 Dorms.
dez/04	1,8	8,2	6,9	4,7
dez/05	2,4	7,3	7,7	4,5
dez/06	1,1	4,6	5,8	5,8
dez/07	0,7	2,9	6,7	7,8
dez/08	1,1	3,5	7,5	8,0
dez/09	0,7	2,3	4,7	5,1
dez/10	0,8	4,2	4,3	2,7
dez/11	3,1	7,8	6,5	2,3
dez/12	3,7	8,6	5,5	2,7
dez/13	4,4	7,6	5,7	2,1
dez/14	7,8	9,8	7,1	2,5
dez/15	8,6	10,2	6,4	1,9
dez/16	7,1	9,9	5,6	1,5
dez/17	4,3	12,5	3,9	1,3
dez/18	3,5	14,2	3,3	1,3
dez/19	10,4	22,5	4,5	1,7
dez/20	15,2	26,2	4,2	1,3

Fonte: Anuário Secovi 2020

# Mecanismos de incentivo



DECRETO N.º 49.148, DE 21 DE JANEIRO DE 2008

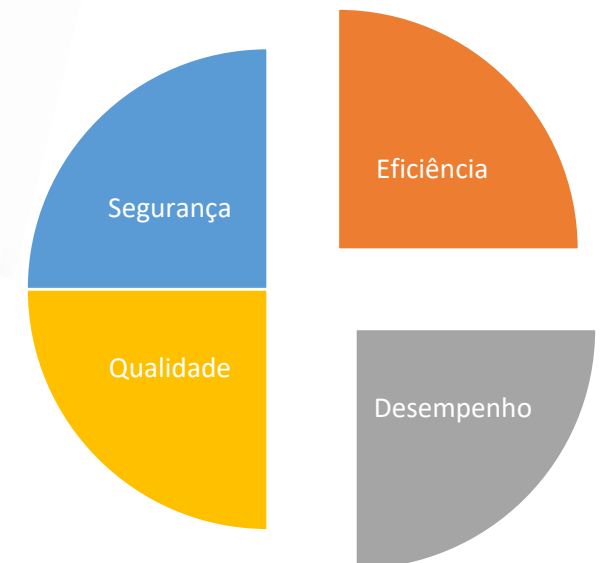
Regulamenta a Lei n.º 14.459, de 3 de julho de 2007, que acrescenta o item 9.3.5 à Seção 9.3 - Instalações Prediais do Anexo I da Lei n.º 11.228, de 25 de junho de 1992 (Código de Obras e Edificações), e dispõe sobre a instalação de sistema de aquecimento de água por energia solar nas novas edificações do Município de São Paulo.

Gilberto Kassab, Prefeito do Município de São Paulo, no uso das atribuições que lhe são conferidas por lei,

Considerando as conclusões alcançadas pelo Grupo de Trabalho constituído pela Portaria n.º 1.050 - PREF. de 10 de outubro de 2.007.

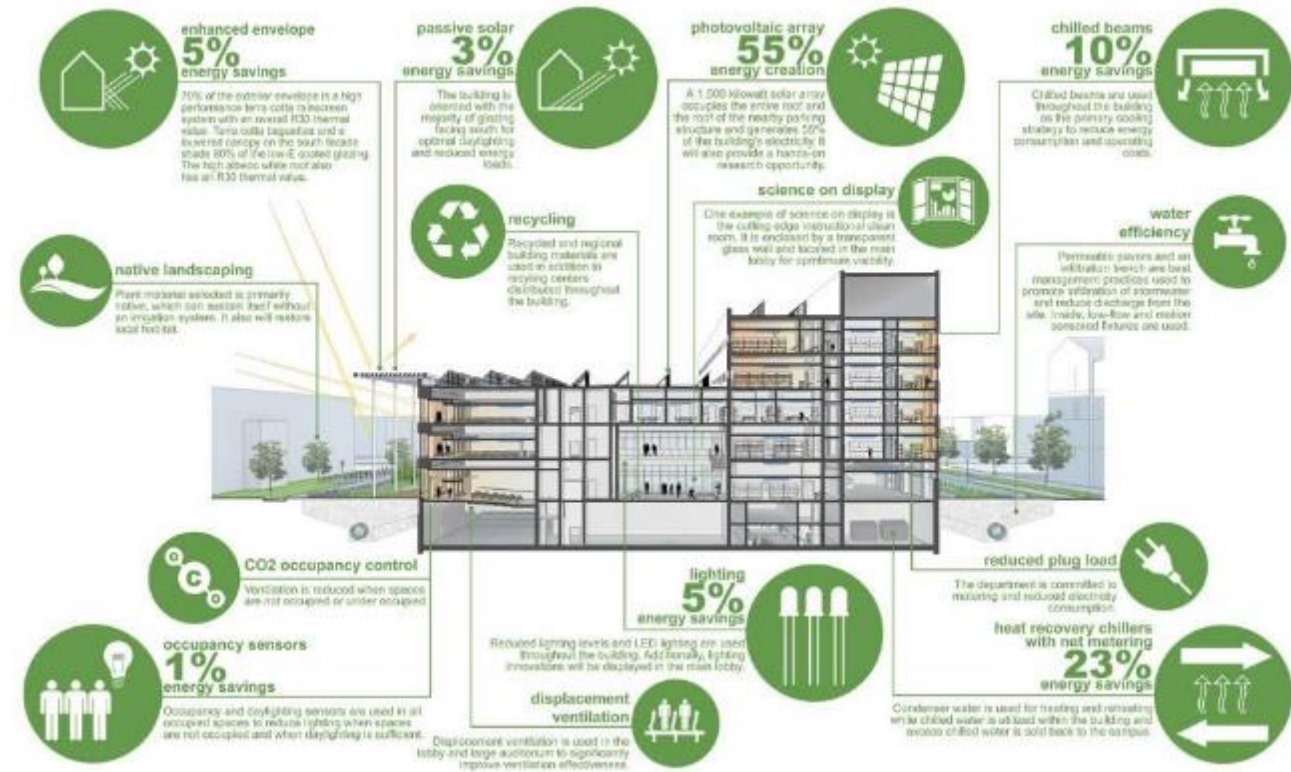
Decreta:

Art. 1º - Este decreto regulamenta a Lei n.º 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 n.º 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.





- Produção autônoma de **energia**
- **Automação** de iluminação, bombas, motores, irrigação, cortinas
- **Gestão** de energia
- Tendência de “**net zero**”
- Espaços **saudáveis** e humanizados
- **Eficiência** energética, uso racional e reaproveitamento

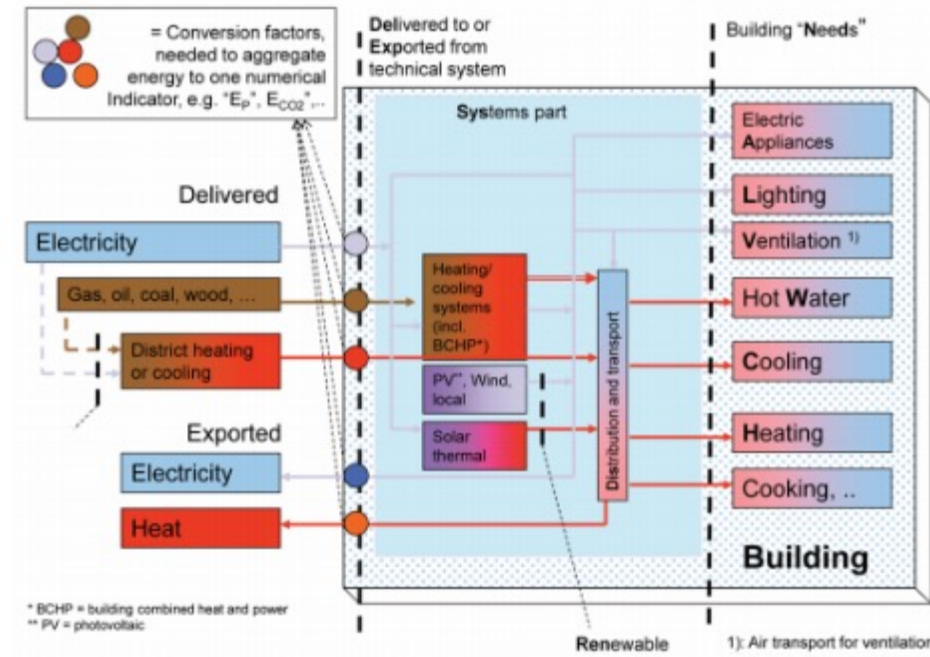
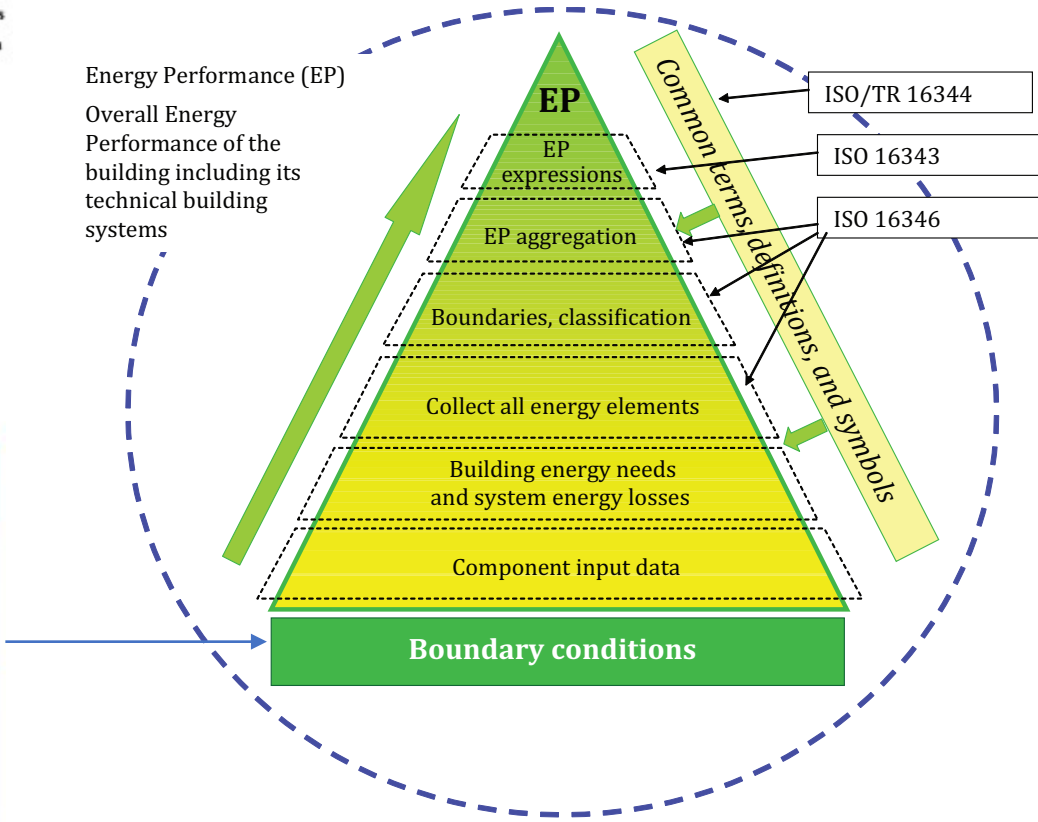


# Novas demandas de projetos

Guia para a avaliação de sistemas prediais em edificações residenciais no contexto de gestão de energia, conforme a ABNT NBR ISO 50.001



Energy Performance (EP)  
Overall Energy Performance of the building including its technical building systems



Boundary and energy flows — Main energy flows within and crossing the boundaries



# Novas tecnologias

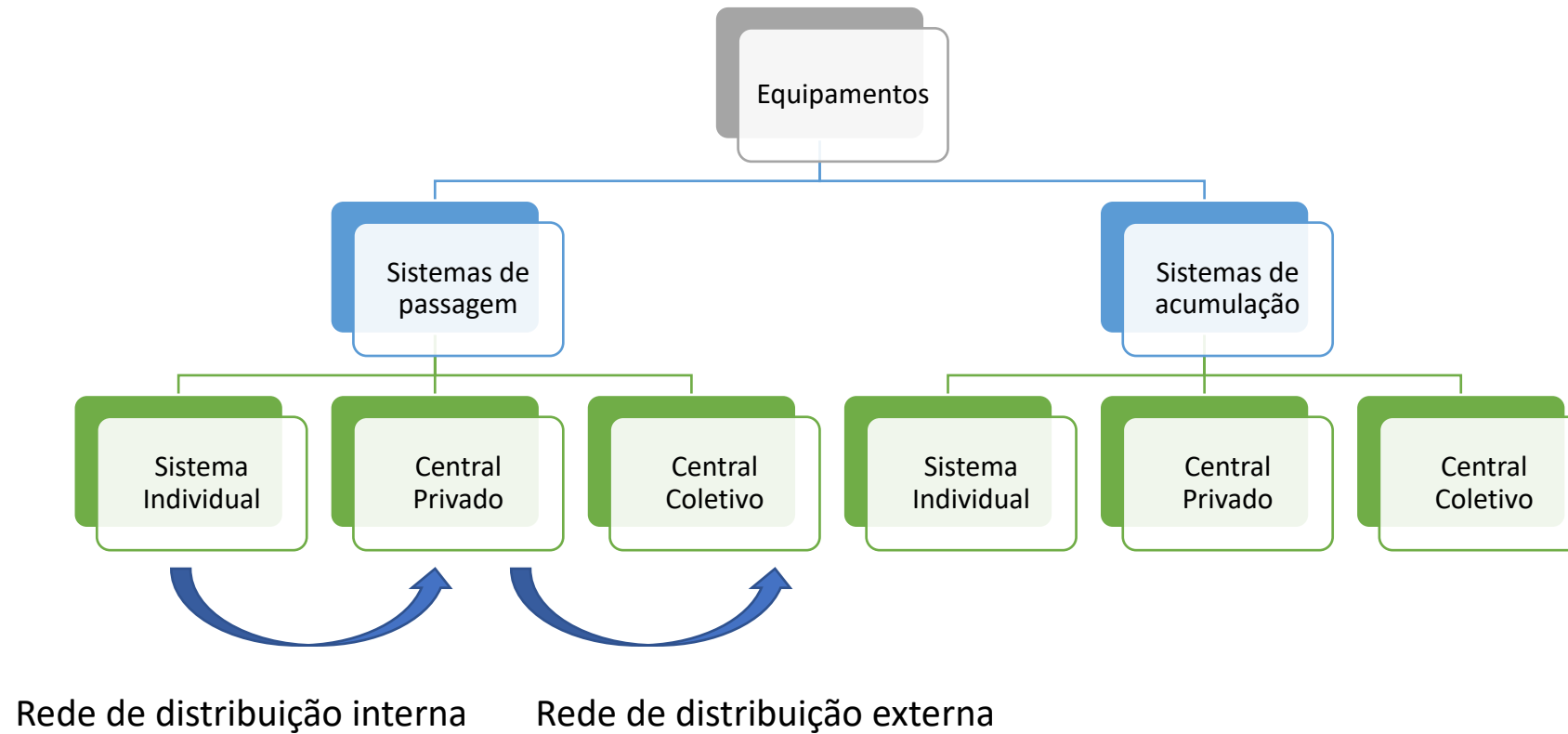




# Novos profissionais

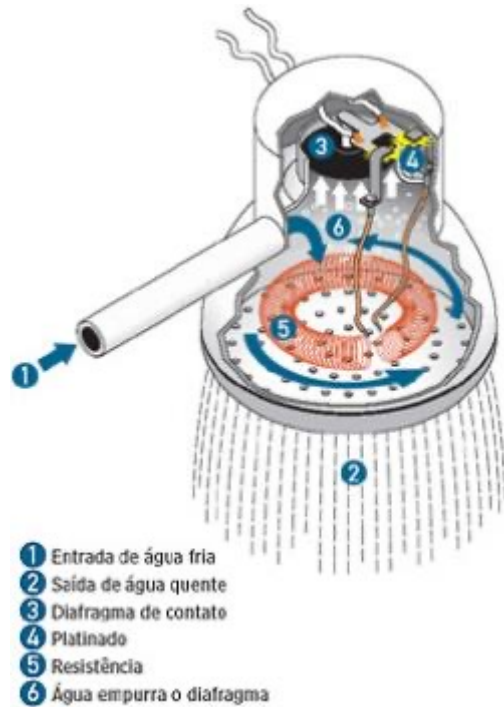






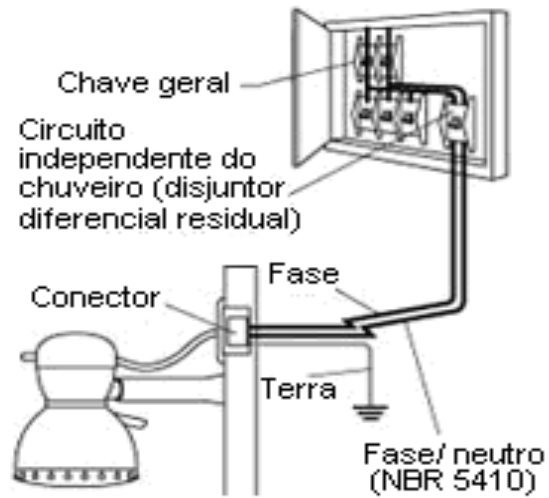
# Sistema de Aquecimento de Água

## Sistemas individuais



\* Não aplicável em edificações

# Conceito do sistema de aquecimento



Infraestrutura chuveiro

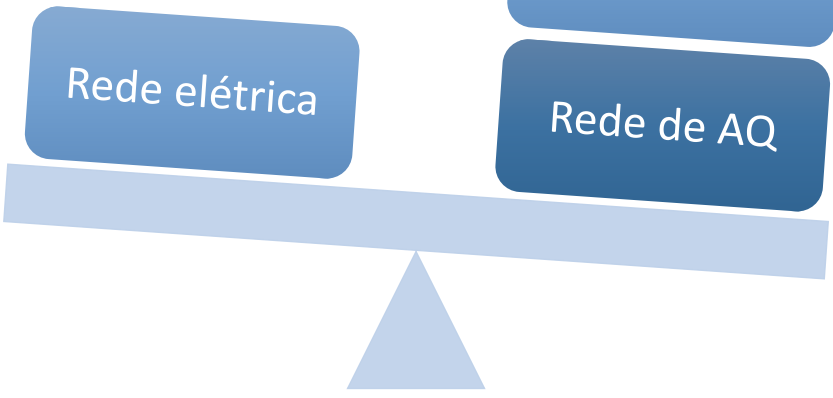
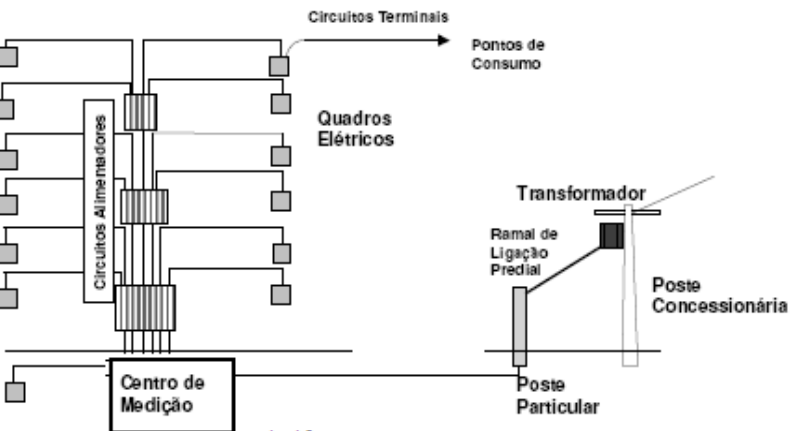
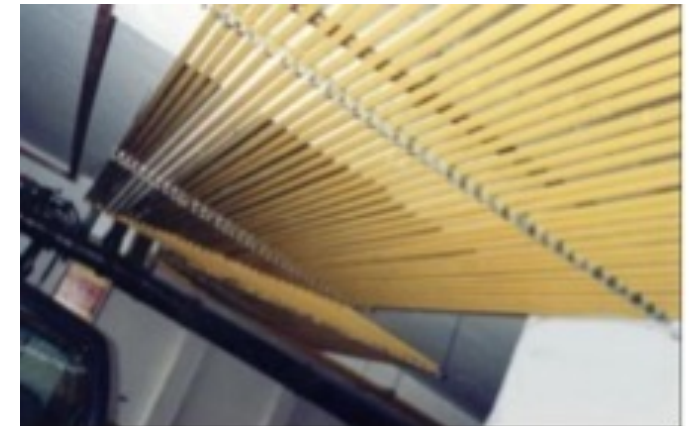
Infraestrutura aquecedor



Adequação de ambiente

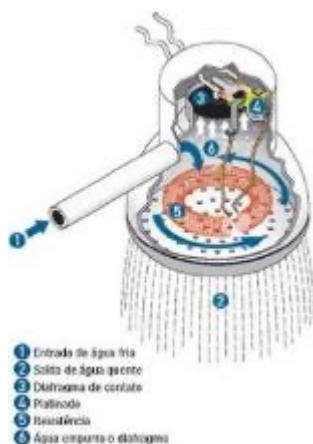
Rede de gás

Rede de AQ



# Sistema de Aquecimento de Água

## Sistemas individuais



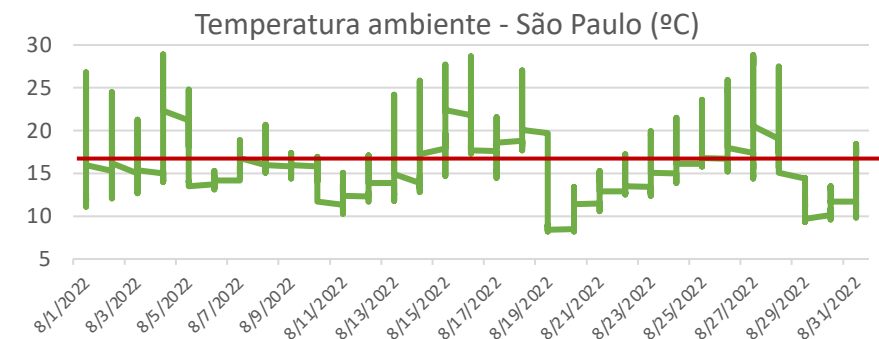
CLASSES DE POTENCIA	POTENCIA (W)
A	P ≤ 2.400
B	2.400 > P ≤ 3.500
C	3.500 > P ≤ 4.600
D	4.600 > P ≤ 5.700
E	5.700 > P ≤ 6.800
F	6.800 > P ≤ 7.900
G	P > 7.900

### Exemplo:

Potência nominal: 5,0 kW

Potência útil: (5,0 \* 0,95) = 4,75 kW \* 860 = **4.085 kcal/h**

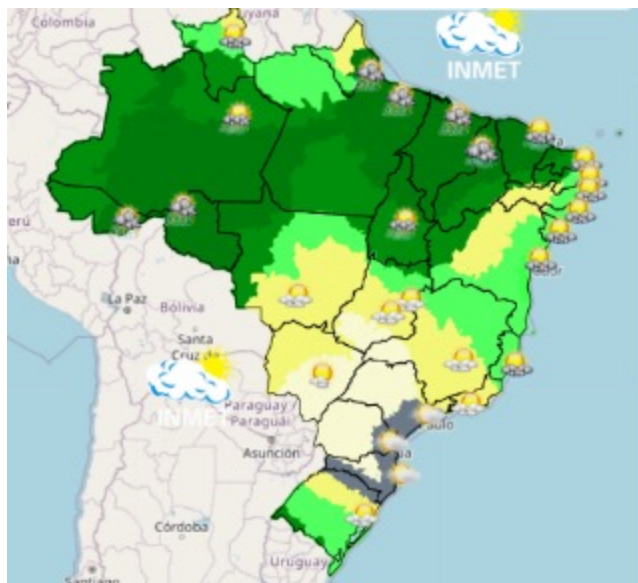
$$E = m \times c \times \Delta T \quad - \quad m = E / \Delta T$$



São Paulo - SP	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Temp. média (°C)	22,6	23,0	23,6	21,2	17,7	17,2	19,2	17,1	16,8	20,8	19,3	21,6
Temp. banho (°C)	38,0	38,0	38,0	38,0	38,0	38,0	38,0	38,0	38,0	38,0	38,0	38,0
ΔT (°C)	15,4	15,0	14,4	16,8	20,3	20,8	18,8	20,9	21,2	17,2	18,7	16,4
Vazão (l/min ~ 5kW)	<b>4,4</b>	<b>4,5</b>	<b>4,7</b>	<b>4,1</b>	<b>3,4</b>	<b>3,3</b>	<b>3,6</b>	<b>3,3</b>	<b>3,2</b>	<b>4,0</b>	<b>3,6</b>	<b>4,2</b>

Canela - RS	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Temp. média (°C)	25,0	23,4	23,5	18,9	10,8	9,9	14,5	11,6	12,1	14,5	15,9	19,1
Temp. banho (°C)	38,0	38,0	38,0	38,0	38,0	38,0	38,0	38,0	38,0	38,0	38,0	38,0
ΔT (°C)	13,0	14,6	14,5	19,1	27,2	28,1	23,5	26,4	25,9	23,5	22,1	18,9
Vazão (l/min ~ 5kW)	<b>5,2</b>	<b>4,7</b>	<b>4,7</b>	<b>3,6</b>	<b>2,5</b>	<b>2,4</b>	<b>2,9</b>	<b>2,6</b>	<b>2,6</b>	<b>2,9</b>	<b>3,1</b>	<b>3,6</b>

Salvador - BA	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Temp. média (°C)	26,5	26,7	26,0	25,8	24,8	23,7	23,2	23,1	23,9	25,5	25,7	27,5
Temp. banho (°C)	38,0	38,0	38,0	38,0	38,0	38,0	38,0	38,0	38,0	38,0	38,0	38,0
ΔT (°C)	11,5	11,3	12,0	12,2	13,2	14,3	14,8	14,9	14,1	12,5	12,3	10,5
Vazão (l/min ~ 5kW)	<b>5,9</b>	<b>6,0</b>	<b>5,7</b>	<b>5,6</b>	<b>5,2</b>	<b>4,8</b>	<b>4,6</b>	<b>4,6</b>	<b>4,8</b>	<b>5,4</b>	<b>5,5</b>	<b>6,5</b>



Fonte: INMET (2023)



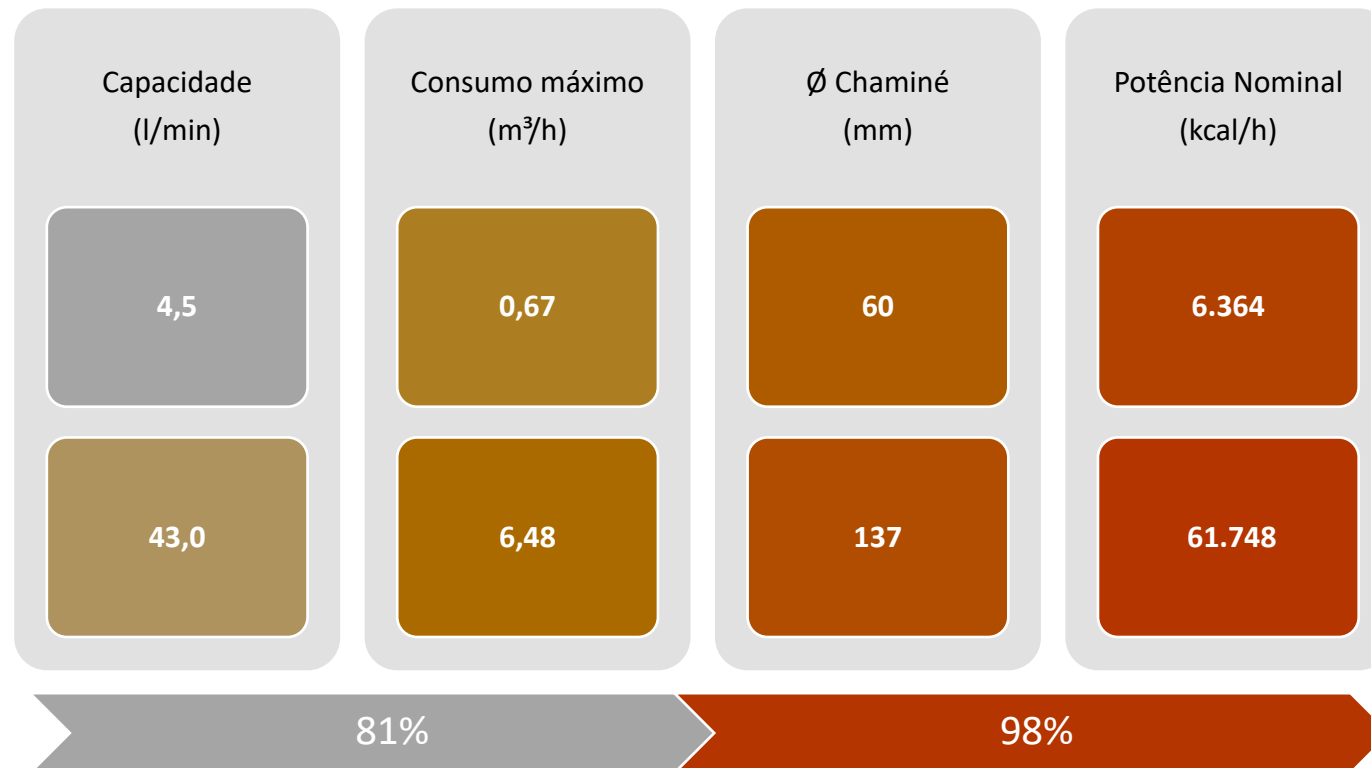
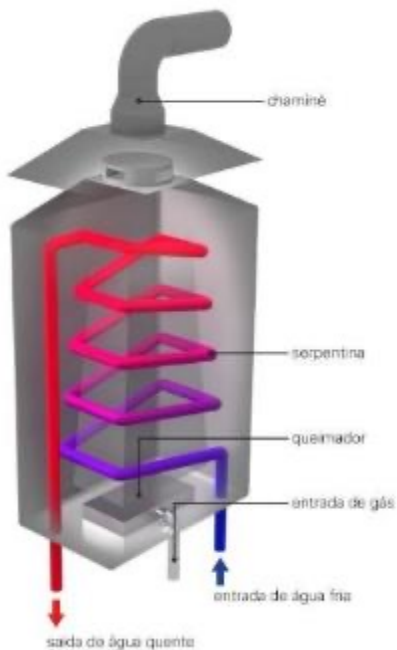
# Sistema de Aquecimento de Água

Aquecedores de passagem a gás



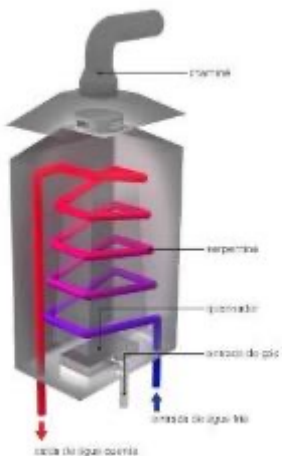
# Sistema de Aquecimento de Água

## Aquecedores de passagem a gás



# Sistema de Aquecimento de Água

## Aquecedores de passagem a gás

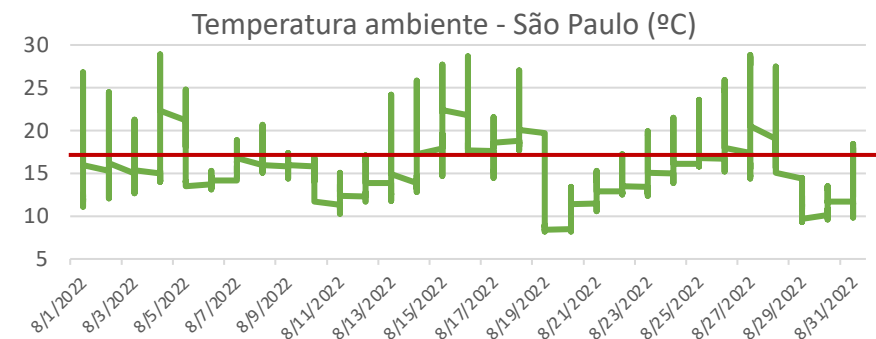


### Exemplo:

Potência nominal: 6.364 kcal/h

Potência útil:  $(6.364 * 0,85) = 5.426$  kcal/h

$$E = m \times c \times \Delta T$$



São Paulo - SP	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Temp. média (°C)	22,6	23,0	23,6	21,2	17,7	17,2	19,2	17,1	16,8	20,8	19,3	21,6
Temp. banho (°C)	38,0	38,0	38,0	38,0	38,0	38,0	38,0	38,0	38,0	38,0	38,0	38,0
$\Delta T$ (°C)	15,4	15,0	14,4	16,8	20,3	20,8	18,8	20,9	21,2	17,2	18,7	16,4
Vazão (l/min ~ 6.364 kcal/h)	5,9	6,0	6,3	5,4	4,4	4,3	4,8	4,3	4,3	5,2	4,8	5,5
Vazão (l/min ~ 61.748 kcal/h)	56,8	58,3	60,7	52,1	43,1	42,1	46,5	41,9	41,3	50,9	46,8	53,3

Canela - RS	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Temp. média (°C)	25,0	23,4	23,5	18,9	10,8	9,9	14,5	11,6	12,1	14,5	15,9	19,1
Temp. banho (°C)	38,0	38,0	38,0	38,0	38,0	38,0	38,0	38,0	38,0	38,0	38,0	38,0
$\Delta T$ (°C)	13,0	14,6	14,5	19,1	27,2	28,1	23,5	26,4	25,9	23,5	22,1	18,9
Vazão (l/min ~ 6.364 kcal/h)	6,9	6,2	6,2	4,7	3,3	3,2	3,8	3,4	3,5	3,8	4,1	4,8
Vazão (l/min ~ 61.748 kcal/h)	67,3	59,9	60,3	45,8	32,2	31,1	37,2	33,1	33,8	37,2	39,6	46,3

Salvador - BA	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Temp. média (°C)	26,5	26,7	26,0	25,8	24,8	23,7	23,2	23,1	23,9	25,5	25,7	27,5
Temp. banho (°C)	38,0	38,0	38,0	38,0	38,0	38,0	38,0	38,0	38,0	38,0	38,0	38,0
$\Delta T$ (°C)	11,5	11,3	12,0	12,2	13,2	14,3	14,8	14,9	14,1	12,5	12,3	10,5
Vazão (l/min ~ 6.364 kcal/h)	7,8	8,0	7,5	7,4	6,8	6,3	6,1	6,1	6,4	7,2	7,3	8,6
Vazão (l/min ~ 61.748 kcal/h)	76,1	77,4	72,9	71,7	66,3	61,2	59,1	58,7	62,0	70,0	71,1	83,3

$\Delta T = 20^{\circ}\text{C}$

Capacidade  
(l/min)

Potência N.  
(kcal/h)

4,5

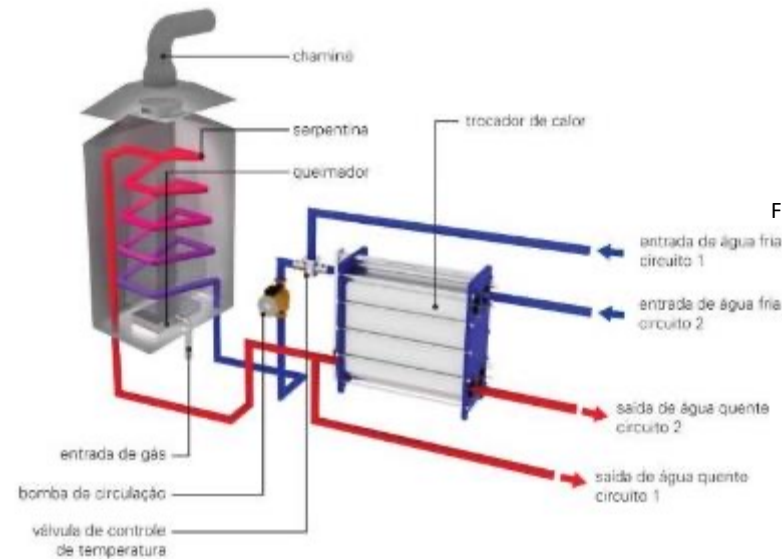
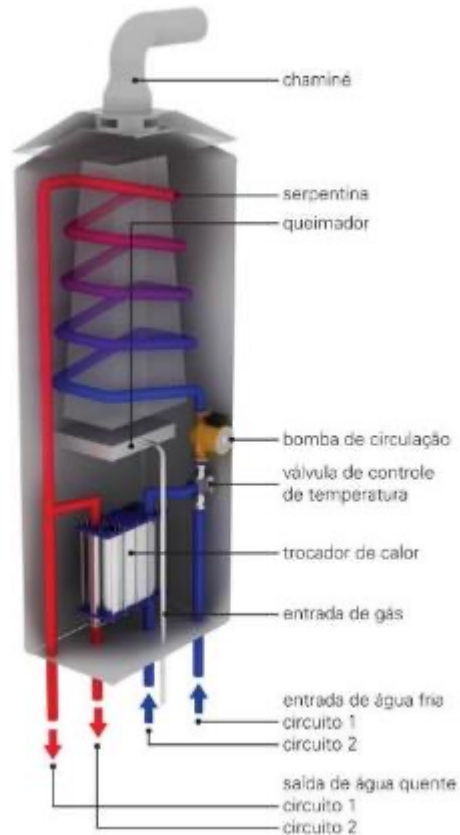
6.364

43,0

61.748

# Sistema de Aquecimento de Água

## Aquecedores de passagem – Caldeira mural

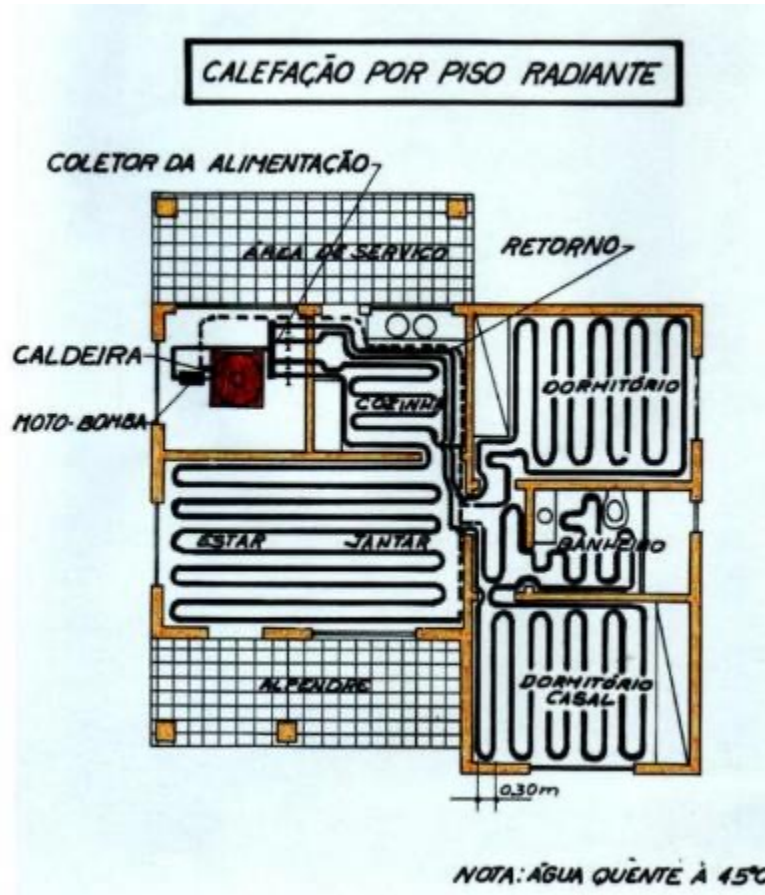
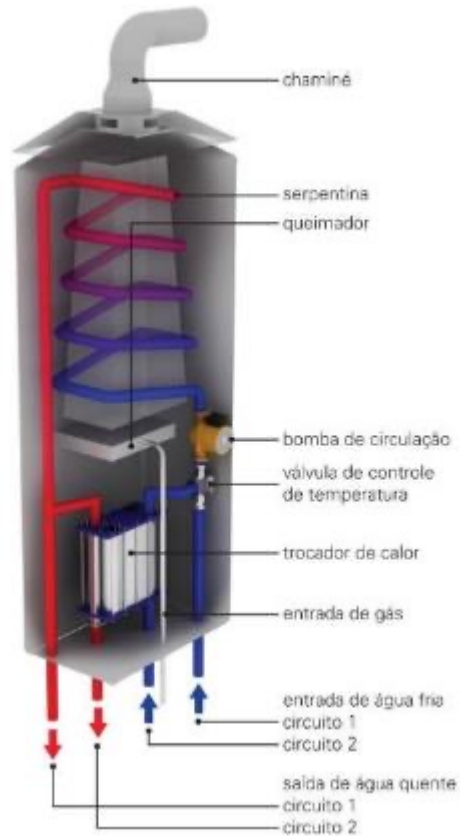


Fonte: <https://www.wika.com.br>



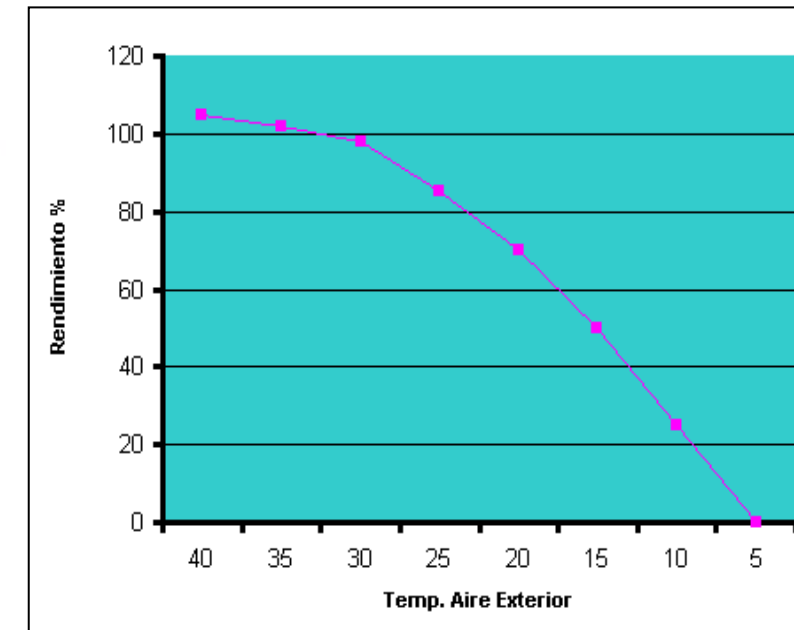
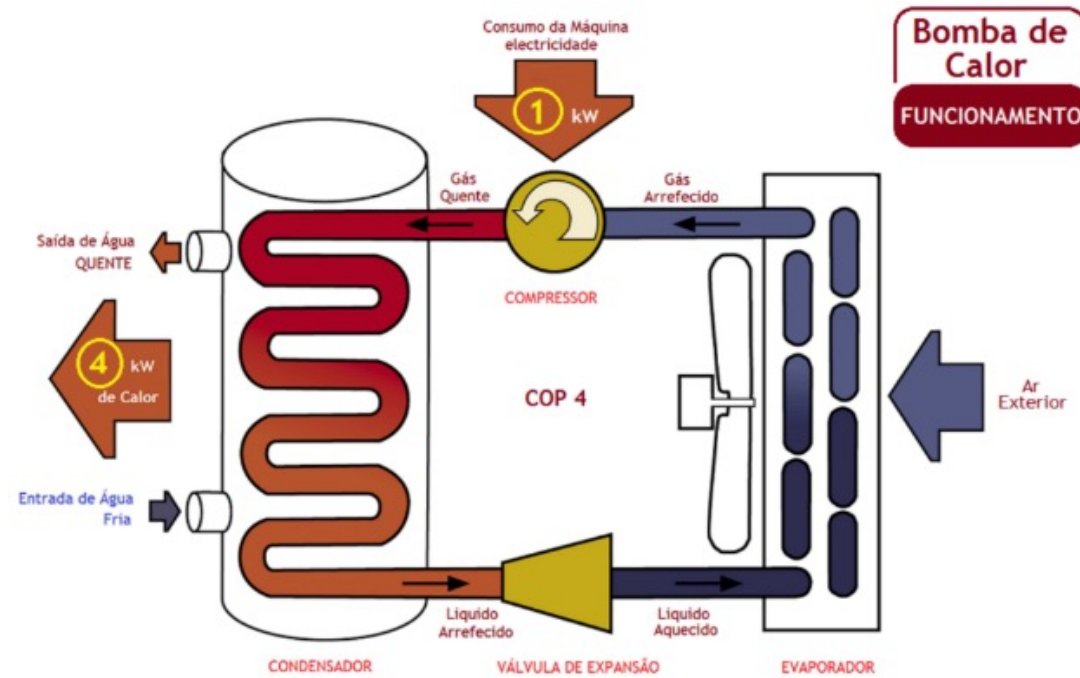
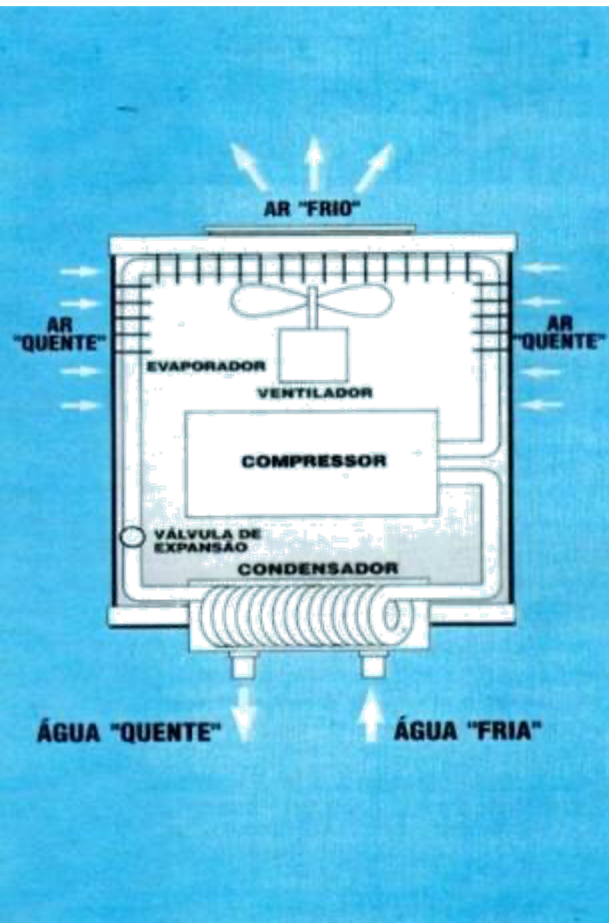
# Sistema de Aquecimento de Água

Aquecedores de passagem – Caldeira mural



# Sistema de Aquecimento de Água

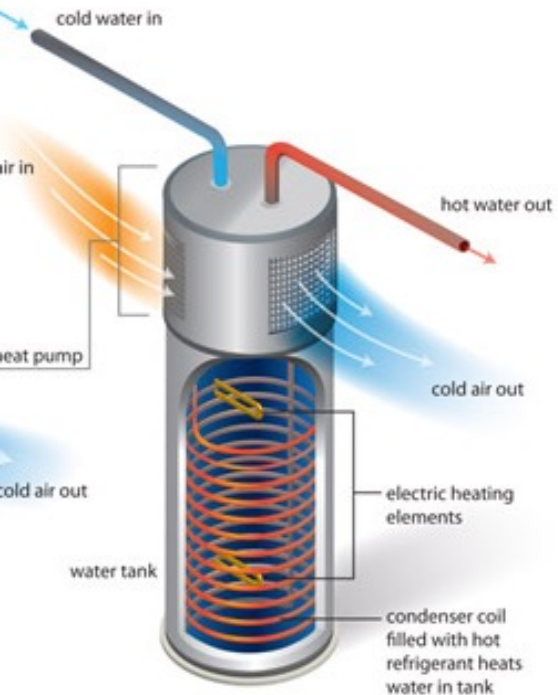
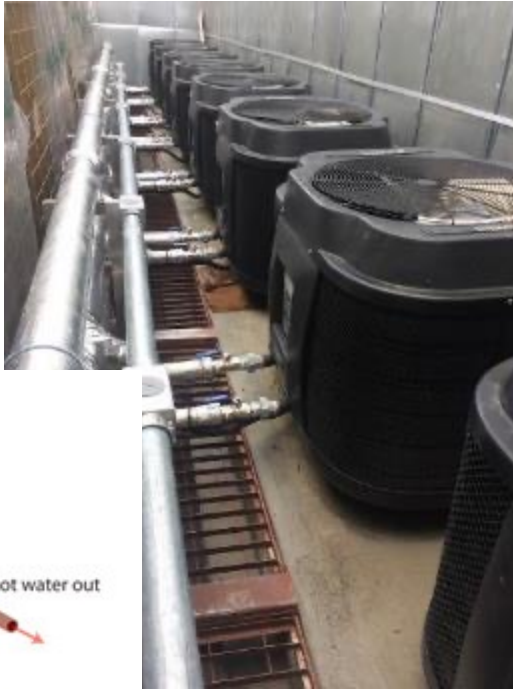
Bombas de calor elétrica





# Sistema de Aquecimento de Água

## Bombas de calor elétrica



# Sistema de Aquecimento de Água

## Sistema de Aquecimento de Acumulação



- 1 Entrada de água fria
- 2 Saída de água quente
- 3 Registro
- 4 Isolamento térmico
- 5 Chapa externa
- 6 Termostato
- 7 Dreno
- 8 Tanque de aço
- 9 Resistência





# Sistema de Aquecimento de Água

## Sistema de Aquecimento de Acumulação

- 1 Entrada de água fria
- 2 Saída de água quente
- 3 Registro
- 4 Isolamento térmico
- 5 Chapa externa
- 6 Termostato
- 7 Dreno
- 8 Tanque de aço
- 9 Resistência



**Exemplo:**

Potência nominal: 3,0 kW

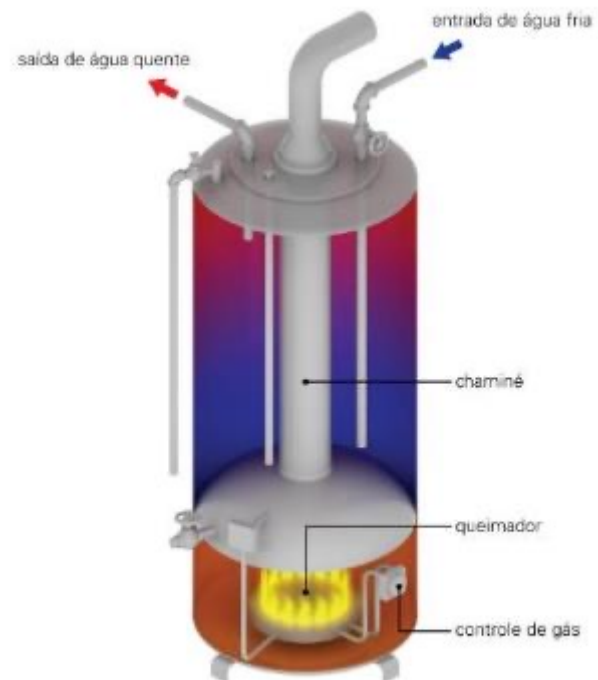
Potência útil:  $(3,0 * 0,98) = 2,94 \text{ kW} * 860 = 2.529 \text{ kcal/h}$

$E = m \times c \times \Delta T - m = E / \Delta T - p / \Delta T = 20^\circ\text{C} - 126,4 \text{ l/h}$



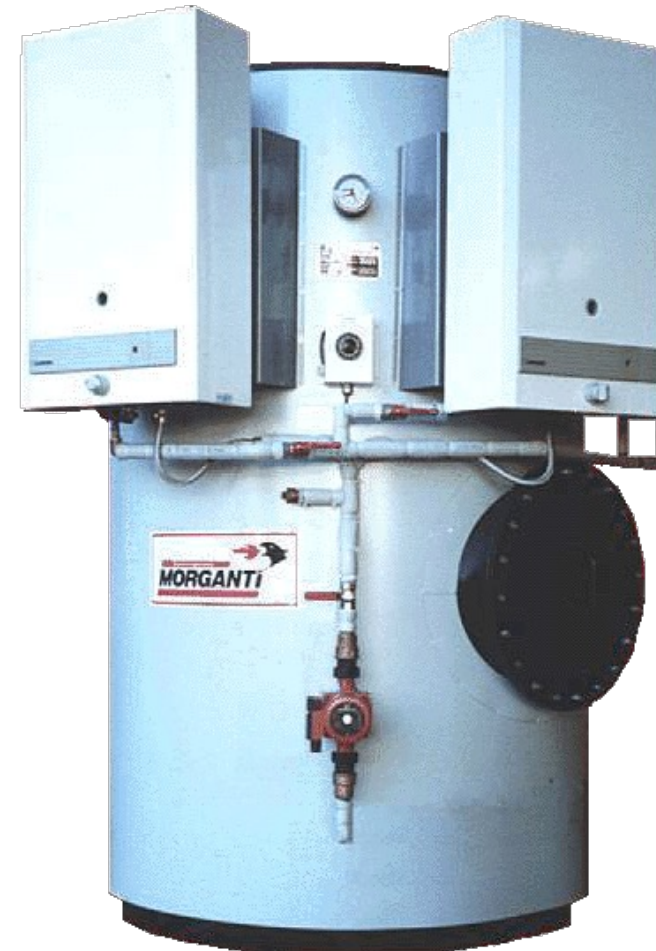
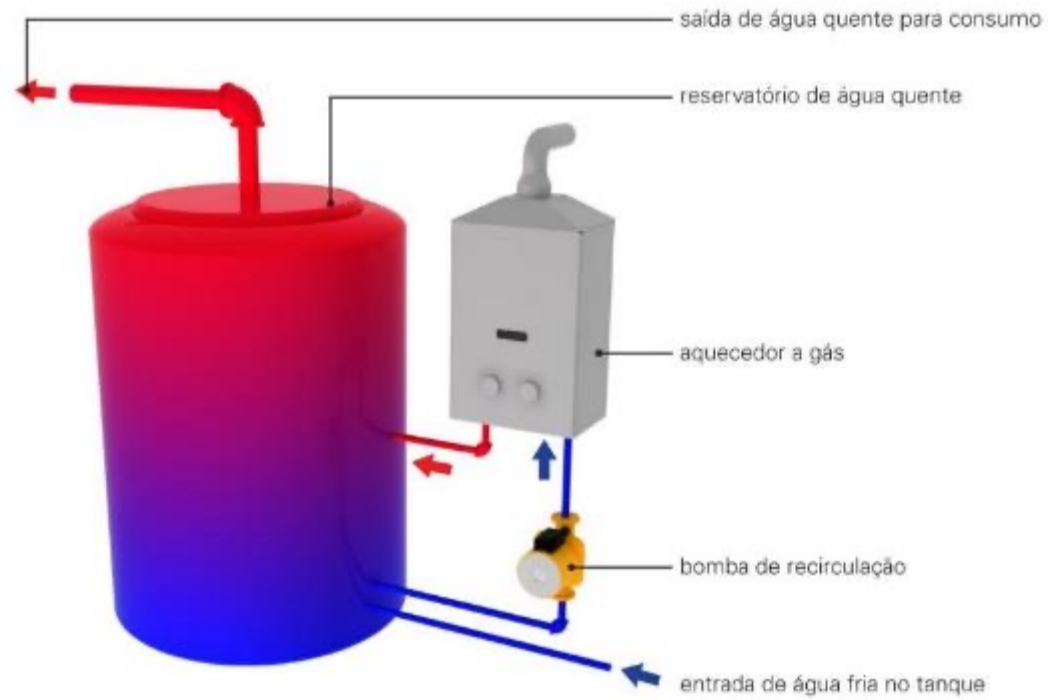
# Sistema de Aquecimento de Água

## Sistema de Aquecimento de Acumulação



# Sistema de Aquecimento de Água

## Sistema de Aquecimento de Acumulação



# Sistema de Aquecimento de Água

## Sistema de Aquecimento de Acumulação





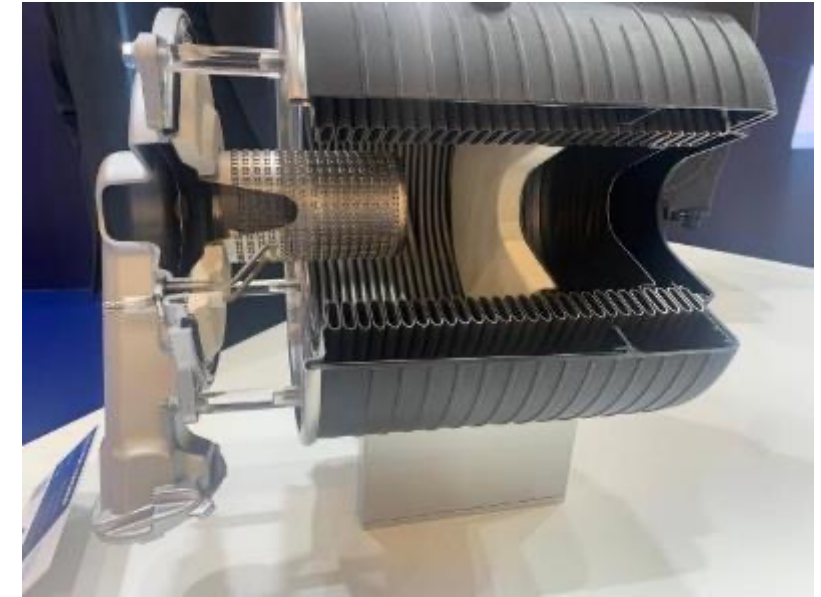
# Sistema de Aquecimento de Água

## Sistema de Aquecimento de Acumulação



# Sistema de Aquecimento de Água

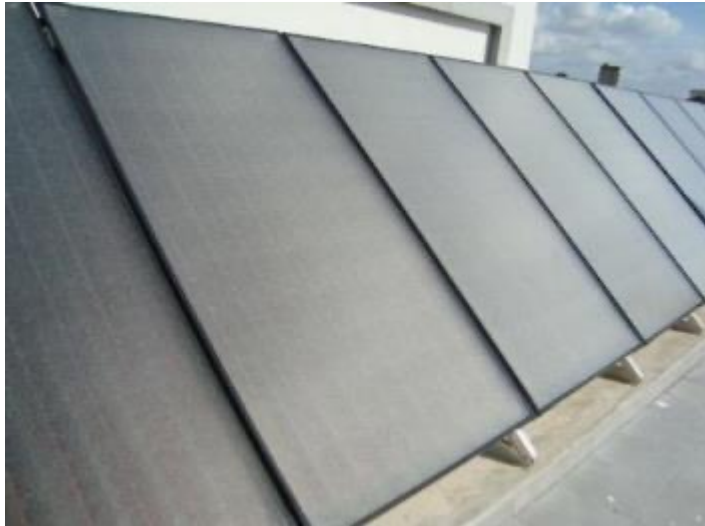
## Sistema de Aquecimento de Acumulação





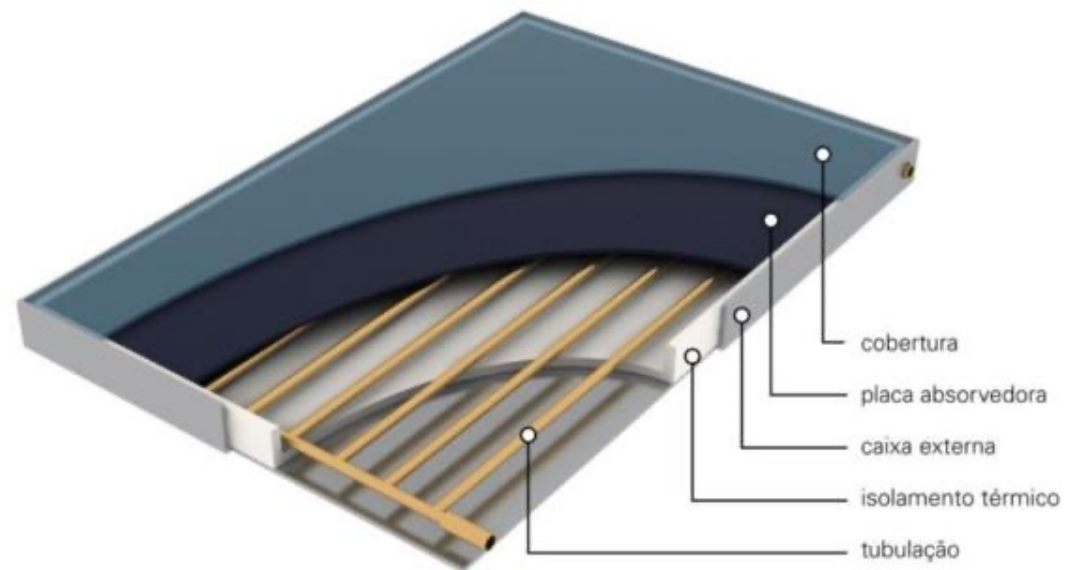
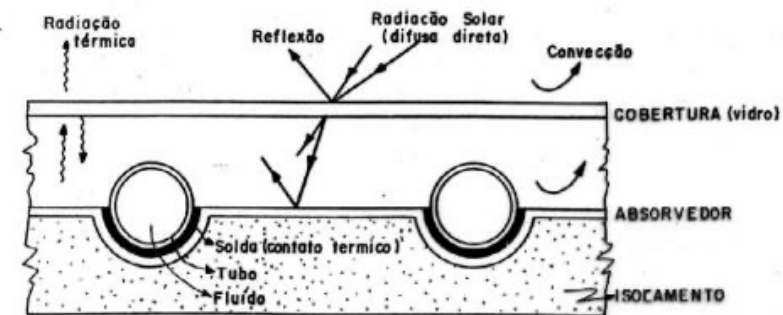
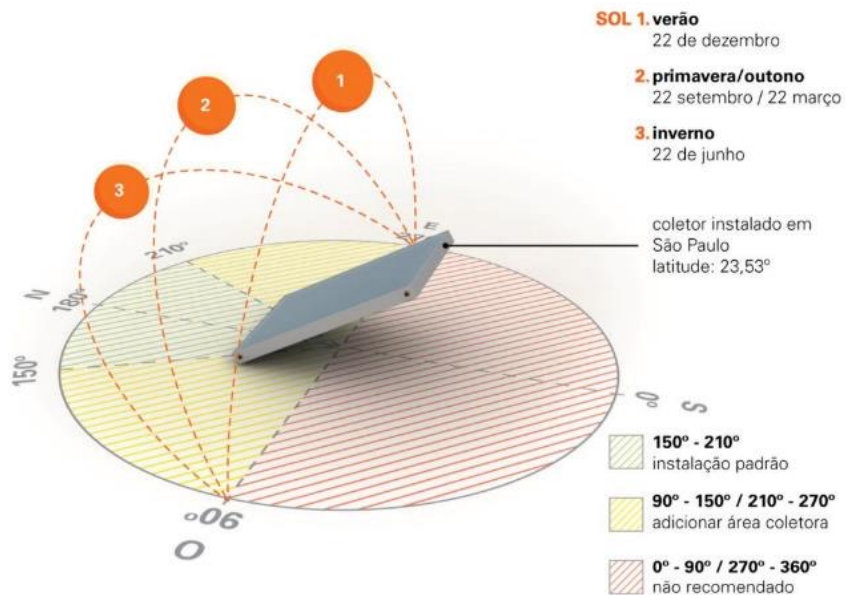
# Sistema de Aquecimento de Água

## Sistema de Aquecimento Solar





# Sistema de Aquecimento de Água



# Sistema de Aquecimento de Água

## Sistema de Aquecimento Solar

Absorção de energia

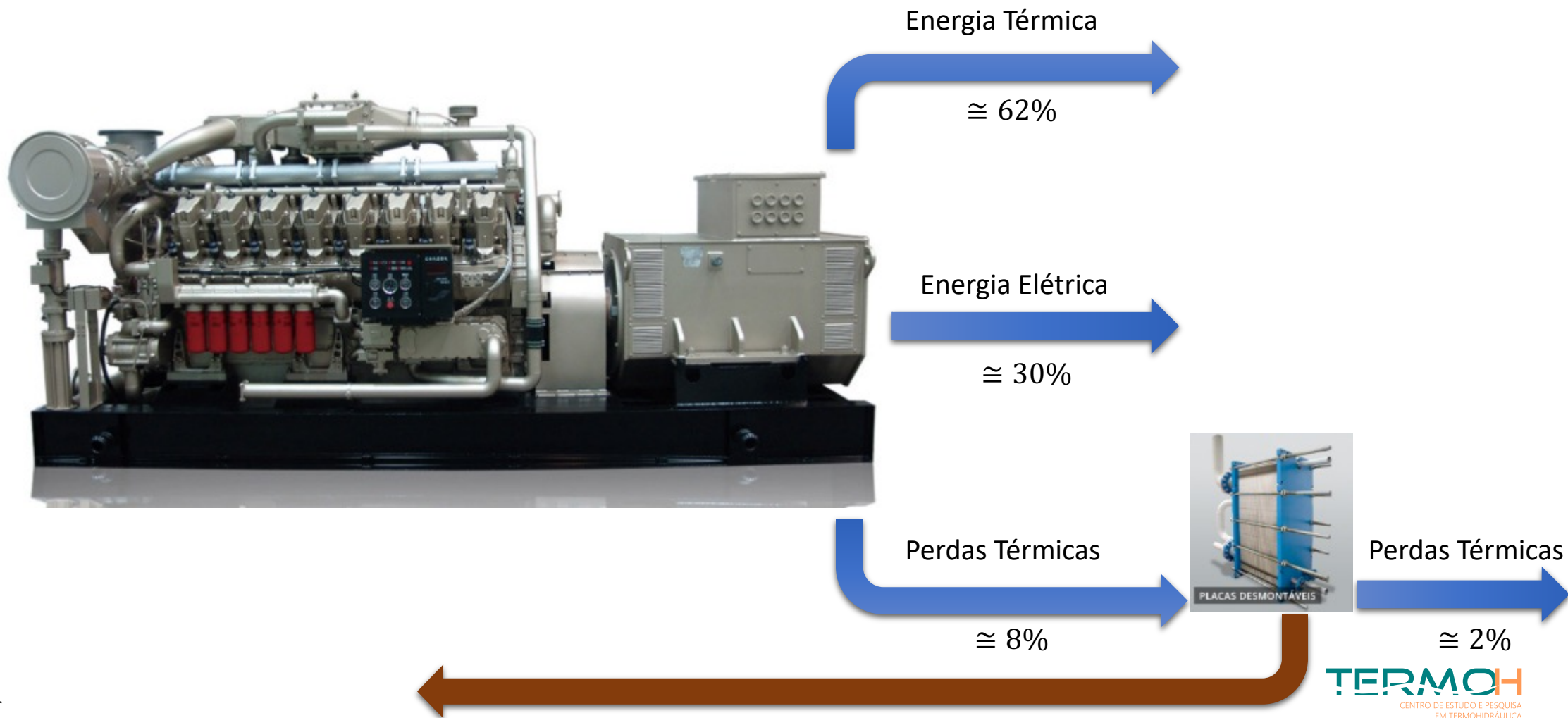


Armazenamento



# Sistemas de Cogeração

Princípio de funcionamento



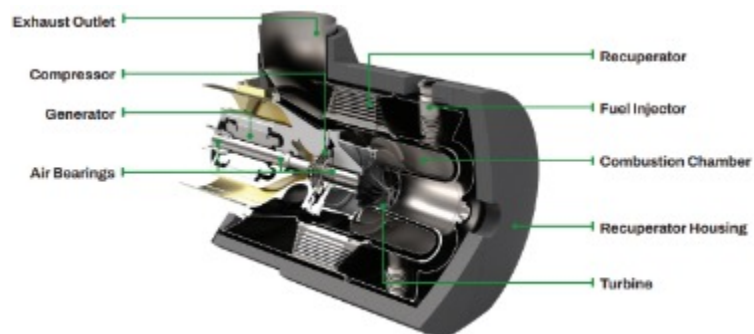
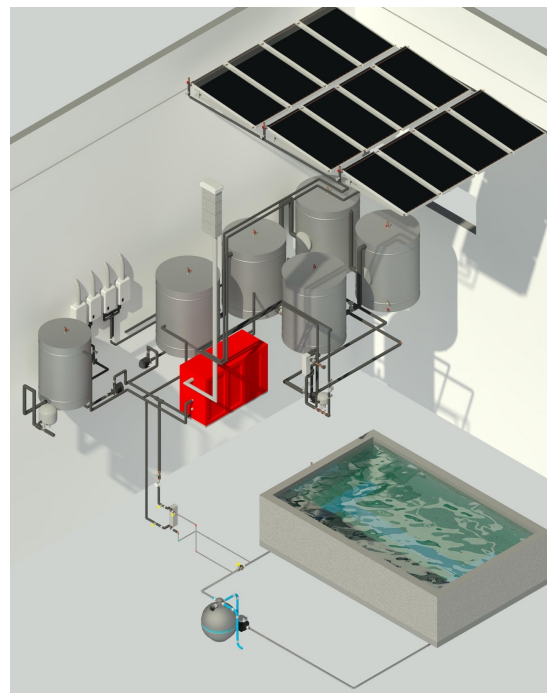


# Sistemas de Cogeração

Princípio de funcionamento

Unidade de geração de potência

- Motor de combustão interna
- Microturbinas



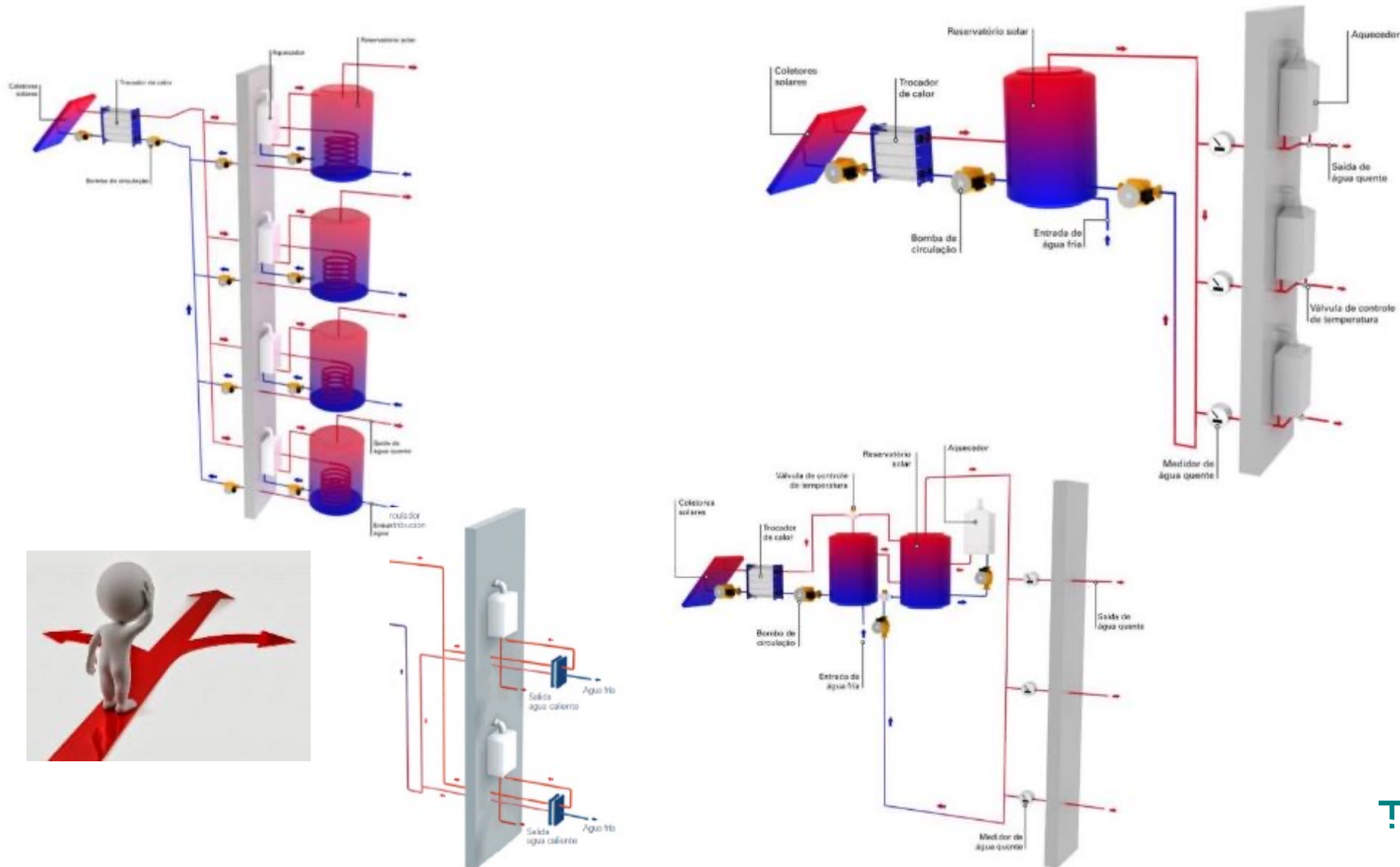
# Sistema de Aquecimento de Água

Pellets



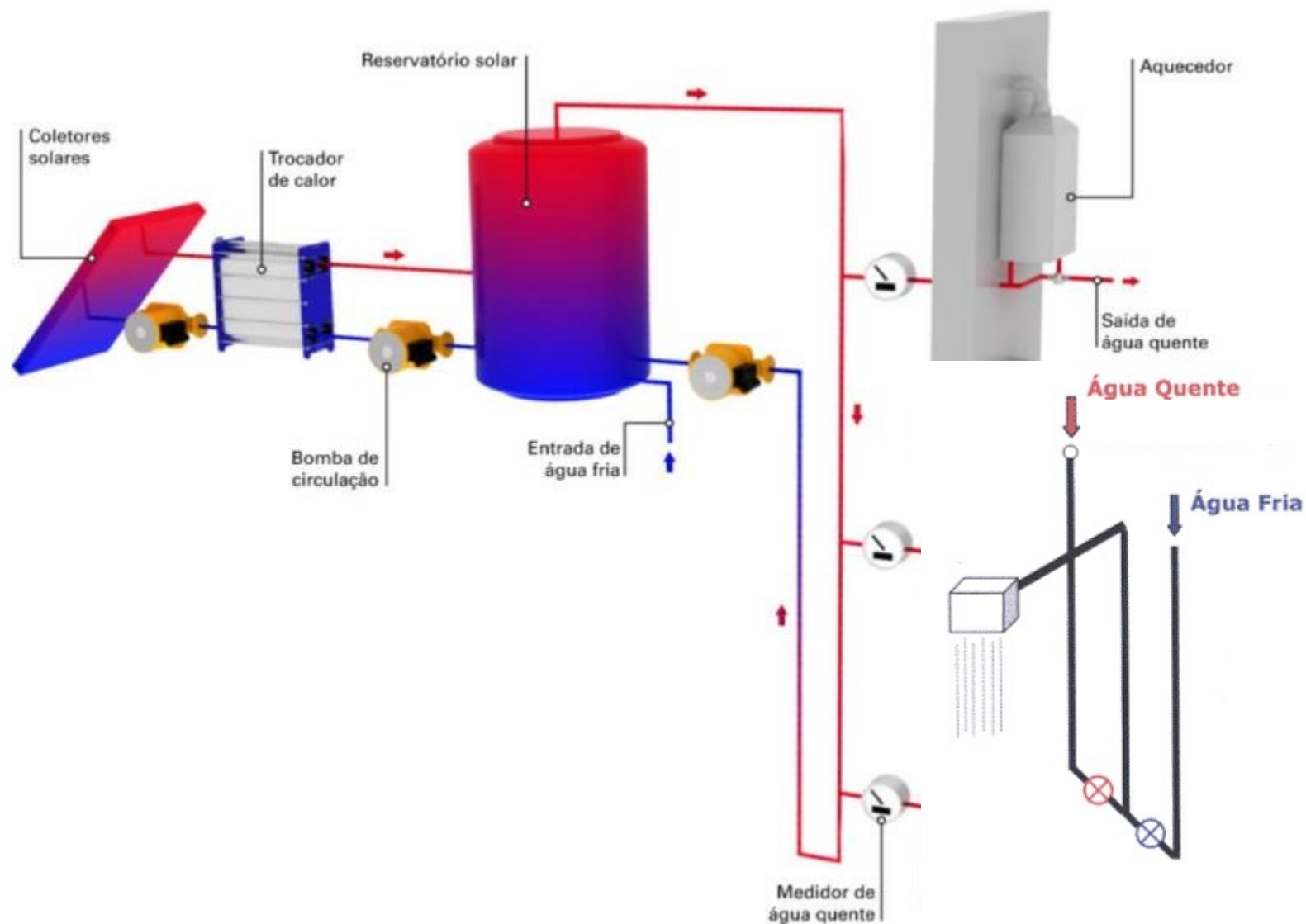
Fonte: Koala

# Tipologias de distribuição

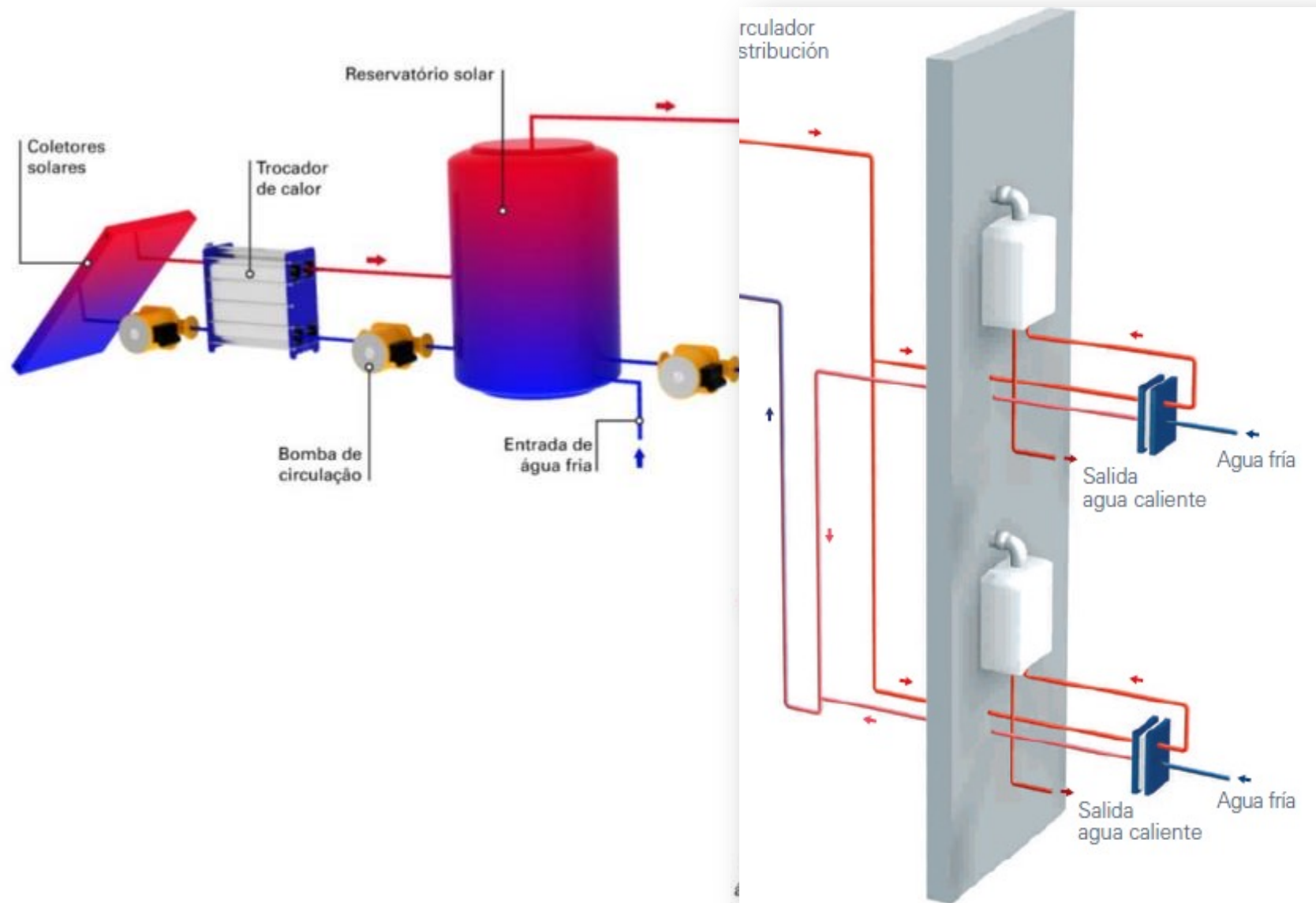




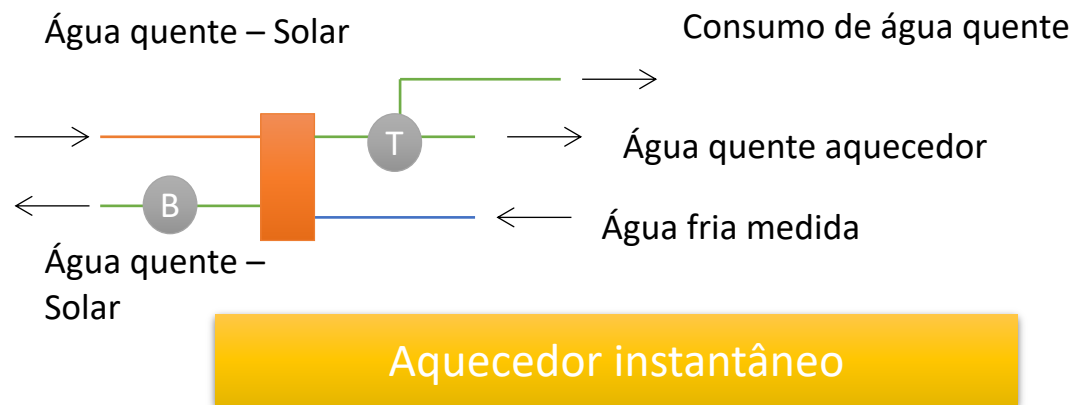
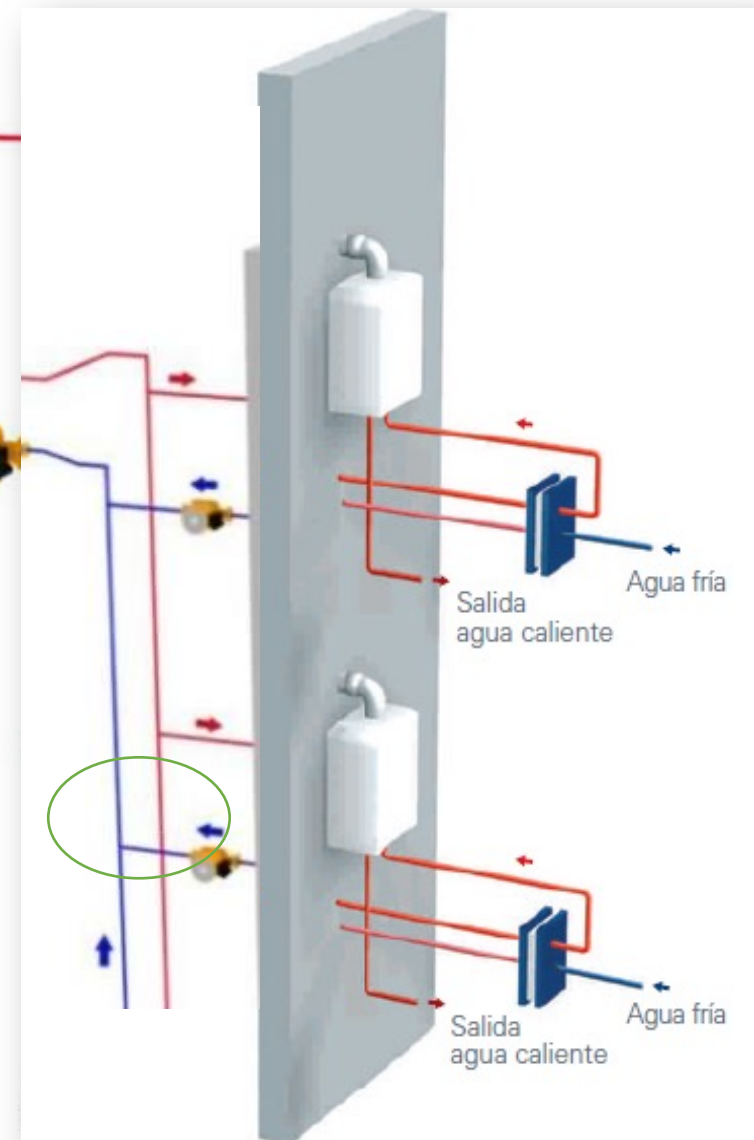
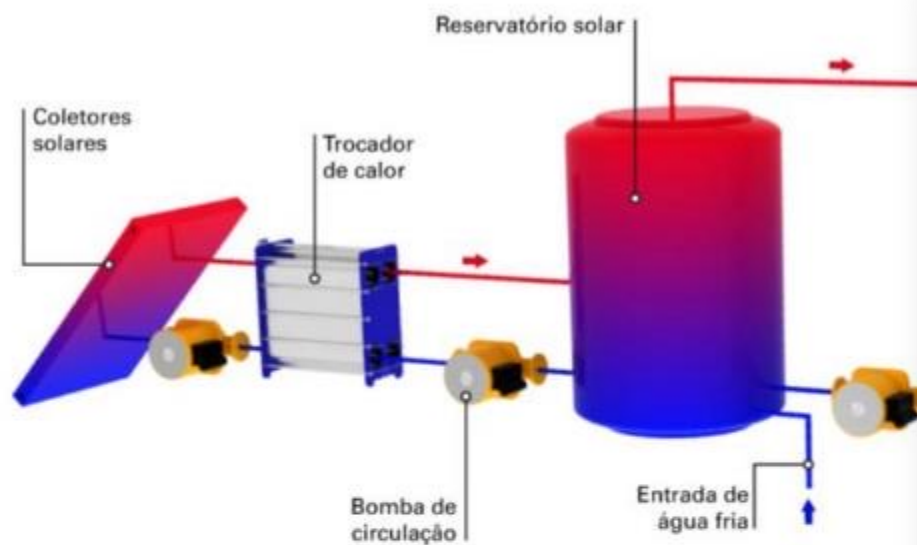
# Tipologias de distribuição



# Tipologias de distribuição

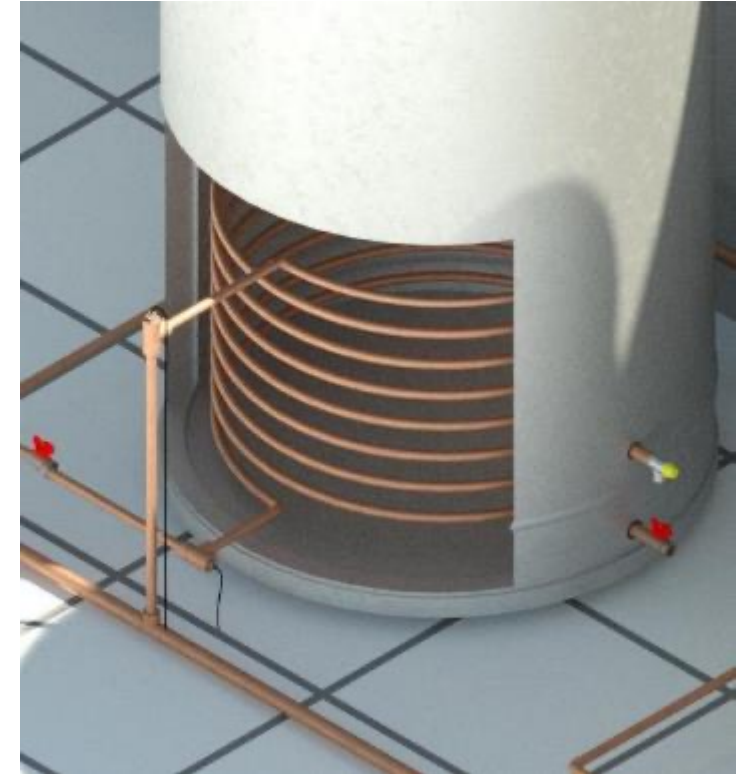
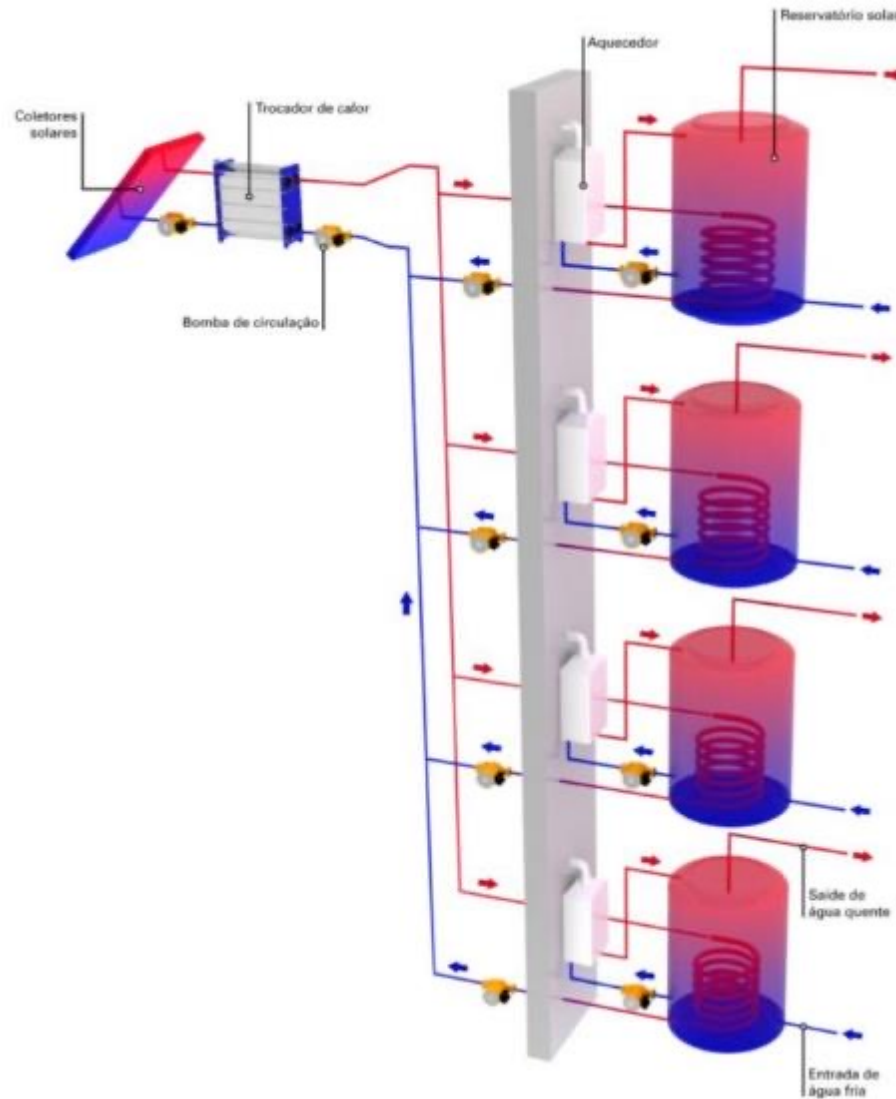


# Tipologias de distribuição

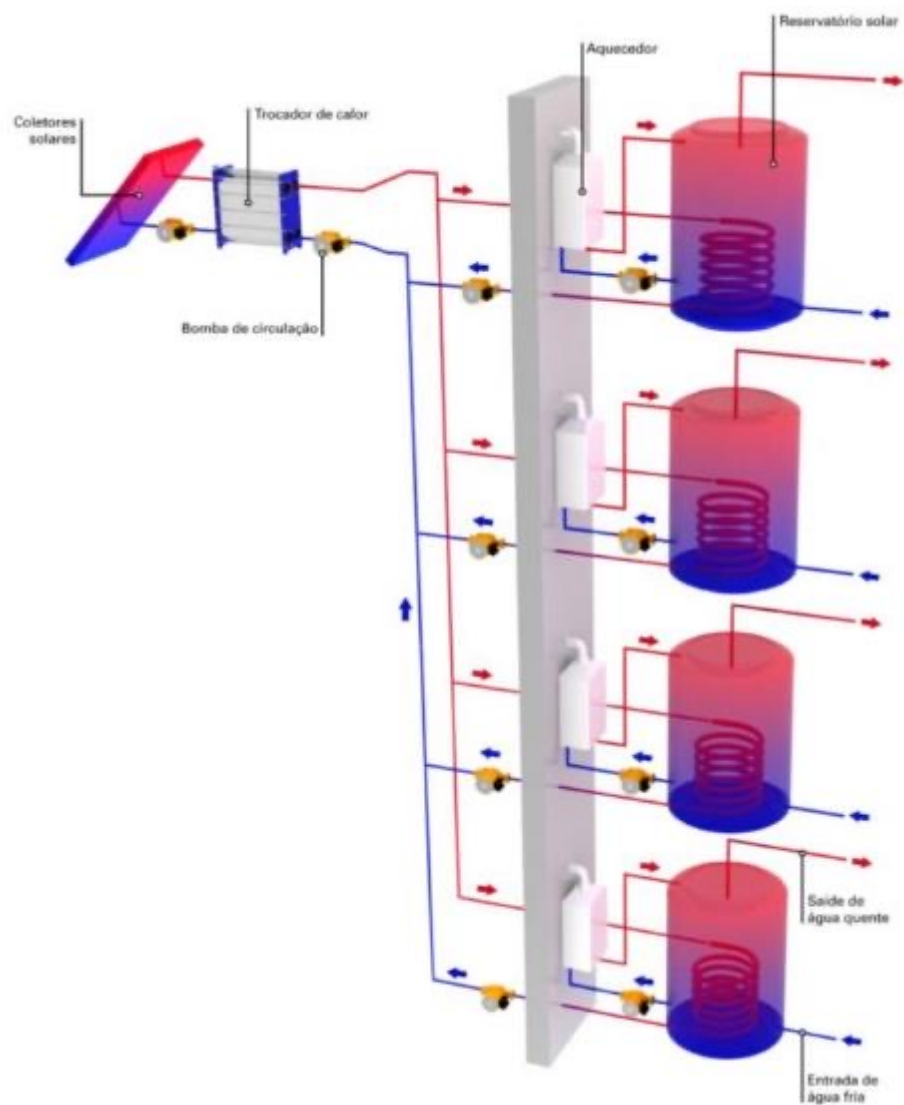




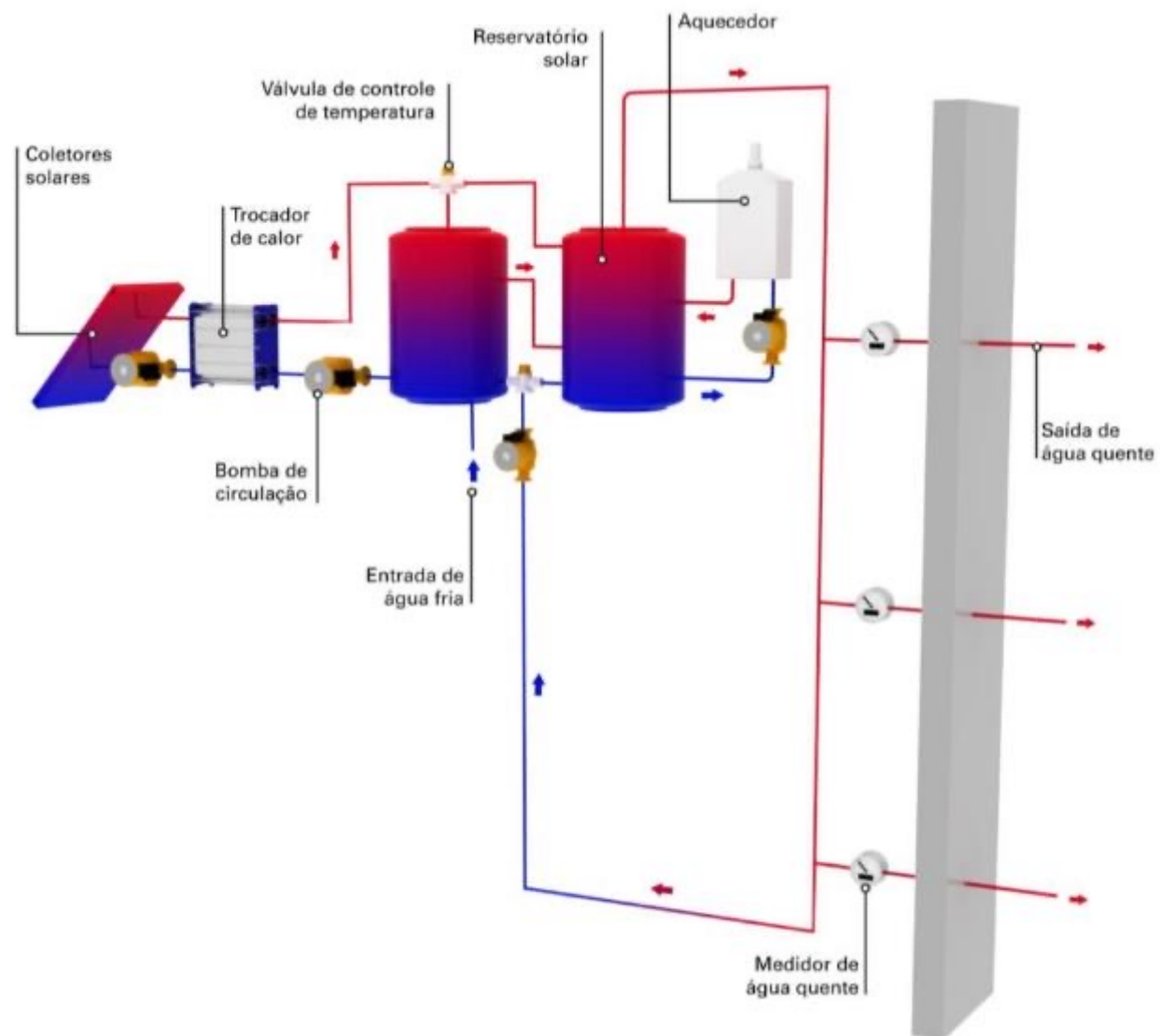
# Tipologias de distribuição



# Tipologias de distribuição

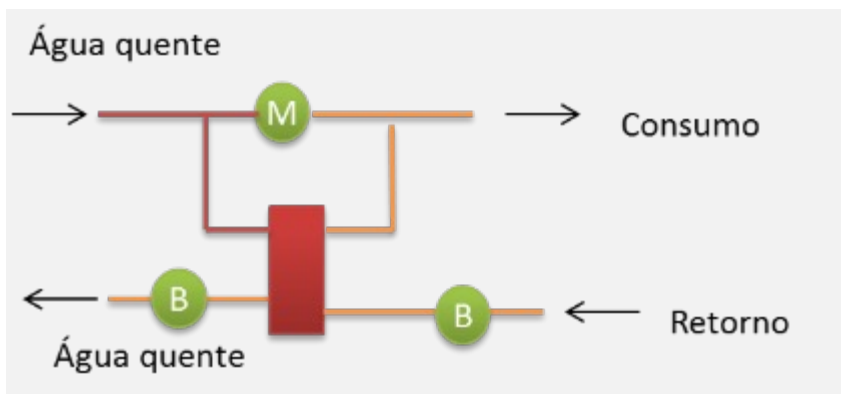
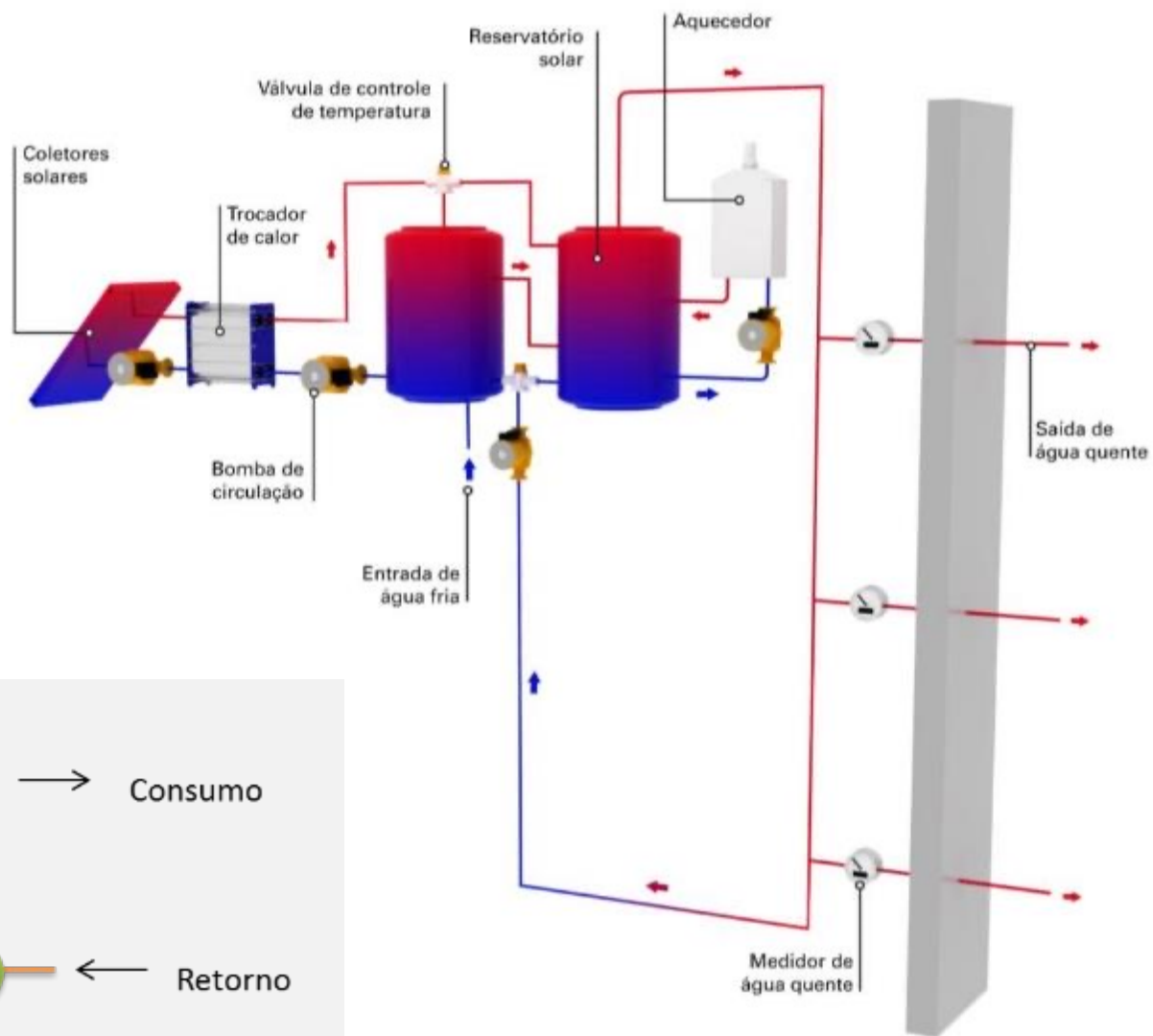


# Tipologias de distribuição

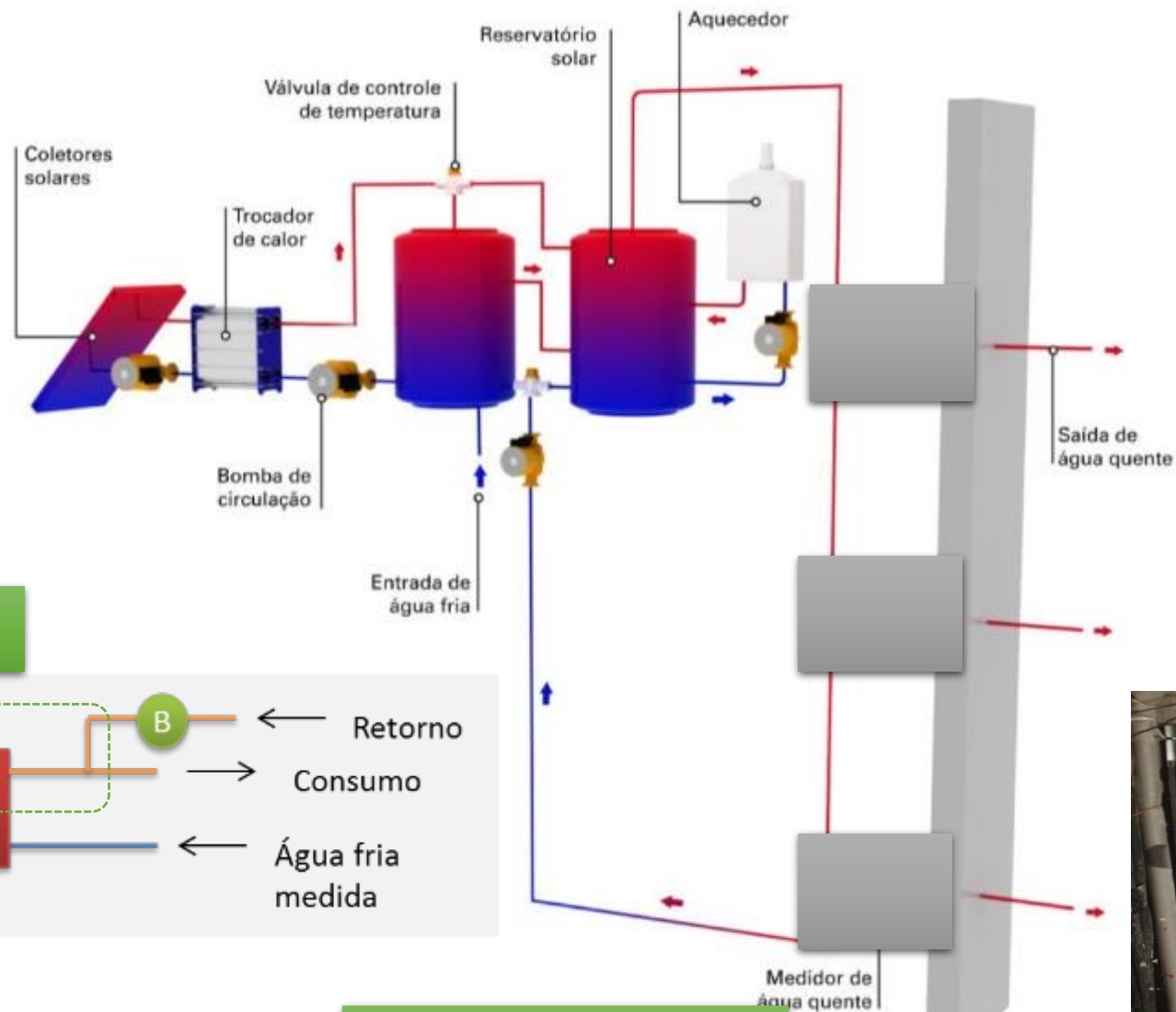




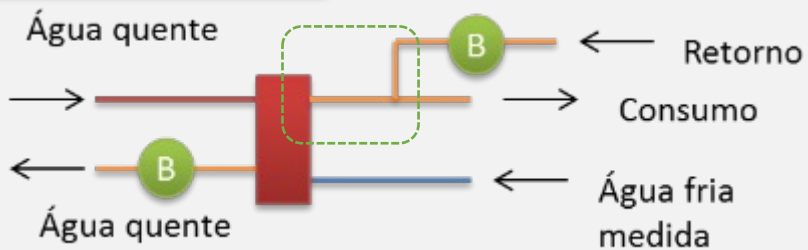
# Tipologias de distribuição



# Tipologias de distribuição



Alta pressão



Alimentação indireta





# Chaguri

Engenharia  
Termohidráulica



**José Jorge Chaguri Jr.**  
Diretor

(11) 5082.5067  
(11) 987.558.491

[www.chaguriconsult.com.br](http://www.chaguriconsult.com.br)  
Rua Alvarenga 584 - Butantã - São Paulo SP