

# POSSIBILIDADES DE APROVEITAMENTO

Energia Solar

Energia  
térmica

A baixa temperatura (até 100°C)

A média temperatura (até 1000°C)

A alta temperatura (além de 1000°C) mediante fornos solares parabólicos

Transformação direta em energia elétrica

Processos fotoquímicos

Químicos

Bioquímicos

Biológicos

- Aquecimento de ambientes
- **aquecimento de água**
- Condicionamento de ar
- refrigeração
- evaporação
- destilação
- geradores de vapores de líquidos especiais
- Geradores de vapor d'água
- **Transformação em energia elétrica e mecânica**
- fornos solares

- Processos fotovoltaicos
- Processos termoeletrônicos

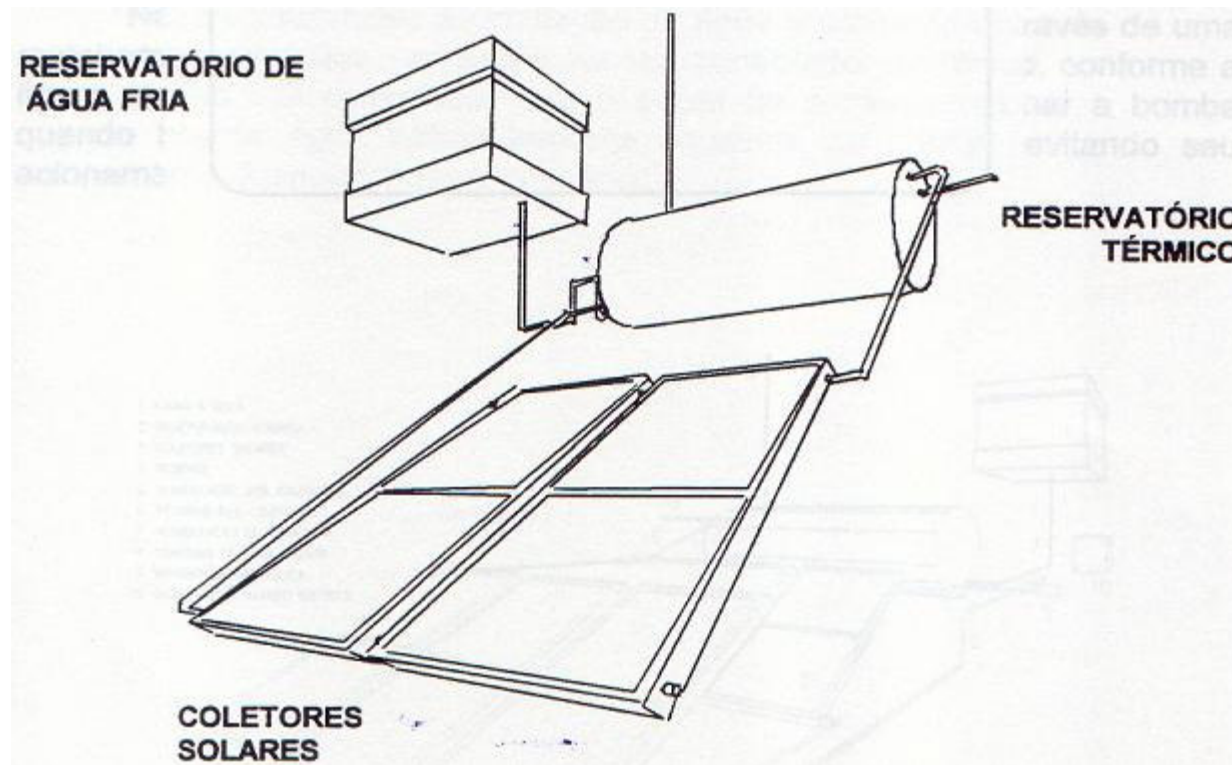
•Fotossíntese

•Fotossíntese

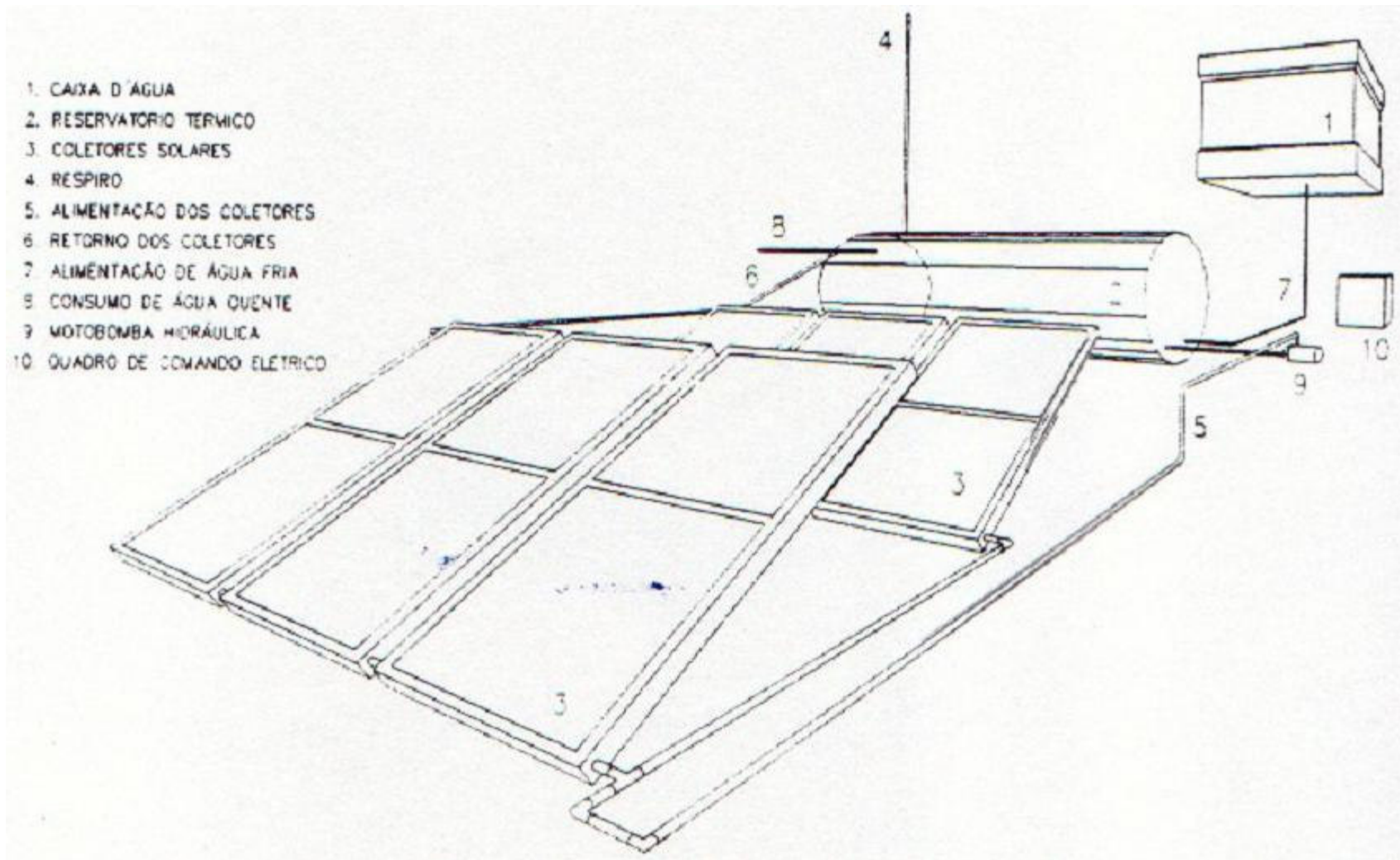
**EXEMPLO DE APLICAÇÃO A BAIXAS  
TEMPERATURAS**

**AQUECIMENTO DE ÁGUA**

## AQUECIMENTO DE ÁGUA



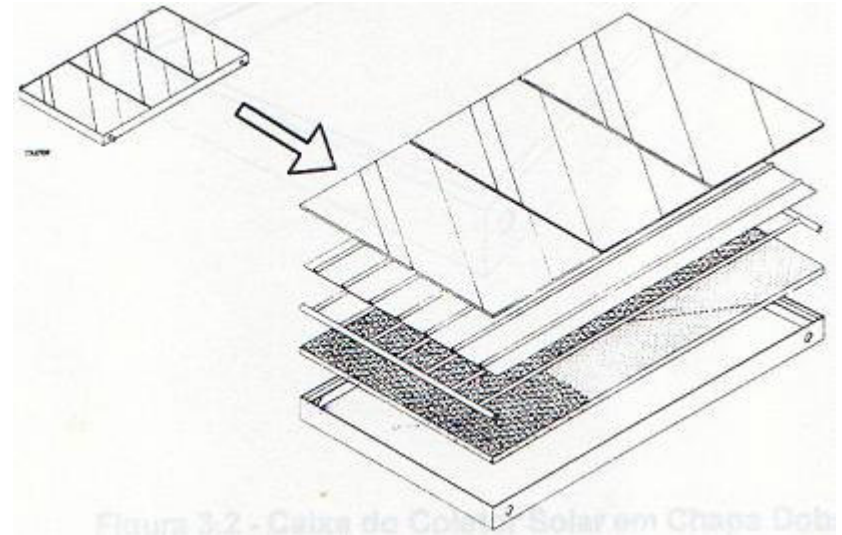
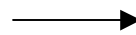
**Instalação em termossifão**



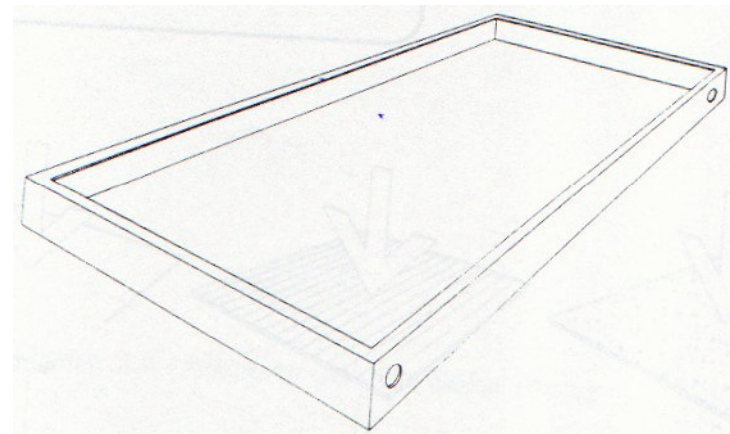
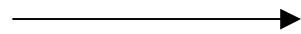
**Instalação básica em circulação forçada**

# Componentes

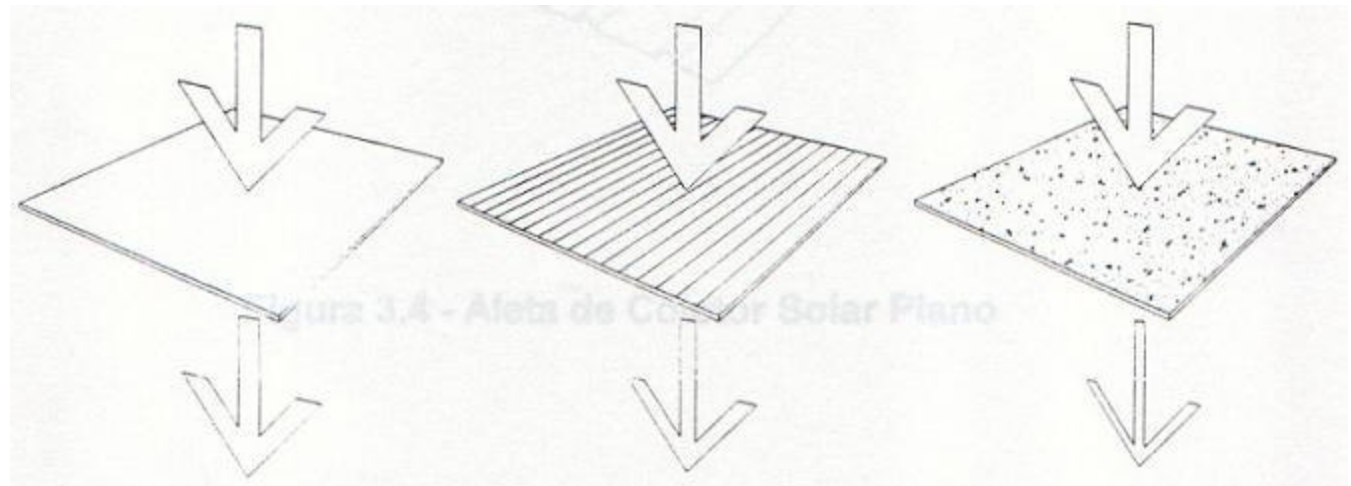
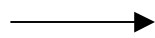
Coletor solar plano



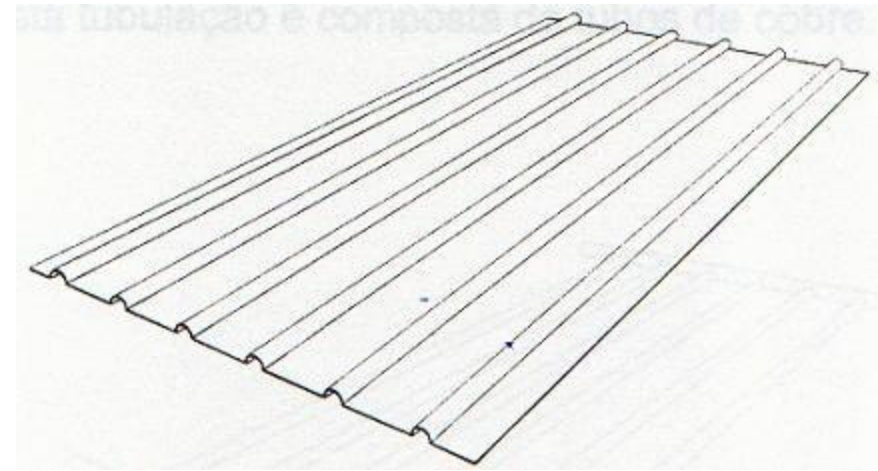
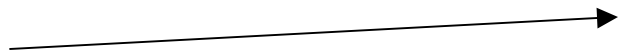
Caixa e coletor



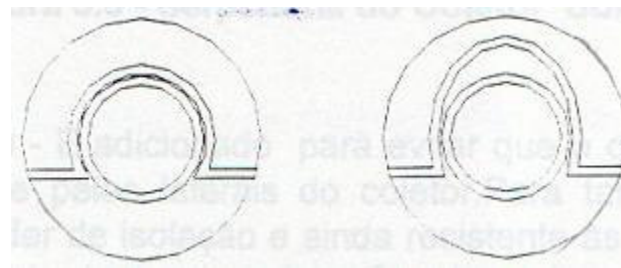
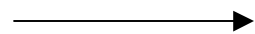
cobertura



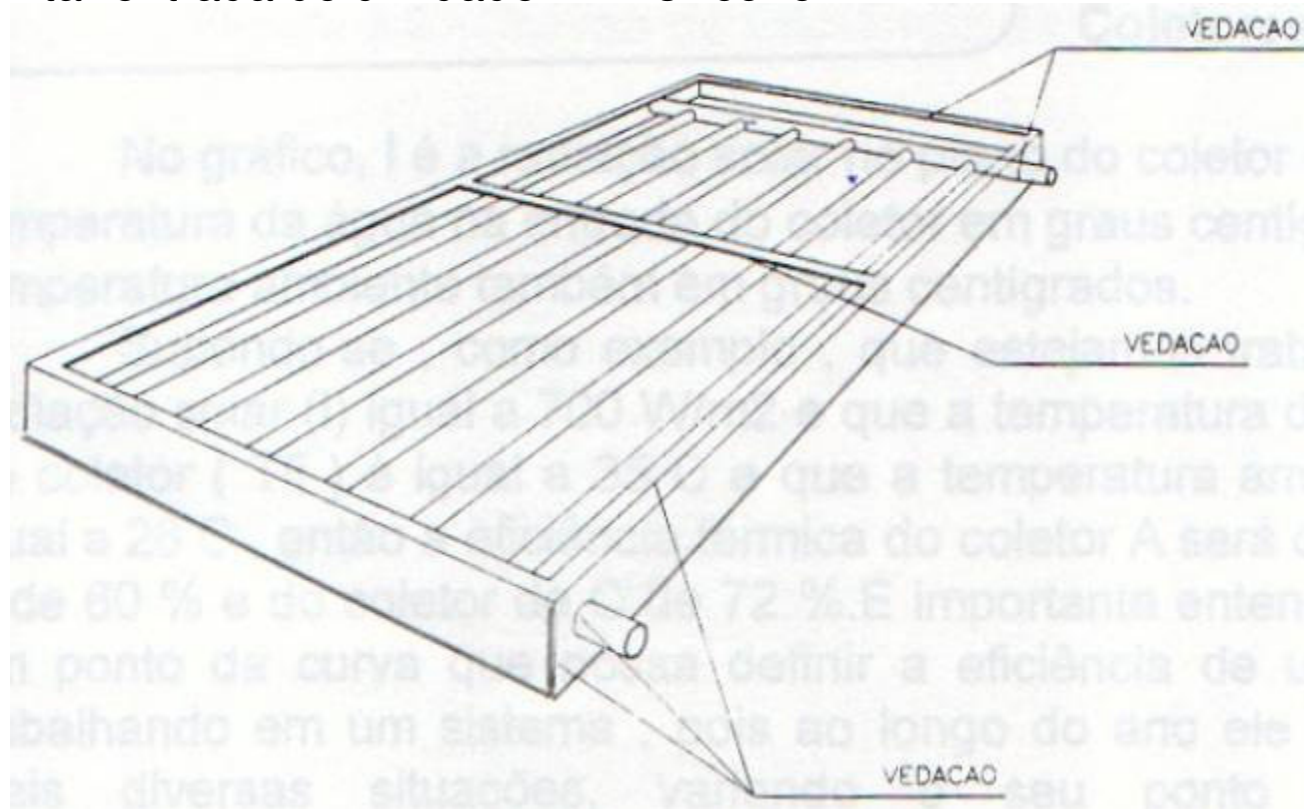
Aletas



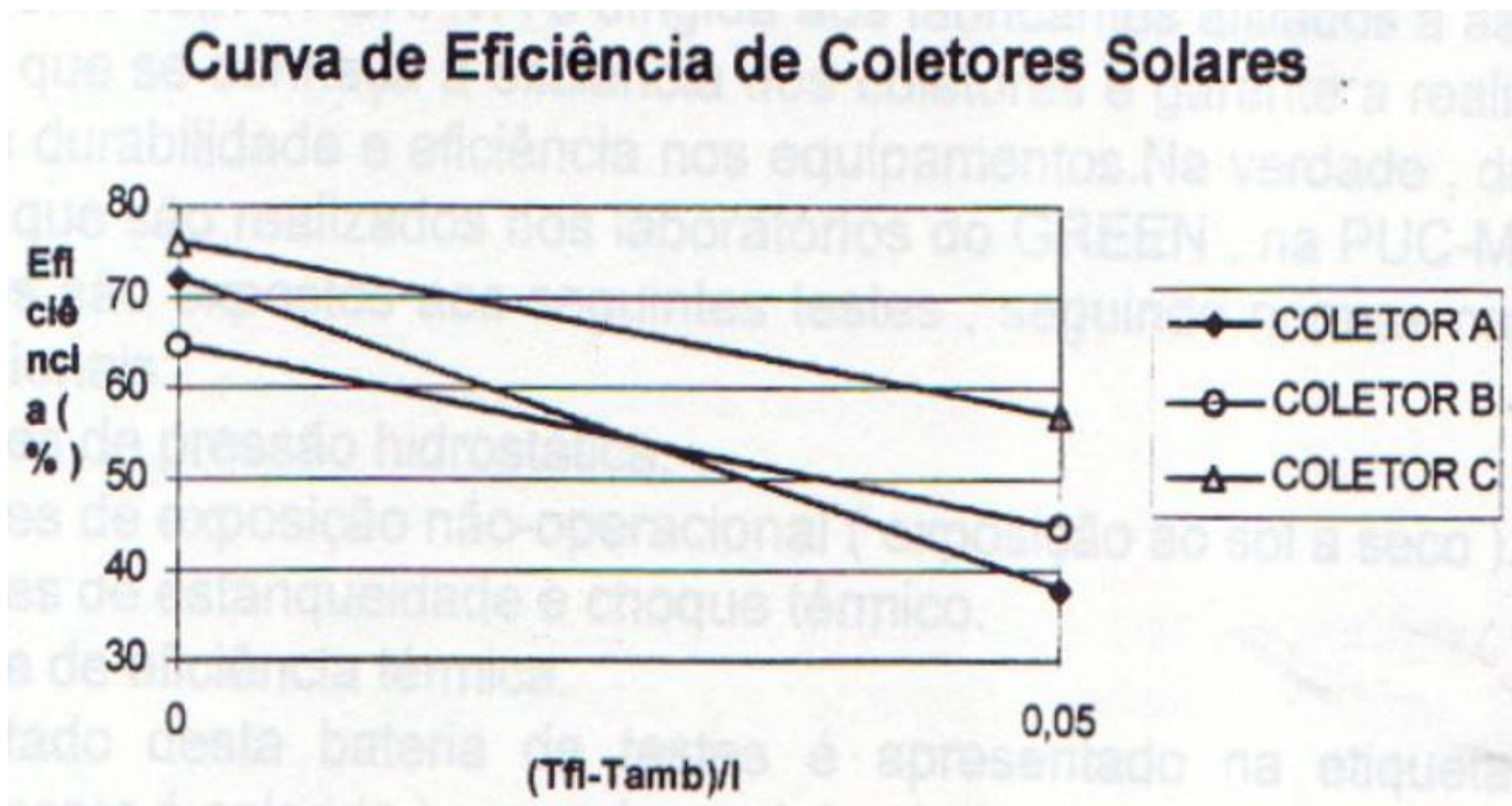
Aleta com bom contato  
e contato ruim com o  
tubo



- **Tintas**. Como as aletas normalmente são de material reflexivo, é necessário cobri-las com uma tinta que absorva o máximo de radiação solar
- **tubos de cobre (serpentinhas)**: Função: conduzir a água, permitindo a passagem de calor das aletas para seu interior onde está a água a ser aquecida
- **isolamento térmico** . Ex: lã de vidro. Função: evitar que o calor absorvido seja perdido pelo fundo e pelas laterais do coletor
- **vedação**. Evitar entrada de umidade. EX: silicone



# EFICIÊNCIA DOS COLETORES SOLARES



$T_{fi}$  = temperatura da água na entrada do coletor °C

$I$  – radiação solar =  $W/m^2$

$T_{amb}$  – temperatura ambiente

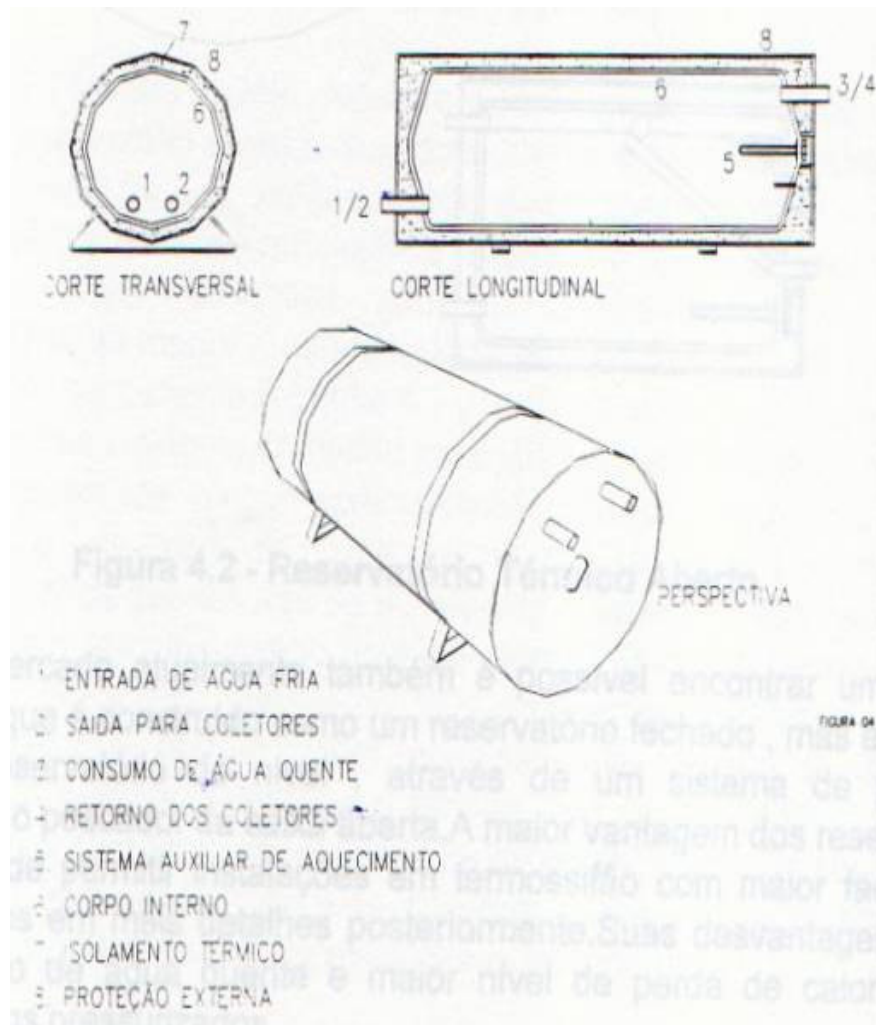
**Norma ABNT- NB 10184**



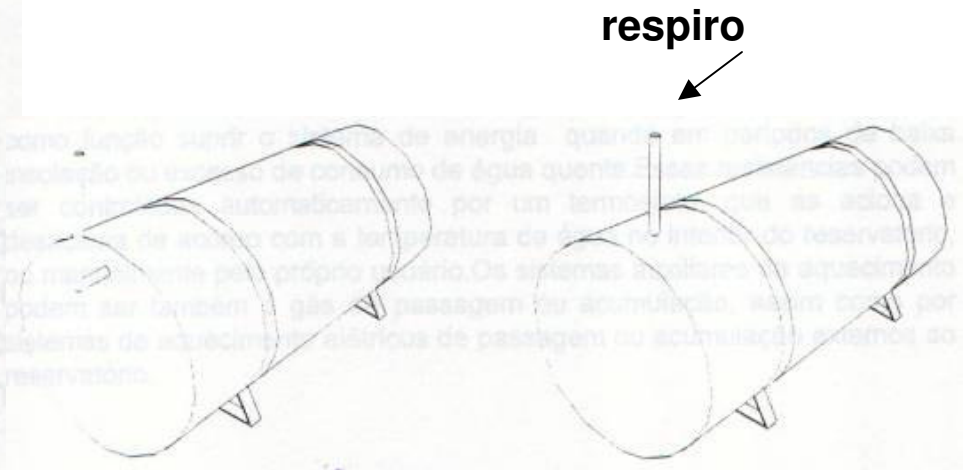
<h1>Energia (Solar)</h1> <p>Fabricante          Marca          Modelo          Pressão de Funcionamento          Aplicação</p>	<p>COLETOR SOLAR          PLOVO</p> <p>ABCDEF          XYZ          IPQR          XYZ kPa          banho/plecina</p>
<p>Mais eficiente</p>  <p>Menos eficiente</p>	
<p><b>EFICIÊNCIA ENERGÉTICA (%)</b></p>	<p><b>XY.Z</b></p>
<p>Área Externa do Coletor (m<sup>2</sup>)</p> <p>Produção Média Mensal de Energia (kWh/mês)</p>	<p>0,00</p> <p>00,0</p>
<p><small>norma - 1000</small></p> <p>Regulamento Técnico de Biquilts para Coletores Sistema Pilecas 0587</p> <p>Instruções de Instalação e recomendações de uso, leia o Manual do aparelho.</p> <p><b>PROCEL</b> PROGRAMA DE COMBATE AO DESPERDÍCIO DE ENERGIA ELÉTRICA</p> <p>IMPORTANTE: A REMOÇÃO DESTA ETIQUETA ANTES DA VENDA, ESTÁ EM DESACORDO COM O CÓDIGO DE DEFESA DO CONSUMIDOR</p>	

**Atenção:** ao escolher um coletor verificar se este tem certificação

# RESERVATÓRIO TÉRMICO - BOILER



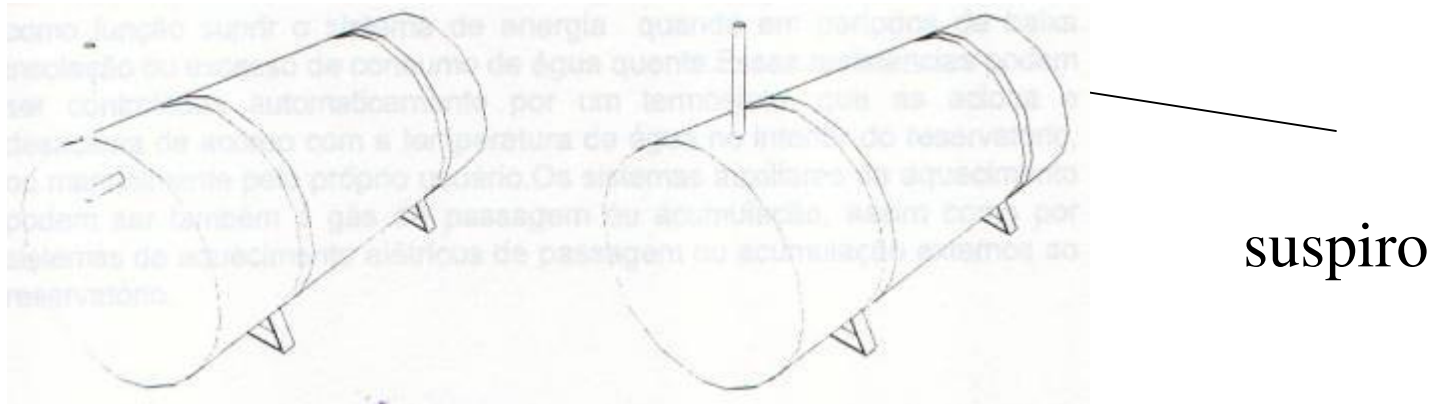
- Corpo interno
- Isolamento térmico
- Proteção externa
- Respiro ou suspiro
- Sistema auxiliar de aquecimento



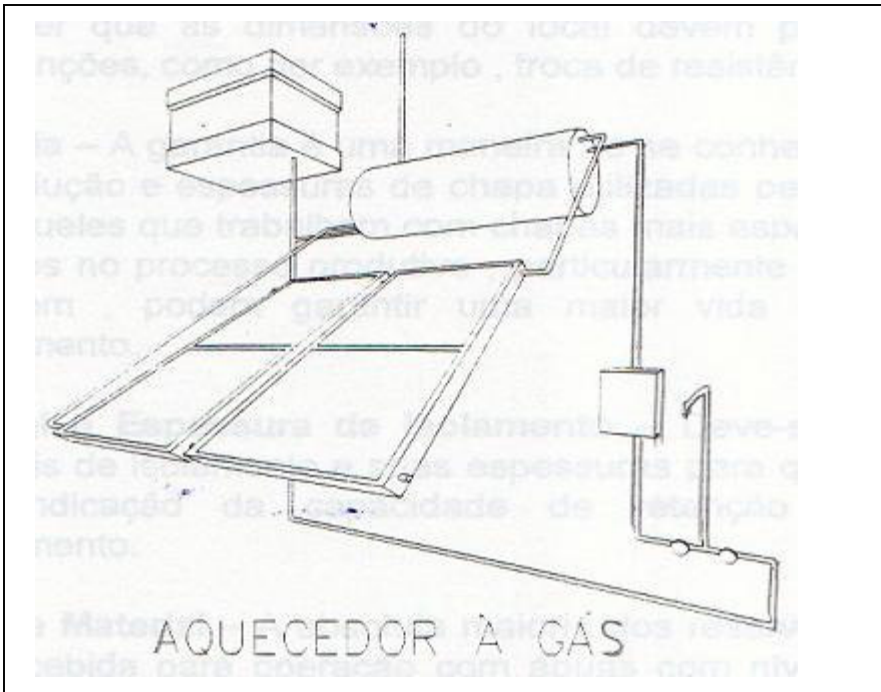
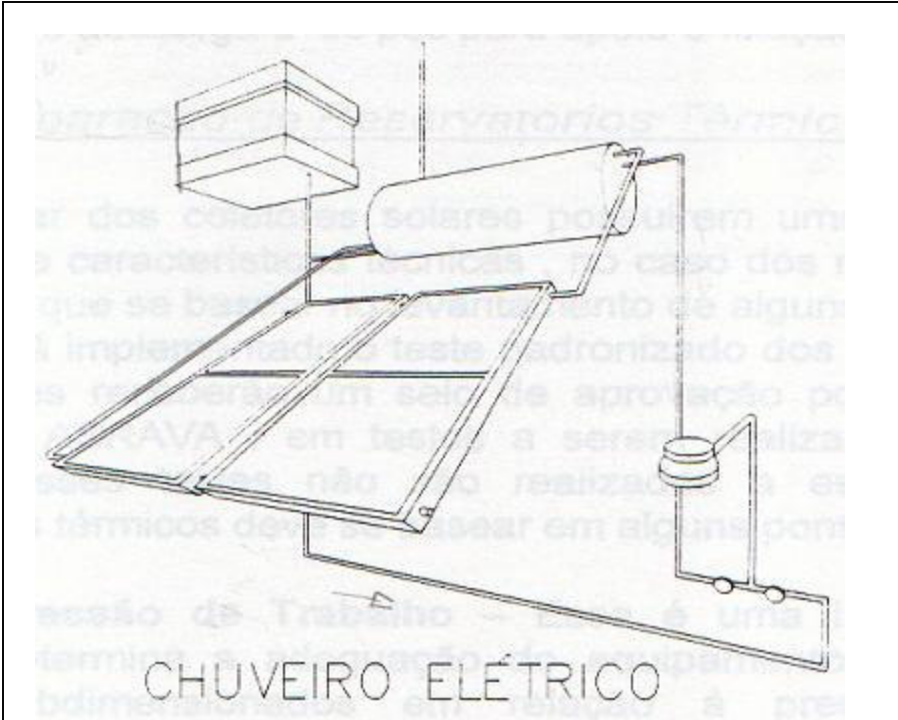
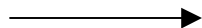
**Reservatório térmico pressurizado ou fechado**

## Componentes:

- **Corpo interno:** responsável pelo contato direto com a água. Deve possuir excelente resistência mecânica e à corrosão. Material: aço inoxidável e cobre
- **Isolamento térmico.** Dele depende o real funcionamento do reservatório térmico. Sua condutividade térmica e sua espessura irão determinar o poder de retenção de calor no interior do reservatório. Material: lã de vidro e poliuretano expandido
- **Proteção externa.** Têm a função de proteger o isolamento térmico da umidade excessiva, de danos no transporte ou instalação e da radiação solar. Material : alumínio, aço galvanizado ou aço carbono pintado.
- Respiro ou suspiro.** Faz parte do conjunto de tubulações do reservatório. Têm a função de permitir a saída de ar ou vapor, aliviar sobrepressões e pressões negativas
- **Sistema auxiliar de aquecimento** . Normalmente os reservatórios recebem uma ou mais resistências elétricas blindadas que tem como função suprir o sistema de energia em período de baixa insolação ou excesso no consumo.



Aquecimento auxiliar  
com chuveiro elétrico



Aquecimento auxiliar  
com aquecedor a gás  
de passagem

**Como dimensionar um sistema  
para aquecimento de água  
usando coletor solar ?**

# ROTEIRO

# **DETERMINAR O VOLUME DE ÁGUA QUENTE**

## **ESTÁ ASSOCIADO Á:**

- **pontos de consumo de água quente**
- **número de usuários**
- **freqüência de utilização**
- **nível de conforto desejado**

## Nível de conforto

- Vazão típica de um chuveiro elétrico = 3 a 6 litros por minuto
- Vazão de uma ducha = varia, podendo chegar a vazões > 30 litros
- Vazão recomendada para atingir um bom nível de conforto = 7 a 10 litros/ minuto
- tempo de banho = 8 a 10 minutos

## Consumo médio de água quente por peça

### Para referência

<b>Peça</b> *	<b>Consumo diário</b>
Ducha	70 a 90 litros / pessoa
Lavatório	5 a 7 litros / pessoa
Bidê	5 a 7 litros / pessoa
Cozinha	20 a 30 litros / pessoa
Lavanderia	8 a 15 litros / kg de roupa seca
Banheira	30 a 50% do volume da banheira

\* – valor considerando 1 banho/dia/pessoa

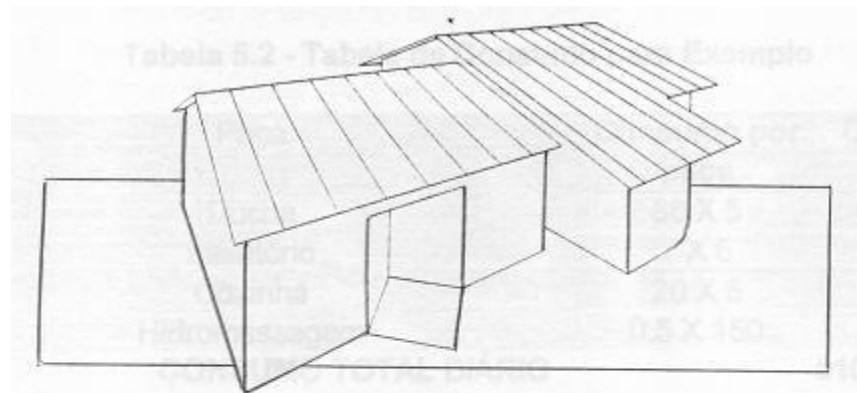


# EXEMPLO DE RESIDÊNCIA



Residência com:

- 5 moradores



**PERSPECTIVA**



**CORTE ESQUEMATICO**

## Cálculo do consumo diário de água quente

**Tabela 1**

Peça	Consumo por peça	Consumo total
Ducha	$80 \times 5$	400
Lavatório	$7 \times 5$	35
Cozinha	$20 \times 5$	100
Hidromassagem	$0,5 \times 150$	75
Consumo total diário		610 litros

**Escolhe-se um reservatório padrão de mercado que seja de volume igual ao volume do consumo diário estimado de água quente**

**No exemplo = 600 litros**

# Cálculo da área e número de coletores

## Aspectos a considerar:

- eficiência do coletor
- temperatura do local
- radiação solar disponível (kWh/m<sup>2</sup>/dia)
- volume de água quente necessário

## Opção 1- tabela fornecida por fabricante

### Relação volume / área do coletores para algumas cidades

Localidade	Área de Coletor (m <sup>2</sup> ) para cada 100 litros
São Paulo	1,75 – 1,85
Campinas	1,20 – 1,30
Ubatuba	1,65 – 1,75
Bauru	1,10 – 1,20
Campos do Jordão	2,00 – 2,10
Ribeirão Preto	1,00 – 1,10
Presidente Prudente	1,10 – 1,20

**Tabela 2**

**Obs: relação desenvolvida para uma eficiência média de coletor, vidros lisos**

## Opção 2

Cálculo via equação de balanço de energia:

$$RSI \times A \times \eta = m \times c \times \Delta t$$

Onde:

RSI – radiação horária média mensal – kWh/m<sup>2</sup>

C= 4180 joules/kg°C – calor específico da água

m – massa de água ( kg) ou litros

$\eta$  eficiência do coletor

$$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$$

A – área do coletor

$\Delta t$  - diferença entre a temperatura de entrada e saída do coletor °C

O número de coletores deverá ser selecionado de acordo com o volume do reservatório e o padrão do mercado de coletores.

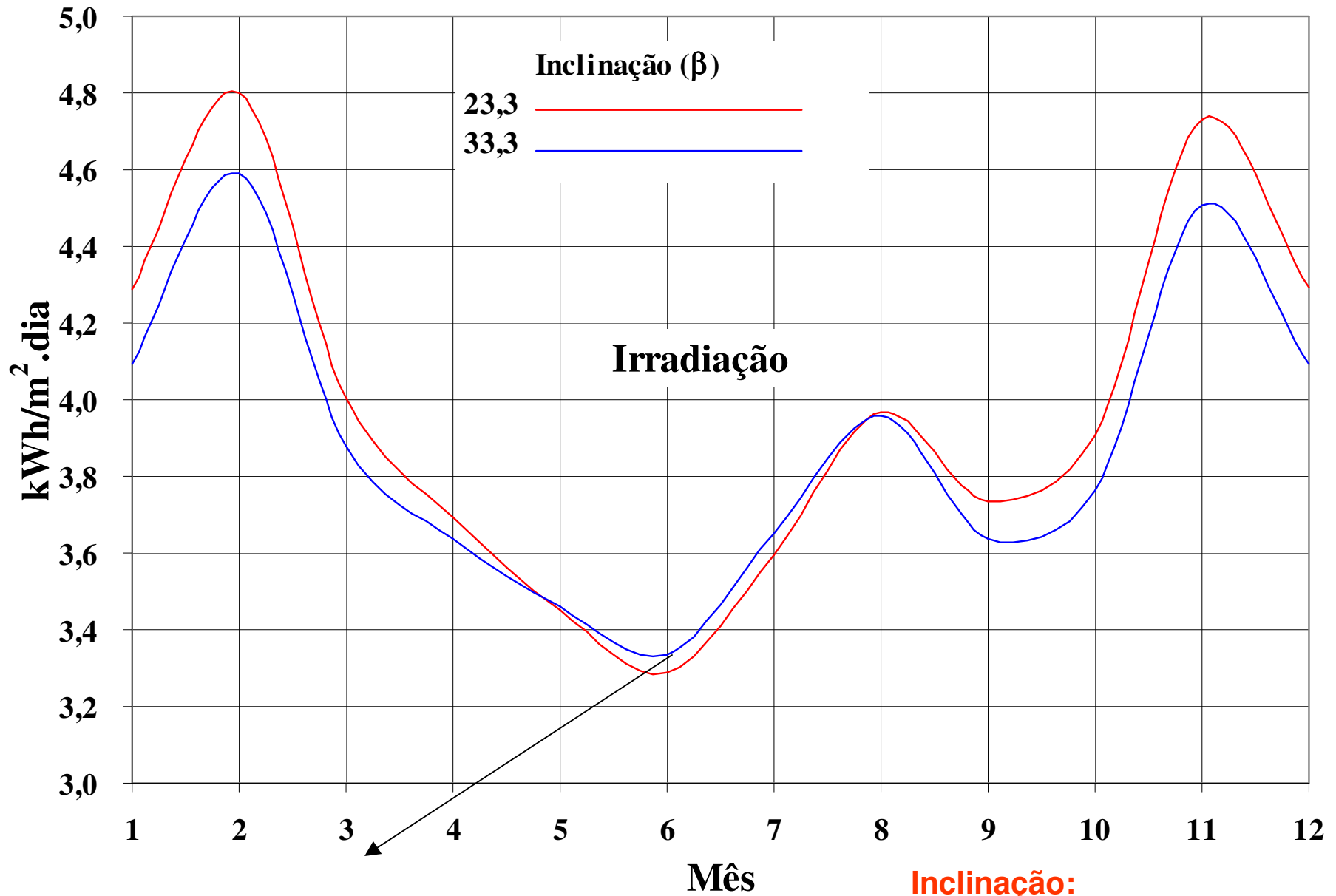
No nosso exemplo em São Paulo, consideramos um coletor de 1,6 m<sup>2</sup> ( comercial) Assim sendo, de acordo com a tabela 2 necessitaremos de :

- 10,5 m<sup>2</sup> de coletores = 7 coletores

1,75m<sup>2</sup> - 100 l

X - 600 l

# **COMO INSTALAR O COLETOR SOLAR?**



Pior mês = menor radiação

**São Paulo**

**Inclinação:**

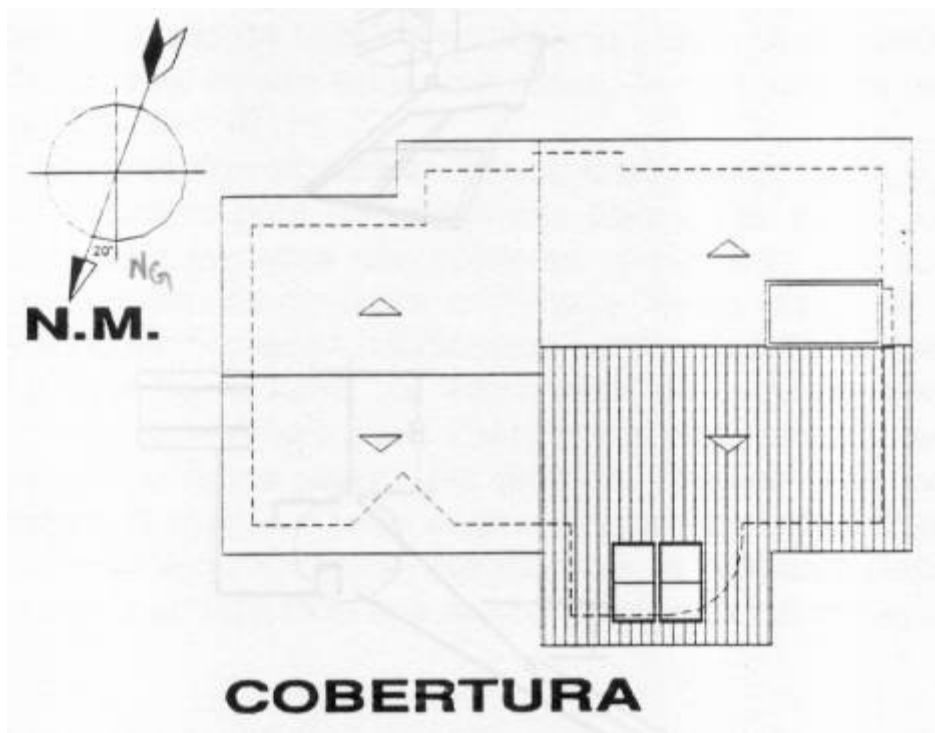
**Latitude + 10°**

Maximiza energia coletada no inverno

## Face Norte – Verdadeiro ou geográfico

Ao avaliarmos o projeto de localização da cobertura definimos a água do telhado em destaque na figura abaixo.

Esta parte do telhado entretanto, apresenta um desvio em relação ao Norte magnético de 20 graus oeste.



Compensação da área devido ao desvio.

Área total Fator de compensação =  $10,5 \times 1,18 = 12,4 \text{ m}^2$

Considerando o coletor de  $1,6 \text{ m}^2$  – recomenda-se a instalação de 8 coletores



## Custo

### **PREÇO DO SISTEMA:**

**COLETOR+RESERVATÓRIO+TUBULAÇÕES+ACESSÓRIOS= 450R\$/m<sup>2</sup>**

Aproximadamente 8R\$ por litro de água aquecida

Preço do sistema: 8 coletores  $\times$  1,6 m<sup>2</sup>  $\times$  450R\$/m<sup>2</sup> = **5750,00 R\$**

**OBS: Não estão incluídos (caso seja necessário) preço de tubulação hidráulica de água quente interna e revestimento de paredes**

### **Dever de casa:**

Considerando que a tarifa residencial é igual a 0,400R\$/kWh, calcule o retorno (tempo) do investimento.

Considerar um consumo médio de energia elétrica complementar (para dias nublados de 30% com relação ao consumo original (com chuveiro)

Vida útil = 20 anos

## Exercício

Dados:

Radiação solar –  $5,4 \text{ kWh/m}^2$

Área do painel – 2 módulos de  $1,2 \text{ m}^2$

Latitude:  $23,5^\circ \text{C}$

Eficiência térmica –  $54\%$

$T_{fi}$  – entrada do coletor –  $20^\circ \text{C}$

$T_{fs}$  – saída do coletor –  $50^\circ \text{C}$

$C_p$  – calor específico –  $4186 \text{ joule/kg/m}^3$

Densidade da água =  $1000 \text{ kg/m}^3$

Calcule : Quantidade de água diária aquecida e capacidade do boiler

