



Solar Térmico

Água Quente Solar - AQS
Análise de projetos



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®

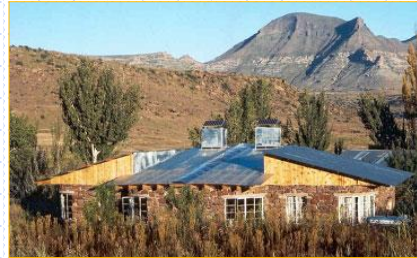


Nelson Martins
DEM-UA 2022

2

Para que serve um sistemas AQS?

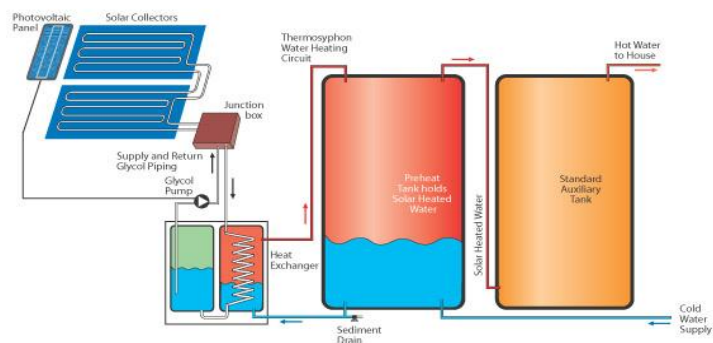
- Água quente sanitária
- Calor de Processo
- Aquecimento de piscinas
- Armazenamento de água quente



3

Componentes dos sistemas AQS

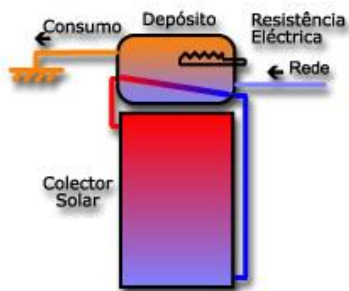
Solar Hot Water System Schematic



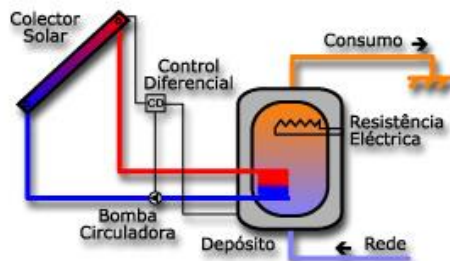
4

Duas abordagens

Esquema em Termosifão

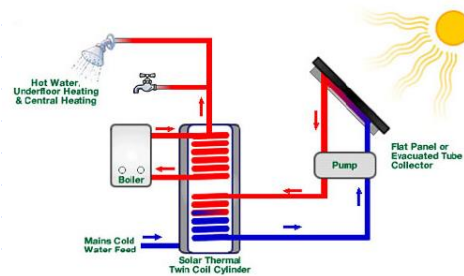
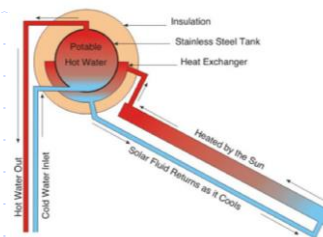


Esquema Circulação Forçada



5

Duas abordagens



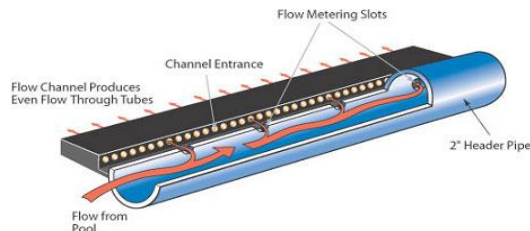
6

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

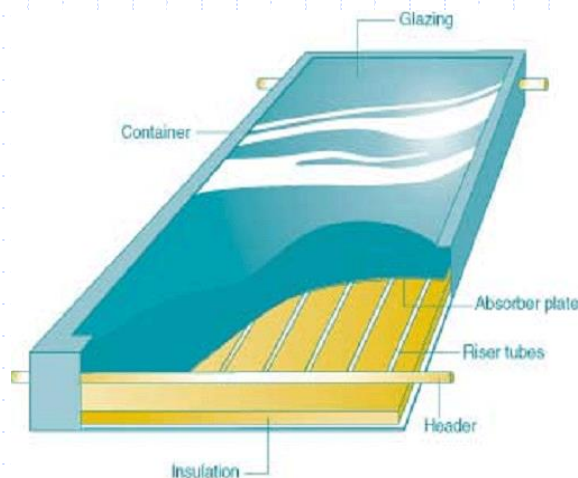
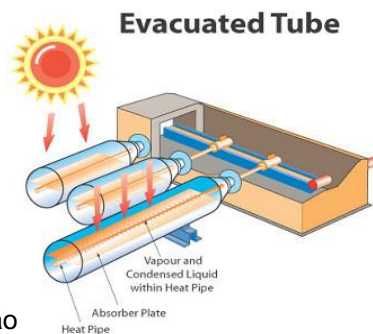


Photo Credit: NRCan

8

Colectores com tubo de vácuo

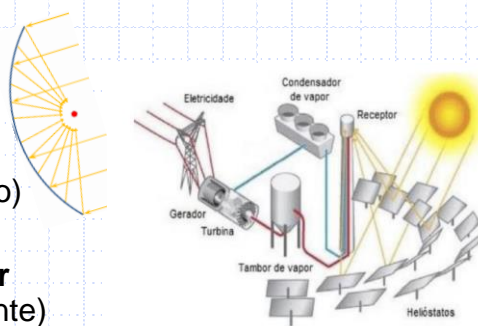
- Os mais caros
- Não têm perdas por convecção
- Temperatura mais elevada
- Frágeis
- instalação mais exigente
- Não tem problemas de congelação no Inverno



9

Concentradores parabólicos

- Alta temperatura
- Produção de **vapor** (saturado e sobreaquecido)
- **Eletricidade térmica solar** (Tecnologia ainda emergente)



Fonte: ANEEL, 2015



Central Receiver Solar Power Plant

Photo Credit: Sandia National Laboratories DOE/NREL



Parabolic-Trough Solar Power Plant

Photo Credit: Gretz, Warren DOE/NREL

10



AQS - Potencial Energético

Para sistema AQS com **6 m²**, **coletor plano 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)	

11



Considerações de Projecto

- **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.

12

AQS - Sistemas domésticos

- 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

13

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



14

AQS - Industria/Comercio

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



15

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	St. Hubert, QC		
Annual solar radiation (flat surface)	161		Complete Solar Collector
Annual average temperature	5.9		
Annual average wind speed	4.4		
Desired fluid temperature	27		
Number of months analysed	35		
Energy demand for month analysed	6.19		
System Characteristics	Estimate	Notes/Range	
Application type	Swimming pool (outdoor)		
Base Case Water Heating System			
Heating fuel type	Electricity		
Heating system seasonal efficiency	250%		80% to 300%
Solar Collector			
Collector type	Unheated		See Technical Note / See Product Catalogue
Solar water heating collector manufacturer	ABC		
Solar water heating collector model	XYZ		
Area per collector	4.00		1.00 to 5.00
Fl (tau alpha) coefficient	0.05		0.50 to 0.90
Wind correction for Fl (tau alpha)	0.945		0.800 to 0.950
Fl/U.L. coefficient	0.56		0.00 to 0.50
Wind correction for Fl/U.L.	4.37		3.00 to 5.00
Suggested number of collectors	1		
Number of collectors	7		
Total collector area	28.0		
Balance of System			
Heat exchanger/antifreeze protection	Yes		
Suggested pipe diameter	25		8 to 25 or PVC 30 to 38
Pipe diameter	25		8 to 25 or PVC 30 to 38
Pumping power per collector area	0		3 to 22, or 0
Piping and solar tank losses	1%		1% to 10%
Losses due to snow and/or dirt	2%		2% to 10%
Horiz. dist. from mech. room to collector	5		5 to 20
# of floors from mech. room to collector	2		0 to 20
Annual Energy Production (156 months analysed)	Estimate	Notes/Range	
Pumping energy (electricity)	0.00		
Specific yield	270		
System efficiency	45%		
Solar fraction for month analysed	45%		
Renewable energy delivered	7.57		
	27.25		Complete Cost Analysis sheet

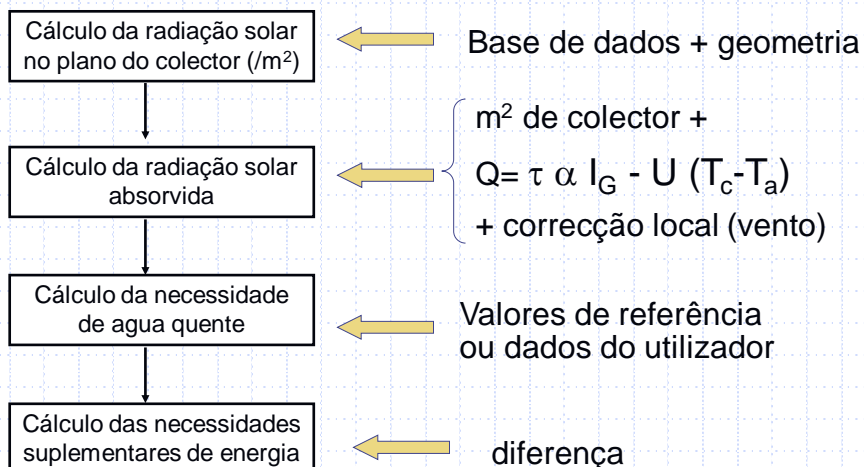
16

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
 - Sistemas sem depósito e com um grande % solar
 - Painéis concentradores ou com orientação mecânica

17

RETScreen[®] Modelo Energético AQS



18

Conclusões

- 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.

19

Questões ?



Photo Credit: TN Conseil

www.etscreen.net

20



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: 600€/m²
- Custo do depósito de armazenamento: 2.5€/litro

Arbitre (justificando) os restantes dados que considerar necessários...

21



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 (1.5 €/litro), que será substituída por uma caldeira a gás natural (0.08€/kWh ou 0.844€/m³, 1 m³ = 10.55kWh) com um custo de 3000€

Considere:

- O consumo de AQS proposto pela base de dados do RetScreen
- Taxa média de inflação anual: 4% ano
- Taxa anual de atualização do preço da energia: 6%
- Taxa líquida anual de remuneração de capital sem risco: 3.5%
- Custo da instalação dos coletores solares 700€/m²
- Custo da instalação do reservatório de AQS 2.5€/litro
- “capitalize” *Certificados de Emissão* de Carbono a 100 €/ton
- Arbitre (justificando) os restantes dados que considerar necessários...

22