



# Água Quente Solar - AQS

Análise de projectos



Nelson Martins  
2022



1

## Objectivos

- Rever os aspectos básicos dos sistemas AQS
- Identificar aspectos chave na verificação de projectos de AQS
- Caso de estudo AQS com RETScreen®

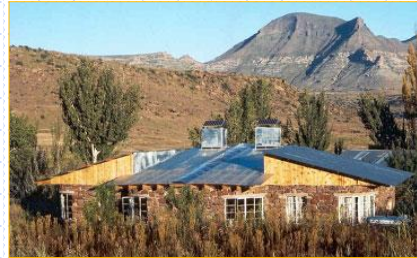


Nelson Martins · DEM-UA 2022

2

## Para que serve um sistemas AQS?

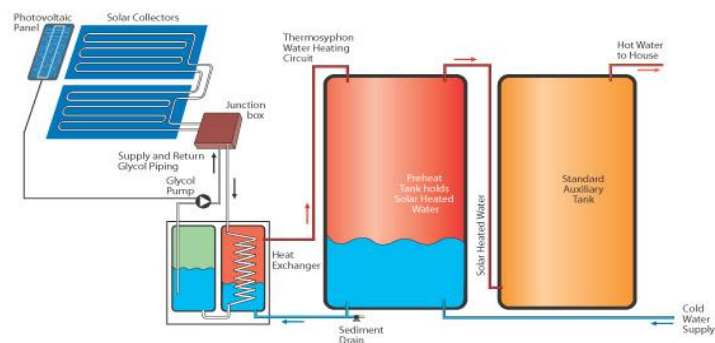
- Água quente sanitária
- Calor de Processo
- Aquecimento de piscinas
- Armazenamento de água quente



3

## Componentes dos sistemas AQS

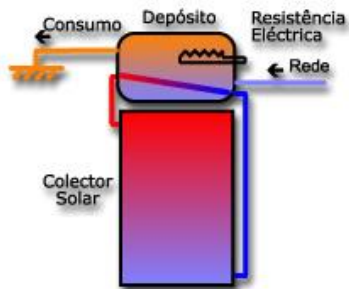
**Solar Hot Water System Schematic**



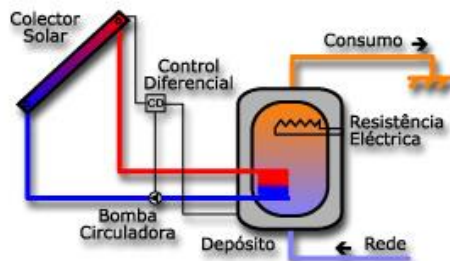
4

## Duas abordagens

**Esquema em Termosifão**

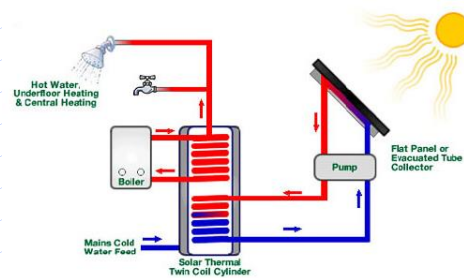
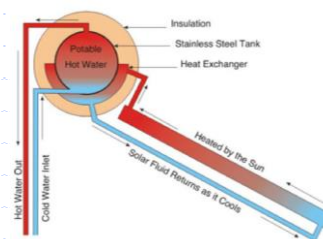


**Esquema Circulação Forçada**



5

## Duas abordagens



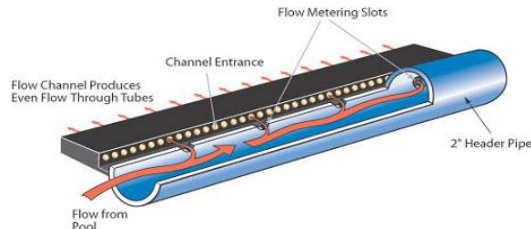
6

## Colectores solares sem cobertura

(unglazed)

- Baixo custo
- Baixa temperatura
- Robustos
- Leves
- Aquecimento de piscinas

### Solar Unglazed Collector



- Baixa pressão
- baixo desempenho em climas frios/ventosos

7

## Colectores solares com cobertura

(glazed)

- Custo moderado
- Pressão de operação mais elevada (pode operar à pressão da rede)
- Mais pesado e frágil que os anteriores

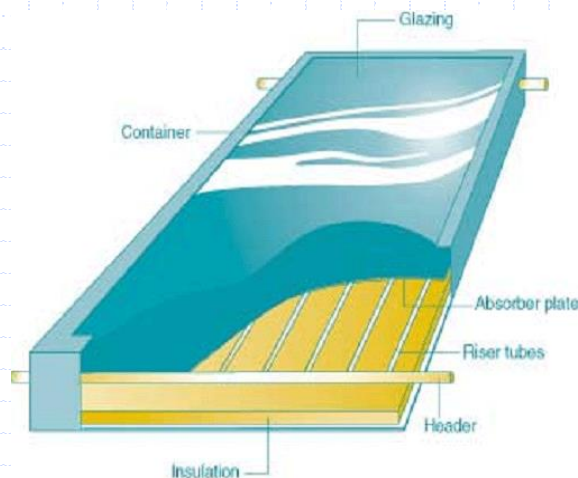
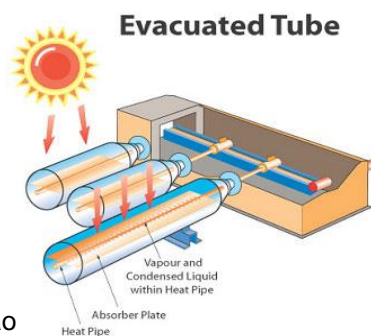


Photo Credit: NRCan

8

## Colectores com tubo de vácuo

- Os mais caros
- Não têm perdas por convecção
- Temperatura mais elevada
- Frágeis
- instalação mais exigente
- Não tem problemas de congelação no Inverno



9

## AQS - Potencial Energético

Para sistema AQS com 6 m<sup>2</sup>, colector coberto, consumo de 300 l/dia, de água quente a 60°C e com reservatório de 300 l, o potencial solar é de:

21% em Tromsø, Noruega (70°N)	81% em Matam, Senegal (16°N)
40% em Yellowknife, Canada (62°N)	59% em Puerto Limón, Costa Rica (10°N)
32% em Varsóvia, Polónia (52°N)	59% em Jakarta, Indonesia (6°S)
51% em Harbin, China (46°N)	86% em Huancayo, Peru (12°S)
67% em Sacramento, USA (39°N)	69% em Harare, Zimbabwe (18°S)
39% em Tokyo, Japão (36°N)	65% em Sydney, Australia (34°S)
78% em Marrakech, Morrocos (32°N)	39% em Punta Arenas, Chile (53°S)
75% em Be'er-Sheva, Israel (31°N)	

10

# Considerações de Projecto



Nelson Martins · DEM-UA 2022

- **Fatores de sucesso:**
  - Consumos elevados de água quente (reduz peso de custo fixos)
  - Custo da energia elevado (e.g., GN não disponível)
  - Distribuição de energias convencionais deficiente
  - Atitude ecológica
- **Consumos diurnos** requerem menos armazenamento
- **Sistemas baratos e sazonais** são muitas vezes preferíveis a sistemas mais caros, destinados a funcionar todo o ano.
- A **manutenção**, à semelhança de qualquer outro sistema técnico não deve ser ignorada.

11

## AQS - Sistemas domésticos



Nelson Martins · DEM-UA 2022

- Em zonas abrangidas por energia fiável.
  - Podem ter um tempo de recuperação de capital longo
  - Podem fornecer entre 20 to 80% das necessidades de água quente sanitária
- Em zonas remotas, podem ser a única solução



Photo Credit: The Australian Greenhouse Office



Photo Credit: Marie Andrén, Solar Energy Association of Sweden



Photo Credit: Vadim Belotserkovsky

12



## AQS - Piscinas

- Coletores planos simples (sem cobertura)
  - Piscina de Verão em climas frios
  - Prolongamento da estação em climas moderados
  - 1 a 5 anos de recuperação do capital
- Coletores com cobertura para utilização base anual, em piscinas cobertas
- Bomba de filtração pode ser usada



13

## AQS - Industria/Comercio

- Hotéis e escritórios
- Hospitais
- Limpeza de veículos, lavandarias
- Gimnodesportivos, escolas
- Aquacultura
- Industria ligeira
- Restaurantes



14

# AQS e o RETScreen®

Produção de energia, custo de ciclo de vida e redução de gases com efeito estufa para:

- Coletores planos descobertos, cobertos, e em vácuo
- Piscinas interiores e exteriores
- Água quente de serviço para várias aplicações (com e sem reservatório)

Necessita apenas de informação média mensal (12 pontos), contra os 8,760 necessários para simulação horária.

RETScreen® Energy Model - Solar Water Heating Project			
Site Conditions	Estimate	Notes/Range	
Project name	Pool example		
Project location	Longueville, Canada		
Nearest location for weather data	Dr-Hunter A, QC		
Annual solar radiation (flatbed surface)	MJ/m <sup>2</sup>	181	
Annual average temperature	°C	5.9	
Annual average wind speed	m/s	4.4	
Desired load temperature	°C	27	
Number of months analysed	month	3.5	
Energy demand for monthly analysis	MWh	76.39	
System Characteristics	Estimate	Notes/Range	
Application type	Swimming pool (outdoor)		
Base Case Water Heating System			
Heating fuel type	Electricity		
Heating system seasonal efficiency	%	50%	60% to 300%
Solar Collector			
Collector type	Un glazed		See Technical Notes / See Product Catalogue
Solar water heating collector manufacturer	AQCS		
Solar water heating collector model	2572		
Area per collector	m <sup>2</sup>	4.90	1.00 to 5.00
Fi (tau alpha) coefficient	-	0.05	0.00 to 0.00
Wind correction for Fi (tau alpha)	sim	0.040	0.000 to 0.050
Fi UL coefficient	(W/m <sup>2</sup> °C)	0.06	0.000 to 0.000
Wind correction for Fi UL	(W/m <sup>2</sup> °C)	4.22	0.00 to 15.00
Suggested number of collectors		11	
Number of collectors		7	
Total collector area	m <sup>2</sup>	29.3	
Balance of System			
Heat exchanger/antifreeze protection	yes/no	No	
Suggested pipe diameter	mm	25	8 to 25 or PVC 38 to 38
Pipe diameter	mm	38	8 to 25 or PVC 38 to 38
Pumping power per collector area	W/m <sup>2</sup>	0	2 to 22, or 0
Piping and solar tank losses	%	1%	1% to 30%
Losses due to snow and/or dirt	%	2%	2% to 30%
Horizontal distance from mesh room to collector	m	5	5 to 20
# of hours from mesh room to collector		0	0 to 20
Annual Energy Production (1.56 months analysed)	Estimate	Notes/Range	
Pumping energy (electricity)	MWh	0.08	
Specific yield	kWh/m <sup>2</sup>	270	
System efficiency	%	45%	
Solar fraction for monthly analysis	%	40%	
Renewable energy delivered	MWh	7.57	
	GJ	27.25	

15

# AQS e o RETScreen® (cont.)

- Necessita apenas de informação média mensal (12 pontos), contra os 8,760 necessários para simulação horária.
- **Não considera:**
  - variações diárias de carga (necessidade de água)
  - Sistemas independentes para água quente de serviço
  - Aistemas sem depósito e com um grande % solar
  - Painéis concentradores ou com orientação mecânica

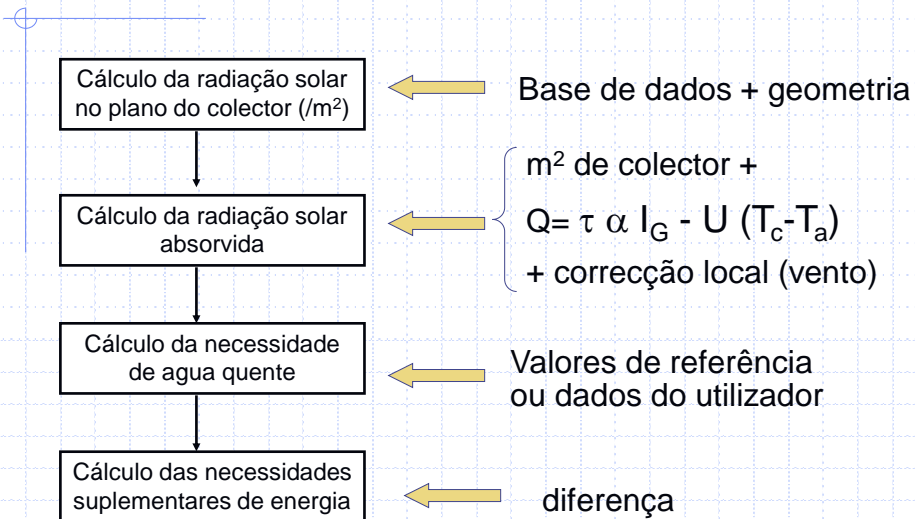
16



## RETScreen® Modelo Energético AQS



Nelson Martins · DEM-UA 2022



17

## Conclusões



Nelson Martins · DEM-UA 2022

- Existem vários tipos de colectores solares (sem cobertura, com cobertura, tubos em vácuo, concentradores, seguidores etc.)
- Os principais factores de sucesso são: elevados consumos de AQ, custo elevado da energia e atitude ecologia do utilizador
- RETScreen® permite estimar:
  - Necessidades de água quente para serviço e para piscinas
  - desempenho do sistemas de aquecimento de água, com e sem armazenamento, incorporando AQS.
- RETScreen® usa valores **médios mensais de disponibilidade solar**, conseguindo aproximações idênticas às dos modelos de base horária.

18

## Questões ?



Photo Credit: TN Conseil

[www.retscreen.net](http://www.retscreen.net)

19

## Estudo de caso 1

Considere uma residência unifamiliar, do tipo T3, localizada no Porto

Realize uma pré-avaliação técnica e económica da viabilidade de instalação de uma unidade de aproveitamento de **energia solar**, considerando que atualmente toda a energia térmica é fornecida por um cilindro elétrico (valorizada a 0.20 €/kWh).

Considere:

- Taxa média de inflação anual: 2.5% ano
- Taxa líquida anual de remuneração de capital sem risco: 1.5%
- Taxa anual de atualização do preço da energia: 5%
- Custo da instalação dos coletores solares 900€/m<sup>2</sup>
- Arbitre (justificando) os restantes dados que considerar necessários...

20



## Estudo de caso 2

Considere uma escolar do tipo EB23, com **polidesportivo e cantina**, localizada em **Coimbra** e frequentada por **200 alunos**.

Realize uma pré-avaliação técnica e económica da viabilidade de instalação de uma unidade de aproveitamento de **energia solar**, considerando que atualmente toda a energia térmica é fornecida por uma caldeira a gasóleo (1 €/litro).

Repita a análise considerando que existe a possibilidade de “capitalizar” *Certificados de Emissão de Carbono* a 12 €/ton (e se for a 100 €/ton)

Considere:

- Taxa média de inflação anual: 2.5% ano
- Taxa líquida anual de remuneração de capital sem risco: 1.5%
- Taxa anual de atualização do preço da energia: 5%
- Custo da instalação dos coletores solares 700€/m<sup>2</sup>
- Arbitre (justificando) os restantes dados que considerar necessários...