



Mestrado em Engenharia Eletromecânica

Dimensionamento de Sistema Solar Térmico e Sistema Solar Fotovoltaico para Instituição de Serviços

Trabalho de Projeto apresentado para a obtenção do grau de
Mestre em Engenharia Eletromecânica,
Especialização em Instalações e Equipamentos em Edifícios

Autor

Luís Miguel Bastos Santos Lima

Orientador

Doutor Mário Velindro

Professor do Departamento de Engenharia Mecânica
Instituto Superior de Engenharia de Coimbra

Instituição

ISEC-Instituto Politécnico de Coimbra

Coimbra, novembro, 2017

AGRADECIMENTOS

Este trabalho é dedicado a todas as pessoas da minha família, que de alguma forma me vão impulsionando na minha constante procura e atualização de conhecimentos.

Agradeço ainda de uma forma muito particular ao meu irmão Jorge que com os seus conselhos e dicas, foi uma grande mais valia na elaboração deste trabalho.

Ao ISEC (Instituto Politécnico de Coimbra), por permitir o desenvolvimento das minhas capacidades técnicas na área de engenharia.

Ao Doutor e Professor Mário Velindro, pelo seu apoio na realização deste trabalho.

*"The development of affordable, inexhaustible and clean solar energy technologies will have huge longer-term benefits. It will increase countries' energy security through reliance on an indigenous, inexhaustible and mostly import-independent resource, enhance sustainability, reduce pollution, lower the costs of mitigating climate change, and keep fossil fuel prices lower than otherwise. These advantages are global. Hence the additional costs of the incentives for early deployment should be considered learning investments; they must be wisely spent and need to be widely shared."*¹

¹ "Solar Energy Perspectives: Executive Summary", in <http://www.iea.org/Textbase/npsun/solar2011SUM.pdf>,
acedido em março de 2017

RESUMO

Qualquer setor ou atividade pode e deve reforçar as suas políticas de eficiência energética como uma forma eficaz para a redução dos consumos de energia. Desta forma atinge-se uma real e eficaz diminuição dos gases com efeito de estufa. Preservar-se assim o meio ambiente presente e futuro e a otimizar-se os sistemas recorrendo a geradores de energia mais económicos com benefícios diretos, não existindo assim uma necessidade de funcionamento independentemente dos diferentes sectores ou atividades.

A energia Solar disponível, além de ser uma fonte de energia não poluente pode ainda assim garantir uma produção quer de energia térmica quer de energia elétrica fotovoltaica. Recorrendo assim a uma origem cem por cento natural.

Neste contexto realça-se a mais valia quer para o meio ambiente quer ainda para a redução de custos fixos e diretos no funcionamento da atividade ou exploração da instituição ou empresa.

O uso racional de energias de sistemas adequados em instalações, (que proporcionem níveis adequados de uso racional ajustados às tarefas realizadas de energia quer elétrica quer de energia térmica) permitirá uma maior redução de desperdícios e garantirá ainda uma maior segurança aos utilizadores evitando-se desperdícios e até falhas. Uma correta análise das necessidades e dos picos de utilização, permitem uma otimização face ao numero de utilizadores e necessidades diárias. Podendo-se assim garantir um correto funcionamento dos sistemas. Por outro lado, permite garantir uma grande durabilidade e fiabilidade. Associados à facilidade de controlo e monitorização. As diferentes atualizações ou adaptações a novos materiais ou tecnologias são uma constante na evolução dos atuais mercados.

Neste contexto, o principal objetivo deste estudo é o dimensionamento a seleção de equipamentos para a produção de energia solar térmica e elétrica através de um sistema solar fotovoltaico de acordo com as especificidades e necessidades da instalação.

Este estudo permite ainda recorrer a programas de cálculo, de análise e de simulação com suportes otimização de consumos. Tem por base os dados históricos de radiação solar e de temperaturas da zona e local onde se realiza o projeto para uma implementação real.

Palavras-Chave:

Energia solar térmica, Eficiência energética, Energia solar fotovoltaica, AQS, PV, Dimensionamento sistema, Redução emissões CO₂.

ABSTRACT

Any industry or activity can and should reinforce its energy efficiency policies as an effective way to reduce energy consumption. This will achieve a real and effective reduction of greenhouse gases. Preserving the present and future environment and optimizing systems using cheaper energy generators with direct benefits, there is no need to operate independently of different sectors or activities.

Available solar energy as well as being a source of clean energy can still guarantee a production of both thermal energy and photovoltaic electric energy with a 100 percent natural origin.

By this it becomes an asset for both the environment and for the reduction of fixed and direct costs of operating the activity or operation of the institution or company.

The rational use of adequate system energies in facilities that provide adequate levels of rational energy use, either electrical, adjusted to the tasks performed or thermal energy will allow a greater reduction of waste and will also ensure greater safety to users, avoiding either waste Errors and failures. A correct analysis of the needs and peaks utilization, allowing an optimization in face of the number of users and daily necessities can guarantee a correct operation of the chosen systems.

On the other hand, the systems used allow a great durability and reliability in its operation, combined with ease of control, ease of monitoring and adaptation to new materials or technologies in constant evolution of the markets.

In this context, the main objective of this study is the design and selection of equipment to produce solar thermal energy and electric energy through a solar photovoltaic system regarding the needs of the installation. Also, using calculation, analysis and simulation programs, with consumption supports, simulators with databases and historical solar radiation and zone and local temperatures to optimize and carry out a project with real implementation.

Keywords:

Solar thermal energy, Energy efficiency, Photovoltaic solar energy, AQS, PV, Sizing system, Reduction of CO₂ emissions.

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	iii
RESUMO	vii
ABSTRACT	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xv
ÍNDICE DE TABELAS	xvii
SIMBOLOGIA.....	xix
ABREVIATURAS.....	xxi
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Enquadramento	1
1.2. Objetivos específicos do trabalho.....	1
1.3. Organização do projeto.....	3
2. LEVANTAMENTO CONDIÇÕES ATUAIS DO EDIFÍCIO	5
2.1. Caracterização geral do edifício.....	5
2.1.1. Descrição das instalações e princípio de funcionamento	7
3. CONDIÇÕES DE CÁLCULO E ESCOLHA DE SOFTWARE.....	9
3.1. Escolha de software de cálculo do Sistema Solar Térmico.....	9
3.1.1. Comparação e opção de escolha de software de cálculo.....	9
3.1.2. Outros resultados obtidos recorrendo a outros sistemas cálculo.....	9
3.2. Sistema de preparação de águas quentes sanitárias.....	11
3.2.1. Dimensionamento.....	11
3.2.2. Água Quente Sanitária (AQS).....	12
3.2.3. Controlo e automatização.....	14
3.2.4. Instalação elétrica.....	14
3.2.5. Solução gráfica/ esquema de princípio.....	15
3.3. Envolvente.....	18
4. SISTEMA DE PRODUÇÃO DE AQS	19
4.1. Sistema de produção de água quente sanitária	19
4.2. Necessidades de AQS sistema.....	19
4.3. Tipos de consumos esperados	20
4.4. Escolha de coletores para a aplicação	21
4.5. Circuito de tubagem de água.....	23
4.6. Tubagem de interligação Permutador Acumulador e Coletores Solares.....	23
4.7. Isolamentos térmicos das tubagens	24
4.8. Identificação das tubagens	25
4.9. Fluido térmico	26
4.10. Outros componentes.....	27
4.11. Controlo de qualidade materiais montados	29
5. ESCOLHA DE COMPONENTES E ESQUEMAS DE MONTAGEM.....	31
5.1. Esquema de montagem e funcionamento com ligação ao existente.	31

5.2. Termoacumuladores AQS.....	31
5.3. Módulo de estratificação SLM50HE	32
5.5. Vaso de expansão - Circuito primário e secundário	34
5.6. Misturadora termostática.....	34
5.7. Elementos de fixação e de guia e isolamento das tubagens.....	34
5.8. Sistema de controlo diferencial térmico automático.....	35
5.9. Válvulas de segurança de pressão	36
5.10. Purgadores.....	36
5.11. Válvulas anti retorno	36
5.12. Sistema de Anel de retorno AQS da instalação existente	36
5.13. Esquema de princípio.....	37
6. OBJETIVOS ESPERADOS COM O DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA SOLAR TÉRMICO.....	39
7. SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO.....	41
7.1. Edifício e implementação sistema.....	41
7.2. Levantamento de consumos segundo horários.....	42
7.2.1. Consumos mensais.....	42
7.2.2. Perfil de consumos	42
7.3. Dimensionamento do sistema com base em dados de consumo.....	43
7.3.1. Passos seguidos para conseguir executar o projeto.....	44
7.3.2. Gerador fotovoltaico	45
7.3.3. Inversores necessários para autoconsumo.....	46
7.3.4. Dimensionamento de cabos CC e AC.....	47
7.3.5. Análise de produtividade e perfil consumo.....	48
7.3.6. Planear e monitorização do sistema	49
7.3.7. Gráficos gerados pelo programa	49
7.3.8. Implementação no edifício dos módulos solares fotovoltaicos	52
7.3.9. Resumo dados do sistema	52
7.4. Cálculo rendimento do sistema.....	55
8. OBJETIVOS ESPERADOS COM O DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO.....	57
9. CUSTOS ESPERADOS DOS SISTEMAS	59
9.1. Custos do sistema de painéis solares térmicos AQS.....	59
9.2. Custos do sistema de painéis solares fotovoltaicos.....	60
10. CONCLUSÃO	61
11. REFERÊNCIAS / SITES CONSULTADOS.....	63
ANEXOS	65
Anexo 1. Levantamento de dados para a execução do projeto.	67
Anexo 2. Dimensionamento em 8 passos do sistema AQS	71
A2.1. Dimensionamento da tubagem.....	71
A2.2. Volume de acumulação	72
A2.3. Cálculo da área de coletores solares térmicos.....	74
A2.4. Cálculo do caudal do circuito primário	74

A2.5. Cálculo da secção da tubagem do circuito primário.....	75
A2.6. Cálculo da quantidade de fluído na instalação	76
A2.7. Cálculo do volume do vaso de expansão do circuito primário.....	80
A2.8. Cálculo do volume do vaso de expansão do circuito secundário	81
A2.9. Breve apreciação para dimensionamento recorrendo a estes passos.....	82
Anexo 3. Dimensionamento AQS recorrendo software SOLTERM	83
A3.1. Cálculos recorrendo a software SOLTERM	83
A3.1.1. Zona e concelho	83
A3.1.2. Obstruções, turbidez da atmosfera, albedo do solo.....	83
A3.1.3. Seleção de coletores, sistema, acumuladores e tipo de consumos.	84
A3.2. Seleção de acumuladores dados técnicos.	85
A3.3. Desempenho sistema térmico do projeto SOLTERM.	86
A3.4. Análise de custos do sistema instalado SOLTERM.	87
A3.5. Análise de desempenho emissões CO2 evitadas SOLTERM.	87
Anexo 4. Dados de equipamentos a usar no sistema.....	89
A4.1. Instalação solar térmica - equipamentos	89
A4.2. Requisitos necessários para a instalação dos painéis solares térmicos	89
A4.5. Depósitos de águas quentes sanitárias.....	91
A4.6. Outros Acessórios a incluir no sistema	91
A4.7. Controlo de qualidade	96
A4.8. Ensaios.....	97
A4.8.1. Testes equipamentos e tubagens de fluído	97
A4.8.2. Verificações gerais:	97
A4.8.3. Lista de equipamentos obrigatórios.....	98
Anexo 5. Dados de catálogos de tubagem a usar no sistema	101
Anexo 6. Dados de catálogos de vasos expansão a usar no sistema.	103
Anexo 7. Dados de catálogos de glicol a usar no sistema.....	105
Anexo 8. Dados de catálogos de coletores solares térmicos a usar no sistema.....	107
Anexo 10. Dados e certificados de coletores solares térmicos a usar no sistema / Dissipador sistema solar.	111
A10.1. Verificação da base dados dos coletores solares térmicos certificados, Solarkeymark	111
A10.2. Verificação dos certificados de cada coletor solar térmico	112
A10.2.1. Coletor solar Openplus - dados e certificado	112
A10.2.2. Coletor Solar Vulcano - dados e certificado	114
A10.2.3. Coletor solar NAU - dados e certificado	115
A10.2.4. Coletores Sonnenkraft SRK500 - dados e certificados	117
A10.3. Anexo comparação Coletores Solares Térmicos;.....	118
A10.4. Dissipador de calor do circuito Solar Térmico.....	123
Anexo 11. Desenho AUTOCAD de Esquema de Princípio.....	125
Anexo 12. Relatórios obtidos através programas de software SOLTERM.....	131
Anexo 13. Relatório Recorrendo sistema Software SCE.ER.....	137
Anexo 14. Relatório Fotovoltaico	141

A14.1. Relatório gerado pelo software SMA.....	147
--	-----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1- Localização.....	5
Figura 2- Tipologia e localização do edifício em estudo	5
Figura 3- Resultados obtidos pelo <i>software</i> Solterm	12
Figura 4- Resultados obtidos pelo <i>software</i> SCE.ER	13
Figura 5- Resultados ampliados obtidos pelo <i>software</i> SCE.ER.....	13
Figura 6- Localização coletores solares térmicos	15
Figura 7- Esquema de princípio montagem equipamentos	16
Figura 8- Esquema princípio com equipamentos existentes	17
Figura 9- Esquema princípio geral de equipamentos a aplicar	18
Figura 10- Carga térmica diária.....	20
Figura 11- Perfil de consumos diários de acordo horas do dia	20
Figura 12- Características e especificações técnicas Coletor Solar térmico SKR500	21
Figura 13- Vantagens do coletor Sonenkraft SKR500.....	21
Figura 14 - Tipos montagem com estrutura e dimensões do coletor solar SKR500	22
Figura 15 - Resumo de dados para implementação do sistemas solares.....	22
Figura 16 - Implementação coletores e tubagens	23
Figura 17- Esquema de principio equipamentos	31
Figura 18- Montagem e composição do módulo de estratificação Sonenkraft SLM50HE.....	32
Figura 19- Ligação e localização do Módulo AQS instantânea	33
Figura 20- Esquema de módulo AQS instantânea.....	33
Figura 21- Dimensões do isolamento de acordo com tubagens.....	35
Figura 22- Esquema sistema solar SOLTERM.....	36
Figura 23- Esquema de princípio	37
Figura 24 - Localização e áreas telhado plano	41
Figura 25- Fatura dos consumo energia elétrica.....	42
Figura 26 - Registo de consumos e carga a cada 15 minutos	42
Figura 27 - Base de trabalho mês de janeiro 2015	43
Figura 28- Introdução de dados referentes ao cabeçalho e localização	44
Figura 29- Características gerador fotovoltaico escolhido	45
Figura 30- Gerador Fotovoltaico selecionado	45
Figura 31- Tipo telhado orientação e inclinação.....	46
Figura 32- Características do Inversor selecionado.....	46
Figura 33 - Quadro da seleção dos inversores.....	47
Figura 34- Ligações cabos CC e AC.....	47
Figura 35- Escolha secção de cabos CC.....	48
Figura 36- Escolha secção de cabos CA.....	48
Figura 37- Autoconsumo anual esperado.....	48
Figura 38- Equipamentos necessários para monitorização	49
Figura 39- Taxa de autonomia mensal	50
Figura 40- Injeção na rede por mês.....	50
Figura 41- Sistema solar fotovoltaico - resultados	50
Figura 42- Resumo da ligação rede	50
Figura 43- Desempenho esperado	51

Figura 44- Perfil de consumos com e sem autoconsumo	51
Figura 45- Implementação de 130 módulos solares fotovoltaicos	52
Figura 46- Poupança efetiva	53
Figura 47- Comparação de custos eletricidade acumulados	54
Figura 48- Mostra de consumos face a horas do dia	54
Figura 49- Resumo anual de produção e autoconsumo sistema	54
Figura 50- Fatura real de consumos	55
Figura 51- Exemplo acumulador AQS	72
Figura 52- Exemplo de coletores planos	74
Figura 53- Tipos de grupos de circulação (caudal)	74
Figura 54- Exemplo acumulador solar	75
Figura 55- Fluido anticongelamento	76
Figura 56- Vaso expansão	80
Figura 57- Imagem seleção Concelho SOLTERM	83
Figura 58- Verificação área envolvente Solterm	83
Figura 59- Introdução dos dados do coletor	84
Figura 60 - Dados acumuladores e permutadores	84
Figura 61- Tipos de necessidades térmicas	85
Figura 62 - Tipo de cargas e consumos necessários ao longo dia	85
Figura 63- Tipo de energia de apoio	86
Figura 64- Desempenho energético do sistema	86
Figura 65- Desempenho económico sistema	87
Figura 66- Relatório emissões evitados de CO2	87
Figura 67- Extrato do catálogo Pinto & Cruz	101
Figura 68- Dados recolhidos base dados da Solar Keymark	111
Figura 69- Dados recolhidos base dados da Solar Keymark	111
Figura 70- Certificado tipo 1 com validade consoante o fabricante e modelo escolhido	112
Figura 71- Certificado tipo 2 com validade consoante o fabricante e modelo escolhido	113
Figura 72- Certificado tipo 3, com validade consoante o fabricante e modelo escolhido	114
Figura 73- Certificado consoante o fabricante e modelo escolhido	115
Figura 74- Certificado consoante o fabricante e modelo escolhido	116
Figura 75- Certificado com dados do modelo escolhido	117
Figura 76- Comparação desempenho de coletores programa Excel	118
Figura 77- Dados referentes Coletor Solar da Nau	119
Figura 78- Dados referentes Coletor Solar Openplus	119
Figura 79- Dados referentes ao Coletor Solar Vulcano	120
Figura 80- Resultado Coletor Solar Openplus	120
Figura 81- Resultado Coletor Solar Vulcano	121
Figura 82- Resultado Coletor Solar Nau	121
Figura 83- Resultado Coletor Solar Sonnenkraft	122
Figura 84- Catálogo dissipador de calor Troia	123
Figura 85- Esquema de princípio montagem componentes	126
Figura 86- Sistema solar térmico Circuito Primário	127
Figura 87 Sistema Solar térmico Produção AQS	128
Figura 88- Esquema de princípio de equipamento existente	129
Figura 89- Instalação existente	130

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1- Necessidades diárias de AQS -	19
Tabela 2- Coletores e estruturas selecionadas	22
Tabela 3- Tubagens em cobre	24
Tabela 4- Características do isolamento térmico com proteção UV ref. HT Armaflex s	25
Tabela 5- Composição propileno glicol concentrado	26
Tabela 6- Concentração, temperatura congelamento de Propileno Glicol.....	27
Tabela 7- Tipos de acumuladores usados	31
Tabela 8- Tabela tipo acumuladores.....	32
Tabela 9 - Características módulo estratificação Sonenkraft SLM 50HE.....	33
Tabela 10- Módulo produção de AQS.....	33
Tabela 11- Características Módulo AQS instantânea.....	34
Tabela 12- Vaso de expansão.....	34
Tabela 13- Isolamento necessário.....	35
Tabela 14 - Designação do gerador selecionado.....	45
Tabela 15 - Características do gerador selecionado	47
Tabela 16- Resumo do sistema	53
Tabela 17- Valor economizado anualmente com autoconsumo.....	55
Tabela 18- Orçamento do sistema solar térmico.....	59
Tabela 19- Orçamento do sistema solar fotovoltaico.....	60
Tabela 20 - Consumos diários referência do RCCTE da ADENE	72
Tabela 21- Cálculo de consumos esperados de AQS diários.....	73
Tabela 22- Secção de tubagem em função do número de coletores do sistema solar.	76
Tabela 23- Composição propileno glicol concentrado.....	93
Tabela 24- Concentração e temperatura congelamento de Propileno Glicol TYFOCOR.....	94
Tabela 25- Anexo Tabela tubo cobre diâmetro e preço	101
Tabela 26- Nota: Anexo tabela com vaso expansão solar para circuito primário	103
Tabela 27- Nota: Anexo tabela com vaso expansão solar para circuito primário	103
Tabela 28- Preço glicol para circuito primário.....	105
Tabela 29- Tabela com coletores do circuito solar térmico e estruturas	107
Tabela 30- Estruturas de suporte.....	109
Tabela 31- Documento do LENEG base dados do Solterm correspondente	113
Tabela 32- Base dados da Solterm Vulcano.....	114
Tabela 33- Base dados da Solterm NAU.....	117
Tabela 34- Dados recolhidos dos certificados cada construtor de coletores.....	118
Tabela 35- Referente ao selecionamento do dissipador de calor.....	123

SIMBOLOGIA

$C_{60^{\circ}\text{C}}$ = Consumo água esperada a 60°C em (l/dia) de AQS

$C_{45^{\circ}\text{C}}$ = Consumo água esperada a 45°C em (l/dia) de AQS

V = Volume de acumulação (l)

Nº coletores = Nº coletores a aplicar

Q = Caudal (l/h)

A = Área por coletor (m^2)

S_{ϕ} = Secção da tubagem (mm)

V_{ϕ} (diâmetro)mm = Volume esperado para tubo para determinado comprimento

$\pi = 3.14$

r = raio do tubo

c = comprimento linear tubo em (m)

$V_{30\% \text{ glicol}}$ = percentagem glicol 30% do circuito primário (l)

$V_{\text{VE Solar}}$ = Volume vaso de expansão solar esperado (l)

V_{CP} = Volume total do circuito primário (l)

V_{TC} = Volume total do interior dos coletores (l)

$V_{\text{VE acumulação}}$ = Volume expansão para a acumulação (l)

ABREVIATURAS

Abrev.

ADENE	-	Agência para a Energia
AISI	-	<i>American Iron and Steel Institute</i>
ANSI	-	<i>American National Standards Institute</i>
AQS	-	Águas Quentes Sanitárias
ASTM	-	<i>American Society for Testing and Materials</i>
CE	-	Comunidade Europeia
CFC's	-	Clorofluorcarbonetos
DIN	-	<i>Deutsches Institut für Normung</i>
DVGW	-	<i>Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches</i>
EN	-	Normas Europeias
HSST	-	Higiene e Saúde e Segurança no Trabalho
IP	-	Índice de Proteção
LNEG	-	Laboratório Nacional de Energia e Geologia
mm.c.a./m.	-	milímetros de coluna de água por metro
PED	-	Diretiva de Equipamentos Sob Pressão
Ph	-	potencial hidrogeniónico
PN	-	Pressão Nominal
RCCTE	-	Regulamento de Características de Comportamento Térmico Edifícios
RSECE	-	Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios
SOLTERM	-	<i>Software</i> de Cálculo para sistemas solares AQS e Fotovoltaicos
UV	-	Ultra Violeta

1. INTRODUÇÃO

1.1. Enquadramento

O presente documento serve como base de trabalho para obtenção de grau de Mestre.

Para garantir a sua execução este trabalho vai ser dividido em três grandes partes.(Sistema Solar Térmico, Sistema solar Fotovoltaico e Anexos)

Este trabalho tem como principal finalidade a produção de AQS (águas quentes sanitárias) e instalação de um sistema solar fotovoltaico para produção de energia elétrica com vista a autoconsumo. Este estudo serve como uma possível implementação num edifício de serviços sociais, um lar de 3^o idade localizado, em Mealhada, distrito de Aveiro, zona centro, Portugal.

Pretende-se que os sistemas projetados para o edifício tenham uma qualidade elevada e que os mesmos assegurem , maior eficiência energética em relação à situação atual e à legislação em vigor. O objetivo é de certa forma o edifício fique mais 'verde' em termos de emissões ou pegada ecológica.

Para a realização deste trabalho, foram ainda contempladas a seleção de componentes e materiais tendo em conta a qualidade, o custo de equipamentos, a manutenção e a durabilidade esperada. Calcularam-se as necessidades diárias tendo em conta os equipamentos atuais existentes no edifício bem como a necessidade do cumprimento dos regulamentos em vigor.

1.2. Objetivos específicos do trabalho

Neste trabalho é efetuado um levantamento de necessidades de produção de Águas Quentes Sanitárias (AQS) de forma a serem adaptados os equipamentos existentes. Recorrendo-se a uma percentagem igual ou superior a 55% da fração solar, garantindo-se o posicionamento e aproveitamento de energia solar como uma mais-valia. Será necessário o dimensionamento das redes condutoras de fluídos e adaptação e implementação aos seus traçados originais. Aproveitando-se ao máximo as condicionantes estruturais pré instaladas.

A redução de emissões CO₂, é outro grande objetivo. Trata-se de consciencialização e racionalização dos consumos de energia atuais do edifício. Pretende-se o retorno financeiro a curto/ médio prazo e ainda dimensionar um sistema de aproveitamento de energia solar fotovoltaica para a produção de energia elétrica. A meta centra-se no próprio autoconsumo da energia produzida, gerando desta forma uma redução direta ou indireta nas emissões CO₂ para o meio ambiente.

Finalmente o terceiro e último objetivo fixa-se na redução substancial dos custos mensais energéticos do próprio edifício com a utilização da energia renovável proveniente do sol.

Nesta procura de uma melhor eficiência energética, pode existir ainda a necessidade de rever e analisar a eficiência dos equipamentos e desempenhos diários, recorrendo a soluções de forma a garantirem por si só um aumento de eficiência energética.

1.3. Organização do projeto

O capítulo I, introdução.

Capítulo II, caracterização e levantamento da localização e condições gerais do edifício.

Capítulo III, referencia-se; seleção do software de acordo com as possíveis formas de cálculo para o sistema Solar Térmico de produção AQS, dimensionamento obtido, esquemas de princípio e implementação e abordagem aos componentes necessários.

Capítulo IV e V, abordam-se os de dimensionamento recorrendo ao Software Solterm para produção de AQS bem como a seleção de componente e equipamentos mais importantes e a explicação do seu funcionamento. A preparação e dimensionamento do sistema de AQS com recurso a um sistema solar térmico, atendendo aos componentes e equipamentos existentes, localização, preparação, seleção, novamente com o *software* SOLTERM, obtendo dados técnicos, tabelas de fabricantes e entidades que permitam comparação ou uso de esquemas.

Capítulo VI, é feita uma breve reflexão aos objetivos pretendidos e alcançados na produção de AQS.

Capítulo VII, centra-se no segundo objetivo de estudo que comporta o dimensionamento de um sistema solar fotovoltaico para autoconsumo. As cargas de consumo esperadas, são contabilizadas por forma a garantir um autoconsumo da energia elétrica. O objetivo visa a redução direta da dependência do consumo de energia elétrica da rede pública. Recorrendo a um Software próprio do fabricante SMA dimensionaram-se as necessidades energéticas, e em função desta análise, estuda-se a implementação do sistema solar fotovoltaico necessário à boa manutenção energética do edifício (seleção de componentes de acordo com as necessidades verificadas no edifício).

Capítulo VIII, é feita uma breve reflexão aos objetivos pretendidos e alcançados para produção do Sistema Solar Fotovoltaico de Autoconsumo.

Capítulo IX, contabilizou-se os custos referentes aos diferentes projetos para a implementação e realização da obra. Será incluída uma análise tendo em conta o investimento necessário e os prazos de retorno tendo em conta a manutenção e o bom funcionamento para os prazos esperados de vida útil de cada sistema, quer para o sistema solar térmico (quer para o sistema solar fotovoltaico).

Capítulo X, é apresentada a conclusão do presente estudo.

Finalizando, serão incluídos anexos, documentação e cálculos nas diferentes fases do projeto, sistema solar térmico ou sistema solar fotovoltaico. São apresentados esquemas de princípio e informações contempladas em relatórios gerados ao longo do estudo.

2. LEVANTAMENTO CONDIÇÕES ATUAIS DO EDIFÍCIO

2.1. Caracterização geral do edifício

O edifício em estudo possui dois pisos e um terraço.

Foram identificados como piso 0, piso 1 e um terraço plano, nos quais estão dispostos os diversos locais necessários ao adequado funcionamento de um edifício desta natureza.

Localização; em Mealhada (figura 1), distrito de Aveiro. Orientação solar a sul (trata-se de uma posição privilegiada) (figura 2).



Figura 1- Localização



Figura 2- Tipologia e localização do edifício em estudo

A cobertura onde se pretendem implementar os painéis solares térmicos é visitável e de fácil acesso, facilitando a manutenção do sistema. Trata-se de um edifício moderno com idade de construção inferior a 15 anos.

Esta instalação possui uma cobertura plana, que permite facilmente a aplicação de coletores. Este edifício possui ainda dois pisos (rés-do-chão e primeiro andar com cerca de 7 a 8 metros de altura do solo, cota zero).

Telhado plano e amplo com facilidade de implementação para os sistemas.

Área técnica suficiente para implementação e com facilidade de instalação dos equipamentos AQS solar. A distância entre a área técnica e a cobertura plana é curta e de fácil acesso dando a possibilidade de realização da instalação e implementação de todos os componentes necessários ao sistema.

Os diferentes pisos são compostos por diversos locais com distintas tipologias de funcionamento. O piso 0, é composto pelo, átrio, receção, cozinha, bar, lavandaria, escritórios, refeitório, salas de consulta e de espera, arrumos, direção, ginásio, zonas de lazer, vários casas de banho e quartos com casa banho privativa, corredores e zonas de acesso exterior. O piso 1, é composto por quartos com casas banho e arrumos. As instalações técnicas são exteriores ao edifício.

Entre os dois pisos, existem ainda escadarias e elevadores para acessos ao piso ou pisos.

Relativamente à parte técnica encontram-se pré instalados no edifício os seguintes equipamentos;

Caldeira a gás natural ROCA com 2 depósitos de 750 litros que permite a produção e acumulação de água quente sanitária (AQS).

Com o sistema solar térmico o objetivo pretende-se com a produção e fornecimento de AQS, captando a energia solar disponível nos coletores e transferindo-a através do uso de um fluido primário para um permutador calor de placas. De seguida recorre-se a um circuito de inércia, com recurso a um acumulador de 3000 l. Finalmente e recorrendo a um segundo permutador, onde se produzirá a AQS com ligação ao circuito secundário existente, com possibilidade de apoio na produção de AQS.

Consegue-se assim uma economia real em relação à utilização dos sistemas tradicionais de produção de AQS. Reduzindo-se os custos fixos de funcionamento relativos a esta energia bem como a dependência de custos dependentes das flutuações dos preços dos combustíveis fósseis ou de mercados exteriores energéticos.

Por forma a conseguir a caracterização do perfil de consumos diários para este edifício efetuou-se com recurso a uma base de cálculo tendo em conta o dimensionamento para a elaboração do sistema.

A captação de energia solar é conseguida por intermédio de coletores solares planos instalados no terraço, que é um dos locais privilegiados em relação exposição solar e às

adequadas orientações para obter uma grande rentabilidade e um excelente funcionamento do sistema.

2.1.1. Descrição das instalações e princípio de funcionamento

Como base deste trabalho elegeu-se um edifício destinado à permanência diária de 60 pessoas bem como de 20 a 40 funcionários para garantir o correto funcionamento dos serviços diários na vertente de um edifício de serviços, lar residencial. (Os vários tipos de consumos exigíveis face às necessidades constantes da instituição).

Salientam-se e detalham-se as principais necessidades;

A preparação de águas quentes sanitárias para utilização em banhos, máquinas de lavar roupa, máquinas de lavar loiça, AQS para as necessidades da cozinha (com vista a efetuar refeições para os residentes e trabalhadores nas instalações) bem como diversas incluindo outras utilizações diárias quer de limpeza do edifício ou higiene pessoal de todos os utentes.

No, anexo 1, podem ser consultados alguns dos dados para a execução do projeto.

3. CONDIÇÕES DE CÁLCULO E ESCOLHA DE SOFTWARE

3.1. Escolha de software de cálculo do Sistema Solar Térmico

3.1.1. Comparação e opção de escolha de software de cálculo

Software SCE.ER - versão 1.5.1.; versus software SOLTERM - versão 5.14.

Para efeitos de dimensionamento e após comparação entre softwares possíveis, não se escolheu o software SCE.ER face ao abaixo exposto.

Este software serve principalmente para efeitos de certificação energética que não é o atual propósito referindo a seguinte passagem do manual de utilização;

"O SCE.ER não é portanto um programa de apoio a Projecto de sistemas FER, excepto no sentido limitado em que estabelece os requisitos mínimos de Projecto e a compatibilidade deste com regulamentos. Não é também um programa concebido para pré-dimensionamento de sistemas FER, para fins pedagógicos ou científicos na área das Energias Renováveis"

Extraído do GUIA DE UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE SCE.ER de 21/12/2016, DGEG.

Apesar deste pressuposto, foi efetuado o registo para obtenção do mesmo, passando de seguida ao cálculo para verificar eventuais vantagens e desvantagens em relação ao software Solterm.

Encontraram-se os seguintes pontos de comparação negativos;

Não possui sistema de simulação, conforme o que se pretende escolher no mercado, sendo que originaria possivelmente, diferentes resultados de valores de cálculo ou então resultados diferentes, levando a conclusões com alterações significativas em termos de valores finais.

Este sistema tomaria ainda em conta outras situações energéticas do edifício(que também não são relevantes para este estudo).

Desta forma e após comparação entre ambos os softwares, optou-se por utilizar apenas os dados finais do sistema, com recurso ao Software SOLTERM 5.14, face a permitir maior quantidade de dados. Os resultados assim obtidos permitiram um aumento da qualidade deste trabalho no ponto de vista do autor.

Nota; a introdução de dados é limitada ao às possibilidades de cálculo de cada software.

3.1.2. Outros resultados obtidos recorrendo a outros sistemas cálculo

Para a realização deste estudo e além do software SCE.ER, recorreu-se a um dimensionamento manual constituído por oito passos e logo de seguida ao programa/software, SOLTERM 5.14, (licenciado ao autor). Para cada caso foram apresentados os resultados obtidos com os respetivos relatórios se existentes, segundo os dados introduzidos.

Assim para efeitos de dimensionamento final foi utilizado o sistema de cálculo manual por oito etapas e de seguida recorreu-se ao programa/*software*, SOLTERM 5.14.

Condicionalismos tidos aquando do dimensionamento:

- Para o cálculo dos consumos diários de AQS, foi usada a tabela indicada pela ADENE (Agência para a Energia) na pergunta L.17, das perguntas e respostas de RCCTE (Reglamento de Características de Comportamento Térmico), na edição de março de 2009, tendo sido considerado o numero de utentes simulado para uma instituição com as características visadas;
- O dimensionamento da superfície absorvente foi realizado de modo a obter-se no mínimo, uma fração solar de 55%, que visa ao retorno financeiro garantido. (independentemente da existência ou não da área disponível na cobertura/telhado para a colocação dos painéis solares);
- A Instalação de distribuição de água quente sanitária que pode ser instalação nova ou utilizada pré-existente sendo que teria de ser isolada pelo sistema de proteção mecânico, (chapa ou similar) com vista a garantir a devida proteção ao meio ambiente, aos animais e/ou a outras situações não contempladas.

Ocupantes

O número de ocupantes foi considerado de acordo com uma estimativa de uma instalação com os elementos esperados:

- 60 Ocupantes permanentes, higiene pessoal diária
- 40 Ocupantes, trabalhadores para funcionamento da instituição trabalhos diários.
- As necessidades de consumo de AQS estão descritas no anexo 1

Notar; As necessidades de preparação, confeção das refeições, higiene lavagem de louça e roupa, para bom funcionamento. Seguindo a tabela de consumos de referência para cada caso.

Foram considerados e efetuados cálculo segundo as normas com recurso a um processo manual com os passos referenciados pelo LENEG.

(Os cálculos efetuados em oito passos para o primeiro dimensionamento podem ser visíveis no anexo 2.

Disposições Gerais

Todos os equipamentos e acessórios adotados serão de boa qualidade, os painéis solares devem ser certificados de acordo com as normas EN 12975-1:2006 e EN 12975-2:2006, e possuírem ainda certificação Solarkeymark (entidade certificadora e reguladora de sistemas solares térmicos a nível mundial). Referir ainda que os acumuladores, devem respeitar normas

de construção e de instalação segundo as normas e legislação aplicáveis e especificações do fabricante.

Deverá ainda para o coletor solar térmico, ser adicionada a respetiva folha de características e certificação válida.

Notas sobre o projeto

Além dos elementos já referidos, iremos usar três coletores solares concorrentes para uma comparação de forma a permitir uma escolha devidamente fundamentada.

No anexo 10, podem ser consultados os dados e certificados de coletores solares térmicos a usar no sistema, tendo, assim, sido selecionado o coletor solar térmico da Sonenkraft, SKR500, face a uma comparação de desempenho e resultados obtidos.

No caso do espaço e área para aplicar coletores de painéis solares superior á disponível no local. Contemplando desta forma uma solução de acordo com os sombreamentos e distâncias ao melhor funcionamento do sistema.

A solução tem de prever sempre a interligação entre o sistema de preparação de águas quentes sanitárias existente com o novo sistema a instalar.

Notas sobre projeto

Além dos elementos já referidos e para efeitos comparativos e devido à escolha fundamentada. Foram utilizados três coletores concorrentes.

Face a uma comparação de desempenho e de resultados obtidos, anexo 10. Foi selecionado o coletor solar térmico da Sonnenkraft SKR 500.

Face aos coletores selecionados verificou-se não existir problemas de espaço para a aplicação nem sombreamentos, bastando contemplar as distâncias entre coletores.

A solução prevê a interligação entre o sistema existente e o novo a instalar.

3.2. Sistema de preparação de águas quentes sanitárias

Para a preparação das águas quentes sanitárias a consumir no edifício preconizou-se um sistema com painéis solares térmicos implementados numa cobertura plana que produzem energia para um acumulador de águas quentes sanitárias. A transferência térmica é feita recorrendo a um fluído bombeado que permite a permuta de calor para os acumuladores localizados na sala técnica. Nesta sala são assegurados os limites necessários para efetuar a manutenção, visitas de rotina e monitorizações necessárias ao longo do ano.

3.2.1. Dimensionamento

Seguindo os oito passos, do processo manual permite obter um rápido dimensionamento dos principais constituintes deste sistema solar de AQS.

Ver dimensionamento presente no anexo 2, para esta fase.

Para conhecimento dos resultados finais é sempre necessário verificar a quantidade real de energia solar obtida recorrendo a um sistema de registo e bases de dados com referência a um período anual. em conta também está o estudo da redução esperada dos consumos energéticos. estes dois fatores associados permitem calcular o retorno do investimento.

Para estes últimos cálculos será necessário o recurso a um *software* de simulação (tipo SOLTERM, conforme usado no anexo 12 e SER.CE, conforme usado no anexo 13).

3.2.2. Água Quente Sanitária (AQS)

Tendo em conta os resultados obtidos com o programa de cálculo SOLTERM (apresentados no anexo 12), referentes ao dimensionamento da instalação solar térmica para produção de água quente sanitária e com o apoio de uma caldeira a gás natural, a energia necessária para satisfazer as necessidades anuais de AQS é 113.706 kWh, dos quais 72.532 kWh são fornecidos pelo sistema solar e os restantes 41.174 kWh garantidos pelo sistema de apoio.

Garantindo uma percentagem de rendimento anual global de 48% do sistema, a fração solar fornecida esperada é de 63.8 % de AQS.

Retorno ao investimento previsto entre 11 a 12 anos após implementação (segundo sistema SOLTERM).

Com os relatórios obtidos e analisados com este *software* (vide anexo 12) pode-se efetuar uma conclusão; É de real interesse o investimento em energia solar térmica (figura 3).

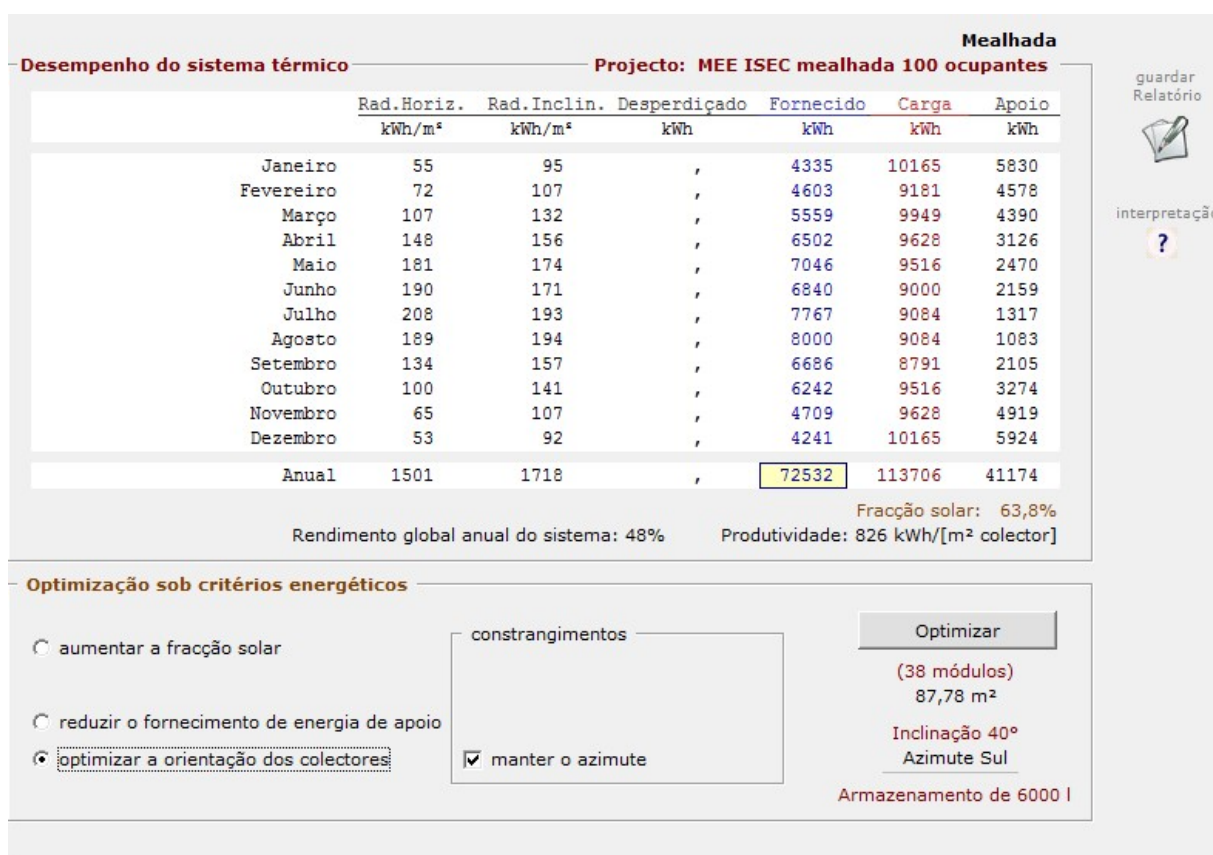


Figura 3- Resultados obtidos pelo software Solterm

Tendo em conta os resultados obtidos com o programa de cálculo SOLTERM, efetuou-se ainda a introdução dos valores e dados, da forma mais igual possível, face às limitações de introdução de dados de cada software em causa, que permitiu atingir os seguintes resultados no Software SCE.ER.

Referentes ao dimensionamento da instalação solar térmica para produção de água quente sanitária e com o apoio de uma caldeira a gás natural, a energia necessária para satisfazer as necessidades anuais de AQS é de uma produção de 98.038 kWh dos quais 76.019 kWh são fornecidos pelo sistema solar e os restantes 22.039 kWh garantidos pelo sistema de apoio. Correspondendo assim a uma percentagem de 78% de fornecimento de energia de fração solar e apenas de 22% de energia fornecida pelo sistema de apoio.

Após introdução dos valores e dados, foi possível atingir os seguintes resultados no Software SCE.ER.

Com os relatórios obtidos com este *software* (vide anexo 14) podemos efetuar a análise do interesse num investimento em energia solar térmica (figura 4 e 5).



SCE.ER





Relatório de simulação de desempenho de sistema solar térmico

1/2

Sumário

Instalação em Lar de Idosos (Mealhada)

38 coletores Sonnenkraft SKR500

» painel com 85,88 m² (inclinação 40° e azimute 0°)

» depósito de 4967 l, modelo Sonnenkraft PS5000E

Necessidades de energia: AQS

Energia útil solicitada: 98 039 kWh

- satisfeitas por origem solar 76 019 kWh 78% de fração solar

- satisfeitas pelo apoio 22 019 kWh 22%

Indicadores principais (sistema solar)

rendimento: 48%

produtividade: 885 kWh/m²

perdas: 8%

Local e clima

NUTS III: Baixo Mondego

Município: Mealhada

Local: Lar de Idosos

elevação: 80 m

albedo: 20%

obstruções do horizonte

azimute: E -85° -80° -75° -70° -65° -60° -55° -50° NE -40° -35° -30° -25° -20° -15° -10° -5° S

altura angular:

azimute: S 5° 10° 15° 20° 25° 30° 35° 40° NW 50° 55° 60° 65° 70° 75° 80° 85° W

altura angular:

Figura 4- Resultados obtidos pelo software SCE.ER

Necessidades de energia: AQS	
Energia útil solicitada:	98 039 kWh
- satisfeitas por origem solar	76 019 kWh 78% de fração solar
- satisfeitas pelo apoio	22 019 kWh 22%

Figura 5- Resultados ampliados obtidos pelo software SCE.ER

3.2.3. Controlo e automatização

O sistema solar térmico terá um controlador diferencial, pelo que a instalação funcionará de forma automática no entanto dependerá das condições de temperatura exteriores e da temperatura do acumulador assim como da radiação solar disponível no plano dos painéis. Este sistema estará associado ao pré-existente que funcionará como apoio em caso de necessidade. O objetivo será suprir as maiores necessidades AQS (águas Quentes Sanitárias). Serão reduzidos os custos anuais em despesas em energia e emissões gasosas poluentes.

3.2.4. Instalação elétrica

A instalação elétrica de alimentação aos equipamentos da instalação solar térmica, comando e controlo faz parte de toda a obra, incluindo, caminho de cabos, cablagem de potência, cablagem de comando, sensores, termóstatos, caudalímetros e outros componentes necessários para o bom funcionamento e calibração de todo sistema.

Em todas as instalações os fios condutores devem seguir as leis e aplicações que se encontram em vigor segundo os regulamentos legais. Estarão devidamente protegidos, não sendo também admitidas extensões ou ligações de diferentes aparelhos a uma mesma tomada de eletricidade. São sempre necessários quadros elétricos, identificações e proteções segundo os IP (índices de proteção) de acordo com o local e as normas e leis em vigor.

Todos os trabalhadores e instaladores terão obrigatoriamente de ter qualificações específicas; eletricitistas, instaladores solares térmicos, técnicos e responsáveis de obra. São as únicas pessoas qualificadas e autorizadas a efetuarem os diferentes trabalhos, tanto de supervisão e de acompanhamento. Como de componentes elétricos, onde se incluem as reparações e alterações em quadros, aparelhos e instalações elétricas, quer em tubagens, soldaduras, ligações, verificações, testes e ensaios.

Quando forem detetados materiais em mau estado, que coloquem em risco a instalação, terá obrigatoriamente de ser efetuado um registo e um aviso que alerte a manutenção e/ou o dono de obra. As únicas ligações a efetuar pelos trabalhadores serão sempre as contempladas para o bom funcionamento do sistema.

Em caso de acidente elétrico, devem ser seguidos os procedimentos HSST (Higiene, Saúde e Segurança no Trabalho):

- Desligar sempre em primeiro a corrente elétrica, afastar o acidentado do contacto empregando materiais isolantes (luvas de borracha, madeira seca etc.); se tiver conhecimento, iniciar imediatamente a respiração artificial; solicitar auxílio, sem interromper a respiração artificial.
- Todos os aparelhos que funcionam com a utilização de energia elétrica, devem estar dotados de ligação à terra.
- Sempre que forem detetadas passagens de corrente elétrica por mau isolamento ou qualquer outro defeito, o aparelho deve ser de imediato retirado de uso e alertada a respetiva manutenção.

3.2.5. Solução gráfica/ esquema de princípio

Para a solução gráfica é utilizado um esquema de princípio recorrendo ao *software* Autocad, (contemplando a instalação atual, respetivas ligações e soluções a apresentar tendo em conta dados de diâmetro das tubagens e componentes para o correto funcionamento do sistema).

Nas peças desenhadas devem-se encontrar inscritos todos os traçados da instalação, bem como os respetivos calibres das tubagens a instalar.

Desenhos de esquemas de princípio da instalação no (Anexo 11)



Figura 6- Localização coletores solares térmicos

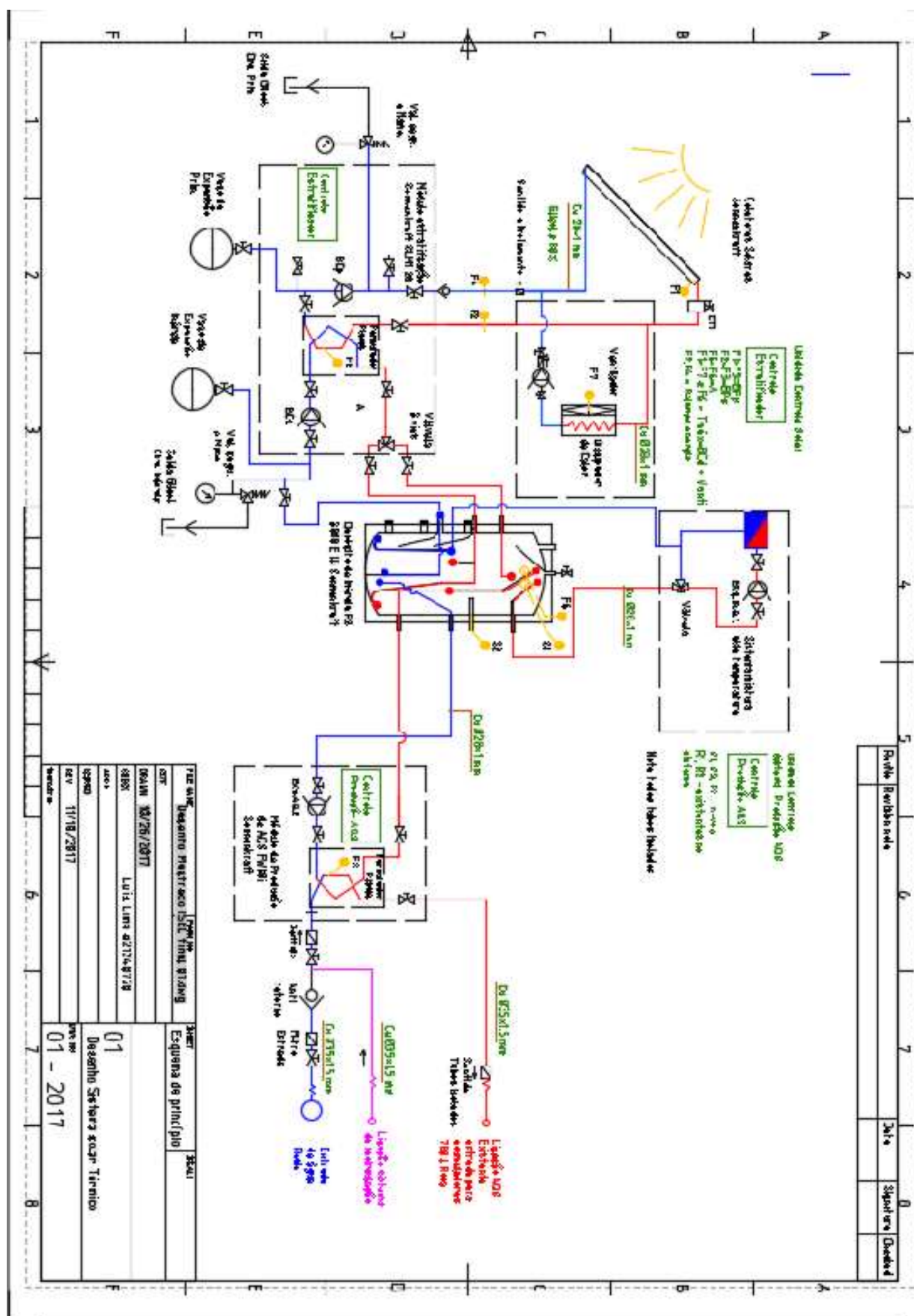


Figura 7- Esquema de princípio montagem equipamentos

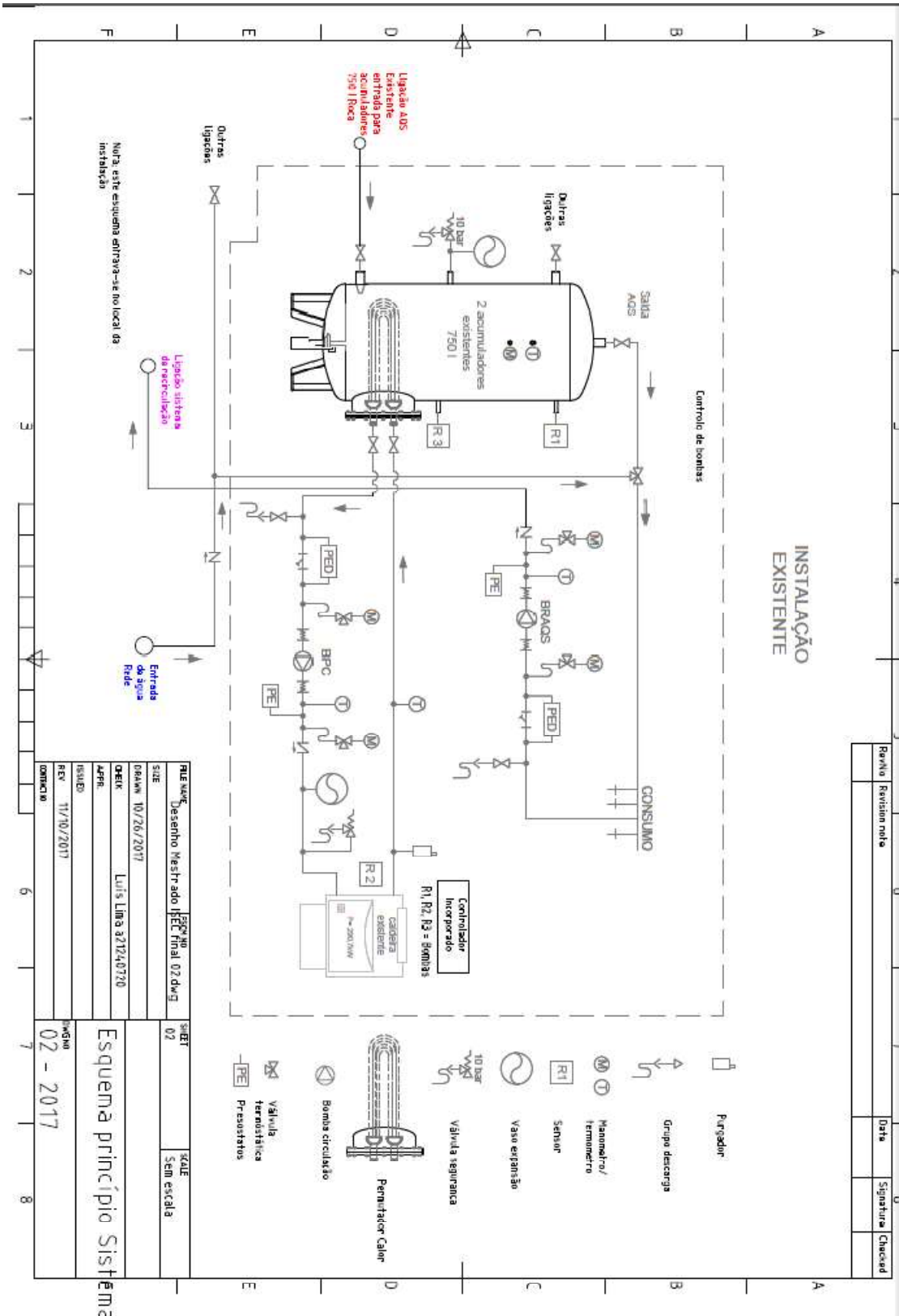


Figura 8- Esquema princípio com equipamentos existentes

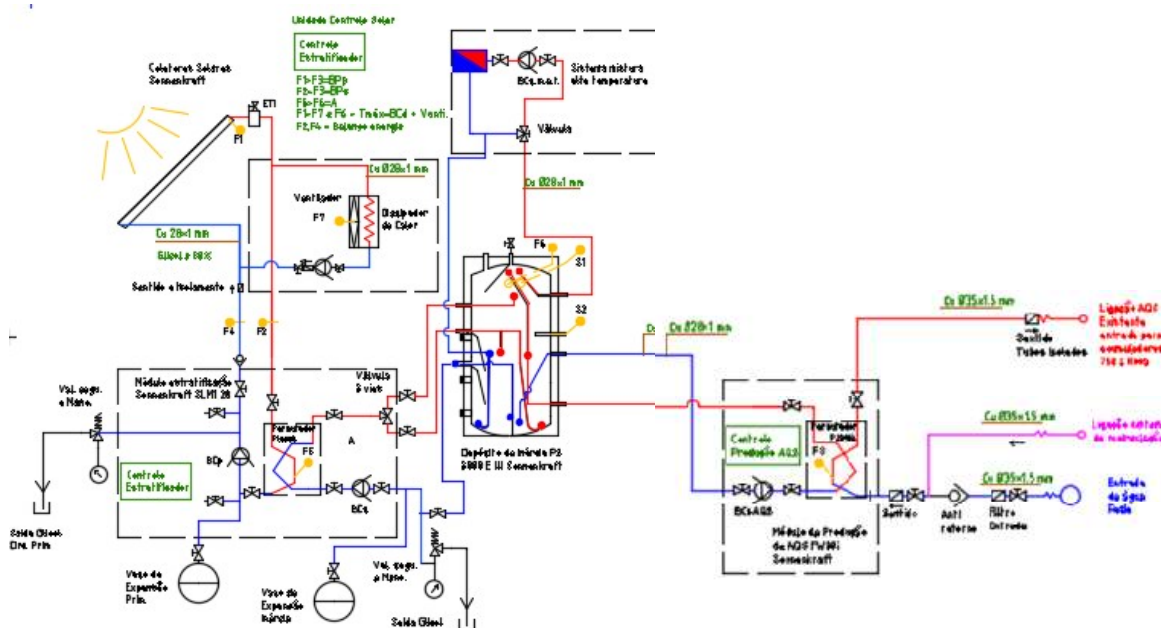


Figura 9- Esquema princípio geral de equipamentos a aplicar

3.3. Envolvente

Inexistência de sombreamentos ou de outros quaisquer problemas quer tanto de áreas como de espaço para implementação do sistema de acordo com as suas dimensões.

Existência de uma área em terraço plano para implementação dos painéis solares, módulos e respetivas estruturas.

Na zona de área técnica o espaço existente serve para a implementação dos diferentes equipamentos para as necessárias alterações.

4. SISTEMA DE PRODUÇÃO DE AQS

4.1. Sistema de produção de água quente sanitária

A produção e acumulação de água quente sanitária (AQS), será feita com recurso ao conjunto formado por um sistema solar térmico, depósito de AQS e sistema de inércia.

O sistema solar térmico tem como objetivo a produção e fornecimento de AQS, captando a energia solar e transferindo-a para a água de consumo. Desta forma assegura-se uma economia na utilização dos sistemas tradicionais de produção de AQS, reduzindo a fatura energética inerente às fontes de energia convenientes e a dependência das flutuações do preço dos combustíveis fósseis.

Os perfis de consumo deste edifício estão descritos na tabela 1e foram obtidos com base nas necessidades para nº ocupantes.

A captação de energia solar é realizada por intermédio de coletores solares planos instalados num local com exposição solar adequada, conforme as peças desenhadas e relatório energético (anexos 9, 11 e 12).

4.2. Necessidades de AQS sistema

De acordo com o descrito no anexo 1 e 2, obtiveram-se as necessidades esperadas diárias de AQS. Verifica-se o perfil de consumo diário que permite o cálculo médio para todo ano:

Tabela 1- Necessidades diárias de AQS -

Necessidades diárias AQS					
Necessidades de AQS	utilizadores	por cama	uso diário	refeição	lavandaria
Utilizadores permanentes	60	55 l		5l	5l
Pessoal auxiliar	40		10 l	5l	5l
Totais		3300	400	500	500
Total necessidades diário 60°C		4700			
Total necessidades diário 45°C		6000			

4.3. Tipos de consumos esperados

A partir do SOLTERM introduziu-se os dados de carga térmica para obtenção do perfil consumo diário:

editor de consumos de águas quentes

em arquivo
100 ocupantes mestrado

Origem da água para consumo:
☒ água nova ☐ reciclagem de água consumida

Temperaturas da água (°C)

abastecimento consumo

Jan Feb Mar Abr Mai Jun Jul Ago Set Out Nov Dez nominal

13 13 14 14 16 17 18 18 18 16 14 13 60 °C

sugerir temperatura da rede

Consumo de água especificado como ...
☒ valores horários absolutos ☐ perfil horário fixo com valor diário variável

repetir dados de Janeiro em todos os meses

apagar guardar sair (sem guardar)

Hora	Consumo
0 - 1	
1 - 2	
2 - 3	
3 - 4	
4 - 5	
5 - 6	
6 - 7	200 l (10,9 kWh)
7 - 8	500 l (27,3 kWh)
8 - 9	500 l (27,3 kWh)
9 - 10	400 l (21,9 kWh)
10 - 11	200 l (10,9 kWh)
11 - 12	300 l (16,4 kWh)
12 - 13	400 l (21,9 kWh)
13 - 14	500 l (27,3 kWh)
14 - 15	400 l (21,9 kWh)
15 - 16	300 l (16,4 kWh)
16 - 17	300 l (16,4 kWh)
17 - 18	300 l (16,4 kWh)
18 - 19	500 l (27,3 kWh)
19 - 20	500 l (27,3 kWh)
20 - 21	400 l (21,9 kWh)
21 - 22	200 l (10,9 kWh)
22 - 23	100 l (5,5 kWh)
23 - 24	

Total diário: 6000 l (327,9 kWh)

limpar dados

Figura 10- Carga térmica diária

Carga térmica: segunda a sexta

100 ocupantes mestrado

Temperatura nominal de consumo: 60°C (N.B. existem válvulas misturadoras)

Temperaturas de abastecimento ao depósito (°C):

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
	13	13	14	14	16	17	18	18	18	16	14	13

Perfis de consumo (l)

hora	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
01												
02												
03												
04												
05												
06												
07	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
08	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
09	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
10	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
11	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
12	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
13	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
14	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
15	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
16	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
17	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
18	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
19	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
20	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
21	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
22	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
23	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
24												
diário	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000

Figura 11- Perfil de consumos diários de acordo horas do dia

4.4. Escolha de coletores para a aplicação

Após a seleção dos perfis de consumo diário, passou-se à seleção de coletores.

Da escolha entre as quatro marcas e após a verificação individual das folhas de certificação usando o site Solarkeymark foi possível obter uma comparação direta dos mesmos dados. Resultado no anexo 10.

A escolha recaiu no coletor da SonnenKraft SKR500, com as características abaixo descritas:

Dados técnicos do SKR500 e SKR500L		
Modelo do coletor	SKR500	SKR500L
Tipo de coletor	Coletor plano para montagem no telhado	
Superfície bruta	2,57 m ²	
Área de abertura / superfície do absorvedor	2,26 m ² / 2,26 m ²	
Comprimento	2079 mm	1240 mm
Largura	1240 mm	2079 mm
Largura incl. ligação	1240 mm	2079 mm
Altura	95 mm	95 mm
Peso em vazio	38 kg	38,5 kg
Conteúdo do coletor	1,45 l	1,72 l
Ligações	18 mm em cobre soldado	
Placa do absorvedor	Absorvedor de superfície totalmente em alumínio; revestimento a vácuo altamente selectivo	
Tubagem hidráulica	Meandro	
Absorção (α) / emissão (ε)	0,95 / 0,06	
Caixa	caixa em alumínio embutida	
Isolamento térmico	Lã mineral de 50 mm	
Cobertura de vidro do coletor	Vidro solar de segurança temperado e baixo teor em ferro de 4,2 mm	
Factor de conversão η_0	0,82	0,79
Coefficiente térmico U_1	3,821	3,514
Coefficiente térmico U_2	0,0108	0,0147
Factor de correcção do ângulo 50°	0,96	0,96
Rendimento mínimo	525 kWh/m ² a	
Pressão máx. de serviço	10 bar	
Ligações hidráulicas	10 - 35 l/min	
Cablagem do módulo	máx. 12 unid. em paralelo	máx. 10 unid. em paralelo
Inclinação mínima do coletor	15°	
Inclinação máx. do coletor	75°	

Secção transversal SKR500

Dimensões

Figura 12- Características e especificações técnicas Coletor Solar térmico SKR500



Figura 13- Vantagens do coletor Sonenkraft SKR500



Figura 14 - Tipos montagem com estrutura e dimensões do coletor solar SKR500

As quantidades requeridas são retiradas dos cálculos efetuados com *software* (cálculo Solterm).

Tabela 2- Coletores e estruturas selecionadas

Coletores				
Fabricante	Referência	Tipo Coletor	Quantidade	Área total implement. (m2)
Sonenkraft	SKR500L	Plano	38	87,8
Sonenkraft	SSA45	Estruturas	78	2*38

Retiram-se as dimensões e as características fundamentais para a aplicação.

Em função do posicionamento do edifício, pode-se implementar a seguinte disposição dos coletores solares térmicos:

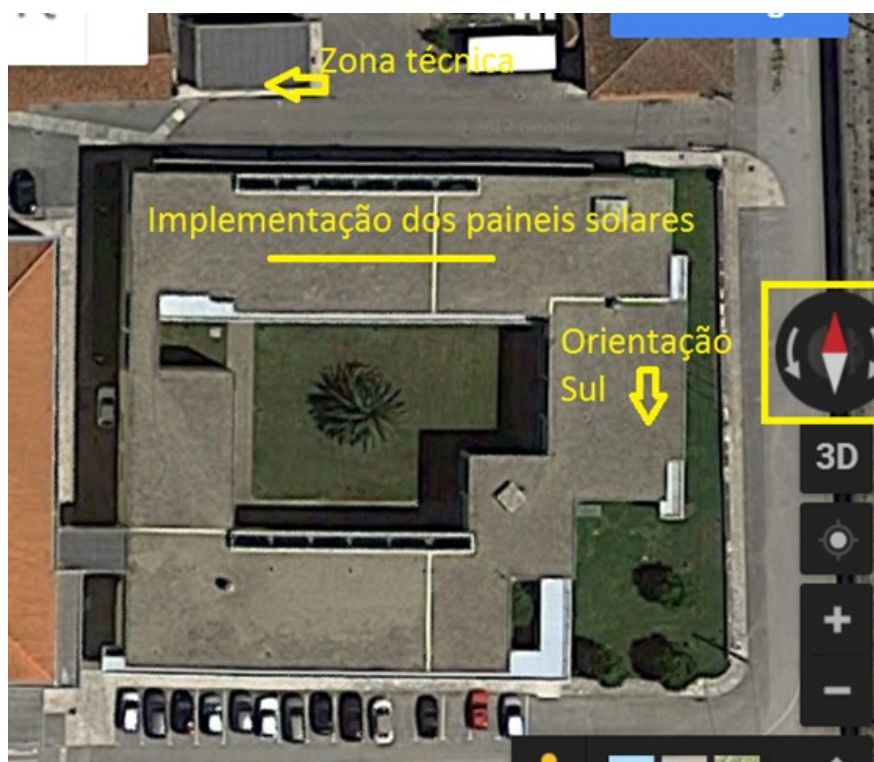


Figura 15 - Resumo de dados para implementação do sistemas solares

Os coletores devem ser aplicados com a orientação a sul, (face ao posicionamento de Portugal em relação ao equador). Assim, uma orientação ao Sul Geográfico permite o máximo rendimento do sistema.

Espaço e localização escolhida:

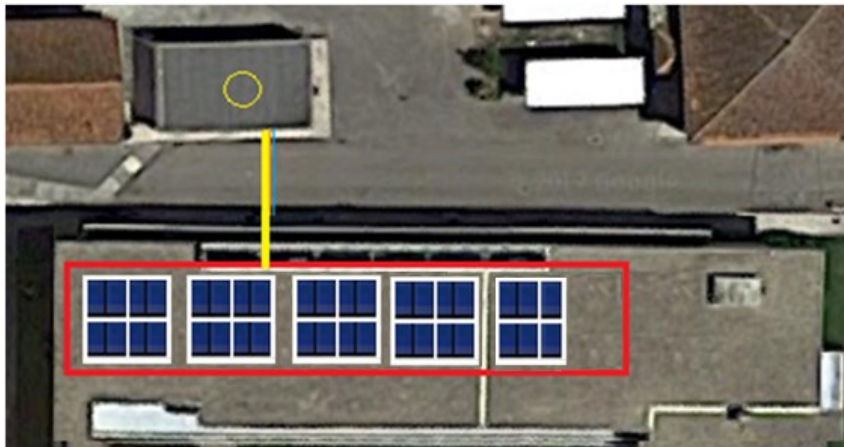


Figura 16 - Implementação coletores e tubagens

Os coletores Sonenkraft (SKR500) possuem elevado desempenho e são concebidos para instalações de grandes dimensões, atingem elevadas temperaturas do fluido térmico criando alto desempenho. São de instalação simples e de fácil montagem e apresentam grande relação custo/ rendimento.

4.5. Circuito de tubagem de água

O instalador deverá evitar poeiras ou resíduos de materiais dentro dos tubos. Deverá retirar as aparas provenientes da instalação. todo o circuito deverá ainda estar isento de sujidade.

4.6. Tubagem de interligação Permutador Acumulador e Coletores Solares

A tubagem a utilizar será própria para instalações solares térmicas e instalada em esteira metálica (sempre que não seja embebida).

Deverá ser de cobre fosforoso ($\text{Cu} \geq 99,95 \%$ e $\text{P} = 0,020$ a $0,035 \%$), desidratado, devendo estar em conformidade com as normas de especificação ASTM B-280/97. Tensão de rutura $\geq 240 \text{ N/mm}^2$. As soldaduras serão realizadas por soldadura, brasagem forte.

As ligações entre tubos serão efetuadas com os corretos acessórios por meio de soldadura.

As tubagens descarregarão o peso próprio e demais solicitações em dispositivos adequados de suporte e/ou ancoragem. As tubagens não deverão ser consideradas como possíveis suportes, sendo interdito prender um tubo ao outro, qualquer que seja o sistema de ligação.

Em todos os pontos altos do circuito de água deverão ser instalados purgadores de ar (automáticos ou manuais).

Em todos os circuitos, nos locais de cota mais baixa, deverão ser instaladas válvulas para drenagem completa e respectivas tubagens de ligação.

Nos percursos não instalados à vista, as redes de água serão isoladas termicamente. O isolamento térmico a utilizar vem definido no artigo correspondente.

Em cada travessia de parede, pavimento ou teto será prevista uma bainha plástica de um diâmetro superior ao tubo. Entre a bainha e o tubo será instalado um material isolante compressível.

Devem ainda ser previstos os sistemas de compensação de dilatação dos tubos, necessários para permitir a livre dilatação (ocorrerá sempre que a temperatura dos tubos subir por transmissão de calor da água quente).

Os dimensionamentos estão em consonância com o anexo 2.

Tabela 3- Tubagens em cobre

Tubagens				
Fabricante	Referência	Tipo Cobre	Quantidade	Comprimento m
Pinto & Cruz	Diam. 28*1 mm	Sistemas térmicos	200	200
Pinto & Cruz	Diam. 35*1,5 mm	Sistemas térmicos	80	80

4.7. Isolamentos térmicos das tubagens

Toda a tubagem, acessórios, válvulas e bombas serão isoladas. O isolamento será efetuado com coquilha de borracha sintética, isenta de CFC 's, incluindo barreira de vapor.

As espessuras do isolamento serão as representadas nas peças desenhadas e deverão dar cumprimento ao Anexo III do Dec. Lei 79/2006 - RSECE.

Quando as tubagens e componentes ligação estiverem instalados no exterior, às respetivas espessuras de isolamento será adicionado para os fluídos frios 20 mm e nos casos em que $DN > 60$ e 10 mm nos restantes casos de fluídos quentes e/ou frios.

As espessuras são válidas para um isolamento com condutividade térmica de referência, λ , de 0,040 W/m.K a 20 °C. Se forem utilizados isolamentos com condutividade térmica diferente, a espessura deverá ser corrigida na proporção direta do respetivo λ em relação à referência atrás indicada.

O isolamento inclui todos os acessórios, exceto quando estes tiverem de ser acessíveis ao utilizador (Apenas nas partes móveis específicas, por exemplo, manípulos de válvulas não isolados mas corpo das válvulas isolado).

O isolamento deverá:

- Ser justo à tubagem
- Ter uniões executadas de forma a não se degradarem no tempo
- Ser contínuo no atravessamento de paredes ou lajes ainda que existam mangas de atravessamento
- Ser contínuo nas zonas dos pendurais ou acessórios
- Ser contínuo nas abraçadeiras
- Ser protegido com forra mecânica adequada no caso de eventuais degradações, agressões mecânicas ou climatéricas

Todo o isolamento das tubagens instaladas no exterior terá de possuir proteção UV, por revestimento a chapa de alumínio (com 0,8mm de espessura para tubagens e de 1 mm para equipamentos, acessórios e restantes casos e identificadas regularmente) ou outra.

Os suportes das tubagens a aplicar, permitirão a natural dilatação das mesmas e evitar as pontes térmicas, ponto este sempre garantido noutras situações pela intercalação de isolamento térmico rígido entre o tubo e respetivo suporte. Excetuam-se os pontos fixos que eventualmente seja necessário estabelecer. Os suportes base das tubagens serão executados em perfilados metálicos devidamente metalizados.

Não será permitido o isolamento comum a dois tubos juntos.

Tabela 4- Características do isolamento térmico com proteção UV ref. HT Armaflex s

Temperatura máxima Ensaio segundo EN 14706, EN 14707, EN 14304	+ 150°C
Temperatura mínima Ensaio segundo EN 14706, EN 14707, EN 14304	- 50°C
Condutividade térmica a 40°C Classificação segundo EN ISO 13787 Ensaio segundo EN ISO 8497	$\lambda \leq 0,042 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$
Resistência à difusão do vapor de água Ensaio segundo EN 13469	$\mu \geq 4.000$
Reação ao fogo Classificação segundo EN 13501-1 Ensaio segundo EN ISO 11925-2	Euroclasse E
Resistência aos raios ultravioleta	Muito boa

4.8. Identificação das tubagens

As tubagens serão identificadas com cores segundo a norma NP 182 e as letras e algarismos segundo a norma NP 89, para identificação e codificação.

Limpeza das superfícies interiores

Antes dos ensaios de pressão e inspeção final, o interior dos tubos deverá ser cuidadosamente limpo, ficando isentos de calamina, livre de detritos, areia, salpicos de solda, tintas, óleos e outras matérias estranhas.

Ferramentas

As ferramentas a utilizar são; maçaricos, mangueiras, corta-tubos, alargadores, etc.

4.9. Fluido térmico

Será um propileno-glicol na concentração adequada à temperatura mínima histórica do local.

A composição do fluido térmico apresenta-se na seguinte tabela.

Tabela 5- Composição propileno glicol concentrado

Composto	% mássica	Função
Propileno glicol	92– 94	Anti congelante
Sais de ácidos orgânicos	3– 4	Proteção de metais ferrosos
Silicatos	< 1	Proteção do alumínio
Triazóis	≤0,2	Proteção de metais amarelos (cobre, bronze, latão)
Bórax (Borato de sódio)	1 – 1,5	Promotor de alcalinidade (estabilizador de pH)
Hidróxido de potássio	< 1	Promotor de alcalinidade (estabilizador de pH)
Água	3– 4	Solvente de inibidores
Estabilizadores, dispersantes, antiespumantes, corantes	0,1– 0,3	Estabilizador de dureza da água, inibidor de efusão e efervescência, coloração

Após a composição na tabela 5 existe a possibilidade de comparar as concentrações em função da temperatura de congelamento.

Caso a água congele pode aumentar 10% do seu volume o que poderia causar graves danos principalmente nos coletores solares por se encontrarem a efetuar transferência térmica com meio ambiente.

A água a usar deve ser desmineralizada com vista a não possuir resíduos ou componentes que possam interferir com a temperatura ou gerar sedimentos no interior das tubagens.

A viscosidade do fluido térmico deve ainda ser indicada para os sistemas de bombagem, face ao tipo viscosidade consoante as concentrações.

O fluido deve garantir estabilidade e concentrações a baixas e altas temperaturas.

Tabela 6- Concentração, temperatura congelamento de Propileno Glicol

Massa específica a 20 °C [kg/m ³]	TYFOCOR® L Concentração [% volúmica]	Ponto de congelação
1 023	25	-10 °C
1 029	30	-14 °C
1 033	35	-17 °C
1 037	40	-21 °C
1 042	45	-26 °C
1 045	50	-32 °C
1 048	55	-40 °C
1 055	100	< -50 °C

O circuito deste fluido é designado circuito primário e encontra-se em circuito fechado e normalmente sob pressão. Qualquer derrame ou saída deve ser recolhida para reservatórios por forma a preservar o meio ambiente.

4.10. Outros componentes

Permutador de placas – circuito solar

Permutadores de placas água/água com transmissão em contracorrente. Estrutura em aço macio com pintura “epoxi”, ligações em aço inox, placas em inox AISI/316 L e juntas em “high nitrile”.

Bombas circuladoras

As eletrobombas do circuito AQS serão centrífugas do tipo in-line de rotor imerso e em Bronze ou aço inoxidável.

As bombas devem de ser instaladas de modo a que o esforço da tubagem não seja transferido para a voluta da bomba.

As bombas colocadas no exterior devem ter classe de proteção IP 65.

Contador de Entalpia

Um contador, instala-se no circuito primário solar à saída dos coletores. Instalam-se ainda mais contadores, um no permutador e outro à saída dos depósitos acumuladores de inércia o último contador é instalado no módulo de produção AQS.

Purgadores de Ar

Em todos os pontos altos da tubagem serão aplicados purgadores automáticos e/ou manuais para saída do ar aí acumulado.

Os purgadores automáticos terão corpo em bronze, aço inoxidável ou ferro maleável com elementos interiores de aço inoxidável. São muito resistentes ao desgaste e à corrosão.

Permitem a recolha de impurezas e ainda a libertação de microbolhas do fluido térmico.

Válvulas de Descarga Periódica ou de Purga

Serão do tipo abertura de ¼” de volta, macho esférico.

Válvulas de Retenção

As válvulas anti-retorno serão de batente do tipo clapeta, de disco ou de charneira, fabricadas nos seguintes materiais: - corpo ferro fundido - batente aço inox - veio aço inox, ou em bronze.

Válvulas de Seccionamento

Não poderão possuir elementos plásticos. As válvulas serão PN 16, com sede em ferro fundido e/ou aço inox.

Todas as válvulas deverão ter placa identificativa. Deverão igualmente ter indicação do sentido de abertura.

Caudalímetro

Regulação do caudal do circuito solar;

Temperatura de funcionamento de 0 a 100°C;

Válvula de mistura termostática

Válvula misturadora termostática compacto desenhada para sistemas solares térmicos.

- Regulação de temperatura entre 30 a 65°C;
- Precisão de 2°C com pressões de entrada equilibradas;
- Válvula anti-retorno incorporada;
- Temperatura máxima admissível à entrada: 110°C;
- Pressão máxima de 10bar;
- Pressão de trabalho de 0,2bar a 5bar;
- Caudal máximo de 57L/min a 3bar;
- Caudal mínimo de 5L/min;
- Com sistema anti-leggionela

Proteção anti-queimaduras: no caso de interrupção do abastecimento de água fria, a válvula bloqueia imediatamente o fornecimento de água quente ($< 2s$). Segundo EN 1111 e EN 1287.

Controlador diferencial

Terá as seguintes funções (mínimas):

- Controlo diferencial da temperatura
- Indicação da temperatura dos painéis solares
- Indicação da temperatura do acumulador
- Proteção Anti-legionella
- Proteção anti-gelo
- Proteção excesso de temperatura
- Controlo da velocidade da bomba de circulação pela variação de frequência

Estrutura de fixação

Deverá ser adequada aos painéis solares térmicos. Os suportes de fixação dos painéis não deverão ter folgas e ser solidários ao telhado, com parafusos de fixação, conforme o procedimento indicado para o mesmo, caso contrário, o equipamento poderá cair em condições climáticas adversas.

As condições de suporte no telhado devem ser analisadas antes da instalação do mesmo.

Os suportes poderão ser em alumínio, aço galvanizado a quente ou em aço inoxidável AISI 316.

4.11. Controlo de qualidade materiais montados

Será efetuada pela FISCALIZAÇÃO uma inspeção visual, do sistema, verificando:

- A utilização dos materiais e acessórios especificados em projeto.
- A execução e estanquidade das uniões.
- A conformidade com a legislação em vigor.
- A conformidade da execução com as peças escritas e desenhadas do projeto

Todos os materiais aplicados deverão ser isentos de defeitos e obedecer ao determinado nas respetivas especificações, documentos de certificação e Normas Portuguesas em vigor.

Durante o decurso da obra serão realizados ensaios de Controlo de qualidade. A Fiscalização definirá o plano de realização dos ensaios.

Sempre que os ensaios levem à conclusão de que a instalação não se encontra com as características indicadas neste Caderno de Encargos, a Fiscalização optará por:

- Remoção das peças em más condições;
- Realização a expensas do Empreiteiro e de ensaios para avaliação do comportamento da instalação.

5. ESCOLHA DE COMPONENTES E ESQUEMAS DE MONTAGEM

Face aos resultados obtidos efetuamos a seleção de componentes e apuramento de respetivos custos.

5.1. Esquema de montagem e funcionamento com ligação ao existente.

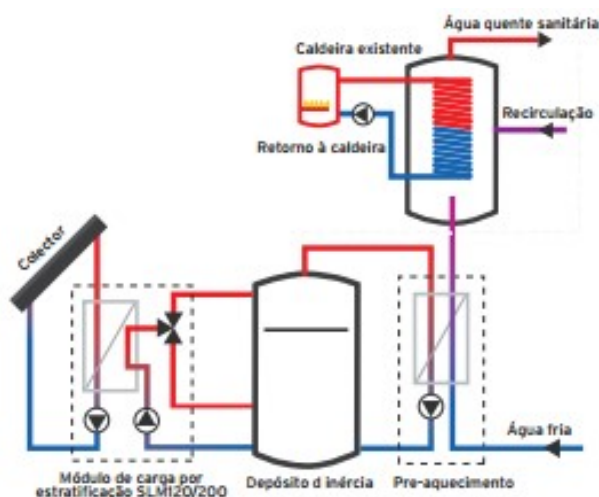


Figura 17- Esquema de princípio equipamentos

Para funcionamento automático existe um controlo que executa medições de temperatura, recorrendo a sondas de temperatura. A medição e comparação de diferencial de entre os pontos de maior e menor temperatura do circuito permite ligar e desligar as bombas de circulação movendo o fluido térmico, que funciona como transportador de energia entre os coletores (no avanço dos coletores) e de menor temperatura (no depósito de acumulação de inércia). Sondas colocadas nos coletores, no módulo de estratificação, no acumulador inércia, no dissipador calor, no módulo de produção e no acumulador, permitem saber valores instantâneos, permitindo ligar ou desligar as bombas face ao diferencial de temperatura que permita ganhos térmicos nos diferentes acumuladores otimizando o rendimento da instalação.

5.2. Termoacumuladores AQS

A água quente sanitária será armazenada na vertical, com dois acumuladores de 3000 litros cada. As necessidades de acumulação encontram-se calculadas no anexo 2.

Tabela 7- Tipos de acumuladores usados

Depósitos acumuladores ou inércia				
Fabricante	Referência	Volume	Quantidade	área coletor
Sonenkraft	PS3000E	3000l	2	40 m2 + 40 m2

Tabela 8- Tabela tipo acumuladores

Depósito dimensões e dados						
Fabricante	Referência	Volume	Quantidade	Peso sem isolamento	Diam.	Altura
Sonenkraft	PS3000E	3000l	2	295	1490 mm	2535 mm

Para a execução e ligações da instalação, são necessários diferentes acessórios e componentes.

O isolamento do acumulador é constituído por uma espuma de fibras rígidas de poliuretano injetado, livre de CFC que permite um isolamento de alta qualidade e resistente a humidades. Vai ainda ser instalada uma proteção catódica com ânodo de magnésio.

5.3. Módulo de estratificação SLM50HE

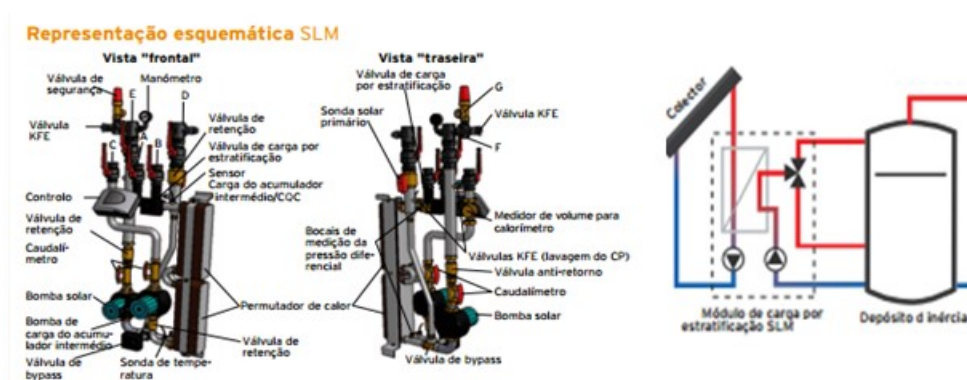


Figura 18- Montagem e composição do módulo de estratificação Sonenkraft SLM50HE

Para um correto funcionamento será usado um módulo de estratificação por cada acumulador. Da marca Sonnenkraft, modelo SLM50HE, de modo a permitir um funcionamento nos depósitos de inércia. Existirá a montagem de um módulo por cada depósito inércia e grupo de 19 coletores selecionados.

Este módulo permite uma carga estratificada do acumulador de inércia, uma regulação da velocidade da bomba do circuito secundário. Com o controlador solar SONNENKRAFT integrado, consegue-se a regulação da bomba circulação do circuito primário e secundário como possui velocidade regulável, permite um elevado desempenho e rentabilidade das cargas térmicas. Ao incorporar módulo de água quente permite o desempenho pretendido para o nosso caso de estudo. O módulo de carga por estratificação funciona em função da radiação solar. O módulo já é fornecido pré-montado a nível elétrico e hidráulico o que permite uma fácil instalação na sala técnica de forma compacta e uma fácil instalação.

Vão ser montados dois estratificadores um por cada acumulador de inércia.

Tabela 9 - Características módulo estratificação Sonenkraft SLM 50HE

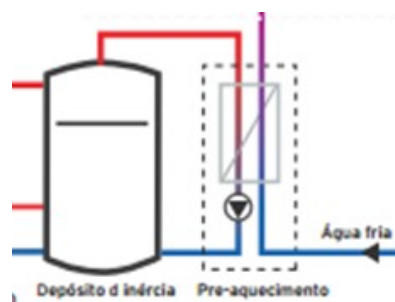
Módulo estratificação				
Fabricante	Referência	Potência	Quantidade	Pressão Max
Sonenkraft	SLM50HE	35 kW	2	6 bar

Tabela 10- Módulo produção de AQS

Módulo AQS instantânea			
Fabricante	Referência	Quantidade	Caudal 65º C
Sonenkraft	FWM30I	2	2-60 (l/min)

.5.4. Módulo de água quente instantânea

Para esta solução optou-se por dois módulos de água quente instantânea da marca Sonnenkraft modelo FWM30I, de modo a garantir a produção instantânea de AQS a partir dos depósitos de acumulação/ inércia.

**Figura 19- Ligação e localização do Módulo AQS instantânea**

Neste esquema podemos ver o abastecimento de água fria ao módulo e posteriormente a permuta entre o acumulador de inércia e a alimentação ao circuito já existente. Desta forma a água fria da rede de abastecimento será pré-aquecida, através deste módulo, antes de ser inserida no circuito. Este equipamento possui uma bomba de recirculação de AQS perfeitamente integrada e com possibilidade comunicação wireless com o módulo FWM30I.

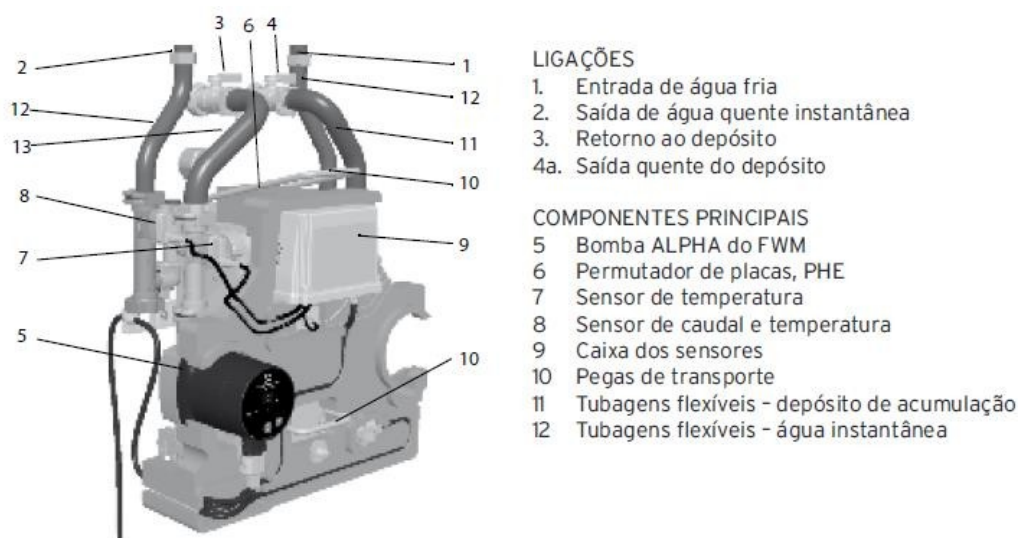
**Figura 20- Esquema de módulo AQS instantânea**

Tabela 11- Características Módulo AQS instantânea

Módulo AQS instantânea			
Fabricante	Referência	Quantidade	Caudal 65º C
Sonenkraft	FWM30I	2	2-60 (l/min)

5.5. Vaso de expansão - Circuito primário e secundário

A água ao ser aquecida dilata e aumenta de volume. Face a esta situação existe a necessidade de absorver esta mesma dilatação por forma a garantir que a expansão não origine um aumento de pressão do sistema. Assim, há necessidade de montar um vaso expansão para a água de inércia. Os dimensionamentos encontram-se no (anexo 2).

Os vasos de expansão são montados sempre na zona mais fria por forma a garantir a saída de ar e a não acumulação desde dentro do mesmo. Os vasos devem ficar fixos e isentos de vibrações e devem possuir mecanismos que facilitem a carga e permitir sempre que necessário a sua verificação.

Tabela 12- Vaso de expansão

Vaso Expansão				
Fabricante	Referência	Dimensão	Quantidade	Pressão Max./ Temp Max.
Caleffi	556250	250 l	2	6 bar / 120º C
Mecalia	DP/VSV	200 l	2	8 bar / 140º C

5.6. Misturadora termostática

O sistema atual já possui este equipamento.

5.7. Elementos de fixação e de guia e isolamento das tubagens

Todos os tubos devem ser bem fixos e isolados de forma a garantir duração e bom funcionamento, no entanto deve ser contemplado o espaço para a dilatação. Sendo assim os suportes têm de permitir os diferentes movimentos da dilatação térmica em todas as tubagens. O cuidado da montagem dos tubos e dos respetivos isolamentos devem garantir a ausência de pontes térmicas.

Todo o processo de isolamento das tubagens deverá permitir fácil visualização e uma vez que possui distâncias de montagem curtas entre componentes.

Nas tubagens pelas quais circula fluido quente aplicar-se-á isolamento térmico cuja espessura foi determinada de acordo com o anexo III, do dec. Lei nº 79/2006, de 4 de abril (RSECE). Todas as tubagens permitem uso de isolamento correto de acordo com tabela:

Dimensões: Diâmetros Internos de 6mm a 168mm, Comprimento de 2m e Espessuras técnico-crescentes D, F, H, M, R e T

Tubulação em Cobre Cu		Tubulação em Ferro Fe		Tubos AF/Armaflex®	D		F		H		M		R		T	
Ø Externo mm	Ø Nominal Polegadas	Ø Nominal Polegadas	Ø Externo mm	Diâmetro Interno Mín. - Máx. (mm)	Ref.	Espessura mm	Ref.	Espessura mm	Ref.	Espessura mm	Ref.	Espessura mm	Ref.	Espessura mm	Ref.	Espessura mm
6	1/4	-	-	7,0 - 8,5	D-06	6,0	F-06	9,0	H-06	13	M-06	19	-	-	-	-
10	3/8	1/8	10,2	11,0 - 12,5	D-10	6,5	F-10	9,0	H-10	13	M-10	19	-	-	-	-
12	1/2	-	-	13,0 - 14,5	D-12	7,0	F-12	9,5	H-12	13	M-12	19	R-12	25	-	-
15	5/8	1/4	13,5	16,0 - 17,5	D-15	7,0	F-15	9,5	H-15	13	M-15	19	R-15	25	T-15	32
18	3/4	3/8	17,2	19,0 - 20,5	D-18	7,0	F-18	10	H-18	13	M-18	19	R-18	25	T-18	32
22	7/8	1/2	21,3	23,0 - 24,5	D-22	7,5	F-22	10	H-22	13	M-22	20	R-22	25	T-22	32
25	1	-	-	26,0 - 27,5	D-25	7,5	F-25	10,5	H-25	13	M-25	20,5	R-25	25	T-25	32
28	1 1/8	3/4	26,9	29,0 - 30,5	D-28	7,5	F-28	10,5	H-28	13,5	M-28	21	R-28	25	T-28	33,5
32	1 1/4	-	-	33,0 - 35,0	-	-	-	-	-	-	M-32	21,5	R-32	27	-	-
35	1 3/8	1	33,7	36,0 - 38,0	-	-	-	-	H-35	14	M-35	21,5	R-35	27	T-35	35
38	1 1/2	-	-	39,0 - 41,0	-	-	-	-	-	-	M-38	22	R-38	27	-	-
42	1 5/8	1 1/4	42,4	43,5 - 45,5	-	-	F-42	11	H-42	14,5	M-42	22	R-42	27	T-42	35,5
48	1 7/8	1 1/2	48,3	49,5 - 51,5	-	-	F-48	11	H-48	14,5	M-48	22,5	R-48	27,5	T-48	37,5
54	2 1/8	-	-	55,0 - 57,0	-	-	F-54	11,5	H-54	14,5	M-54	23	R-54	28,5	T-54	38
60	2 3/8	2	60,3	61,5 - 63,5	-	-	F-60	11,5	H-60	15	M-60	23,5	R-60	29	T-60	39
64	2 1/2	-	-	65,0 - 67,5	-	-	F-64	11,5	H-64	15	M-64	23,5	R-64	29	T-64	39,5
76,2	3	2 1/2	76,1	77,0 - 79,5	-	-	F-76	11,5	H-76	15	M-76	24	R-76	30	T-76	40,5
80	3 1/8	-	-	81,0 - 84,0	-	-	F-80	11,5	H-80	15,5	M-80	24,5	R-80	30,5	T-80	41
88,9	3 1/2	3	88,9	90,5 - 93,5	-	-	F-89	11,5	H-89	15,5	M-89	24,5	R-89	30,5	T-89	41,5
101,6	4	3 1/2	101,6	105,0 - 108,0	-	-	F-102	11,5	H-102	15,5	M-102	25	R-102	31,5	T-102	42,5
-	-	4	114,3	116,0 - 120,0	-	-	F-114	12	H-114	16	M-114	25,5	R-114	31,5	T-114	43
-	-	5	139,7	142,0 - 146,0	-	-	F-140	12	H-140	16	M-140	26	R-140	32	T-140	44,5
-	-	-	-	162,0 - 167,0	-	-	H-160	16	M-160	26	R-160	32,5	T-160	45	-	-
-	-	6	165,1	170,0 - 176,0	-	-	-	-	H-168	26	M-168	32,5	R-168	45	T-168	45

Tolerância na espessura ± 1,0 mm ± 1,5 mm ± 1,5 mm ± 2,5 mm ± 2,5 mm ± 3,0 mm
Tolerância no comprimento ± 1,0%

Figura 21- Dimensões do isolamento de acordo com tubagens

Seleção de acordo com dimensionamento tubo Cu.

Tabela 13- Isolamento necessário

Isolamento				
Fabricante	Referência	Tipo Cobre	Quantidade	Espesura
Armaflex	T-28	Sistemas térmicos	200 m	33,5 mm
Armaflex	T- 35	Sistemas térmicos	80 m	35 mm

5.8. Sistema de controlo diferencial térmico automático

Este funcionamento está dependente das temperaturas quer nos coletores quer nos acumuladores. Face às necessidades do sistema, nomeadamente as diferenças de altura entre si, existem assim necessidades de bombagem entre os acumuladores colocados ao nível do solo e entre os coletores colocados no terraço (cota cerca de 8 m altura em relação solo).

Assim, ao serem colocados sensores de temperatura na zona superior dos coletores, bem como nos acumuladores um na zona superior e outro na zona inferior, recorrendo a bainhas isoladas, é possível gerir de acordo com o controlador diferencial térmico a gestão do sistema. Este permite ainda, de acordo com fabrico, dar informações quer de funcionamento quer de temperaturas reais, leitura imediatas, verificação, produção energia e ajuste entre outras funcionalidades.

Este controlador permite colocar as bombas circuladoras em funcionamento em função de um maior rendimento solicitado à instalação.

De notar que as temperaturas funcionam como sistema de informação e permitem a gestão do sistema, i.e., se é possível ou necessário colocar o sistema em funcionamento ou não.

De seguida encontra-se desenho esquema para cálculo no software SOLTERM.

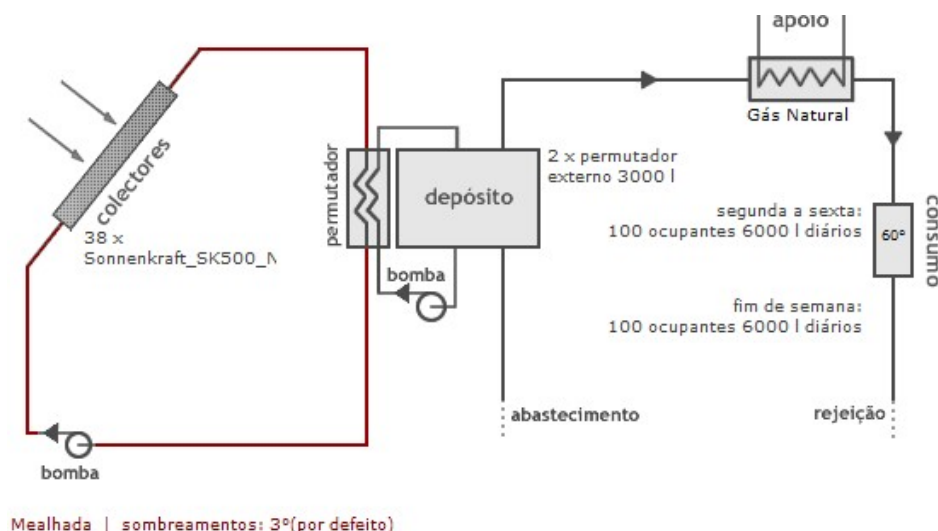


Figura 22- Esquema sistema solar SOLTERM

No local onde está indicado o apoio a gás natural encontra-se uma Caldeira Roca de Gás natural e 2 depósitos acumuladores de 750 l cada.

5.9. Válvulas de segurança de pressão

Atualmente é obrigatório limitar a pressão de qualquer circuito. Os circuitos estão sujeitos a variações de temperatura. Face ao elemento considerado de menor resistência, neste caso, a pressão mínima, devemos assim recorrer a uma válvula abaixo desse limite.

No catálogo da Caleffi existe a possibilidade de escolher componentes de segurança próprios para circuitos solares e de abastecimento de AQS.

5.10. Purgadores

Existe a necessidade de retirar todo o ar do circuito hidráulico e para tal o purgador deve ser instalado em zonas mais altas ou de acumulação de ar. Devem ter também características de circuitos solares.

5.11. Válvulas anti retorno

Uma válvula anti retorno permite a passagem do fluido num só sentido, impedindo-o de circular em sentido contrário.

5.12. Sistema de Anel de retorno AQS da instalação existente

Com este sistema existe a possibilidade de obter água quente em qualquer ponto de consumo do edifício, para tal basta que o sistema esteja preparado para garantir que as tubagens estão sempre com água quente disponível. Esta recirculação garante ao utente mais conforto e maior facilidade de uso do sistema.

Estas tubagens têm dependência de recirculação face à distância, ao isolamento da tubagem, e à diferença térmica admitida entre o início da rede e o local consumo mais desfavorável. Se considerar igual a 2°C a diferença térmica e um isolamento normalmente usado, estes caudais de recirculação podem ser calculados considerando um valor de 5 l/h por cada metro de tubo que constitui a rede de distribuição de água quente.

Esta situação já se encontra implementada nos equipamentos existentes no edifício.

5.13. Esquema de princípio

O esquema de princípio poder-se-á ver com mais pormenor no anexo 11.

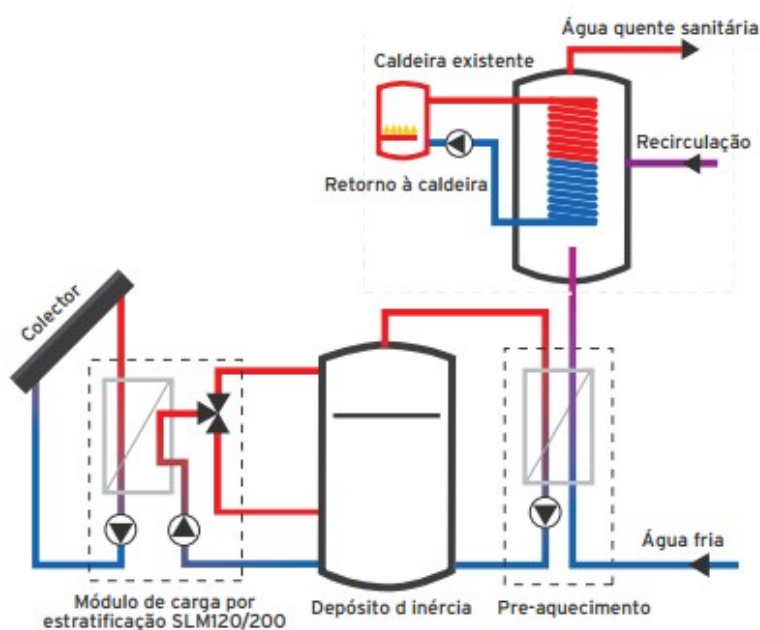


Figura 23- Esquema de princípio

Face a existência de 38 coletores solares, vão-se efetuar ligações de forma a garantir uma pressão igual em dois circuitos separados no telhado, cada circuito com 19 coletores. Serão colocadas as ligações de circuitos com máximo de 6 a 7 coletores em série com inversão entre entradas e saídas para equalizar a pressão entrada e saída.

As ligações serão executadas como esquema acima indicado com sistema pré-aquecimento água de alimentação dos depósitos existentes.

A estratificação é obtida em ambos os depósitos de 3000 l usando o sistema do módulo SLM50HE, conforme esquema de princípio do (anexo 11).

De notar que possuímos duas linhas de pré-aquecimento diferentes e permitem alimentar cada uma das secções dos depósitos acumuladores existentes de 750 litros. Estes acumuladores encontram-se ligados à caldeira de apoio a gás natural. Este sistema permite ainda outras soluções consoante as necessidades do edifício.

6. OBJETIVOS ESPERADOS COM O DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA SOLAR TÉRMICO

- O equipamento solar térmico, aplicado tem como objetivo permitir uma redução de emissões CO₂ diretamente na atmosfera, o que seria equivalente a um combustível fóssil de 23,50 ton CO₂ evitados (vide anexo 12).
- Redução de custos fixos de funcionamento, permitindo a amortização num prazo de cerca de 11-12 anos. (vide anexo12)
- Tempo de vida útil dos equipamentos esperada de 20 anos. (Possível troca de certos componentes, consoante desgaste ou avaria).
- A exposição solar e orientação não criam qualquer dificuldade na implementação.
- Em relação às áreas disponíveis e distâncias para aplicação de tubagens os acumuladores não criam qualquer dificuldade com a sua implementação.
- É permitida a integração com o sistema atualmente existente (anexo 11).
- Torna viável a demonstração de que um edifício de serviços como este pode ter uma menor pegada ecológica, nomeadamente na redução de emissões de CO₂.
- A rentabilidade desta aplicação pode permitir outros investimentos futuros com vista a preservar o edifício, melhorar desempenho, melhorar conforto, melhorar o funcionamento, permitindo melhorar a gestão de recursos energéticos e ainda recorrer a energias sustentáveis e renováveis tornando-se num espaço mais auto sustentável.

7. SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO

Neste Capítulo iremos abordar o segundo objetivo proposto inicialmente para este estudo, o dimensionamento de um sistema solar fotovoltaico de ligação para autoconsumo de energia elétrica.

Aplicação deste sistema revela-se importante, principalmente em edifícios como este, pois vão ajudar a diminuir custos fixos mensais de funcionamento associados à utilização de energia elétrica.

O edifício possui atualmente um consumo energético elevado face às necessidades para funcionamento. O consumo direciona-se essencialmente nas áreas de; climatização, lavandaria, cozinha, iluminação e funcionamento de equipamentos de limpeza, entre outras utilizações diversas diárias. Resumindo, o consumo originado por todos os equipamentos consumidores de energia elétrica instalados no edifício, tem um efeito mensal elevado em termos de custos financeiros. Estas necessidades são supridas recorrendo atualmente na sua totalidade à rede pública elétrica.

A energia produzida e gerada pelos painéis fotovoltaicos será sem grandes alterações absorvida na rede de consumo do edifício. Esta energia vai ser contabilizada num contador de produção que mede toda a energia produzida antes de ser consumida na rede do edifício.

Os requisitos atuais para autoconsumo encontram-se no decreto-lei nº153/2014 DR nº202/2014 Série 1, que simplifica o regime jurídico aplicável à produção de eletricidade por intermédio de instalações de pequena potência.

Em caso de venda para a rede pública, o valor da tarifa em função da energia produzida será remunerada segundo as condições de mercado existentes por kWh definido pela ERSE - Entidade Reguladora do Sector Energético e aplicável pela EDP Serviço Universal - Comercializador de Último Recurso.

7.1. Edifício e implementação sistema



Figura 24 - Localização e áreas telhado plano

O levantamento das condições do edifício anteriormente efetuado para o sistema solar térmico repete-se para o sistema solar fotovoltaico.

7.2. Levantamento de consumos segundo horários

Para executar esta tarefa iniciou-se um pedido de registo consumos na EDP (Elettricidade de Portugal). Com base neste perfil de consumos efetuou-se um levantamento das necessidades do sistema com vista ao correto dimensionamento.

O registo efetuado foi de um ano e os dados revelados encontram-se no (Anexo 14).

7.2.1. Consumos mensais

Dados de fatura correspondente aos consumos.

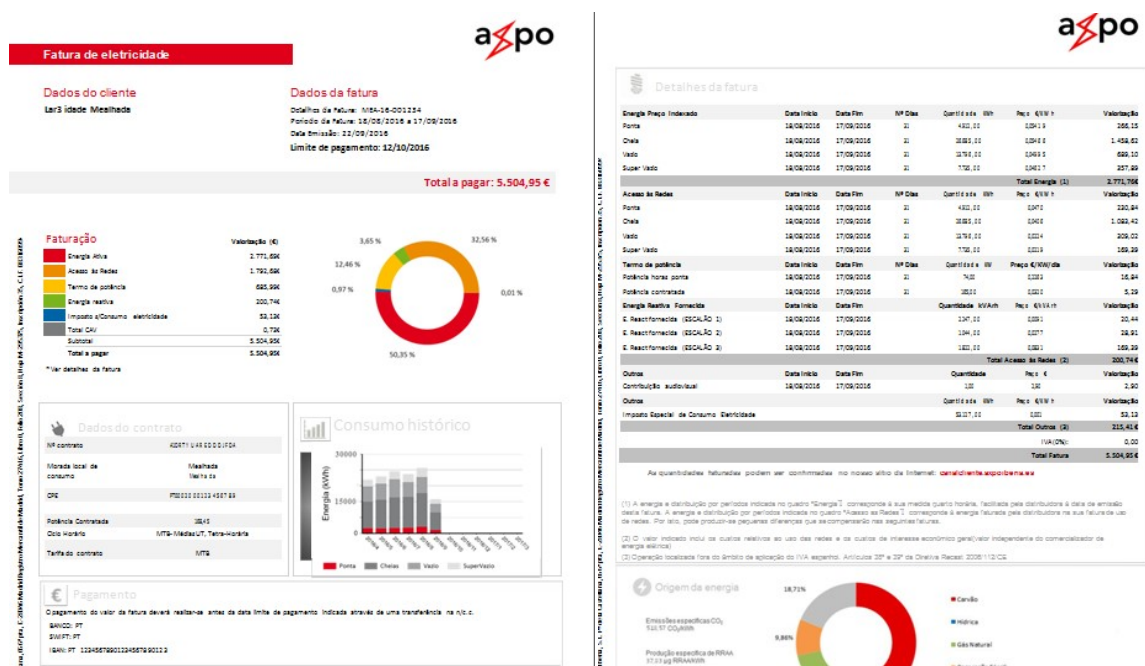


Figura 25- Fatura dos consumo energia elétrica

7.2.2. Perfil de consumos

Com base nos dados solicitados e depois fornecidos:

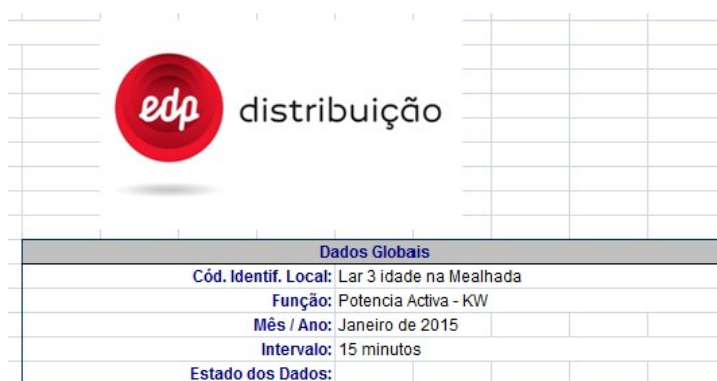


Figura 26 - Registo de consumos e carga a cada 15 minutos

Foi possível efetuar um perfil de consumos;

Exemplo;

Registo durante 1 ano, com intervalos de 15 minutos (parte do registo mensal de janeiro), sendo posteriormente gerado o gráfico com o perfil de consumos mensal entre janeiro e dezembro 2015.

A figura 27, que se segue, corresponde ao mês de janeiro:

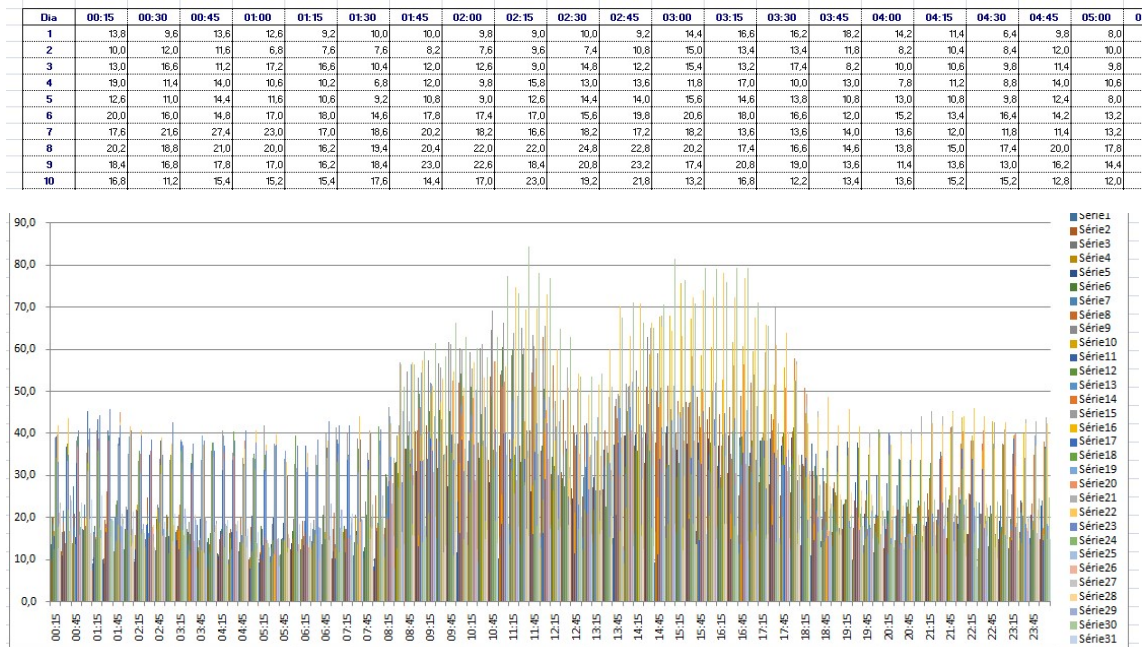


Figura 27 - Base de trabalho mês de janeiro 2015

Consumos mensais somados informam que consumo anual ronda, conforme anexo 14;

Anual = 350.000 kWh

7.3. Dimensionamento do sistema com base em dados de consumo.

Para se poder efetuar um cálculo de consumo real recorreu-se ao sistema de software online disponibilizado pela SMA, Sunnydesign Web, concebido para cálculo de sistemas solares fotovoltaicos. (Anexo 14).

7.3.1. Passos seguidos para conseguir executar o projeto

Figura 28- Introdução de dados referentes ao cabeçalho e localização

Local da instalação - Mealhada, Aveiro, Portugal;

O sistema apenas permite introdução em Portugal do Porto como local mais perto da realidade:

- Região- Sul da Europa
- País- Portugal
- Local- Porto (local mais próximo que o software tem)
- Nível de tensão- Baixa tensão
- Tensão de rede- 230 V (230 V / 400 V)

Temperaturas de configuração:

- A temperatura mínima é 1 °C;
- A temperatura de dimensionamento é 19 °C;
- A temperatura máxima é 34 °C.

Consumos anuais e tipo instituição:

- Funcionamento contínuo;
- Consumo anual 350.000 kWh

7.3.2. Gerador fotovoltaico

Após análise foi selecionado um gerador fotovoltaico e foi incorporado na base de dados do software do sistema. As características são as abaixo expostas;

Informações sobre o módulo FV				
Os dados foram retirados da ficha técnica do fabricante. As informações não dispensam a sua verificação.				
Fabricante	Risen Energy Co. Ltd.	Tecnologia de células	poly	
Módulo fotovolta.	SYP250P-60 (UL) (12/2013)	Certificação	UL	
Características eléctricas		Coeficientes de temperatura		
Potência nominal	250,00 Wp	Tensão MPP	---	---
Tolerância da potência	-0,00/+3,00 %	Tensão de circuito aberto	-0,3300 %/°C	-123,1 mV/°C
Tensão MPP	30,30 V	Corrente de curto-circuito	0,0330 %/°C	2,94 mA/°C
Corrente MPP	8,26 A	Degradação por envelhecimento		
Tensão de circuito aberto	37,30 V	Tolerância da tensão de circuito aberto	0,00 %	
Corrente de curto-circuito	8,90 A	Tolerância da tensão MPP	0,00 %	
Tensão permitida do sistema	600,00 V	Tolerância da corrente MPP	0,00 %	
Rendimento do módulo FV (STC)	15,37 %	Tolerância corrente de curto-circuito	0,00 %	
Recomendação de ligação à terra	Nenhuma ligação à terra	Informações complementares		
Características mecânicas		Módulo FV actual	Sim	
Quantidade de células no módulo FV	60	Módulo fotovoltaico próprio	Não	
Largura	992 mm	Favorito	Não	
Comprimento	1640 mm	Comentário		
Peso	19,50 kg			
Conector de ficha	MC4 compatível			

Figura 29- Caraterísticas gerador fotovoltaico escolhido

Tabela 14 - Designação do gerador seleccionado

Gerador Fotovoltaico seleccionado				
Fabricante	Referência	Tipo Coletor	Quantidade	Potencia pico kWp
Risen Energy CO Ltc	SYP250P-60 (UL) (12/2013)	POLY	130	32,5

Geradores fotovoltaicos				
Nome	Fabricante / módulo fotovoltaico / electrónica de módulos		Número de módulos fotovoltaicos/potência de pico	Alinhamento / tipo de montagem
1 Gerador fotovoltaico 1	Risen Energy Co. Ltd.	SYP250P-60 (UL) (12/2013)	130 módulos fotovoltaicos 32,50 kWp	 0° 30°
+ Adicionar gerador FV				

Figura 30- Gerador Fotovoltaico seleccionado

A montagem e inclinação bem como orientação teve de ser seleccionada.



Figura 31- Tipo telhado orientação e inclinação

Face ao edifício, seleccionamos os dados:

- Telhado plano
- Orientação a sul
- Inclinação a 30°

7.3.3. Inversores necessários para autoconsumo

Após análise foram seleccionados dois inversores, incorporados na base de dados do software do sistema. As características são as abaixo descritas em ilustração.

Informações sobre o inversor			
Inversor	STP 15000TL-30	Grandezas de entrada	
Dados gerais		Potência CC máx.	15,33 kW
		Tensão máx. de entrada	1000 V
		Tensão atribuída de entrada	600 V
		Tensão mín. de entrada	150 V
		Tensão de arranque	188 V
		Tensão MPP máx.	800 V
		Corrente máx. de entrada por rastreamento MPP	33 A / 33 A
Rendimento		Corrente máx. de curto-circuito por rastreamento MPP	
		Strings por entrada MPP	3 / 3
		Grandezas de saída	
		Potência aparente CA máx.	15,00 kVA
		Potência atribuída	15 kW
		Factor de desfasamento mín. (valor)	0
		Intervalo de tensão nominal CA	160 - 280 V
		Frequência de rede CA	44 - 65 Hz
		Fases de injeção na rede	3

Figura 32- Características do Inversor seleccionado

Tabela 15 - Características do gerador selecionado

Inversores				
Fabricante	Referência	Potencia CC max	Quantidade	Potencia aparente CA max
SMA	STP 15000 TL-30	15,33 kW	2	15,00kVA

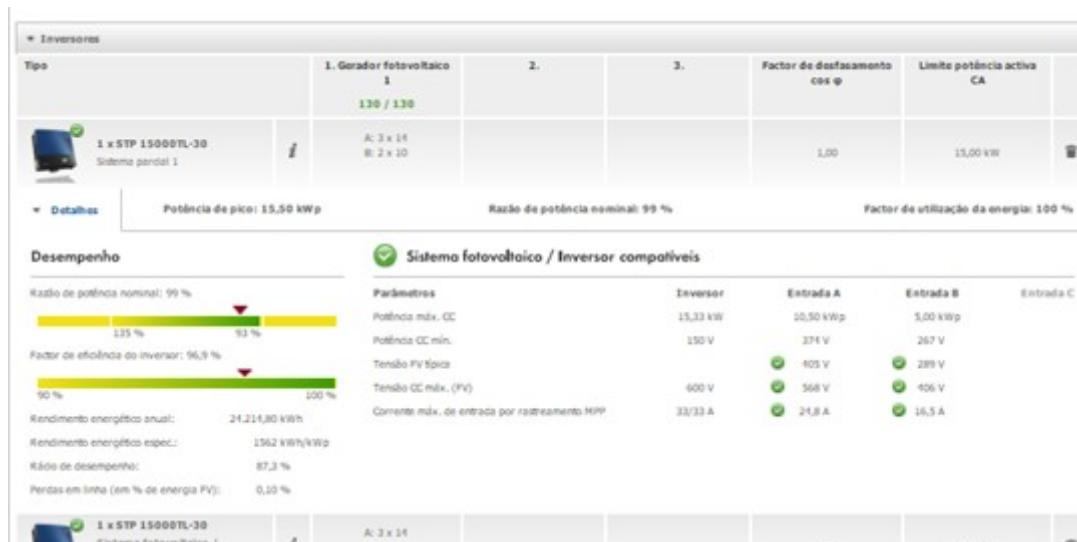


Figura 33 - Quadro da seleção dos inversores

Pela imagem pode-se verificar que o desempenho face aos módulos distribuídos pelas strings, num inversor (3*14+2*10) e noutro inversor (3*14+2*13), num total de 130 módulos, permitem um desempenho correto e dentro dos valores requeridos.

7.3.4. Dimensionamento de cabos CC e AC

Para dimensionar os cabos:

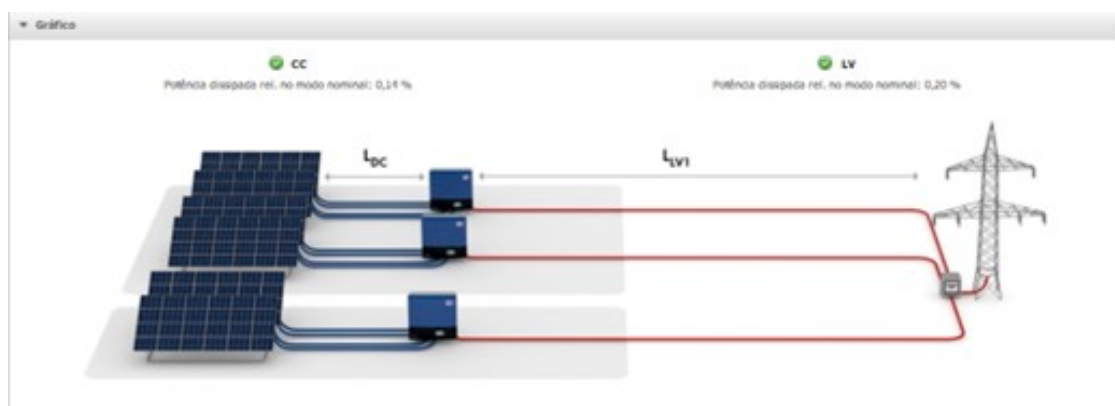


Figura 34- Ligações cabos CC e AC

Os cabos CC são os que ligam os módulos solares fotovoltaicos ao inversor. (no esquema as linhas a azul). Cabos de CC, parâmetros importantes, distâncias, secção e material condutor.

		Cabos de CC	Cabos LV1	Cabos LV2	Cabo LV3					
		Material do cabo		Comprimento simples	Secção	Corrente	Tensão	Queda de tensão	Potência dissipada rel.	
ISEC final lar 3 idade									0,14 %	✓
Projecto parcial 1									0,14 %	✓
1 x STP 15000TL-30 Sistema parcial 1	A	Cobre		10,00 m	6 mm²	28,66 A	609,4 V	547,8 mV	0,13 %	✓
	B	Cobre		10,00 m	6 mm²	19,11 A	292,4 V	547,8 mV	0,19 %	✓
1 x STP 15000TL-30 Sistema parcial 2	A	Cobre		10,00 m	6 mm²	28,66 A	609,4 V	547,8 mV	0,13 %	✓
	B	Cobre		10,00 m	6 mm²	19,11 A	380,2 V	547,8 mV	0,14 %	✓

Figura 35- Escolha secção de cabos CC

Os cabos CA são os que ligam o inversor ao ponto autoconsumo ou injeção na rede. (no esquema as linhas a vermelho). Cabos de CA, parâmetros importantes distâncias, secção e material condutor (no esquema a vermelho).

		Cabos de CC	Cabos LV1	Cabos LV2	Cabo LV3					
		Material do cabo		Comprimento simples	Secção	Corrente	Tensão	Queda de tensão	Potência dissipada rel.	
ISEC final lar 3 idade									0,20 %	✓
Projecto parcial 1									0,20 %	✓
1 x STP 15000TL-30 Sistema parcial 1		Cobre		50,00 m	25 mm²	65,22 A	3 ~ 230 V	747,8 mV	0,33 %	✓
		Cobre		10,00 m	25 mm²	65,22 A	3 ~ 230 V	149,6 mV	0,07 %	✓

Figura 36- Escolha secção de cabos CA

Na presente situação interessa manter as perdas dos cabos CC e CA no valor de resistência mais baixo possível por forma a garantir um maior desempenho do sistema.

7.3.5. Análise de produtividade e perfil consumo

Na imagem a seguir podemos verificar a simulação da produção esperada anual, de acordo com as escolhas efetuadas.

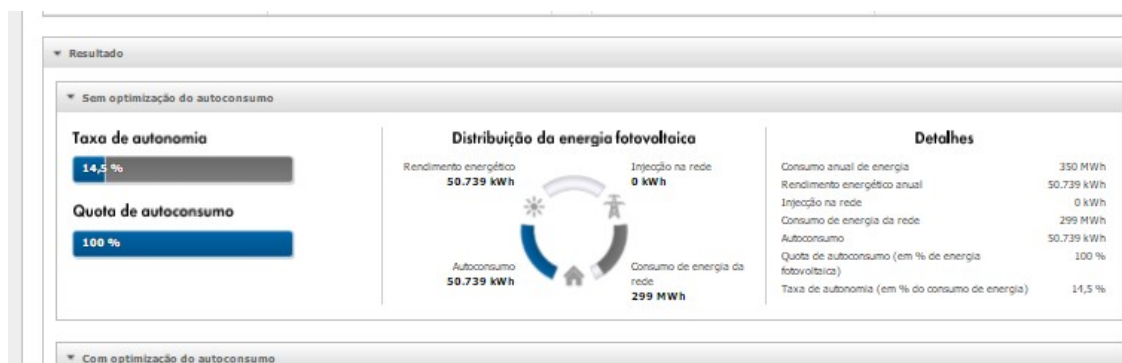


Figura 37- Autoconsumo anual esperado

7.3.6. Planear e monitorização do sistema

Para uma monitorização do sistema e obtenção das funções pretendidas, será necessário contemplar sistemas de comunicação quer de hardware quer de software. Assim sendo é possível analisar eventuais falhas, gerir distância, equipamentos, analisar produção e ter base dados entre outras funcionalidades. Para a realização destas funções é obrigatório possuir ligação à internet:

- Melhorar e otimizar o autoconsumo
- Efetuar uma análise dos consumos e controlo de equipamentos
- Monitorização do sistema online através ligação internet , bem como visualização de dados do sistema e arquivamento destes.
- Análise e diagnóstico remoto
- Visualização de dados em tempo real e no local
- Realizar atualizações e manutenção do sistema e/ ou parametrização no local
- Efetuar análise da radiação global do local
- Leitura remota dos contadores
- Transmissão de dados sem fios
- Notificação em caso de falha

Equipamentos necessários para garantir correto monitorização e planeamento.

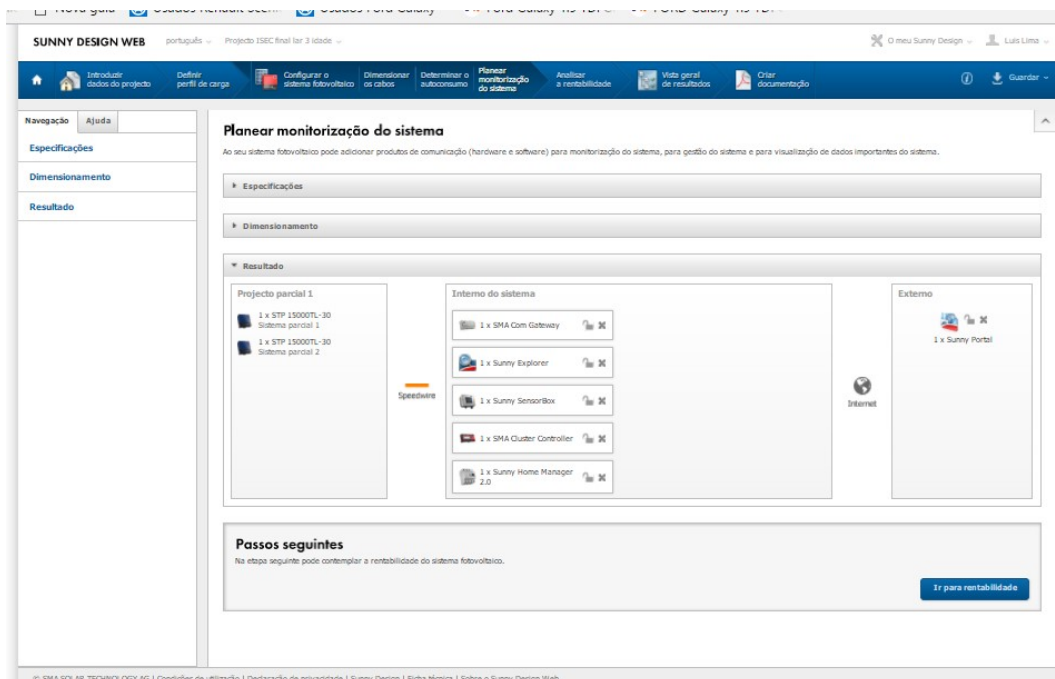


Figura 38- Equipamentos necessários para monitorização

7.3.7. Gráficos gerados pelo programa

Taxa de autonomia mensal:

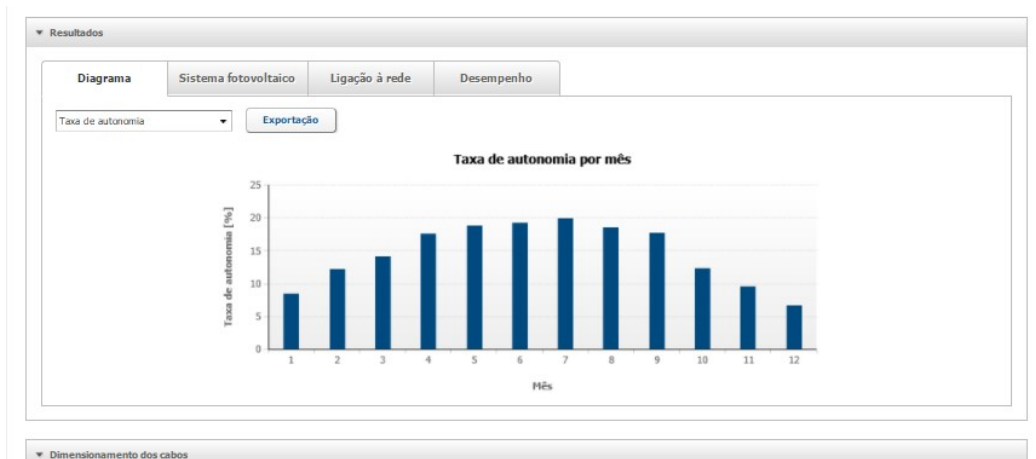


Figura 39- Taxa de autonomia mensal



Figura 40- Injeção na rede por mês

Resumo por Sistema fotovoltaico, ligação rede e desempenho:

▼ Resultados

Diagrama	Sistema fotovoltaico	Ligação à rede	Desempenho	
Exportação	Número de inversores fotovoltaicos	Potência nominal CA dos inversores fotovoltaicos	Quantidade total de módulos FV	Potência de pico
▼  ISEC final lar 3 idade	2	30,00 kW	130	32,50 kWp
▼  Projecto parcial 1	2	30,00 kW	130	32,50 kWp
  1 x STP 15000TL-30 Sistema parcial 1	1	15,00 kW	62	15,50 kWp
  1 x STP 15000TL-30 Sistema parcial 2	1	15,00 kW	68	17,00 kWp

Figura 41- Sistema solar fotovoltaico - resultados

Resultados

Diagrama

Sistema fotovoltaico

Ligação à rede

Desempenho

Exportação

	Carga desequilibrada	L1	Fases L2	L3	Factor de desfasamento cos φ
ISEC final lar 3 idade	0,00 VA	10,00 kW	10,00 kW	10,00 kW	
Projecto parcial 1	0,00 VA	10,00 kW	10,00 kW	10,00 kW	
1 x STP 15000TL-30 Sistema parcial 1	0,00 VA	1	1	1	1
1 x STP 15000TL-30 Sistema parcial 2	0,00 VA	1	1	1	1

Figura 42- Resumo da ligação rede

▼ Resultados						
Diagrama	Sistema fotovoltaico	Ligação à rede	Desempenho			
Exportação	Rendimento energético anual	Rendimento energético espec.	Rácio de desempenho	Factor de utilização da energia	Factor de eficiência do inversor	Perdas em linha (em % de energia FV)
▼  ISEC final lar 3 idade	50.739,10 kWh	1561 kWh/kWp	87,3 %	99,8 %	97 %	0,19 %
▼  Projecto parcial 1	50.739,10 kWh	1561 kWh/kWp	87,3 %	99,8 %	97 %	0,19 %
  1 x STP 15000TL-30 Sistema parcial 1	24.214,80 kWh	1562 kWh/kWp	87,3 %	100 %	96,9 %	0,10 %
  1 x STP 15000TL-30 Sistema parcial 2	26.524,30 kWh	1560 kWh/kWp	87,2 %	99,7 %	97,1 %	0,08 %

Figura 43- Desempenho esperado

Perfil final de consumos explicado antes e depois do sistema montado

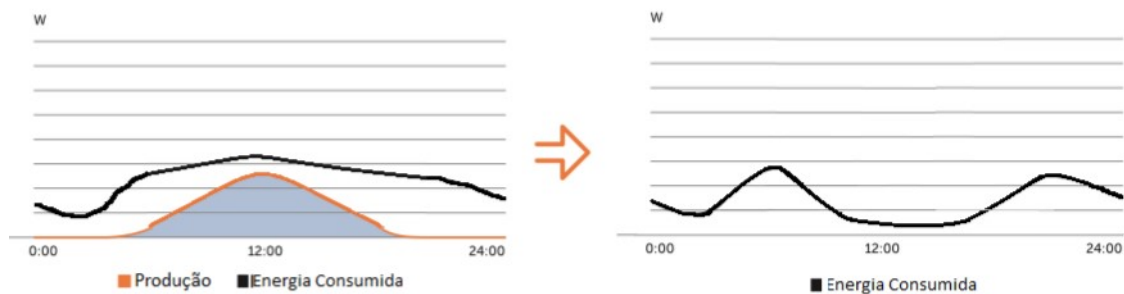


Figura 44- Perfil de consumos com e sem autoconsumo

Consumos anuais esperados = 350.000 kWh.

7.3.8. Implementação no edifício dos módulos solares fotovoltaicos



Figura 45- Implementação de 130 módulos solares fotovoltaicos

7.3.9. Resumo dados do sistema

- Sistema PV- considerados 130 módulos no terraço;
- Zona dos coletores solares térmicos a vermelho Consideradas 40 unidades;
- Aspeto final do terraço na figura 45;
- Zonas e locais de implementação segundo esquema.

Tabela 16- Resumo do sistema

Quantidade total de módulos FV	130
Potência de pico	32,50 kWp
Número de inversores fotovoltaicos	2
Potência nominal CA dos inversores fotovoltaicos	30,00 kW
Potência ativa CA	30,00 kW
Relação de potência ativa	92,3 %
Rendimento energético anual	50.739,10 kWh
Fator de utilização da energia	99,8 %
Rácio de desempenho	87,3 %
Rendimento energético espec.	1561 kWh/kWp
Perdas em linha (em % de energia FV)	0,19 %
Carga desequilibrada	0,00 VA
Consumo anual de energia	350 MWh
Autoconsumo	50.739,04 kWh
Quota de autoconsumo	100 %
Taxa de autonomia (em % do consumo de energia)	14,5 %

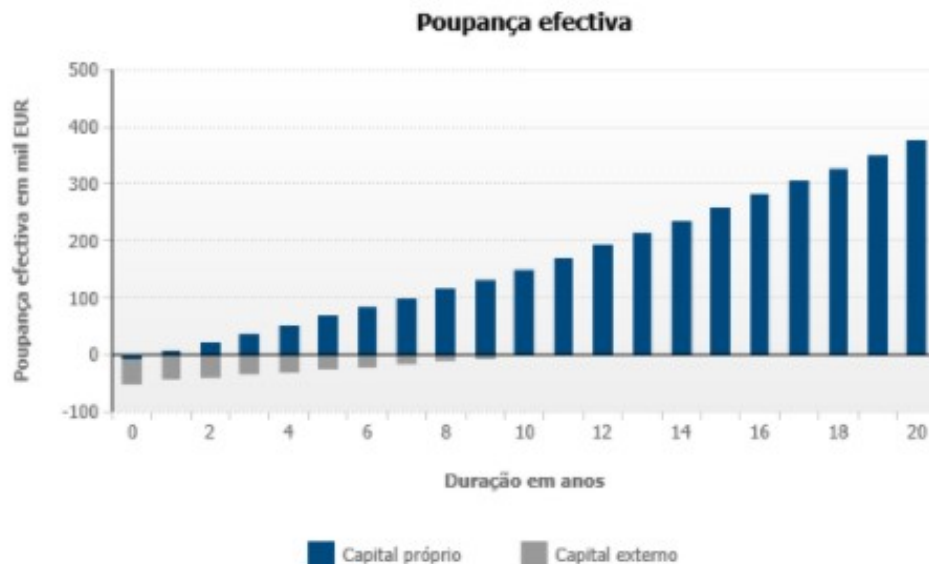


Figura 46- Poupança efetiva

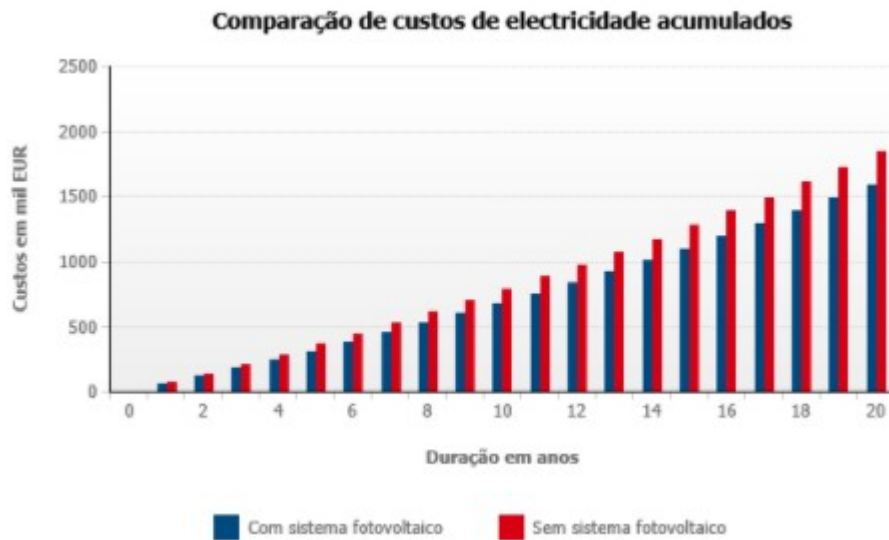


Figura 47- Comparação de custos eletricidade acumulados

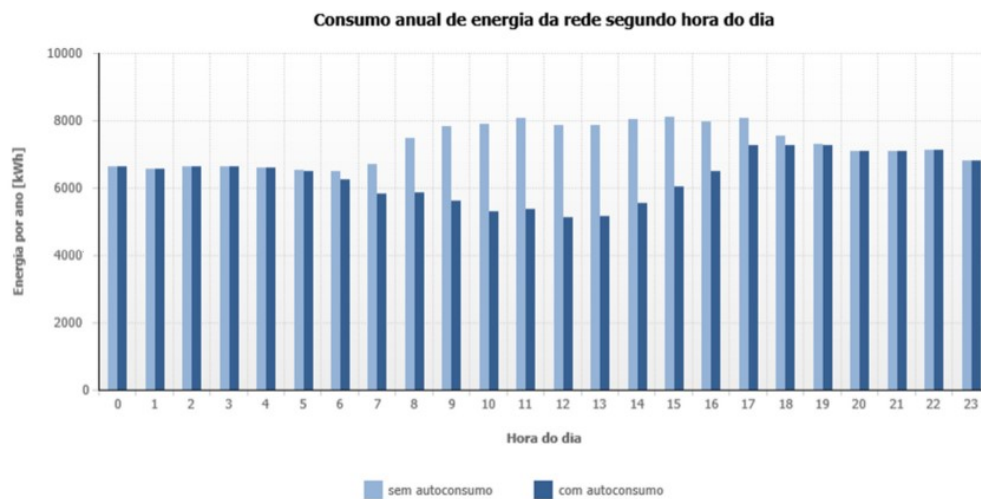


Figura 48- Mostra de consumos face a horas do dia

Consumo por hora do dia com e sem autoconsumo:

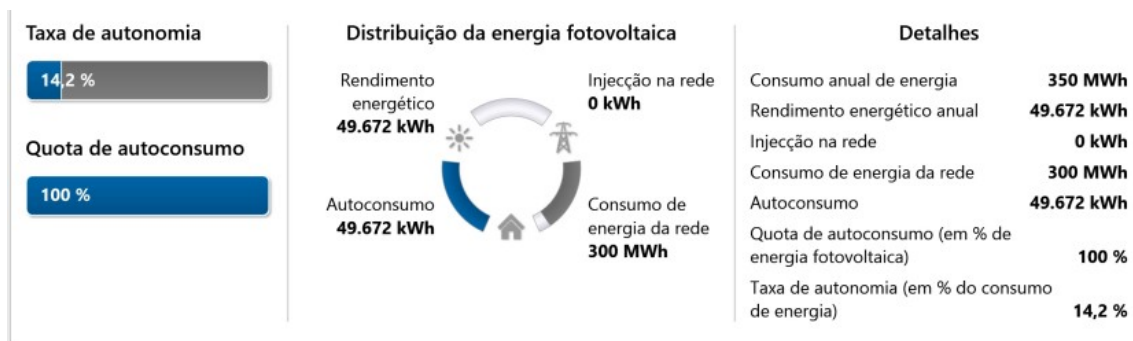


Figura 49- Resumo anual de produção e autoconsumo sistema

7.4. Cálculo rendimento do sistema

Com base nestes dados torna-se possível efetuar um estudo da rentabilidade.

Energia Preço Indexado	Data Início	Data Fim	Nº Dias	Quantidade KWh	Preço €/KWh	Valorização
Ponta	18/08/2016	17/09/2016	31	4.912,00	0,05419	266,15
Cheia	18/08/2016	17/09/2016	31	26.685,00	0,05466	1.458,62
Vazio	18/08/2016	17/09/2016	31	13.796,00	0,04995	689,10
Super Vazio	18/08/2016	17/09/2016	31	7.735,00	0,04627	357,89
Total Energia (1)						2.771,76€
Acesso às Redes	Data Início	Data Fim	Nº Dias	Quantidade KWh	Preço €/KWh	Valorização
Ponta	18/08/2016	17/09/2016	31	4.912,00	0,0470	230,84
Cheia	18/08/2016	17/09/2016	31	26.685,00	0,0406	1.083,42
Vazio	18/08/2016	17/09/2016	31	13.796,00	0,0224	309,02
Super Vazio	18/08/2016	17/09/2016	31	7.735,00	0,0219	169,39
Termo de potência	Data Início	Data Fim	Nº Dias	Quantidade KW	Preço €/KW/dia	Valorização
Potência horas ponta	18/08/2016	17/09/2016	31	74,00	0,2263	16,84
Potência contratada	18/08/2016	17/09/2016	31	165,00	0,0320	5,29
Energia Reativa Fornecida	Data Início	Data Fim		Quantidade kVarh	Preço €/kVarh	Valorização
E. React fornecida (ESCALÃO 1)	18/08/2016	17/09/2016		2.247,00	0,0091	20,44
E. React fornecida (ESCALÃO 2)	18/08/2016	17/09/2016		1.044,00	0,0277	28,91
E. React fornecida (ESCALÃO 3)	18/08/2016	17/09/2016		1.822,00	0,0831	169,39
Total Acesso às Redes (2)						200,74 €

Figura 50- Fatura real de consumos

Tabela 17- Valor economizado anualmente com autoconsumo

Rendimento anual esperado		
Produção anual esperada kWh	Custo médio kWh	Valor anual economizado €
49672	0,15	7450,8

Com base neste valor, o investimento torna-se viável e com um retorno financeiro esperado em cerca de 6 anos

Valor investido dividido pela economia anual, em valores fixos de energia consumida, para produção esperada anual do sistema em pleno funcionamento.

8. OBJETIVOS ESPERADOS COM O DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO

- O equipamento solar fotovoltaico em regime de autoconsumo vai permitir uma redução ou autonomia em cerca de 14,5 % diretamente (análise segundo o cálculo do *software* SMA).

Notar que segundo os perfis de consumo não existe injeção na rede.

- Permite reduzir custos fixos de funcionamento e amortização de custos num prazo de cerca de 6 anos.

- Durabilidade esperada de vida útil do sistema de 20 anos.

- A exposição solar e orientação não criam qualquer dificuldade na implementação.

- As distâncias para aplicação de cabos ou inversores e quadros, não criam qualquer dificuldade para a implementação, face às distâncias e às áreas disponíveis.

- Permite ainda uma integração com o sistema atual.

- Permite mostrar que um edifício de serviços, como este, pode ter uma pegada ecológica maior que a atual.

- A rentabilidade desta aplicação pode permitir outros investimentos futuros com vista a uma maior preservação do edifício, permite ainda melhorar o desempenho energético e recorrendo a energias sustentáveis.

9. CUSTOS ESPERADOS DOS SISTEMAS

9.1. Custos do sistema de painéis solares térmicos AQS

Na tabela a seguir é descrito o orçamento do sistema solar térmico:

Tabela 18- Orçamento do sistema solar térmico

Custos Sistema solar térmico				
Descrição	Unidades	Quant.	Preço unitário	Preço total
1. Sistema Solar Térmico				
Sistema Comfort E XL	un.	2	12.709,00 €	25.417,00 €
Inclui 38 coletores SKR500				
Inclui estruturas SSA45 para coletores				
Acessórios Montagem e ligações por cada 40 m2 de coletores incluindo sistemas de fixação				
Sistemas incluídos	un.	2	14.118,00 €	28.235,00 €
2 Depósitos PS3000E completos				
4 Módulos de água quente FWM30i				
Sistemas fixação				
2 Módulo de estratificação SLM50HE para superfície bruta de coletores de aprox. 50 a 120m ² , 60 kW				
4 Vasos de expansão AG200S				
2 Sistema circulador de alta temperatura				
Unidade de controlo de diferencial térmico e Respetivas sondas de temperatura com ligação De dados				
40 litros de anticongelante recomendado para				
2 Sistemas de dissipação calor	un.	2	1.250,00 €	2.500,00 €
Tubo de Cobre				
35 mm	ml.	160	7,45 €	1.192,00 €
28 *1 mm	ml.	200	6,12 €	1.224,00 €
Isolamento				
9 x 35 mm	ml.	160	1,75 €	140,00 €
9 x 28 mm	ml.	200	2,88 €	288,00 €
MOD		1	6.650,00 €	6.650,00 €
Outros materiais				
TOTAL :				65.546,00 €

9.2. Custos do sistema de painéis solares fotovoltaicos

O orçamento do sistema solar fotovoltaico:

Tabela 19- Orçamento do sistema solar fotovoltaico

Custos Sistema solar Fotovoltaico				
Descrição	Unidades	Quant.	Preço unitário	Preço total
2. Sistema Solar Fotovoltaico				
Módulos Risen Energy CO Ltc - SYP250P-60 (UL)	un.	130	220,00 €	28.600,00€
Estruturas fixação		1	3.020,00 €	3.020,00 €
Acessórios Montagem e ligações incluindo sistemas de fixação		1	420,00 €	420,00 €
Outros materiais inclui cabos		1	720,00 €	720,00 €
Quadros com proteção completos	un.	2	650,00 €	1.300,00 €
Sistemas monitorização e contadores		1	1.750,00 €	1.750,00 €
Inversores SMA - STP 15000 TL-30	un.	2	2.050,00 €	4.100,00 €
MOD		1	5.600,00 €	5.600,00 €
			TOTAL :	45.500,00 €

10. CONCLUSÃO

Este trabalho permitiu-me aprofundar diferentes matérias lecionadas ao longo do Mestrado em Engenharia Eletromecânica.

Aumentou substancialmente o meu desenvolvimento, o conhecimento e respetivo interesse na área das energias renováveis, principalmente em sistemas Solares para aquecimento de AQS.

A sua aplicação, utilização e conceção em edifícios de grande dimensão, permitiu-me aprofundar a seleção e a escolha de componentes e materiais de acordo com a disponibilidade, quer financeira, quer estrutural do edifício tendo em conta e como base a durabilidade dos componentes.

De notar inda a grande ajuda permitida pelo recurso aos *softwares* utilizados. Estes sistemas permitiram um trabalho eficaz e com um correto dimensionamento, face localização, dados de consumo, especificação climatológica, entre outros parâmetros e dados. Torna-se muito mais fácil a execução de qualquer projeto.

Este estudo também permitiu compreender a atual importância da utilização dos recursos naturais disponíveis para gerar e consumir energia elétrica. Este estudo do dimensionamento energético tem um grande peso relativamente ao impacto ambiental e à redução de custos energéticos. A sua implementação permite retornos financeiros facilmente verificáveis nos custos fixos mensais energéticos.

A monitorização dos sistemas utilizados em qualquer edifício é considerada uma parte fundamental em qualquer projeto.

Contudo, reconheço que neste trabalho existiram algumas limitações:

- No sistema AQS, a limitação aos equipamentos existentes, condicionou as escolhas e as soluções técnicas
- No sistema fotovoltaico, procurou-se a não existência de excedentes de energia elétrica, pelo que um melhor desempenho do edifício poderia reverter consumos e permitir efetuar uma injeção de energia elétrica na rede pública. Esta situação geraria energia excedente e maior rentabilidade certas fases ou horas do dia.

Como qualquer trabalho e estudo resta ainda referir que, para além da supressão das limitações identificadas poderíamos ainda:

- Efetuar o levantamento energético do edifício, com vista a uma certificação energética do mesmo. Troca de equipamentos elétrico por outros de menor consumo elétrico para conseguir reduzir os consumos energéticos atuais e de alguma forma a atualizar e ou renovar com as novas soluções técnicas existentes no mercado. A atualização e uso de

técnicas com vista a um melhor desempenho geral do edifício em termos consumos elétricos e térmicos é essencial.

- Realizar um estudo das prestações térmicas do edifício, quer para uma renovação de ar interior, quer por questões de isolamentos e climatização do edifício. Pois é um dos fatores que estão na origem de um tão elevado consumo energético anual.
- Estudar a possibilidade da aplicação de um sistema de produção de energia elétrica através de tipo eólico *omniflow*, para produção energética durante todo dia ou durante a noite. Sendo esta uma tecnologia portuguesa poderia ser a solução de iluminação exterior com possibilidade ainda de produção para o edifício ao longo de todo dia. Permitiria um autoconsumo em horas do dia sem exposição solar.
- Possibilidade do recurso à implementação de uma bomba de calor com estudo ao recurso de sistema geotérmico. Seria uma solução para melhorar ainda mais o desempenho quer na produção de energia térmica AQS, quer para arrefecimento ou aquecimento das divisões do edifício, gerando assim uma mais valia da zona interior e nas zonas envolventes do mesmo.

Termino este estudo considerando ter atingido os objetivos inicialmente traçados e propostos no início deste trabalho.

11. REFERÊNCIAS / SITES CONSULTADOS

“Solar Energy Perspectives: Executive Summary”;

<http://www.iea.org/Textbase/npsun/solar2011SUM.pdf> (acedido em março de 2017).

Pinto & Cruz, SA, Catálogo de produtos e acessórios, Cobre e acessórios;

http://www.pintocruz.pt/fotos/produtos/tp2015.01.059_00_tubocobre_13411629505527d67f12f27.pdf (acedido em novembro 2016).

Tecnisol, SA, Catálogo de produtos, vaso expansão solar;

http://www.sotecnisol.pt/resources/777f40511b178afb7f9e2c1a7a9e55af/tabelas_de_preco/vasos_de_expansao_20141.pdf (acedido em novembro 2016).

Tecnisol, SA, Catálogo de produtos, vaso expansão AQS;

http://www.sotecnisol.pt/resources/777f40511b178afb7f9e2c1a7a9e55af/tabelas_de_preco/vasos_de_expansao_20141.pdf (acedido em novembro 2016).

Caleffi, Catálogo produtos;

https://www.caleffi.com/sites/default/files/file/catalogo_2014_es.pdf (acedido em novembro 2016).

Manual de Instalação e Utilização do software SolTerm. Energia Solar Térmica (Janeiro de 2004).

SMA software;

<https://www.sunnydesignweb.com/sdweb/#/ProjectReport/d782ca5f-ed77-48c5-a028-bf9f8adb0010> (acedido em junho 2016)

SOLTERM software de cálculo e dimensionamento, LNEG

Vulcano, grupo BOSCH;

<https://www.vulcano.pt/consumidor/documentacao/documentacao> (consultado em Outubro de 2017).

SONENKRAFT;

<http://www.lusosol.com/pdf/Sonnenkraft-2013.pdf> (acedido fevereiro de 2017)

TYFO, fluídos térmicos

<http://www.tyfo.de/en/product/tyfocor-ls/> (acedido fevereiro de 2017)

ARMAFLEX, isolamentos térmicos tubulações;

<http://www.armacell.pt/WWW/armacell/INETArmacell.nsf/standard/609E089324936962C125782B003022B3> (acedido fevereiro de 2017)

SOLARKEYMARK, sistemas certificados coletores;

<http://www.solarkeymark.dk/>(acedido fevereiro de 2017)

Guias para Instaladores de Coletores Solares:

http://www.caleffi.pt/caleffi/pt_PT/index.sdo (acedido em maio 2017).

<http://www.sonnenkraft.es/?lang=pt> (acedido em maio 2017)

Guias para Dissipadores de Calor Sistemas Solares Térmicos:

http://www.relopa.pt/pt/catalogo/get_file/file/ficheiro/id/142 (acedido em maio 2017)

Sistema SCE.ER;

<http://www.dgeg.gov.pt/pagina.aspx?back=1&codigono=636364428839AAAAAAAAAAAA>
(acedido em maio 2017)

www.dgeg.gov.pt/wwwbase/wwwinclude/ficheiro.aspx?access=1&id=15254 (acedido em maio 2017)

ANEXOS

Resumo:

- Anexo 1 - Levantamento de dados para a execução do projeto AQS.
- Anexo 2 - Dimensionamento manual em 8 Passos do sistema AQS
- Anexo 3 - Dimensionamento AQS recorrendo ao *Software* SOLTERM
- Anexo 4 - Dados de equipamentos a usar no sistema AQS.
- Anexo 5 - Dados de catálogos de tubagem a usar no sistema AQS.
- Anexo 6 - Dados de catálogos de vasos expansão a usar no sistema AQS.
- Anexo 7 - Dados de catálogos de glicol a usar no sistema AQS.
- Anexo 8 - Dados de catálogos de coletores solares térmicos a usar no sistema AQS.
- Anexo 9 - Dados de catálogos de estruturas de coletores solares térmicos a usar no sistema AQS.
- Anexo 10 - Dados de certificados de coletores solares térmicos a usar no sistema AQS e Dissipador de Calor Sistema Solar Térmico.
- Anexo 11- Desenho em AUTOCAD, esquemas princípio da instalação a executar no sistema AQS
- Anexo 12 - Relatórios obtidos através programas de *Software* SOLTERM
- Anexo 13 - Relatórios obtidos através programas de *Software* SCE.ER
- Anexo 14 - Relatórios obtidos através do sistema software SMA, sistema Fotovoltaico

Anexo 1. Levantamento de dados para a execução do projeto.**Nº Obra:** Serviços Tese Mestrado**Empresa de Serviços**

Elaborado: Luís Lima

Check List - Necessidades AQS

Data: 2015-2016

Pág 67/ 173

Dados do Cliente

Nome Cliente:	ABCD - Serviços SA		Nome de Contacto:	Diretor instituição
Morada da Instalação:	Mealhada		Contacto telefónico:	231 123 456
Morada da Sede:	Mealhada		e-mail:	geral@abcd.net
Coordenadas GPS:	N 40° xx,xx'	W 08° xx,xx°	Localidade :	Mealhada – Mealhada - Aveiro

Registo do último ano

Faturas de eletricidade	Sim EDP
Faturas de combustível sólido	Não
Faturas de combustível Líquido	Não
Faturas de combustível gasoso	Sim gás natural
Fatura de consumo de água	Sim rede pública
Tem piscina?	Não
Tem sistema de rega?	Sim Automática
A caldeira faz aquecimento?	Sim
A bomba de calor faz aquecimento?	Sim (Sala de Estar)
A bomba de calor faz arrefecimento?	Sim (Sala de Estar)
Área aproximada do edifício?	3100 m2

Ações a realizar:

Descrição das ações a realizar	Valor registado	Sim	Não	Não Aplicável	Observações/ A realizar
1.Instalação existente					
Depósito de acumulação e Volume	2 x750L	Sim			
Ano de fabrico do acumulador	2004	Sim			
Nº de serpentinas	1	Sim			
Permutador de placas			Não		
Potência do equipamento de aquecimento			Não		
Potência do permutador de placas				NA	
Bombas de circulação do primário [registar a referência]		Sim			2 x Roca PC 1055

Descrição das ações a realizar	Valor registado	Sim	Não	Não Aplicável	Observações/ A realizar
Localização do acumulador		Sim			Área Técnica
Localização do equipamento de preparação das águas quentes sanitárias		Sim			Área Técnica
Combustível utilizado para a preparação das águas quentes sanitárias		Sim			Gás Natural
Área da zona técnica e/ou casa de máquinas	30 m2	Sim			
Espaço disponível na casa de máquinas e/ou zona técnica			Não		
Equipamento de aquecimento		Sim			Inverno: Roca CPA 250
Equipamento de preparação das águas quentes sanitárias		Sim			Inverno: Roca CPA 250 Verão: Roca CPA 70
Rendimento do equipamento de aquecimento					
Rendimento do equipamento de preparação das águas quentes sanitárias					
2. Caracterização das condições da futura Instalação					
Local pretendido pelo cliente para a instalação dos colectores solares	Cobertura	Sim			
Existe cobertura		Sim			
Área de cobertura disponível	1550 m2	Sim			
Existe telhado			Não		
Telhado orientado a Sul				NA	
Área de telhado disponível				NA	
Área de telhado disponível quadrante Este/Sul				NA	
Área de telhado disponível quadrante Sul/Oeste				NA	
Área de telhado disponível Sul				NA	
Telhado orientado entre o quadrante [Sul / Oeste]				NA	
Telhado orientado entre o quadrante [Este / Sul]				NA	
Existe sombreamento			Não		
Existe acesso para transporte dos painéis solares à cobertura		Sim			Andaime, Sistema hidráulico
A que distância fica o prédio [no quadrante Sudeste /Sudoeste] mais próximo				NA	
A que altura [no quadrante Sudeste /Sudoeste] relativamente ao telhado fica o prédio mais próximo				NA	
Acesso geral à zona técnica		Sim			Acesso Exterior
Inclinação do telhado Sul:				NA	
Inclinação do telhado Este:				NA	

Descrição das ações a realizar	Valor registado	Sim	Não	Não Aplicável	Observações/ A realizar
Inclinação do telhado Oeste:				NA	
Existe acesso fácil à cobertura		Sim			Escada \ Andaime
Tipo de cobertura (estrutural)		Sim			Placa + Agregados
Tipo de telhado (estrutural)				NA	
3. Dados necessários para o dimensionamento					
Consumo médio diário de água quente sanitária	6000				
Água proveniente da rede pública		Sim			
Água proveniente de furo ou poço			Não		
Número de ocupantes / utilizadores	100	Sim			Residencial(60) + Func(40)
Número de banhos diários	67	Sim			
Tem lavandaria? Quantas MLRoupa existem?		Sim			23kg(8xunidades)
Tem máquina de lavar louça? Quantas MLLoiça existem?		Sim			80x conjuntos
Perfil de utilização		Sim			Serviços residencial
Consome mais água quente durante a manhã		Sim			7h as 13h
Consome mais água quente durante a tarde		Sim			13h as 19h
Consome mais água quente depois das 19 horas		Sim			19h as 21h
O consumo é uniforme durante todo o dia			Não		
A que hora se verifica o maior consumo de água quente		Sim			7h as 13h
Rede de água quente isolada		Sim			
Retorno de águas quentes sanitárias		Sim			
Características/Refª da bomba de circulação do retorno das águas quentes sanitárias		Sim			Roca SB 10 XA
Utiliza água quente sanitária em Agosto		Sim			Igual a Semana
Qual é o normal período de férias			Não		
Durante as férias quais são as necessidades				NA	
Quais são as necessidades de águas quentes sanitárias aos fins-de-semana		Sim			Igual
Distância do telhado ao local previsto para instalação do acumulador de águas quentes sanitárias	29 m	Sim			
Necessita de trabalhos de construção civil		Sim			
A tubagem de interligação pode ficar à vista		Sim			

Comentário às condições do edifício/zona técnica.

Valências: Residencial(60) + Funcionário(40)

Refeições:

Pequenos Almoços: Residencial (60) + Funcionários (4) Outros Fora(30)

Almoços: Residencial (60) + Funcionários(40) + Outros fora: (70)

Lanche: Residencial (60) + Outros fora: (30)

Jantares: Residencial (60) + Funcionários (8) + Outros fora (30)

Refeições Fim de Semana:

Pequenos Almoços: Residencial (60) + Funcionários (4) Outros fora (30)

Almoços: Residencial (60) + Funcionários (30) + Outros fora (30)

Lanche: Residencial (60) + Outros fora (30)

Jantares: Residencial (60) + Funcionários (8) + Outros fora (30)

Técnico		Cliente	
Rubrica	Data	Rubrica	Data

Anexo 2. Dimensionamento em 8 passos do sistema AQS

Para a primeira parte deste anexo será utilizado o método de cálculo em oito passos, usado pelo LENEG, recorrendo a documentos de cálculo, sempre com a suposição em termos do número de ocupantes e serviços a prestar numa instituição com as características referentes ao sistema de Águas Quentes Sanitárias (AQS) existentes.

Este método por passos para o cálculo do sistema solar térmico é efetuado antes de usar o sistema de cálculo usando software SOLTERM Licenciado.

Todas as imagens usadas são apenas ilustrativas sobre os diferentes pontos a ter em conta, não representando imagens iguais ou reais dos materiais instalados ou a instalar

A2.1. Dimensionamento da tubagem

O dimensionamento dos diâmetros da rede da tubagem tem como base, os coeficientes de perdas dos painéis solares. O valor optado para a perda de carga unitária será de ≤ 40 mm.c.a./m. (milímetros de coluna de água por metro)

O diâmetro calculado é substituído pelo diâmetro normalizado imediatamente superior, notar ainda que para escolha tubagens de sistema solar optou-se por rede em tubos cobre segundo manuais de fabricantes e fornecedores nacionais, por facilidade em, soldadura, conseguir diversos acessórios, qualidades térmicas, dobragem material, aquisição, disponibilidade, duração, entre outras qualidades.

Consumos estimados

Numa instalação existente é sempre mais rigoroso recolher os registos de consumos. Mas raramente isto é possível. Em instalações novas ou de realização de raiz é mesmo impossível a obtenção de qualquer registo.

Para ultrapassar esta dificuldade é necessário recorrer a uma base de dados com médias de consumos por tipologias.

Uma tipologia adequada, é a da pergunta 17 do caderno de perguntas e respostas do RCCTE (Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios) e da ADENE (Agência para a Energia), tabela 1, Consumos diários de referência da pergunta 17 do caderno de perguntas e respostas do RCCTE da ADENE.

Tabela 20 - Consumos diários referência do RCCTE da ADENE

Tipologia do espaço	Consumo diário de referência a 60°C
Hospital e clínica	55 l/cama
Hotel ****	70 l/cama
Hotel ***	55 l/cama
Hotel/Residencial **	40 l/cama
Residencial/Pensão *	35 l/cama
Campismo	40 l/lugar
Lar de idosos ou estudantes	55 l/cama
Escola	3 l/aluno (só refeição)
Quartel	20 l/pessoa
Fábrica ou oficina	15 l/pessoa
Escritório	3 l/pessoa
Ginásio	20-25 l/pessoa
Lavandaria	3-5 l/kg roupa
Restaurante	5-10 l/refeição
Cafetaria	1 l/pequeno almoço

É importante referir que a temperatura de referência desta tabela são 60°C.

Temperatura referência 60° C

Casa de lar Idosos/ estudante hospital ou clínica = 55l por cama ou ocupante

A2.2. Volume de acumulação

Quando se dimensiona uma acumulação solar térmica, idealmente deve ser assumido que se pretende acumular a radiação disponível de 24 horas, independentemente do perfil de consumo.

Numa situação real é provável que o sistema esteja a aquecer todo o dia (durante a exposição solar dos painéis), para que posteriormente à noite, em uma ou duas horas ocorra o consumo total ou parcial diário.

A melhor forma de garantir o aproveitamento total da radiação solar é igualar o volume de acumulação ao consumo diário a 45°C (com base nesta premissa podemos iniciar assim os cálculos).

Uma vez que do passo 1 se obteve o consumo diário a 60°C é necessário converter este valor para o correspondente consumo diário a 45°C.



Figura 51- Exemplo acumulador AQS

A equação 1 é uma simplificação desta conversão:

$$C_{45^{\circ}\text{C}} = \frac{C_{60^{\circ}\text{C}}}{45} * 60 \quad (1)$$

Equação 1. Consumo AQS a 45° C

Em que: $C_{60^{\circ}\text{C}}$ = Consumo água esperada a 60°C em (l/dia) AQS

$C_{45^{\circ}\text{C}}$ = Consumo água esperada a 45°C em (l/dia) AQS

Cálculo para [l/dia] com vista a achar o volume de acumulação.

- Para $C_{60^{\circ}\text{C}}$ as necessidades em litros diários esperados são calculados da seguinte forma:

Necessidades diárias para cada pessoa por cama;

Considerando n° camas disponíveis = 60 pessoas

Necessidades diárias para todo pessoal de forma garantir um bom funcionamento;

Considerando o N° pessoas para garantir funcionamento instalações = 40 pessoas

Na tabela a seguir efetua-se o cálculo de consumos esperados de AQS diários.

Tabela 21- Cálculo de consumos esperados de AQS diários

Consumos AQS esperados para 60° C					
Utilizador	Tipo	Quantidade utilizadores (A)	Tipo uso	necessidades diárias em l por cada (B)	Totais necessidades diárias em l Quantidade X Necessidade (A*B)
Permanente	Cama	60	Higiene	55	3300
Permanente	cama	60	Refeição	5	300
Permanente	cama	60	Lavandaria	5	300
Pessoal diário para funcionamento	Auxiliar	40	Refeição	5	200
Pessoal diário para funcionamento	Auxiliar	40	Lavandaria	5	200
Pessoal diário para funcionamento	Auxiliar	40	Higiene	10	400
Total necessidades em litros em AQS para um Consumo 60° C					4700

- Necessidades diárias Consumos AQS a 60° C; $C_{60^{\circ}\text{C}} = 4700 \text{ l}$

Vou converter Consumo diário de $C_{60^{\circ}\text{C}}$ para os $C_{45^{\circ}\text{C}}$

Recorro então à equação (1) obtendo assim as seguintes necessidades diárias de AQS para a instituição.

Consumos calculados usando equação (1)

$$C_{45^{\circ}\text{C}} = \frac{4700 * 60}{45} = 6266,66 = \mp 6267 \text{ l}$$

Face aos valores atingidos conclui-se que iremos proceder ao uso de acumuladores existentes no mercado de: (notar que existem ainda mais 1500 l de acumuladores na instalação inicial)

- Conclui-se a necessidades de dois acumuladores de 2500 litros de capacidade = 5000 l.

A2.3. Cálculo da área de coletores solares térmicos

O cálculo da área de captação tem que ser baseado no volume de água de acumulação (passo anterior). Apenas baseado nesta relação é possível saber as temperaturas médias da acumulação (excluindo os consumos). Prevê-se que o sistema entrará em sobreaquecimento no Verão ou não.

Uma relação empírica empregável neste passo é considerar 6 metros quadrados por cada 500 litros de acumulação.

Esta relação é fiável para a grande maioria dos coletores planos seletivos existentes no mercado. Hoje em dia a generalidade destes coletores tem aproximadamente 2 m², rendimentos óticos entre 75% e 80% e fatores de perdas de primeira ordem entre 3,5 e 4,5 W/m²K.

A equação abaixo resume este passo 3:

$$N^{\circ} \text{ de coletores} = (V * 3)/500 \quad (2)$$

Equação 2. Número de coletores necessários

Em que: V = Volume de acumulação (l)

$$V = 6267 \text{ l}$$

$$V = 6267/2 = 3133,5 \text{ l}$$

(considerando 1/2 circuito - 2 acumuladores)

Cálculo do N° coletores a aplicar

$$N^{\circ} \text{ coletores} = (3133,5 * 3)/500 = 18,8 = \mp 19$$

Considerar cada coletor com cerca de 2 m² considerando um valor médio da área real para cada coletor.

- N° coletores= 19 unidades

A2.4. Cálculo do caudal do circuito primário

No passo seguinte será efetuado o cálculo do caudal do circuito primário necessário para se dimensionar de seguida toda a tubagem.

Uma regra simples é a de considerar um caudal de 50 litros / hora por cada metro quadrado de área de captação.



Figura 52- Exemplo de coletores planos

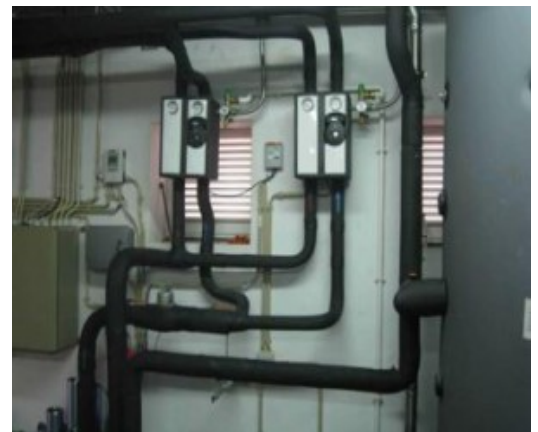


Figura 53- Tipos de grupos de circulação (caudal)

Na prática, é possível reduzir este valor para 40 l/h m² sem prejuízo do bom funcionamento da instalação, mas, para o dimensionamento mais seguro é preferível utilizar o primeiro valor (equação 3):

$$Q = 50 * (N^{\circ} \text{ de coletores}) * A \quad (3)$$

Equação 3. Cálculo de Caudal

Em que: Q = Caudal [l/h]
 A = Área por coletor [m²]
 N° de coletores = determinado ponto anterior

$$A = 2 \text{ m}^2$$

$$N^{\circ} \text{ de coletores} = 19 \text{ unidades}$$

Caudal esperado para o circuito primário;

$$Q = 50 * 19 * 2 = 1900 \text{ l/h}$$

$$Q = 1900 \text{ l/h}$$



Figura 54- Exemplo acumulador solar

A2.5. Cálculo da secção da tubagem do circuito primário

A tubagem deve garantir velocidades da passagem de fluido inferiores a 2 m/s e idealmente próximas de 1 m/s.

Os motivos para a escolha destas velocidades são garantir baixos níveis de ruído e baixas perdas de carga por atrito.

Uma forma rápida de executar este passo é recorrer a uma folha de cálculo preparada com as secções de tubagem comerciais e configurada para em função do número de coletores definir de imediato a secção – há várias disponíveis no mercado.

De forma analítica é necessário utilizar a equação 4, apresentada abaixo:

$$S = 0.6 * \sqrt{Q} \quad (4)$$

Equação 4. Cálculo da secção do tubo do fluido primário

Em que: Q = Caudal [l/h]
 $Q = 1900 \text{ l/h}$
 S_{ϕ} = Secção da tubagem [mm]

Assim o dimensionamento da secção da tubagem do circuito primário vem:

$$S_{\phi} = 0.6 * \sqrt{1900} = 26,15 \text{ mm} = \pm 27 \text{ mm}$$

Logo a secção a considerar seria o valor em tabela acima ao calculado, i.e.,

$S_{\phi} = 28 \times 1$ mm (diâmetro e Espessura) e, recorrendo ao Catálogo Pinto & Cruz (disponível no site http://www.pintocruz.pt/fotos/produtos/tp2015.01.059_00_tubocobre_13411629505527d67f12f27.pdf, consultado em novembro de 2016, ou outro equivalente), com as características em cobre por questões funcionalidade, ligação e acessórios disponíveis no mercado.

Por outro lado as secções para caudais baixos são demasiado reduzidas quando calculadas por este método. A consequência é um sistema com uma quantidade de fluido muito baixa e menos permeável a manter o funcionamento após eventuais descargas de fluido em períodos de sobreaquecimento.

Para garantir um volume mínimo de fluido na instalação, são recomendadas a secções da tabela abaixo.

Tabela 22- Secção de tubagem em função do número de coletores do sistema solar.

N.º de coletores (2m ² cada)	Secção recomendada [mm]
<3	15
<7	18
<11	22
<22	28
>22	Seguir equação 4

No caso considerado, foi obtido o valor de 28 mm de secção, visto não existirem outros diâmetros em mercado de valor normalizado.

Secção escolhida $S_{\phi} = 28$ mm

A2.6. Cálculo da quantidade de fluido na instalação

O passo seguinte é o do cálculo da quantidade de fluido. Este cálculo é necessário para se verificar a quantidade de anticongelante necessário e também para calcular o volume do vaso de expansão do circuito primário.

Para este cálculo é necessário contabilizar:

- O volume da tubagem interior dos coletores (indicado pelos fabricantes);
- O volume do somatório de todas as tubagens do circuito primário;

O volume do interior dos permutadores (serpentinhas dos acumuladores, permutadores de calor, baterias dos dissipadores de calor, etc.).

O cálculo da quantidade de anticongelante estará sempre dependente das temperaturas exteriores mínimas e do ponto de congelação do fluido utilizado.



Figura 55- Fluido anticongelamento

Para um clima como o de Portugal e utilizando mono-propilenoglicol (anticongelante mais recomendado para sistemas solares de AQS) uma concentração de 30% é normalmente seguro para evitar congelamento do fluido do coletor e evitar consequentes rebentamentos dos tubos interiores. (Base de valor mínimo possível atingido -5°C , margem de segurança de pelo menos -15°C . Obtemos assim um valor de margem de segurança de $-5^{\circ}\text{C}-15^{\circ}\text{C}=-20^{\circ}\text{C}$ considerar os 30% de diluição desta forma.)

O cálculo da quantidade e a correta diluição não elimina a necessidade de confirmação do ponto de congelação com um refratómetro preparado para o efeito.

Cálculo do total de fluido a usar no circuito primário

Tubagem - para o caso considerando o tubo calculado de 42 mm diâmetro:

Assim para 42 mm diâmetro tubo com um raio $r=21\text{ mm}$, logo $r=0.21\text{ dm}$, considerando 1 m de comprimento ficando,

$$V_{\emptyset 28\text{ mm}} = \pi * r^2 * c \quad (5)$$

em que; $V_{\emptyset 28\text{ mm}}$ = Volume tubo para 1 metro comprimento em dm^3

$$\pi = 3,14$$

$$r = 0,14\text{ dm raio do tubo}$$

$$c = 10\text{ dm comprimento 1 metro de tubo considerado}$$

$$V_{\emptyset 28\text{ mm}} = 3,14 * 0,14^2 * 10 = \pm 0,615\text{ dm}^3$$

Considerando, assim, $V_{\emptyset 28\text{ mm}} = 0,615\text{ l}$, litro por cada metro linear de tubo de 28 mm de diâmetro

Fluido no interior dos Coletores;

Para cada painel vou considera-se, de acordo com o fabricante os seguintes tubos interiores:

- 8 tubos de 10 mm diâmetro com 2 metros comprimento,

$$\text{Para um tubo, } V_{\emptyset 10\text{ mm}} = \pi * r^2 * c = 3,14 * 0,05^2 * 20\text{ dm}^3$$

$$V_{\emptyset 10\text{ mm}} \text{ considerar 8 tubos } V_{\emptyset 10\text{ mm}} = 8 * 3,14 * 0,05^2 * 20\text{ dm}^3 = 1,256\text{ l}$$

- 2 tubos de 18 mm diâmetro cada um com 1 metro comprimento,

$$\text{Para um tubo, } V_{\emptyset 18\text{ mm}} = \pi * r^2 * c = 3,14 * 0,09^2 * 10\text{ dm}^3$$

$$V_{\emptyset 18\text{ mm}} \text{ considerar 2 tubos } V_{\emptyset 18\text{ mm}} = 2 * 3,14 * 0,09^2 * 10\text{ dm}^3 = 0,508\text{ l}$$

- **Total para cada coletor**

$$V_{\phi} 10 \text{ mm} + V_{\phi} 18 \text{ mm} = 1.256 + 0.508 = 1,764 \text{ l cada unidade}$$

- **Total para os 19 coletores**

$$\text{N}^{\circ} \text{ total de litros dos 19 coletores} = 19 * 1,764 = 33,516 \text{ l no total}$$

- **Irei de seguida calcular a quantidade fluído nas tubagens;**

Tubagens entre ligações;

Tubagens entre depósitos acumuladores e painéis solares térmicos

Tubo com diâmetro 28 mm

$$V_{\phi} 28 \text{ mm} = c * 0,615 \text{ l}$$

em que; c = comprimento m

$$c = 30 \text{ m}$$

$$V_{\phi} 28 \text{ mm} = 0,615 \text{ litro por cada metro linear de tubo de 28 mm}$$

$$V_{\phi} 28 \text{ mm} = 30 * 0,615 = 18,45 \text{ l}$$

- **Total fluído circuito primário considerando as tubagens e coletores na sua totalidade**

$$V_{\phi} 28 \text{ mm} + \text{N}^{\circ} \text{ total de litros dos 19 coletores} = 18,45 + 33,516 = 51,966 \text{ l}$$

- **Volume de fluído noutras tubagens secundárias**

Falta de seguida calcular o volume entre tubagens e painéis solares térmicos que permitirão calibrar corretamente a pressão do circuito e ligações entre coletores solares

$$\text{Comprimento tubo} = (\text{ligação entre coletores espaço superior}) + (\text{ligação entre coletores espaço inferior}) + (\text{ligações coletores em altura}) = 19 * 1 + 19 * 0.05 + 24.05 = 55,55 \text{ m}$$

$$V_{\phi} 28 \text{ mm} = c * \text{Volume por m linear} * 1.27$$

em que; $V_{\phi} 28 \text{ mm}$ em litros

$$c = \text{comprimento linear em (m)}$$

$$1.27 = \text{para acessórios e purgadores e outros componentes ligação}$$

$$V_{\phi} 28 \text{ mm} = 55.55 * 0.615 * 1.27 = 43.387 \text{ l}$$

$$V_{\phi} 28 \text{ mm} = 43.387 \text{ l}$$

Volume total no interior de todos os acessórios, junto com tubagens considerados acima e coletores.

$$\text{Total até este passo} = 60.15 \text{ l} + 43.387 \text{ l} = 103.537 \text{ l litros na totalidade}$$

Volume de permutadores

Falta calcular volume dos permutadores calor dos acumuladores

- Acumulador $2500 \text{ l} * 2 = 5000 \text{ l}$
- Diâmetro cada permutador com 35 mm diâmetro e com um comprimento 20 m lineares
- Assim para 35 mm diâmetro tubo com um raio $r = 17.5 \text{ mm}$, logo $r = 0.175 \text{ dm}$, considerando 1 m de comprimento ficando,

$$V_{\phi} 35 \text{ mm} = \pi * r^2 * c = 3.14 * 0.175^2 * 200 = \pm 38.465 \text{ dm}^3$$

em que; $V_{\phi} 35 \text{ mm} = \text{Volume tubo para 20 metro comprimento em } \text{dm}^3$

$$\pi = 3.14$$

$$r = 0.21 \text{ dm raio do tubo}$$

$$c = 200 \text{ dm comprimento } 1 * 20 \text{ metro de tubo considerado}$$

$$\text{Valor fluído nos permutadores considerado} = 38.465 \text{ l}$$

Total geral de fluído no circuito Primário:

O total de fluído de circulação no circuito primário esperado será

$$\text{Total (circuito primário)} = 103.537 \text{ l} + 38.465 \text{ l} = 142.002 \text{ l para todo circuito}$$

Tipo de glicol e concentração

Tendo em conta a região em causa as médias de temperaturas mínimas dos últimos 50 anos vou considera-se que o uso de um glicol com intervalo de proteção entre -10°C a -15°C para os 142.002 l, assim deve-se colocar uma percentagem (%) de diluição de cerca de 30% , equação 6.

$$V_{30\% \text{ glicol}} = \text{Total fluido circuito primário} * 0.3 \quad (6)$$

em que; $V_{30\% \text{ glicol}} = \text{Volume glicol necessário (l)}$

$\text{Total fluido circuito primário} = \text{calculado anteriormente (l)}$

$$V_{30\% \text{ glicol}} = 142.002 \text{ l} * 0.3 = 42.6006 \text{ l} = +/- 43 \text{ l}$$

Necessidade de pelo menos 43 l, de glicol, dos 142 l totais para garantir bom funcionamento do circuito primário, por cada conjunto aplicado.

No total necessita-se para o bom funcionamento de 86 l de glicol.

Devem ser contemplados pontos de proteção aos circuitos de válvulas de descarga ou proteção por pressão permitindo a recolha de fluídos em caso de saída para o exterior para assim evitar contaminações do meio ambiente.

Deve ainda ser recolhido líquido, para a respetiva análise das percentagens de diluição após a circulação destes em testes de funcionamento e em carga do circuito. (Usando um refratómetro para o efeito)

Deve ainda ser adicionada água tratada ou desmineralizada no circuito com vista a garantir o seu bom funcionamento e durabilidade de todos os componentes. (Evitando deste modo corrosão, incrustações e/ ou sedimentos)

A2.7. Cálculo do volume do vaso de expansão do circuito primário

Para o cálculo do vaso de expansão solar é necessário considerar dois volumes:

- Volume total do sistema solar (calculado no passo 6);
- Volume no interior dos coletores solares.



Figura 56- Vaso expansão

Consideram-se estes dois valores porque a temperatura dentro dos coletores solares em períodos de paragem da bomba circuladora é sempre superior à temperatura do restante circuito.

A equação 7 permite calcular um volume seguro de um vaso de expansão solar:

$$V_{VE\ Solar} = ((V_{CP} - V_{TC}) \times 0.07 + V_{TC}) \times 2.38 \quad (7)$$

Equação 5. Cálculo volume do vaso de expansão

em que; $V_{VE\ Solar} = \text{Volume vaso de expansão solar esperado (l)}$

$V_{CP} = \text{Volume total do circuito primário (l)}$

$V_{CP} = 142.002\ l$

$V_{TC} = \text{Volume total do interior dos coletores (l)}$

$V_{TC} = 60.015\ l$

Cálculo do aumento de Volume esperado do fluído primário

$$V_{VE\ Solar} = ((V_{CP} - V_{TC}) \times 0.07 + V_{TC}) \times 2.38$$

$$V_{VE\ Solar} = ((142.002 - 60.015) \times 0.07 + 60.015) \times 2.38 = 179.769\ l$$

Iremos considerar volume final de 197 l para Vaso de expansão solar.

No mercado o vaso de expansão com o valor mais próximo apresenta um volume para 200 l com as características solares requeridas e com equipamentos preparados para glicol. A montagem deste equipamento deve ser feita na zona mais fria do fluído em circulação após a passagem no acumulador/ permutador.

O fornecedor Tecnisol, SA, (consultado no site, vaso expansão solar; http://www.sotecnisol.pt/resources/777f40511b178afb7f9e2c1a7a9e55af/tabelas_de_preco/vasos_de_expansao_20141.pdf, no mês novembro de 2016) permite escolher o vaso de expansão de 200 l.

A2.8. Cálculo do volume do vaso de expansão do circuito secundário

O vaso de expansão sanitário deve ser suficiente para garantir as expansões da água sanitária em função da variação da temperatura. O cálculo rigoroso deve garantir a contabilização da água contida nas tubagens a jusante dos acumuladores, a temperatura mínima da água fria da rede e a temperatura máxima média atingida dentro do acumulador.

Considerando um vaso de expansão igual a 5% do volume total de acumulação estarão garantida as condições necessárias para a maioria das instalações.

Cálculo do aumento de Volume esperado do fluido secundário

Para este caso considera-se 5% do volume de acumulação recorrendo à equação (8).

$$V_{VE \text{ acumulação}} = (V_{\text{acumulação}}) \times 0.05 \quad (8)$$

em que; $V_{VE \text{ acumulação}}$ = Volume expansão para a acumulação (l)

$$V_{VE \text{ acumulação}} = 3000 \text{ l}$$

$$V_{VE \text{ acumulação}} = ((3000) \times 0.05) = 150 \text{ l}$$

Assim o esperado é 150 l para expansão total das águas sanitárias em acumulador.

A instalação deste vaso pode ser feita na zona fria do acumulador. Exemplo zona a considerar na alimentação sem qualquer corte ou seccionamento de tubagens de ligação ao acumulador. Recorrendo-se se necessário a uma válvula anti-retorno.

O fornecedor Tecnisol, SA, (consultado no site, vaso expansão AQS; http://www.sotecnisol.pt/resources/777f40511b178afb7f9e2c1a7a9e55af/tabelas_de_preco/vasos_de_expansao_20141.pdf, no mês novembro de 2016) permite selecionar o vaso expansão escolhido de 250 l

A2.9. Breve apreciação para dimensionamento recorrendo a estes passos

Estes 8 passos permitem um rápido dimensionamento dos principais constituintes de um sistema solar de AQS.

No final é sempre necessário verificar a quantidade de energia solar obtida recorrendo a um sistema de registo e bases de dados com referência a um período anual, bem como a verificação e estudo da redução esperada dos consumos energéticos e o retorno do investimento.

Para estes últimos cálculos será necessário o recurso a um software de simulação (tipo SOLTERM conforme efetuado no Anexo 3)

Anexo 3. Dimensionamento AQS recorrendo software SOLTERM

A3.1. Cálculos recorrendo a software SOLTERM

Passos realizados para o cálculo recorrendo ao software SOLTERM

A3.1.1. Zona e concelho

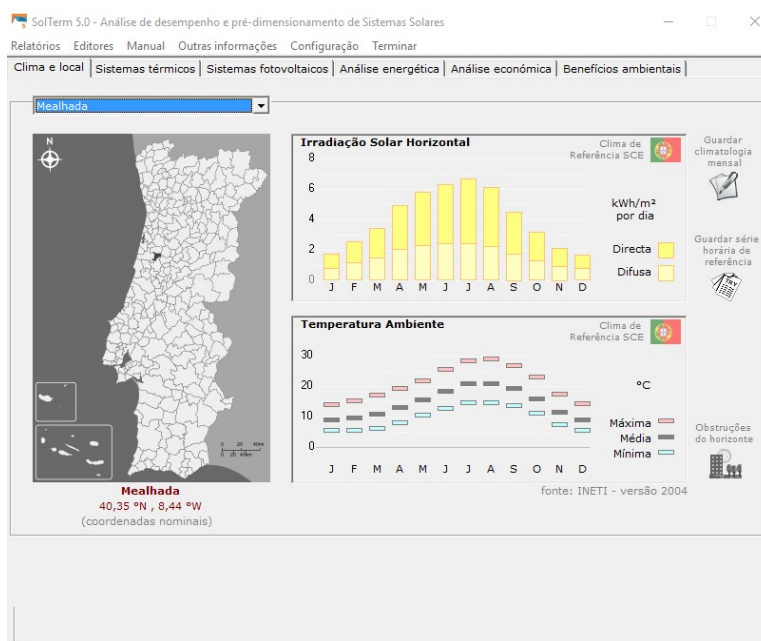


Figura 57- Imagem seleção Concelho SOLTERM

A3.1.2. Obstruções, turbidez da atmosfera, albedo do solo.

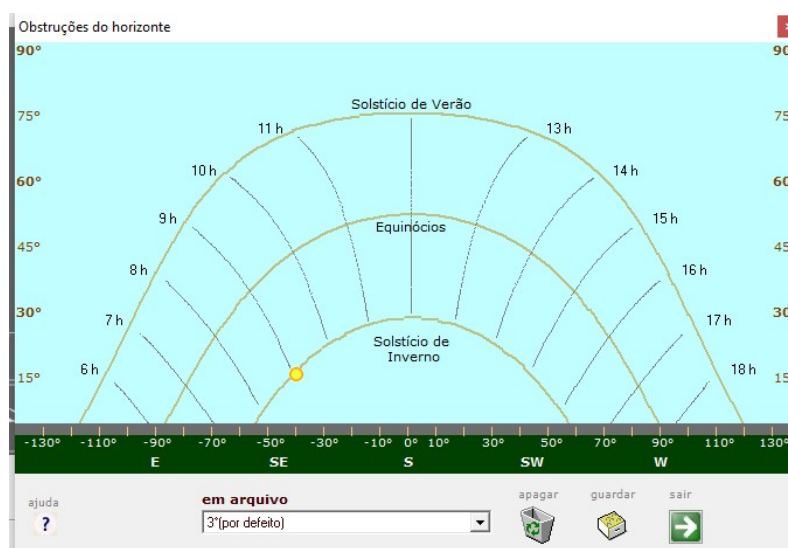


Figura 58- Verificação área envolvente Solterm

A3.1.3. Seleção de coletores, sistema, acumuladores e tipo de consumos.

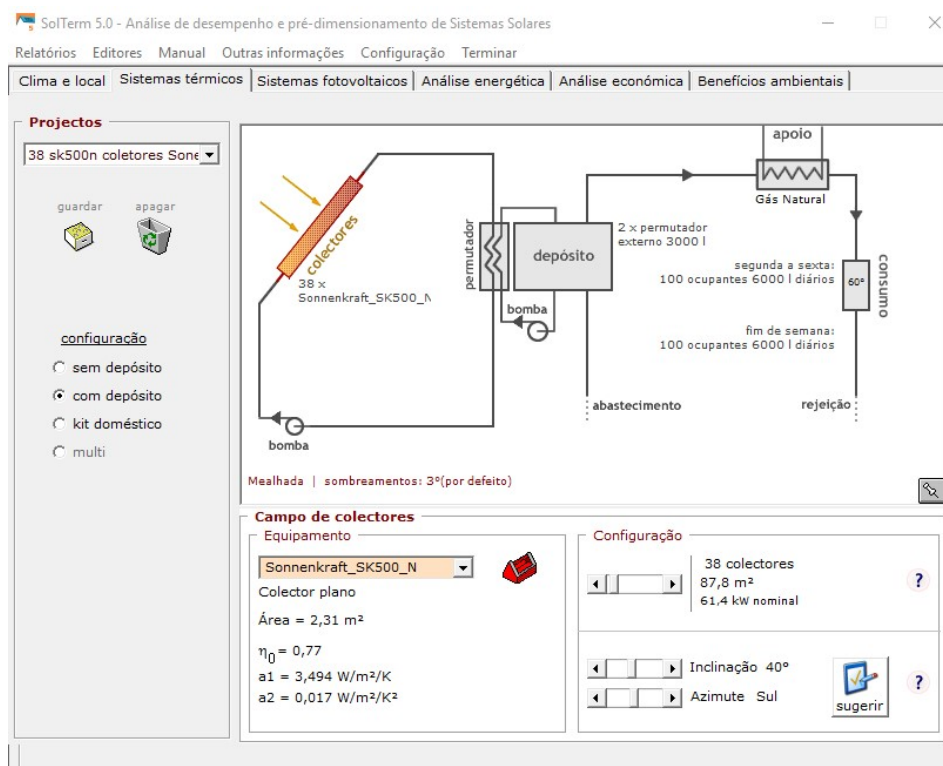


Figura 59- Introdução dos dados do coletor

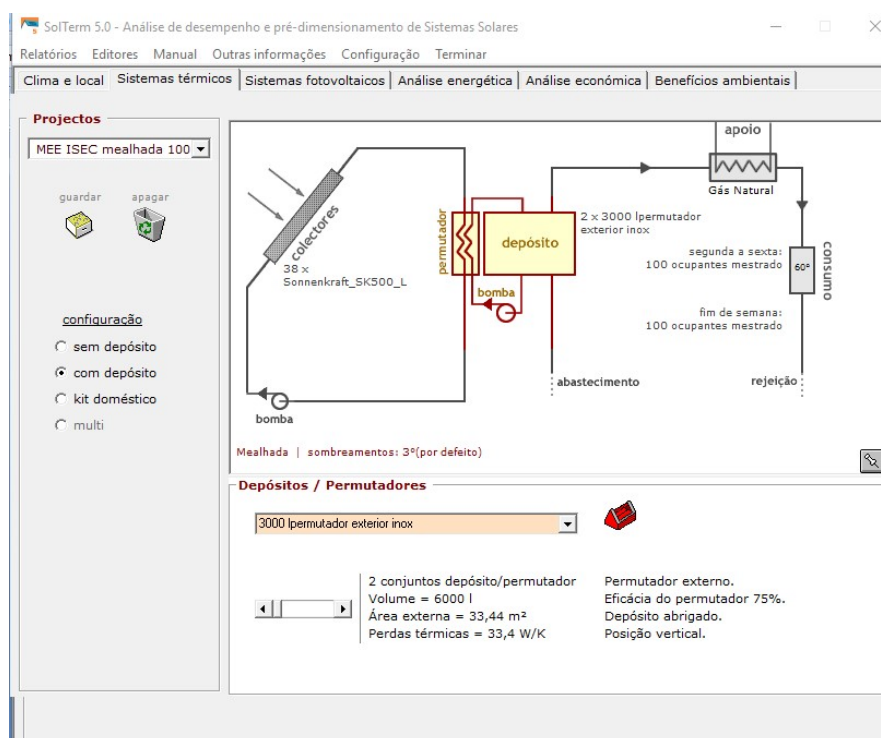


Figura 60 - Dados acumuladores e permutadores

A3.2. Seleção de acumuladores dados técnicos.

A3.2.1. Tipo de cargas ao longo do dia

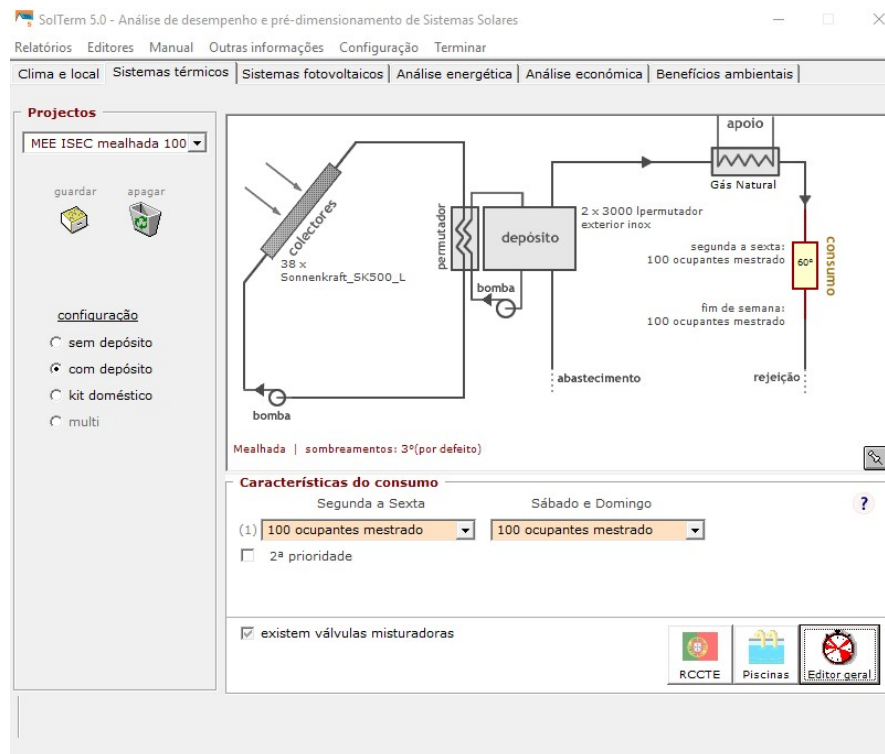


Figura 61- Tipos de necessidades térmicas

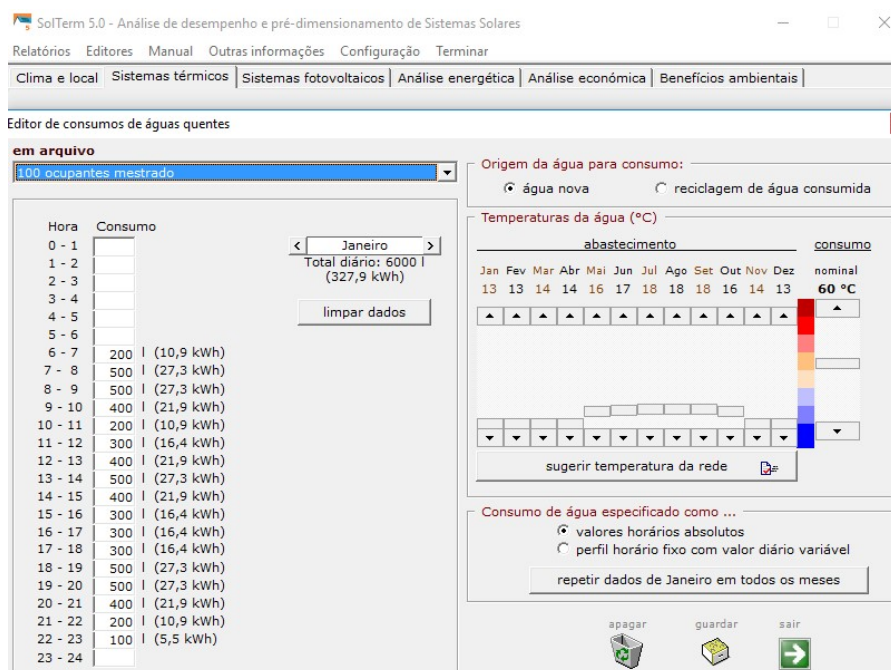


Figura 62 - Tipo de cargas e consumos necessários ao longo dia

A3.2.2. Tipo de apoio e energia consumida

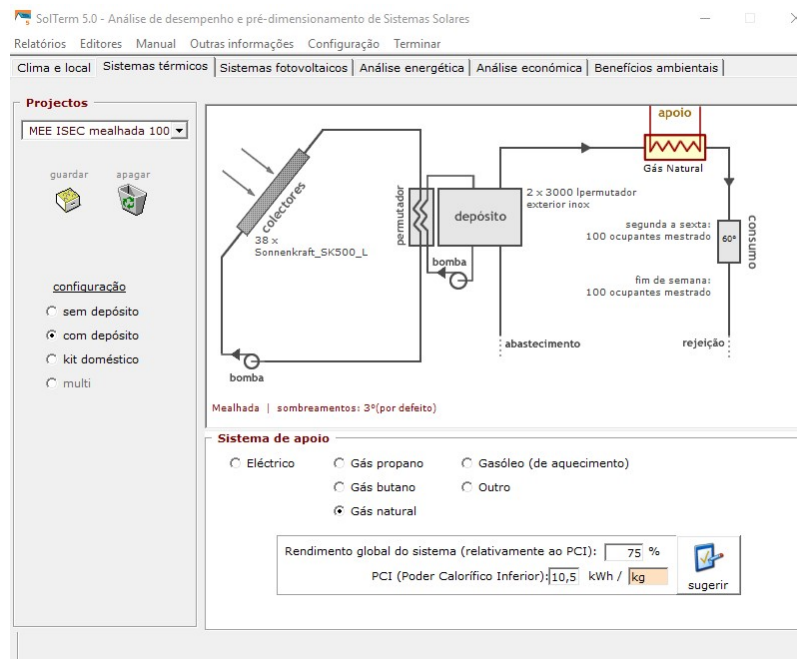


Figura 63- Tipo de energia de apoio

A3.3. Desempenho sistema térmico do projeto SOLTERM.

SolTerm 5.0 - Análise de desempenho e pré-dimensionamento de Sistemas Solares

Relatórios Editores Manual Outras informações Configuração Terminar

Clima e local | Sistemas térmicos | Sistemas fotovoltaicos | Análise energética | Análise económica | Benefícios ambientais

Desempenho do sistema térmico

Projecto: 38 sk500n coletores Sonenkraft Mestrado

	Rad.Horiz. kWh/m²	Rad.Inclin. kWh/m²	Desperdiçado kWh	Fornecido kWh	Carga kWh	Apoio kWh
Janeiro	55	95	,	4352	10165	5813
Fevereiro	72	107	,	4619	9181	4562
Março	107	132	,	5584	9949	4365
Abril	148	156	,	6536	9628	3092
Maio	181	174	,	7087	9516	2429
Junho	190	171	,	6882	9000	2117
Julho	208	193	,	7820	9084	1263
Agosto	189	194	,	8039	9084	1045
Setembro	134	157	,	6727	8791	2063
Outubro	100	141	,	6277	9516	3239
Novembro	65	107	,	4729	9628	4899
Dezembro	53	92	,	4258	10165	5907
Anual	1501	1718	,	72911	113706	40795

Rendimento global anual do sistema: 48% Fracção solar: 64,1% Produtividade: 831 kWh/[m² colector]

Optimização sob critérios energéticos

☐ aumentar a fracção solar

☐ reduzir o fornecimento de energia de apoio

☒ otimizar a orientação dos coletores

constrangimentos

☒ manter o azimute

Optimizar

(38 módulos)
87,78 m²
Inclinação 40°
Azimute Sul
Armazenamento de 6000 l

guardar Relatório

interpretação ?

Figura 64- Desempenho energético do sistema

A3.4. Análise de custos do sistema instalado SOLTERM.

SolTerm 5.0 - Análise de desempenho e pré-dimensionamento de Sistemas Solares

Relatórios Editores Manual Outras informações Configuração Terminar

Clima e local | Sistemas térmicos | Sistemas fotovoltaicos | **Análise energética** | Análise económica | Benefícios ambientais

Dados técnico-económicos

Área do painel 87,8 m²

Preço do sistema solar: **62046 €**

Componente fixa 600 €

Componente variável 700 € / m²

Incentivos: **0 €**

Componente fixa 0 €

Componente variável 0 € / m²

Vida útil do sistema solar 18 anos

Manutenção anual 1,0% do custo do sistema

Renovação de componentes 1,0% do custo do sistema

Valor residual 0,0% do custo do sistema

Preço do Gás Natural substituído 0,850 € / kg (0,108 €/kWh)

Analisar interesse...

☒ ...versus uma aplicação financeira segura alternativa

☐ ...de contrair um empréstimo bancário

Cenário financeiro sobre 18 anos

Inflação 2,0% ao ano

Deriva do preço da energia substituída 2,0 % acima da inflação

Rendimento de aplicação segura alternativa 4,0% ao ano

Análise do investimento em termos financeiros

Sistema solar	Aplicação alternativa
Investimento inicial: -62046 €	Capital: -62046 €
Valor residual: 0 €	Restituição: 62046 €
Custos energéticos evitados: 204402 €	Rendimentos: 63648 €
Reinvestimentos: 69418 €	
Manutenção: -13551 €	
Reparações: -756 €	
Saldo final: 197467 €	Saldo final: 125694 €
Recuperação do capital em 11 anos	
VAL: 76212 €	VAL: 25960 €
Rentabilidade: 6,5 % ao ano	Rentabilidade: 4,0% ao ano

Avaliação: Investimento em energia solar compensador nestas condições e atractivo (melhor que aplicação alternativa)

Optimização

Figura 65- Desempenho económico sistema

A3.5. Análise de desempenho emissões CO2 evitadas SOLTERM.

SolTerm 5.0 - Análise de desempenho e pré-dimensionamento de Sistemas Solares

Relatórios Editores Manual Outras informações Configuração Terminar

Clima e local | Sistemas térmicos | Sistemas fotovoltaicos | **Análise energética** | Análise económica | Benefícios ambientais

Impactos evitados

Consumo de energia primária de origem fóssil:

98,74 MWh/ano (9377 m³ de Gás Natural/ano)

23,5 ton CO2 equivalente/ano (dos quais 22,7 ton CO2/ano)

interpretação ?

Figura 66- Relatório emissões evitados de CO2

Anexo 4. Dados de equipamentos a usar no sistema.

A4.1. Instalação solar térmica - equipamentos

Coletores Solares Térmicos

Os coletores solares térmicos do tipo planos com cobertura.

Os coletores solares térmicos, cujas características técnicas estejam aprovadas pela medida solar térmica, e desde que a fração solar esteja compreendida entre 55% e 75%, podem ser considerados para a mesma finalidade.

A4.2. Requisitos necessários para a instalação dos painéis solares térmicos

- O local selecionado para a instalação do equipamento não deverá ter sombras durante o dia sendo que o mesmo deverá estar orientado para o Sul geográfico.
- A inclinação ótima dos coletores solares térmicos situa-se entre 30° e 40°. Nesta instalação em particular a inclinação dos painéis solares será de 39°.
- É necessário reservar espaço para fazer a manutenção (cerca de 80 cm em ambos os lados dos painéis solares).
- Dever-se-á posicionar o equipamento de forma centrada no telhado para evitar danos na estrutura.
- Dever-se-á fazer a verificação anual do pH do fluido térmico que, caso se encontre abaixo de 7, deverá ser imediatamente substituído. Caso não seja efetuada a troca num espaço de 5 anos para garantir uma perfeita proteção do equipamento e manutenção da sua performance, o fluido térmico deverá ser substituído obrigatoriamente no final deste período.

Pressões de funcionamento

As pressões de funcionamento de circulação do fluido térmico poderão atingir valores de 600 kPa, assim sendo a instalação do equipamento deverá conter vaso de expansão e válvula de segurança que para além de prever possíveis danos causados pelo excesso de pressão possam garantir um perfeito funcionamento do sistema.

Prevenção do congelamento

Quando se instalam os tubos da alimentação de água fria, água quente e de dreno, devem-se fazer o isolamentos adequados aos mesmos para prevenir o congelamento. O fluido térmico deverá ter uma concentração adequada à temperatura mínima histórica do local.

Os valores de cálculo a utilizar no dimensionamento terão de ser extraídos do certificado dos coletores, esse documento terá de fazer parte da memória descritiva do projeto.

A inclinação escolhida para a instalação dos coletores teve como objetivo uma utilização anual do sistema e minimizar o impacto visual.

Nas zonas de instalação dos painéis solares não deve existir possibilidade de sombreamento.

A4.3. Acumulador de águas quentes sanitárias

Termoacumuladores produzidos de acordo com as seguintes especificações:

- Isolamento térmico: DIN 1988-7 – norma técnica para as instalações de água potável (inclui os acumuladores)

No parágrafo 5.3, ponto 7, da Norma DIN 1988, estabelecem-se valores limite para os isolamentos utilizados em instalações ou tubagens de aços inoxidáveis e de cobre.

Assim, no caso dos aços inoxidáveis, o valor limite é marcado pela concentração em iões cloretos hidrossolúveis, que não deve superar os 0,05% nos materiais isolantes.

Relativamente às tubagens de cobre, os valores limite nos materiais isolantes são dados pela concentração de amoníaco – que em nenhum caso deve superar os 0,2% – e de nitritos – que deve ser nula.

É de referir que as superfícies suscetíveis à corrosão, fundamentalmente dos aços inoxidáveis austeníticos (Cr-Ni), devem estar livres de qualquer tipo de humidade ou impurezas, antes da colocação do isolamento térmico.

Na gama de isolamentos que cumpra com a Norma DIN 1988 – caracterizada pela sua estrutura em célula fechada, sempre que exista uniões dos isolamentos terá de ser garantido que estejam convenientemente coladas com material de elevada resistência à infiltração de humidade e oxigénio do ar, proporcionando uma adicional segurança frente à corrosão.

A4.4. Normas e diretivas

A norma técnica DIN 1988 (para instalação de tubagens de água potável), exige os seguintes requisitos:

- “Os materiais isolantes para tubagem de cobre devem estar livres de nitritos e podem conter amoníaco desde que não supere os 0,2%”.
- “Nos materiais isolantes para tubagens em aço inoxidável, os iões de cloretos hidrossolúveis não devem superar os 0,05%”.

Normas de construção:

- NP EN 60335-1 – Segurança dos aparelhos eletrodomésticos e análogos – Parte 1: Regras gerais;
- EN 60335-2-21 – Household and similar electrical appliances – Safety. Part 2-21: Particular requirements for storage water heaters;

- EN 50106 – Segurança dos aparelhos eletrodomésticos e similares: Regras particulares para ensaios de rotina referentes a aparelhos no campo das EN 60335-1 e EN 60967 – Versão Inglesa;

Diretivas:

- 2006/95/CE – Diretiva de baixa tensão (DBT) – Relativa à harmonização das legislações dos Estados-Membros do domínio do material elétrico destinado a ser utilizado dentro de certos limites de tensão;
- 2004/108/CE - Compatibilidade Eletromagnética – Diretiva Compatibilidade – Relativa à aproximação das legislações dos Estados-Membros respeitantes à compatibilidade eletromagnética;
- 93/68/CEE – Altera alguns pontos das diretivas anteriores;

Os instaladores devem de respeitar as seguintes normas:

- NP 3401 – Aparelhos de aquecimento. Regras gerais para a instalação de termoacumuladores;
- NP 2829-1 – Aparelhos eletrodomésticos e análogos. Regras gerais;
- NP 2829-14 – Aparelhos eletrodomésticos e análogos. Segurança de termoacumuladores;
- NP 3334 – Aparelhos eletrodomésticos e análogos. Aptidão ao funcionamento de termoacumuladores;

A4.5. Depósitos de águas quentes sanitárias

Dois Termoacumulador de A.Q.S., capacidade 2.500 litros produção, tipo cilíndrico VERTICAL ao SOLO. Preparado para uma pressão máxima de serviço de 8 bar, pressão de ensaio 12 bar. Nesta instalação são também incluídos os 2 termoacumuladores interligados entre si de 750 litros e uma caldeira todos já existentes, que servirão de apoio ao sistema solar térmico. São necessários sempre que não ocorra a produção suficiente vinda do sistema solar térmico.

Equipado com ligações para o permutador de placas e suportes de apoio ao solo de forma a garantir ausência de vibrações.

Salienta-se a necessidade de criar uma central técnica para a colocação do termoacumulador e dos restantes equipamentos que fazem parte da nova instalação solar térmica.

A4.6. Outros Acessórios a incluir no sistema**Filtros de água**

Aplicar-se-ão filtros de água em bronze com elemento filtrante em aço inox.

Vasos de expansão

Todos os sistemas fechados deverão ser equipados com um ou mais vasos de expansão no sentido de evitarem mudanças significativas de pressão provocadas pela expansão ou contração dos fluídos. Estas alterações devidas a variações de temperaturas que podem ocorrer.

O vaso de expansão AQS:

- Será do tipo fechado com câmara de azoto, constituído por membrana a água estará apenas em contacto com a referida membrana não existindo contaminação.
- Deverá cumprir com a norma CE normas para recipientes sob pressão 97/23/CE
- Pré-carga de Nitrogénio de 4,0 bar
- Para aplicação de água potável de acordo com DIN/DVGW estabelecido na norma 4807 parte 5
- Possui circulação interna para proteção anti-legionela
- Pressão máxima de serviço 10 bar

O vaso de expansão instalação solar térmica:

- Será do tipo fechado com câmara de azoto, constituído por membrana em butil a água estará apenas em contacto com a referida membrana
- Deverá cumprir com a norma CE normas para recipientes sob pressão 97/23/CE
- Pré-carga de Nitrogénio de 3,0 bar
- Para aplicação de água potável de acordo com DIN/DVGW estabelecido na norma 4807 parte 3
- Admite fluído térmico até 50% de anti-congelante

Manómetros

Serão de grande sensibilidade e com mostrador de fácil leitura. As escalas serão adequadas ao fim a que se destinam, marcadas em bar ou kgf/cm², devem ter o diâmetro mínimo de 60 mm.

Termómetros

Muito sensíveis, com corpo estanque e mostrador com escala adequada e de fácil leitura devem ter o diâmetro mínimo de 60 mm. Serão sempre instalados nas tubagens de avanço e retorno do sistema.

Válvula de segurança circuito solar

Válvula de segurança de membrana segundo DIN 4751/2, corpo em latão e mola em aço inoxidável:

- Temperatura de trabalho: 10°C a 110°C
- Pressão de descarga: 6bar

Válvula de segurança circuito AQS

Válvula de segurança de membrana com corpo em latão e mola em aço inoxidável, conforme diretiva PED 97/23/CE:

- Temperatura de trabalho: -10°C a 120°C
- Pressão de descarga: 7bar

Fluído térmico

Será um propileno-glicol na concentração adequada à temperatura mínima histórica do local.

Composição do fluido deve ser como tabela a seguir.

Tabela 23- Composição propileno glicol concentrado

Composto	% mássica	Função
Propileno glicol	92 – 94	Anti congelante
Sais de ácidos orgânicos	3 – 4	Proteção de metais ferrosos
Silicatos	< 1	Proteção do alumínio
Triazóis	≤ 0,2	Proteção de metais amarelos (cobre, bronze, latão)
Bórax (Borato de sódio)	1 – 1,5	Promotor de alcalinidade (estabilizador de pH)
Hidróxido de potássio	< 1	Promotor de alcalinidade (estabilizador de pH)
Água	3 – 4	Solvente de inibidores
Estabilizadores, dispersantes, antiespumantes, corantes	0,1 – 0,3	Estabilizador de dureza da água, inibidor de efusão e efervescência, coloração

Tabela 24- Concentração e temperatura congelamento de Propileno Glicol TYFOCOR

Massa específica a 20 °C [kg/m ³]	TYFOCOR® L Concentração [% volúmica]	Ponto de Congelação
1 023	25	-10 °C
1 029	30	-14 °C
1 033	35	-17 °C
1 037	40	-21 °C
1 042	45	-26 °C
1 045	50	-32 °C
1 048	55	-40 °C
1 055	100	< -50 °C

Permutador de placas – circuito solar

Permutadores de placas água/água com transmissão em contracorrente. Estrutura em aço macio com pintura “*epoxi*”, ligações em aço inox, placas em inox AISI/316 L e juntas em “*high nitrile*”.

Bombas circuladoras

As eletrobombas do circuito solar serão centrífugas do tipo in-line de rotor imerso e em ferro fundido.

As eletrobombas do circuito AQS serão centrífugas do tipo in-line de rotor imerso e em Bronze ou aço inoxidável.

As bombas devem de ser instaladas de modo a que o esforço da tubagem não seja transferido para a voluta da bomba.

As bombas colocadas no exterior devem ter classe de proteção IP 65.

Contador de Entalpia

A instalar um no primário solar à saída dos coletores, outro a instalar à saída dos acumuladores ou produtor instantâneo de AQS.

Purgadores de Ar

Em todos os pontos altos da tubagem serão aplicados purgadores automáticos e/ou manuais para saída do ar aí acumulado.

Os purgadores automáticos terão corpo em bronze, aço inoxidável ou ferro maleável com elementos interiores de aço inoxidável, muito resistente ao desgaste e à corrosão.

Válvulas de Descarga Periódica ou de Purga

Serão do tipo abertura de 1/4" de volta, macho esférico.

Válvulas de Retenção

As válvulas anti-retorno serão de batente do tipo clapeta, de disco ou de charneira e são fabricadas nos seguintes materiais: - corpo ferro fundido - batente aço inox - veio aço inox, ou em bronze.

Válvulas de Seccionamento

Não poderão possuir elementos plásticos. As válvulas serão PN 16, com sede em ferro fundido e/ou aço inox.

Todas as válvulas deverão ter placa identificativa. Deverão igualmente ter indicação do sentido de abertura.

Caudalímetro

- Regulação do caudal do circuito solar;
- Temperatura de funcionamento de 0 a 100°C;

Válvula de mistura termostática

Válvula misturadora termostática compacto desenhada para sistemas solares térmicos.

- Regulação de temperatura entre 30 a 65°C;
- Precisão de 2°C com pressões de entrada equilibradas;
- Válvula anti-retorno incorporada;
- Temperatura máxima admissível à entrada: 110°C;
- Pressão máxima de 10bar;
- Pressão de trabalho de 0,2bar a 5bar;
- Caudal máximo de 57L/min a 3bar;
- Caudal mínimo de 5L/min;

Proteção anti-queimaduras: no caso de interrupção do abastecimento de água fria, a válvula bloqueia imediatamente o fornecimento de água quente (< 2s). Segundo EN 1111 e EN 1287.

Controlador diferencial

Terá as seguintes funções (mínimas):

- Controlo diferencial da temperatura
- Indicação da temperatura dos painéis solares
- Indicação da temperatura do acumulador
- Proteção Anti-legionella
- Proteção anti-gelo
- Proteção excesso de temperatura

- Controlo da velocidade da bomba de circulação pela variação de frequência

Estrutura de fixação

Deverá ser adequada aos painéis solares térmicos. Os suportes de fixação dos painéis não deverão ter folgas e ser solidários ao telhado, com parafusos de fixação, conforme o procedimento indicado para o mesmo, caso contrário, o equipamento poderá cair em condições climatéricas adversas.

Nota; As condições de suporte no telhado devem ser analisadas antes da instalação do mesmo.

Os suportes poderão ser em alumínio, aço galvanizado a quente ou em aço inoxidável AISI 316.

A4.7. Controlo de qualidade

Será efetuada uma fiscalização e uma inspeção visual, do sistema.

Dever-se-á verificar;

- A utilização dos materiais e acessórios especificados em projeto.
- A execução e estanquidade das uniões.
- A conformidade com a legislação em vigor.
- A conformidade da execução com as peças escritas e desenhadas do projeto

Todos os materiais aplicados deverão ser isentos de defeitos e obedecer ao determinado nas respetivas especificações, documentos de certificação e Normas Portuguesas em vigor.

Durante o decurso da obra serão realizados ensaios de Controlo de qualidade. A Fiscalização definirá o plano de realização dos ensaios.

Sempre que os ensaios levem à conclusão de que a instalação não se encontra com as características indicadas neste Caderno de Encargos, a Fiscalização optará por:

- Remoção das peças em más condições;
- Realização, a expensas do Empreiteiro, de ensaios para avaliação do comportamento da instalação;

A4.8. Ensaios

A4.8.1. Testes equipamentos e tubagens de fluído

Preparação e limpeza de equipamentos centrais, unidades terminais e outros.

Preparação e limpeza dos circuitos com uma solução aquosa de um detergente compatível com os materiais do circuito, e verificação do pH < 7,5 para enxaguamento.

Testes preliminares de estanquidade

- Limpeza de filtros
- Verificação da pressão máxima admissível de todos os componentes
- Teste de baixa pressão para verificação de continuidade circuitos e visual

Teste de resistência mecânica

- Pressão mínima de teste 6 bar
- O ensaio tem de ser feito a 100% das redes
- Excluir equipamentos que não suportam pressão de teste
- Duração mínima 24 horas

Teste de livre dilatação

- Levar á temperatura anulando controlo
- Arrefecer e verificar não existência de deformações

A4.8.2. Verificações gerais:

Verificar o bom funcionamento da instalação nas condições de regime.

Verificar os permutadores de calor, unidades de tratamento de ar e restantes equipamentos que efetuem transferência de energia térmica.

Medir a eficiência energética dos sistemas produtores de energia térmica renovável.

Efetuar a medida das temperaturas e respetivos diferenciais de todos os circuitos de produção, distribuição e unidades terminais em regime normal de funcionamento.

Efetuar a medição dos consumos energéticos e confirmar os intervalos previstos no projeto. Verificar o funcionamento e consumo dos motores elétricos nas condições de trabalho.

Verificar as perdas térmicas de distribuição da rede hidráulica.

A4.8.3. Lista de equipamentos obrigatórios

Coletor solar térmico certificado

Estruturas de fixação

Depósitos solares

Relógio - de circulação de água

Sistema de controle de temperatura - Válvula misturadora termostática

Vaso de expansão sanitário

Controlador diferencial - Completo incluir controlo legionela, sistema de dissipação de calor, sistemas de alarme, sondas de temperatura.

Grupo de bomba circulação

Purgadores de ar do circuito e de resíduos

Caudalímetro

Válvula de segurança Solar

Manómetro de pressão do circuito primário

Termómetro para fluído primário

Termómetro para retorno de fluído primário

Ligação para enchimento do circuito primário

Vaso de expansão do fluído do circuito primário

vaso de expansão do circuito secundário

Fluído térmico

Válvulas de corte para isolamento dos equipamentos

Válvulas anti-retorno

Válvulas e acessórios de ligação

Tubagens em cobre

Tubagens noutros materiais

Contador de entalpia

Sistema de controlo de diferencial de temperatura e comando bombagem

Isolamentos

Sistemas de permutação calor

Sistemas de alarme

Anexo 5. Dados de catálogos de tubagem a usar no sistema

Tabela 25- Anexo Tabela tubo cobre diâmetro e preço

PINTO & CRUZ

Tubagens e Sistemas

Condução e Controlo de Fluidos | Tubos de Cobre

CONDUÇÃO E CONTROLO DE FLUIDOS

TUBOS DE COBRE

Tubo de Cobre Sanitário – norma EN 1057

nu em rolo

art. Nº	características	rolos (m)	€/m
2200064	15mm x 1mm	50	5,25
2200066	18mm x 1mm	25/50	7,04
2200068	22mm x 1mm	25	8,34

Tubo de Cobre Sanitário – norma EN1057

nu em vara

art. Nº	características	varas (m)	€/m
2200142	15mm x 1mm	5	5,71
2200144	18mm x 1mm	5	6,70
2200146	22mm x 1mm	5	8,28
2200150	28mm x 1mm	5	10,87
2200154	35mm x 1mm	5	14,10
2200156	35mm x 1,5mm	5	21,98
2200158	42mm x 1mm	5	17,30
2200160	42mm x 1,5mm	5	22,74
2200162	54mm x 1,5mm	5	32,94
2200164	54mm x 2mm	5	sob consulta
2200166	64mm x 2mm	5	66,38
2200168	76,1mm x 2mm	5	80,66

Figura 67- Extrato do catálogo Pinto &Cruz

Anexo 6. Dados de catálogos de vasos expansão a usar no sistema.

Tabela 26- Nota: Anexo tabela com vaso expansão solar para circuito primário

 **SOTECNISOL**
MATERIAIS

 **Mecalia**
energy systems

TABELA DE PREÇOS DE VENDA - VASOS EXPANSÃO

Descrição/ Tipo	Referência	Código	PVP (s/ IVA)
Vasos expansão Mecalia para instalações solares Pressão máxima de serviço: 8 bar. Pressão de pré-carga: 2,5 bar. Temperaturas de operação: -10 °C a 1400 °C. Temperatura máx. no diafragma: 140 °C Máxima percentagem de glicol: 50% Conexão de 3/4" para vasos de 18L até 50L, conexão de 1" para vasos de 80L até 300L. Nota: Vasos de 18 a 24 para instalação mural. Vasos de 35 a 300L para instalação no solo.			
Vaso Expansão DP/VS 18 litros	06105		50,00 €
Vaso Expansão DP/VS 24 litros	06106		53,00 €
Vaso Expansão DP/VS 35 litros	06107		88,00 €
Vaso Expansão DP/VS 50 litros	06108		153,00 €
Vaso Expansão DP/VS 80 litros	06110		180,00 €
Vaso Expansão DP/VS 100 litros	05230		238,00 €
Vaso Expansão DP/VS 200 litros	05231		380,00 €
Vaso Expansão DP/VS 300 litros	05232		520,00 €
Vasos expansão Mecalia para instalações de AQS			

Tabela 27- Nota: Anexo tabela com vaso expansão solar para circuito primário

Vaso Expansão 33 litros	568033		130,64 €
Vasos expansão Caleffi para instalações de Aquecimento Pressão máxima de serviço: 6 bar. Pressão de pré-carga: 1,5 bar. Temperaturas de operação: -10 °C a 120 °C. Temperatura máx. no diafragma: 70 °C Percentagem máxima de glicol: 50%. Conexão de 3/4" para os modelos de 8L a 50 L. Conexão de 1" para os modelos de 80L a 600L. Vasos até aos 25 litros para instalação mural.			
Vaso Expansão 8 litros	556008		35,36 €
Vaso Expansão 12 litros	556012		40,41 €
Vaso Expansão 18 litros	556018		45,64 €
Vaso Expansão 25 litros	556025		55,01 €
Vaso Expansão 35 litros	556035		75,93 €
Vaso Expansão 50 litros	556050		91,13 €
Vaso Expansão 80 litros	556080		154,79 €
Vaso Expansão 100 litros	556100		213,09 €
Vaso Expansão 140 litros	556140		269,31 €
Vaso Expansão 200 litros	556200		328,84 €
Vaso Expansão 250 litros	556250		427,15 €
Vaso Expansão 300 litros	556300		516,43 €
Vaso Expansão 400 litros	556400		682,44 €
Vaso Expansão 500 litros	556500		812,95 €
Vaso Expansão 600 litros	556600		859,05 €

Nota; O uso real pode ser este equipamento ou material ou outro equivalente.

Anexo 7. Dados de catálogos de glicol a usar no sistema

Tabela 28- Preço glicol para circuito primário



MODELO WTF		
MODELO	CÓDIGO	PREÇO S/ IVA
• Líquido solar para o circuito primário de instalações com risco de congelação • Percentagem de mistura de propilenglicol na água: 30% (protege até -14° C)		
WTF 10S: Volume fornecido: 10 l	8 718 660 813	37,00 €
WTF 20S: Volume fornecido: 20 l	8 718 660 878	70,00 €

Nota; O uso real pode ser este equipamento ou material ou outro equivalente.

Anexo 8. Dados de catálogos de coletores solares térmicos a usar no sistema

Tabela 29- Tabela com coletores do circuito solar térmico e estruturas

www.sonnenkraft.pt

O PODER DO SOL

forever clever

SONNENKRAFT.

Colector para instalação em telhado SKR500

O colector SONNENKRAFT, completamente novo e exclusivo, combina a mais moderna tecnologia e um know-how comprovado. O SKR500 é o primeiro colector sem moldura e com montagem muito rápida Plug & Flow®. O sistema de fixação simplificado possibilita uma montagem rápida com apenas uma ferramenta convencional. O colector plano, leve e sem moldura distingue-se em todas as variantes de montagem convencionais.

Dados técnicos do SKR500 e SKR500L

Modelo do colector	SKR500	SKR500L
Tipo de colector	Colector plano para montagem no telhado	
Superfície bruta	2,57 m²	
Área de absorção / superfície de absorvedor	2,26 m² / 2,29 m²	
Comprimento	2079 mm	1540 mm
Largura	1202 mm	2079 mm
Largura útil, ligação	1202 mm	2079 mm
Altura	95 mm	95 mm
Peso em caixa	38 kg	38,8 kg
Conteúdo do colector	1,05 l	1,22 l
Ligação	38 mm em caixa padrão	
Placa de absorvedor	Absorvedor de superfície totalmente em alumínio anodizado e vidro altamente seletivo	
Tubagem hidráulica	Monobloco	
Absorção (α) / emissão (ε)	0,96 / 0,06	
Cores	valor em alumínio anodizado	
Isolamento térmico	Lã mineral de 50 mm	
Coeficiente de vidro do colector	Vidro solar de segurança temperado e lã mineral de 3,2 mm	
Factor de transferência U_g	0,62	0,79
Coeficiente térmico A_1	3,871	3,914
Coeficiente térmico A_2	0,008	0,017
Factor de transferência de longo SKSP	0,96	0,95
Rendimento térmico	92% a 50°C	
Pressão máx. de serviço	10 bar	
Ligação hidráulica	10 - 38 l/min	
Catálogo de módulos	mód. 12 unid. em paralelo	mód. 10 unid. em paralelo
Inclinação mínima do colector	30°	
Inclinação máx. do colector	75°	

Sistemas de fixação SKR500

Parafusos prismafix

paralelo elevado a 20° elevado a 45°

Telhado em chapa

paralelo elevado a 20° elevado a 45°

Estribo de telhado

paralelo elevado a 20°

Linha de betão

elevado a 45°

Secção transversal SKR500

Dimensões

SKR500: 2079 mm (largura), 1202 mm (altura)

SKR500L: 1540 mm (largura), 1202 mm (altura)

Vantagens do colector para instalação em telhado SKR500

- Design único, sem moldura
- Sistemas de fixação específicos e simples • Montagem com apenas uma ferramenta
- Valores de potência otimizados
- Excelente comportamento na fase de vaporização
- Sistemas de fixação para todos os telhados existentes
- Exclusivo para clientes da SONNENKRAFT
- Colector com design atractivo com uma superfície bruta de 2,57 m² e apenas 38 kg de peso
- Colector rápido hidráulico patenteado, sem necessidade de ferramentas
- Colector e fixação calculados de forma estática conforme as normas DIN1055 e EC1991 actualmente em vigor
- Disponível em formato vertical e horizontal

Revisão do site e correção de erros de impressão.
Revisão do site e alterações técnicas.
PHE-08/2014

Versão 2015/01

Anexo 9. Dados de catálogos de estruturas de coletores solares térmicos a usar no sistema.

Tabela 30- Estruturas de suporte

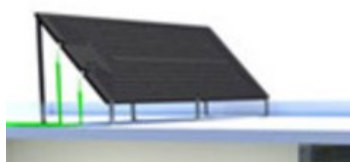
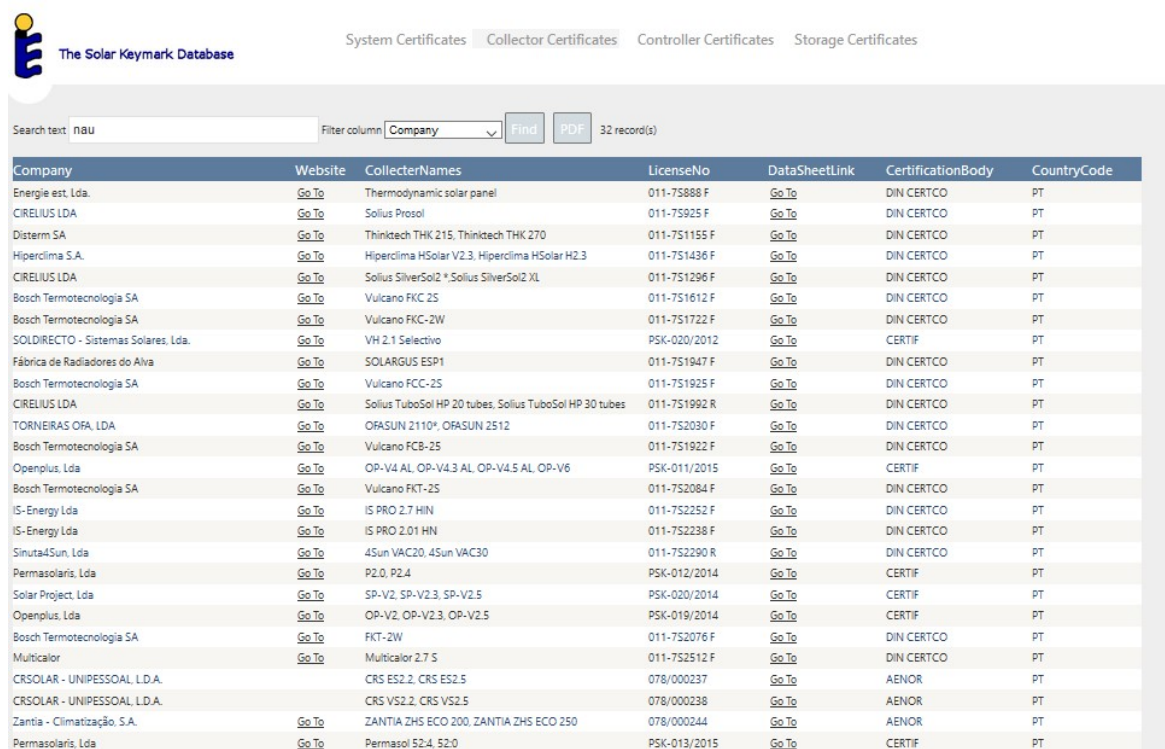


TABELA DE PREÇOS - COLECTOR VERTICAL SKR500			
Descrição/Tipo	Referência	Código	Preço
Colector Sonnenkraft SKR500 Colector Sonnenkraft de 2,5 m ² novo e exclusivo, é o primeiro colector sem moldura e com sistema de montagem plug and flow. Sistema de fixação simplificado que possibilita uma montagem rápida com apenas uma ferramenta convencional.			
Colector Sonnenkraft SKR500 A: 2079 x L: 1240 x P: 95 mm, Peso 38 kg. Área bruta: 2,57 m ² , Área abertura 2,26 m ² Rendimento: 82,0% Coeficiente de transmissão de calor a_{wz} : 3,821 Coeficiente de transmissão de calor a_{0z} : 0,0108 Absorvedor em alumínio com revestimento altamente selectivo	111181	0150010483	678,00 €
Acessórios hidráulicos para colector vertical SKR500			
LIGAÇÃO RECOMENDADA 			
CONECTORES HIDRAULICOS - SKR-HV	110050		25,40 €
CONECTOR DE LIGAÇÃO ROSCADA 1" M P/ LIGAÇÃO RÁPIDA - SKR-SA	110054		13,70 €
COTOVELO 1 X 90° Ø 18 P/ LIGAÇÃO RÁPIDA - SKR-WA	110057		35,00 €
2 TAMPÕES TERMINAIS P/ LIGAÇÕES NÃO USADAS - SKR-ES	110055		16,40 €
CONECTORES HIDRAULICOS - SKR-HV	110050		25,40 €
CONECTOR DE LIGAÇÃO ROSCADA 1" M P/ LIGAÇÃO RÁPIDA - SKR-SA	110054		13,70 €
COTOVELO 1 X 90° Ø 18 P/ LIGAÇÃO RÁPIDA - SKR-WA	110057		35,00 €
2 TAMPÕES TERMINAIS P/ LIGAÇÕES NÃO USADAS - SKR-ES	110055		16,40 €
Estrutura de fixação para colector vertical SKR500 Estrutura de Fixação com inclinação variável de 35°-50° para telhado universal. Fixação por varão roscado. Estrutura em Alumínio.			
EST. FIXAÇÃO SSPR A 0° P/ 1 COLECT. SKR500	113601	0150050532	241,00 €
EST. FIXAÇÃO SSPR A 0° P/ 2 COLECT. SKR500	113602	0150050533	295,00 €
EST. FIXAÇÃO SSPR A 0° P/ 3 COLECT. SKR500	113603	0150050534	514,00 €
EST. FIXAÇÃO SSPR A 0° P/ 4 COLECT. SKR500	113604	0150050535	568,00 €
EST. FIXAÇÃO SSPR A 0° P/ 5 COLECT. SKR500	113605	0150050536	720,00 €
EST. FIXAÇÃO SSPR A 0° P/ 6 COLECT. SKR500	113606	0150050537	842,00 €
EST. FIXAÇÃO SSPR A 0° P/ 7 COLECT. SKR500	113607	0150050538	993,00 €
EST. FIXAÇÃO SSPR A 0° P/ 8 COLECT. SKR500	113608	0150050539	1.115,00 €
EST. FIXAÇÃO SSPR A 0° P/ 9 COLECT. SKR500	113609	0150050540	1.266,00 €
EST. FIXAÇÃO SSPR A 0° P/ 10 COLECT. SKR500	113610		1.388,00 €
EST. FIXAÇÃO SSPR A 0° P/ 11 COLECT. SKR500	113611		1.539,00 €
EST. FIXAÇÃO SSPR A 0° P/ 12 COLECT. SKR500	113612		1.594,00 €

Anexo 10. Dados e certificados de coletores solares térmicos a usar no sistema / Dissipador sistema solar.

Neste anexo é feita a comparação dos coletores solares térmicos Openplus, Vulcano, Nau e Sonnankraft.

A10.1. Verificação da base dados dos coletores solares térmicos certificados, Solarkeymark



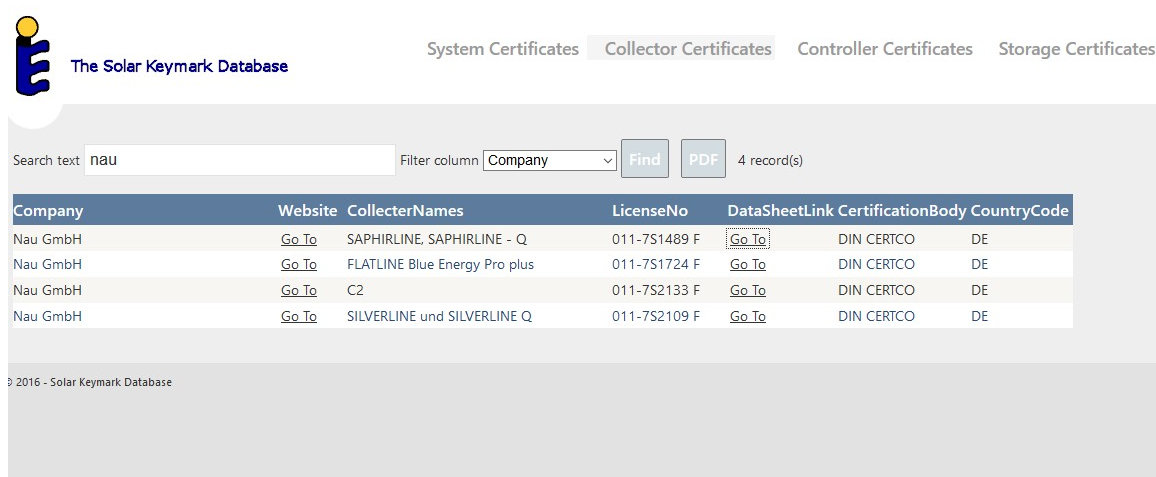
The Solar Keymark Database

System Certificates Collector Certificates Controller Certificates Storage Certificates

Search text: Filter column: Find PDF 32 record(s)

Company	Website	CollectorNames	LicenseNo	DataSheetLink	CertificationBody	CountryCode
Energie est. Lda.	Go To	Thermodynamic solar panel	011-75888 F	Go To	DIN CERTCO	PT
CIRELIUS LDA	Go To	Solius Prosol	011-75925 F	Go To	DIN CERTCO	PT
Disterm SA	Go To	Thinktech THK 215, Thinktech THK 270	011-751155 F	Go To	DIN CERTCO	PT
Hiperclima S.A.	Go To	Hiperclima HSolar V2.3, Hiperclima HSolar H2.3	011-751436 F	Go To	DIN CERTCO	PT
CIRELIUS LDA	Go To	Solius SilverSol2 *, Solius SilverSol2 XL	011-751296 F	Go To	DIN CERTCO	PT
Bosch Termotecnologia SA	Go To	Vulcano FK-25	011-751612 F	Go To	DIN CERTCO	PT
Bosch Termotecnologia SA	Go To	Vulcano FK-2W	011-751722 F	Go To	DIN CERTCO	PT
SOLDIRECTO - Sistemas Solares. Lda.	Go To	VH 2.1 Selectivo	PSK-020/2012	Go To	CERTIF	PT
Fábrica de Radiadores do Alva	Go To	SOLARGUS ESP1	011-751947 F	Go To	DIN CERTCO	PT
Bosch Termotecnologia SA	Go To	Vulcano FCC-25	011-751925 F	Go To	DIN CERTCO	PT
CIRELIUS LDA	Go To	Solius TuboSol HP 20 tubes, Solius TuboSol HP 30 tubes	011-751992 R	Go To	DIN CERTCO	PT
TORNEIRAS OFA, LDA	Go To	OFASUN 2110*, OFASUN 2512	011-752030 F	Go To	DIN CERTCO	PT
Bosch Termotecnologia SA	Go To	Vulcano FCB-25	011-751922 F	Go To	DIN CERTCO	PT
Openplus. Lda	Go To	OP-V4 AL, OP-V4.3 AL, OP-V4.5 AL, OP-V6	PSK-011/2015	Go To	CERTIF	PT
Bosch Termotecnologia SA	Go To	Vulcano FKT-25	011-752084 F	Go To	DIN CERTCO	PT
IS-Energy Lda	Go To	IS PRO 2.7 HN	011-752252 F	Go To	DIN CERTCO	PT
IS-Energy Lda	Go To	IS PRO 2.01 HN	011-752238 F	Go To	DIN CERTCO	PT
Sinuta4Sun. Lda	Go To	4Sun VAC20, 4Sun VAC30	011-752290 R	Go To	DIN CERTCO	PT
Permasolaris. Lda	Go To	P2.0, P2.4	PSK-012/2014	Go To	CERTIF	PT
Solar Project. Lda	Go To	SP-V2, SP-V2.3, SP-V2.5	PSK-020/2014	Go To	CERTIF	PT
Openplus. Lda	Go To	OP-V2, OP-V2.3, OP-V2.5	PSK-019/2014	Go To	CERTIF	PT
Bosch Termotecnologia SA	Go To	FKT-2W	011-752076 F	Go To	DIN CERTCO	PT
Multicalor	Go To	Multicalor 2.7.5	011-752512 F	Go To	DIN CERTCO	PT
CRSOLAR - UNIPESOA L.D.A.	Go To	CRS ES2.2, CRS ES2.5	078/000237	Go To	AENOR	PT
CRSOLAR - UNIPESOA L.D.A.	Go To	CRS VS2.2, CRS VS2.5	078/000238	Go To	AENOR	PT
Zantia - Climatização, S.A.	Go To	ZANTIA ZHS ECO 200, ZANTIA ZHS ECO 250	078/000244	Go To	AENOR	PT
Permasolaris. Lda	Go To	Permasol 52.4, 52.0	PSK-013/2015	Go To	CERTIF	PT

Figura 68- Dados recolhidos base dados da Solar Keymark



The Solar Keymark Database

System Certificates Collector Certificates Controller Certificates Storage Certificates

Search text: Filter column: Find PDF 4 record(s)

Company	Website	CollectorNames	LicenseNo	DataSheetLink	CertificationBody	CountryCode
Nau GmbH	Go To	SAPHIRLINE, SAPHIRLINE - Q	011-751489 F	Go To	DIN CERTCO	DE
Nau GmbH	Go To	FLATLINE Blue Energy Pro plus	011-751724 F	Go To	DIN CERTCO	DE
Nau GmbH	Go To	C2	011-752133 F	Go To	DIN CERTCO	DE
Nau GmbH	Go To	SILVERLINE und SILVERLINE Q	011-752109 F	Go To	DIN CERTCO	DE

© 2016 - Solar Keymark Database

Figura 69- Dados recolhidos base dados da Solar Keymark

A10.2. Verificação dos certificados de cada coletor solar térmico

A10.2.1. Coletor solar Openplus - dados e certificado

certif *Certificado*

Certificate no. PSK - 011/2015
Certificado nº

Name and address of certificate holder:
Nome e morada do titular do certificado: OPENPLUS, Lda.
Eco-Parque Empresarial, Rua de Canetas N.º 10
3860-520 Estarreja
Portugal

Product:
Produto: Thermal Solar Collector
Coletor Solar Térmico

Type references:
Referências: OP-V8, OP-V4 AL, OP-V4.3 AL and/ or OP-V4.5 AL

Trademark(s):
Marca(s) comercial(is): OPENPLUS ENERGY SYSTEMS

Technical characteristics:
Características técnicas: Summary of EN 12975 Test Results: Registration No. PSK-011/2015
(In annex)
Resumo dos resultados dos ensaios realizados segundo a norma EN 12975:
Registo Nº PSK-011/2015 (em anexo)

This product is in conformity with:
Este produto está em conformidade com: EN 12975-1:2008+A1:2010, EN 12975-2:2006
and with the Specific Keymark Scheme Rules for Solar Thermal Products
e com as Regras Particulares do CEN Keymark Scheme para Produtos Solares Térmicos.

Test report(s) ref. / issued by:
Relatório(s) de ensaios nº(s) / Emitido(s) por: 001/15/ CTCV, 17.V2/LES/2011 and/ or 4.V2/LES/2013/ LNEG

Additional information (if any):
Informação adicional (se existir):

This certificate is valid until:
Este certificado é válido até: 2018-04-07
and supersedes certificate no:
e substitui o certificado nº: PSK - 020/2013

Date of issue:
Data de emissão: 2015-07-10

Francisco Barroca
General Manager / Diretor Geral

This Certificate includes one Annex with 2 (two) pages
Este Certificado é constituído por um Anexo com 2 (duas) páginas

IFQC
Instituto Português de Qualificação

certif - Associação para a Certificação
Rua José Afonso, 9 E - 2810-257 Almada - Portugal - Tel.: 351 21 258 09 40 - Fax: 351 21 258 09 51

Figura 70- Certificado tipo 1 com validade consoante o fabricante e modelo escolhido

[illegible]

Tabela 31- Documento do LENEG base dados do Solterm correspondente

Colector		Certificado			Sumário de parâmetros ensaiados					
Marca	Modelo	Certificador	Referência	Validade	Área	Ef. Ópt.	a1	a2	IAM_trans_50	IAM_long_50
Olympus	NS 2_00	CERTIF	PSK-002/2014	43522	1.730	0.726	6.200	0.020	0.77	0.77
Olympus	NS 2_50	CERTIF	PSK-002/2014	2019-02-26	2.120	0.726	6.200	0.020	0.77	0.77
Olympus	NS 2_70	CERTIF	PSK-002/2014	43522	2.460	0.726	6.200	0.020	0.77	0.77
OPENPLUS	OP-V2	CERTIF (PT)	PSK-019/2014	2017-12-02	2.010	0.741	3.300	0.012	0.94	0.94
OPENPLUS	OP-V2.3	CERTIF (PT)	PSK-019/2014	2017-12-02	2.270	0.741	3.300	0.012	0.94	0.94
OPENPLUS	OP-V2.5	CERTIF (PT)	PSK-019/2014	2017-12-02	2.530	0.741	3.300	0.012	0.94	0.94
OPENPLUS	OP-V4_3 AL	CERTIF	PSK-011/2015	2018-04-07	2.320	0.734	4.600	0.008	0.91	0.91
OPENPLUS	OP-V4_5 AL	CERTIF	PSK-011/2015	2018-04-07	2.530	0.734	4.600	0.008	0.91	0.91
OPENPLUS	OP-V4 AL	CERTIF	PSK-011/2015	2018-04-07	2.020	0.734	4.600	0.008	0.91	0.91
OPENPLUS	OP-V6	CERTIF	PSK-011/2015	2018-04-07	1.900	0.734	4.600	0.008	0.91	0.91
Paradigma s.r.l.	EasySun II	DINCERTCO (DE)	011-7S396 F	n.d.	1.965	0.801	3.650	0.017	0.90	0.90
REHAU-SOLECT	KW	DIN CERTCO (DE)	011-7S075 F	n.d.	2.170	0.761	3.438	0.008	0.95	0.95
REHAU-SOLECT	WK	DIN CERTCO (DE)	011-7S055 F	n.d.	2.157	0.770	3.494	0.017	0.95	0.95
RIELLO	CP 20 TN	DIN CERTCO (DE)	011-7S484 F	n.d.	1.814	0.673	6.160	0.017	0.86	0.86
RIELLO	CP 20 TS	DIN CERTCO (DE)	011-7S485 F	n.d.	1.804	0.748	3.820	0.010	0.86	0.86
RIELLO	CP 25 TV	DIN CERTCO (DE)	011-7S486 F	n.d.	2.195	0.786	4.200	0.030	0.92	0.92

A10.2.2. Coletor Solar Vulcano - dados e certificado

TÜVRheinland
DIN CERTCO

Page 1/2

Summary of EN 12975 Test Results, annex to Solar KEYMARK Certificate

Certificate No. 011-75 2084 F
Date of issue 10-06-2013

Company Bosch Thermotecnologie SA
Country Portugal

Brand (optional) Vulcano
Website www.bosch.pt

Street number 2800-856
Postal Code 2800-856
City Faro
Tel. +351 (0)257 5555-55

Collector Type (Flat plate / evacuated tubular / unglazed) Flat plate collector
Integration in the roof possible? Yes

Power output per collector unit
G = 1000 W/m²

Collector name	Area (m ²)	Gross height (mm)	Gross width (mm)	Gross weight (kg)	Net weight (kg)	0 K	10 K	20 K	30 K	40 K	50 K	60 K	70 K
FKT-2S	2.426	2.130	1.175	87	3.550	1.988	1.938	1.877	1.779	1.588	1.358		

Collector efficiency parameters related to aperture area (A_{ap})

Type of fluid and flow rate see note 1

Stagnation temperature - Weather conditions see note 2

Effective thermal capacity (see = C_{eff})

Max. operation pressure - see note 3

Incidence angle modifiers (K_i)

Test report id. number 20221384_RU_Vulcano

Date of test report 06-06-2013

Perf. test method EN 12975-3 BLS (Indoor)

Comments of testing laboratory:

Note 1 Fluid Water Flow rate 0.030 kg/s per m²

Note 2 Irradiance, G=1000 W/m²
Ambient temperature, T_a=20 °C
Given by manufacturer

DIN CERTCO • Alboinstraße 56 • 12103 Berlin
Tel. +49 30 7562-1131 • Fax: +49 30 7562-1141 • E-Mail: info@din-certco.de • www.din-certco.de

TÜVRheinland
DIN CERTCO

Page 2/2

Annual collector output based on EN 12975 Test Results, annex to Solar KEYMARK Certificate

Certificate No. 011-75 2084 F
Issue date 10-06-2013

Annual collector output kWh

Location and collector temperature (T_c)

Collector name	Alhena	Deves	Stockholm	Wurzburg
FKT-2S	2 071	2 170	1 401	2 491

Collector mounting: Fixed or tracking Fixed, slope = latitude - 15° (rounded to nearest 5°)

Overview of locations

Location	Latitude	Gross kWh/m ²	T _a °C	Collector orientation or tracking mode
Alhena	38	1 785	18.5	South, 35°
Deves	47	1 714	9.2	South, 30°
Stockholm	59	1 166	7.5	South, 45°
Wurzburg	50	1 244	9.0	South, 35°

G_{ref} Annual solar irradiation on collector plane kWh/m²

T_a Mean annual ambient air temperature °C

T_m Collector outlet operating temperature (mean of in and outlet temperatures) °C

Calculation of the annual collector performance is done by the official Solar Keymark approved Test House by using the collector output is calculated according to the efficiency parameters from the Keymark Test using standard collector operating temperature (T_m). Detailed description of all equations used is available from the Solar Keymark web site (link: <http://www.solarkeymark.org/eng/faq.asp>)

DIN CERTCO • Alboinstraße 56 • 12103 Berlin
Tel. +49 30 7562-1131 • Fax: +49 30 7562-1141 • E-Mail: info@din-certco.de • www.din-certco.de

Figura 72- Certificado tipo 3, com validade consoante o fabricante e modelo escolhido

Tabela 32- Base dados da Solterm Vulcano

Coletor		Certificado			Sumário de parâmetros ensaiados					
Marca	Modelo	Certificador	Referência	Validade	Área	Ef. Ópt.	a1	a2	IAM _{trans_50}	IAM _{long_50}
Viessmann Werke	Vitosol 300-T SP3A 2m2	DIN CERTCO (DE)	011-7S556 F	n.d.	2.150	0.751	1.240	0.006	0.98	0.90
Viessmann Werke	Vitosol 300-T SP3A 3m2	DIN CERTCO (DE)	011-7S556 F	n.d.	3.230	0.751	1.240	0.006	0.98	0.90
Vulcano	FCC 2s	DIN CERTCO (DE)	011-7S1925 F	2017-08-31	1.936	0.761	4.083	0.012	0.94	0.94
Vulcano	FKB - 1S	DIN CERTCO (DE)	011-7S760F	n.d.	2.260	0.684	4.760	0.013	0.93	0.93
Vulcano	FKC - 1S/1W	DIN CERTCO (DE)	011-7S758F	n.d.	2.256	0.770	3.681	0.017	0.91	0.91
Vulcano	FKC-2W	DIN CERTCO (DE)	011-7S1719 F	2016-11-30	2.250	0.770	3.871	0.012	0.92	0.92
Vulcano	FKT - 1S/1W	DIN CERTCO (DE)	011-7S759 F	n.d.	2.255	0.803	3.560	0.014	0.91	0.91
Vulcano	FKT-2S	DIN CERTCO (DE)	011-7S2084 F	2018-06-30	2.426	0.794	3.863	0.013	0.94	0.94
Vulcano	FKT-2W	DIN CERTCO (DE)	011-7S2076 F	43312	2.426	0.802	3.833	0.015	0.94	0.94
Vulcan	Optimus	DIN CERTCO (DE)	011-7S142 F	n.d.	1.860	0.799	3.800	0.018	0.89	0.89
Vulcan	Verus	DIN CERTCO (DE)	011-7S143 F	n.d.	1.860	0.700	3.683	0.009	0.89	0.89
Wagner Co	EURO C32 RH/HTF	DIN CERTCO (DE)	011-7S157 F	n.d.	2.010	0.711	3.630	0.014	0.90	0.90
Wagner Co	EURO L20AR	DIN CERTCO (DE)	011-7S481 F	n.d.	2.360	0.848	3.460	0.017	0.95	0.95
Wagner Co	EURO L42 HTF	DIN CERTCO (DE)	011-7S1510 F	n.d.	2.010	0.780	3.950	0.014	0.88	0.88
Wagner Solar	LBM 2 AR	DIN CERTCO (DE)	011-7S643 F	n.d.	2.020	0.838	3.774	0.012	0.97	0.97
Weishaupt	WTS F1 K1	DIN CERTCO (DE)	011-7S094 F	n.d.	2.320	0.802	3.601	0.014	0.90	0.90
Weishaupt	WTS F1 K2	DIN CERTCO (DE)	011-7S094 F	n.d.	2.320	0.802	3.601	0.014	0.90	0.90

A10.2.3. Coletor solar NAU - dados e certificado

[illegible]

Figura 73- Certificado consoante o fabricante e modelo escolhido

Page 2/2

Annex to Solar Keymark Certificate				Licence Number				011-751489 F				
Supplementary Information				Issued				2016-05-12				
Annual collector output in kWh/collector at mean fluid temperature $\bar{\theta}_{mf}$, based on EN12975 test results												
Standard Locations		Athens			Cairo			Stockholm			Würzburg	
Collector name	$\bar{\theta}_{mf}$	25°C	50°C	75°C	25°C	50°C	75°C	25°C	50°C	75°C	25°C	50°C
Saphirline		2 699	1 920	1 248	2 054	1 417	967	1 509	967	596	1 630	1 061
Saphirline Q		2 699	1 920	1 248	2 054	1 417	967	1 509	967	596	1 630	1 061
Annual output per m ² gross area		1 149	817	521	874	603	277	642	420	159	697	451
Fixed or tracking collector		Fixed (slope = latitude - 15°; rounded to nearest 5°)										
Annual irradiation on collector plane		1765 kWh/m ²			1714 kWh/m ²			1166 kWh/m ²			1244 kWh/m ²	
Mean annual ambient air temperature		16.5°C			2.2°C			7.5°C			9.0°C	
Collector orientation or tracking mode		South, 25°			South, 90°			South, 45°			South, 25°	
The collector is operated at constant temperature $\bar{\theta}_{mf}$ (mean of in- and outlet temperatures). The calculation of the annual collector performance is performed with the official Solar Keymark spreadsheet tool Scenocalc Ver. 5.01 (March 2016). A detailed description of the calculations is available at www.solarkeymark.org/scenocalc .												
Additional Information												
Collector heat transfer medium										Water-Glycol		
Hybrid Thermal and Photo-Voltaic collector										No		
The collector is deemed to be suitable for roof integration										Yes		
The collector was tested successfully according to DIN ISO 9806:2012 under the following conditions:												
Climate class (A, B or C)										--		--
Maximum tested positive load										-		Pa
Maximum tested negative load										-		Pa
Hail resistance using steel ball (maximum drop height)										-		m
Energy Labelling Information												
	Reference area, A_{ref} (m ²)	Data required for CDR (EU) No 811/2013 - Reference Area A_{ref}										
Saphirline	2.25	Collector efficiency (η_{ref})										
Saphirline Q	2.25	56										
		%										
Remark: Collector efficiency (η_{ref}) is defined in CDR (EU) No 811/2013 as collector efficiency of the solar collector at a temperature difference between the solar collector and the surrounding air of 40 K and a global solar irradiance of 1000 W/m ² , expressed in % and rounded to the nearest integer. Deviating from the regulation η_{ref} is based on reference area (A_{ref}) which is aperture area for values according to EN 12975-2 or gross area for ISO 9806:2012.												
Data required for CDR (EU) No 812/2013 - Reference Area A_{ref}												
		Zero-loss efficiency (η_0)										
		0.728										
		First-order coefficient (a_1)										
		0.43										
		W/(m ² K)										
		Second-order coefficient (a_2)										
		0.013										
		W/(m ² K ²)										
		Incidence angle modifier IAM [50°]										
		0.91										
		--										
Remark: The data given in this section are related to collector reference area (A_{ref}) which is aperture area for values according to EN 12975-2 or gross area for ISO 9806. Consistent data sets for either aperture or gross area can be used in calculations like in the regulation 811 and 812 and simulation programs.												
DIN CERTCO • Albinstraße 56 • 13102 Berlin, Germany												
Tel: +49 30 7562-1131 • Fax: +49 30 7562-1141 • E-Mail: info@din-certco.de • www.din-certco.de												

Figura 74- Certificado consoante o fabricante e modelo escolhido

Tabela 33- Base dados da Solterm NAU

Coletor		Certificado			Sumário de parâmetros ensaiados					
Marca	Modelo	Certificador	Referência	Validade	Área	Ef. Ópt.	a1	a2	IAM_trans_50	IAM_long_50
IS-Energy	IS PRO 2.1 HN	DIN CERTCO (DE)	011-7S2238 F	43373	1.890	0.806	3.880	0.009	0.95	0.95
IS-Energy	IS PRO 2.7 HN	DIN CERTCO (DE)	011-7S2252 F	2018-09-30	2.490	0.792	3.820	0.017	0.96	0.96
Jacques Giordano	C8/12.S.U.	CERTIF (PT)	PSK - 028/2013	2018-05-27	2.000	0.757	4.000	0.015	0.95	0.95
Jacques Giordano	C8/8.S.U.	CERTIF (PT)	PSK - 027/2013	2018-05-27	1.990	0.734	3.900	0.009	0.96	0.96
Jacques Giordano	C8/8 .S.HI	CERTIF (PT)	PSK - 026/2013	2018-05-27	2.000	0.744	3.300	0.021	0.90	0.90
Junkers	VK 140-1	DIN CERTCO (DE)	011-7S1502-F	n.d.	1.280	0.644	0.749	0.005	0.95	0.98
Junkers	FCC - 1S	DIN CERTCO (DE)	011-7S1147F	n.a.	1.940	0.756	4.052	0.014	0.95	0.95
Junkers	FCC 2S	DIN CERTCO (DE)	011-7S1925 F	2017-08-31	1.936	0.761	4.083	0.012	0.94	0.94
Junkers	FKB - 1S	DIN CERTCO (DE)	011-07S765F	n.d.	2.260	0.684	4.760	0.013	0.93	0.93
Junkers	FKC - 1S/1W	DIN CERTCO (DE)	011-7S767F	n.d.	2.256	0.770	3.681	0.017	0.91	0.91
Junkers	FKC-2W	DIN CERTCO (DE)	011-7S1719 F	2016-11-30	2.250	0.770	3.871	0.012	0.92	0.92
Junkers	FKT - 1S/1W	DIN CERTCO (DE)	011-7S766F	n.d.	2.255	0.803	3.560	0.014	0.91	0.91
Junkers	FKT-2S	DIN CERTCO (DE)	011-7S2080 F	2018-06-30	2.426	0.794	3.863	0.013	0.94	0.94
Junkers	FKT-2W	DIN CERTCO (DE)	011-7S2073 F	2018-07-31	2.426	0.802	3.833	0.015	0.94	0.94
KBB	K420-LC	DIN CERTCO	011-7S1685 F	43281	1.833	0.761	4.040	0.013	0.92	0.92
KBB	K420_EM	DIN CERTCO	011-7S324 F	2019-04-30	1.970	0.802	4.110	0.013	0.93	0.93
KBB	K420_MS_AL	DIN CERTCO	011-7S1683 F	43646	2.180	0.722	3.560	0.015	0.91	0.91
KBB	K420_VH	DIN CERTCO	011-7S323 F	2019-04-30	2.170	0.717	3.400	0.013	0.94	0.94
KBB	K423_MS_AL	DIN CERTCO	011-7S1683 F	2019-06-30	2.510	0.722	3.560	0.015	0.91	0.91
KBB	K423_VH	DIN CERTCO	011-7S323 F	2019-04-30	2.510	0.717	3.400	0.013	0.94	0.94
MARVEL	CLS 2510	DIN CERTCO (DE)	011-7S025 F	n.d.	2.250	0.732	3.771	0.011	0.86	0.86
MGC	CPC Power ST1	DIN CERTCO (DE)	011-7S1834 F	2017-01-31	2.060	0.748	3.023	0.020	0.93	0.86
MEGASUN	ST 2000 Selective	CERTIF (PT)	PSK - 011/2007	n.d.	1.780	0.740	3.900	0.013	0.83	0.83
MEGASUN	ST 2500 Selective	CERTIF (PT)	PSK - 011/2007	n.d.	2.300	0.740	3.900	0.013	0.83	0.83
NAU	C2	DIN CERTCO (DE)	011-7S2133 F	2018-07-31	1.918	0.790	3.554	0.010	0.98	0.98
NAU	FLATLINE Blue Energy Pro plus	DIN CERTCO (DE)	011-7S186 F	n.d.	1.910	0.770	3.525	0.013	0.85	0.85
NAU	SAPHIRLINE	DIN CERTCO (DE)	011-7S1489 F	n.d. - n.	2.203	0.787	3.637	0.014	0.91	0.91
NAU	Silverline	DIN CERTCO (DE)	011-7S2109 F	2018-06-30	2.010	0.800	3.420	0.012	0.95	0.95
NAU	Silverline Q	DIN CERTCO	011-7S2109 F	2018-06-30	2.010	0.800	3.420	0.012	0.95	0.95
NES - New Energy Systems	PK SL CL 2.15	DIN CERTCO (DE)	011-7S381 F	n.d.	1.897	0.770	4.230	0.004	0.87	0.87

A10.2.4. Coletores Sonnenkraft SRK500 - dados e certificados

TÜVRheinland **Fraunhofer** ISE Page 1/2

Summary of EN 12975 Test Results, annex to Solar KEYMARK Certificate

Company holding the Sonnenkraft Solar Systeme GmbH **Country** Österreich

Brand (optional) **Website** www.sonnenkraft.com

Street, street number Industriepark **E-mail** office@sonnenkraft.com

Postal Code / City, province 40300 St. Veit/Glan **Tel/Fax** 43 (0)4212 45010

Collector Type (flat plate glazed/un-glazed; evacuated tubular) Flat plate collector - glazed

Thermal / photo voltaic hybrid collector? (PVT collector) No

Integration in the roof possible? (manufacturer declaration) No

Collector name	Aperture area (A _g) m ²	Gross length mm	Gross width mm	Gross height mm	Gross area (A _g) m ²	Power output per collector module G = 1000 W/m ²				
						0 K	10 K	30 K	50 K	70 K
SRK500	2,26	2.075	1.240	95	2,58	1.853	1.764	1.572	1.360	1.128

Performance test method Glazed liquid heating collector - steady state - outdoor

Performance parameters related to aperture area

Units	aD	a1	a2
-	W/(m ² ·K)	W/(m ² ·K)	W/(m ² ·K)

Test results - Flow rate and fluid see note 1 0,820 3,821 0,011

Bi-directional incidence angle modifiers? No *80° values are obligatory for 50°.*

Angle	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
η ₀ (%)	1,00	1,00	1,00	0,98	0,96	0,89	0,77	0,51	0,00

Incidence angle modifier not bi-directional - leave fields blank

Storage temperature - Weather conditions see note 2 T_{avg} 17,6 °C

Effective thermal capacity c_{eff} = C/A_g 4,5 kJ/(m²·K)

Max. intended operation temperature - see note 3 T_{max,op} 100 °C

Max. operation pressure - see note 3 p_{max,op} 1000 kPa

Pressure drop table - for a collector family, the values shall be for the module with highest ΔP per m² aperture area

Flow rate (g/s m ²)	ΔP
1	0,1
2	0,1

Testing Laboratory TestLab Solar Thermal Systems, Fraunhofer ISE

Website www.collectorint.com

Test report id. number tsb-2010-08-0-0 **Date of test report** 2010.06.18

During the test G₀₁/G₀₂ was always between 0,1 and 0,124

Comments of testing laboratory:

* not determined by the TestLab

Figura 75- Certificado com dados do modelo escolhido

A10.3. Anexo comparação Coletores Solares Térmicos;

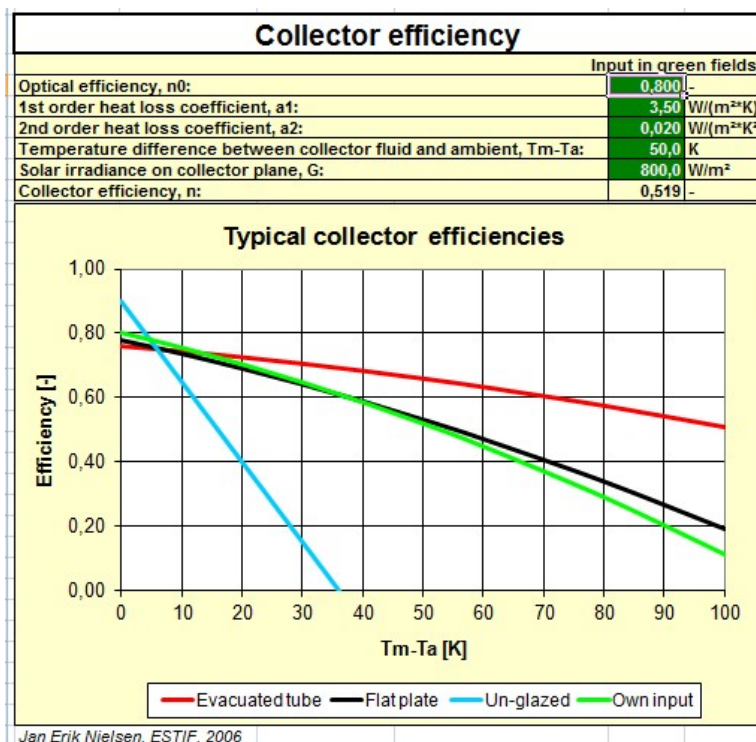


Figura 76- Comparação desempenho de coletores programa Excel

Introduzindo os valores para cada coletor a curva de referência será a correspondente cor preta e a com dados inseridos a com cor verde, permitindo ver comportamento térmico para os diferenciais de temperatura entre o fluido e temperatura ambiente.

No nosso caso foi criada a tabela a seguir com dados n_0 , a_1 e a_2 , valores recolhidos dos certificados fornecidos das tabelas LENEG e Solarkeymark.

Tabela 34- Dados recolhidos dos certificados cada construtor de coletores

Dados e Referência	n_0 Rendimento óptico	a_1 (W/(m ² K))	a_2 (W/(m ² K ²))	Área m ²
Openplus	0,741	3,3	0,012	2,69
Vulcano	0,794	3,863	0,013	2,42
Nau	0,738	3,41	0,013	2,35
Sonnenkraft	0,82	3,821	0,0108	2,57

Sendo de seguida analisadas as características cada um, notar que os valores são retirados das folhas que a seguir se encontram.

Annex to Solar Keymark Certificate - Summary of EN 12975 Test Results					Licence Number		011-7S1489 F					
					Date issued		2016-05-12					
					Issued by		ISFH CalTeC					
Licence holder		KBB Kollektorbau GmbH			Country	Germany						
Brand (optional)					Web	http://www.kbb-solar.com						
Street, Number		Bruno-Bürgel-Weg 142-144			E-mail	info@kbb-solar.de						
Postcode, City		D-12439 Berlin			Tel	+49 678 1789-0						
Collector Type					Flat plate collector, glazed							
Collector name		Gross area (A _G)	Gross length	Gross width	Gross height	Power output per collector G _b = 850 W/m ² ; G _d = 150 W/m ² θ _m - θ _a						
						0 K	10 K	30 K	50 K	70 K	85 K	
		m ²	mm	mm	mm	W	W	W	W	W	W	
Saphirline	2.35	2 225	1 056	73	1 734	1 651	1 466	1 257	1 024	832		
Saphirline Q	2.35	1 056	2 225	73	1 734	1 651	1 466	1 257	1 024	832		
Power output per m ² gross area					738	703	624	535	436	354		
Performance parameters test method			Steady state - indoor									
Performance parameters (related to AG)			η _{0,hem}	a ₁	a ₂							
Units			-	W/(m ² K)	W/(m ² K ²)							
Test results			0.738	3.41	0.013							

Figura 77- Dados referentes Coletor Solar da Nau

IM.PSK.08, Ed. 2/Jan.2012


 Associação para a Certificação



Page 1/2

**Summary of EN 12975 Test Results,
annex to Solar KEYMARK Certificate**

Resumo dos resultados dos ensaios realizados segundo a norma EN 12975
 Anexo ao certificado Solar KEYMARK

Certificate No. PSK-104/2012

Numero

Date of Issue

05-12-2012

Data de emissão

Company / Titular

OPENPLUS, Lda

Country / País

Portugal

Brand (optional)

OPENPLUS ENERGY SYSTEMS

Website

www.openplusonline.com

Marcas (optional)

E-mail

geral@openplusonline.com

Street, number / Rua, nº

Rua de Canelas, Nº 10

Tel.

+351 234 811 450

Postal Code / Código postal

3860-539

Fax

+351 234 811 458

City / Cidade

Estarreja

Collector Type (flat plate / evacuate tubular / un-glazed)

Flat plate collector

Tipo de coletor (plano / tubos de vácuo / sem cobertura)

Integration in the roof possible? / Possível integração no telhado?

No

					Power output per collector unit Potência fornecida por um coletor G = 1000 W/m ² T _m -T _a					
					0 K	10 K	30 K	50 K	70 K	
					[W]	[W]	[W]	[W]	[W]	

Figura 78- Dados referentes Coletor Solar Openplus

Summary of EN 12975 Test Results, annex to Solar KEYMARK Certificate					Certificate No.		011-7S 2084 F				
					Date of issue		10-06-2013				
Company		Bosch Termotecnologia SA			Country		Portugal				
Brand (optional)		Vulcano			Website		www.bosch.pt				
Street, number					E-mail		Solarthermie@de.bosch.com				
Postal Code		3801-856			Tel.		+49		(0)2557 9399-0		
City		Aveiro			Fax		+49		(0)2557 9399-56		
Collector Type (flat plate / evacuate tubular / un-glazed)					Flat plate collector						
Integration in the roof possible ?					Yes						
Collector name		Aperture area (Aa)	Gross length	Gross width	Gross height	Gross area (Aa)	Power output per collector unit G = 1000 W/m ² Tm-Ta :				
							0 K	10 K	30 K	50 K	70 K
FKT-2S		[m ²]	[mm]	[mm]	[mm]	[m ²]	[W]	[W]	[W]	[W]	[W]
		2.426	2 170	1 175	87	2.550	1 926	1 829	1 617	1 379	1 116
Collector efficiency parameters related to aperture area (Aa) Type of fluid and flow rate see note 1							η _{0a}		0.794		-
							a _{1a}		3.863		W/(m ² K)
							a _{2a}		0.013		W/(m ² K ²)
Stagnation temperature - Weather conditions see note 2							t _{sig}		192		°C
Effective thermal capacity							C _{eff} = C/A _a		5.43		kJ/(m ² K)
Max. operation pressure - see note 3							p _{max}		1000		kPa

Figura 79- Dados referentes ao Coletor Solar Vulcano

Obtendo os seguintes resultados:

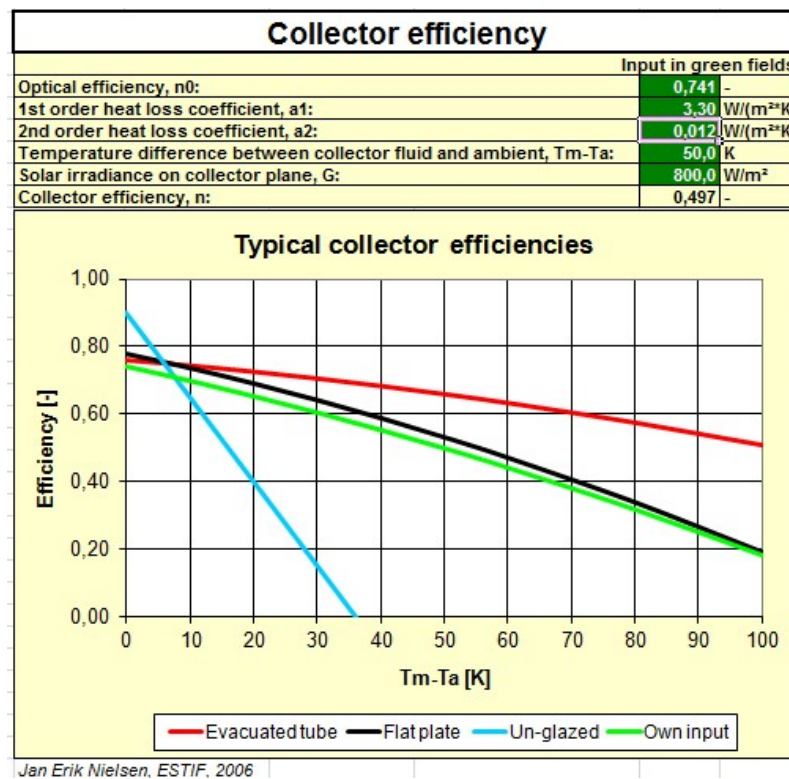


Figura 80- Resultado Coletor Solar Openplus

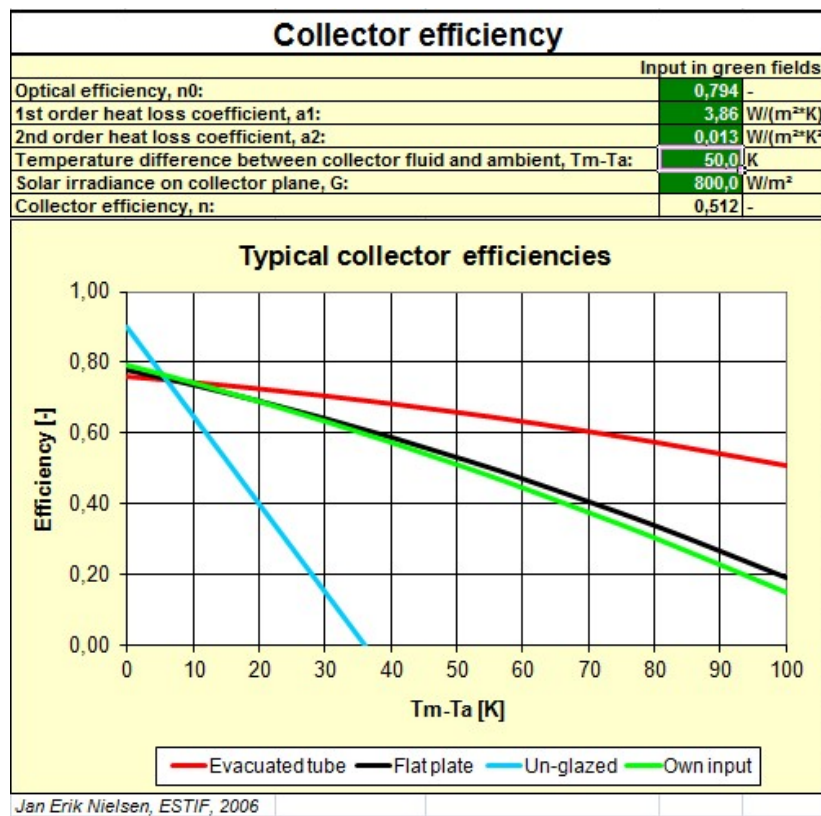


Figura 81- Resultado Coletor Solar Vulcano

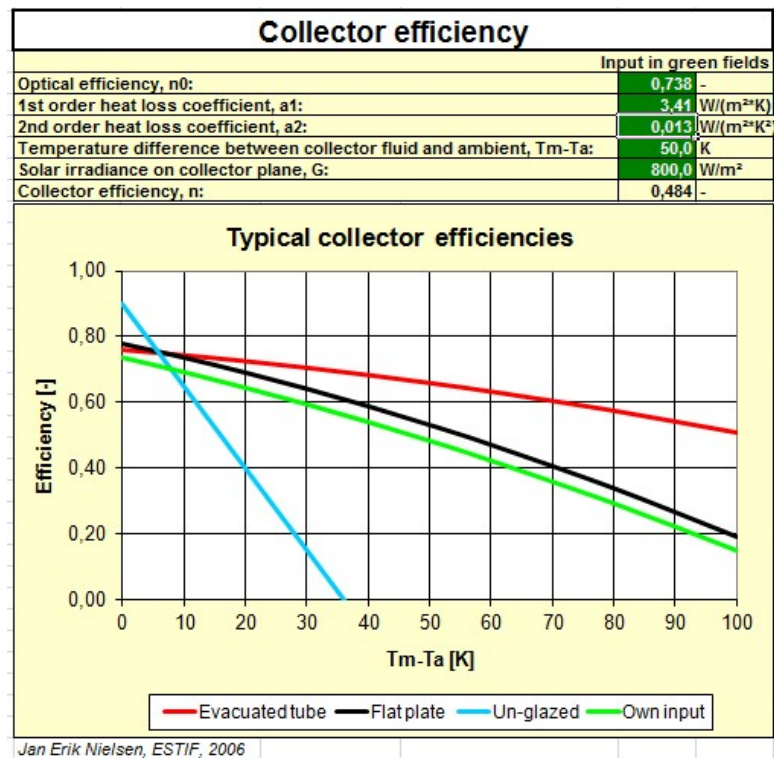


Figura 82- Resultado Coletor Solar Nau

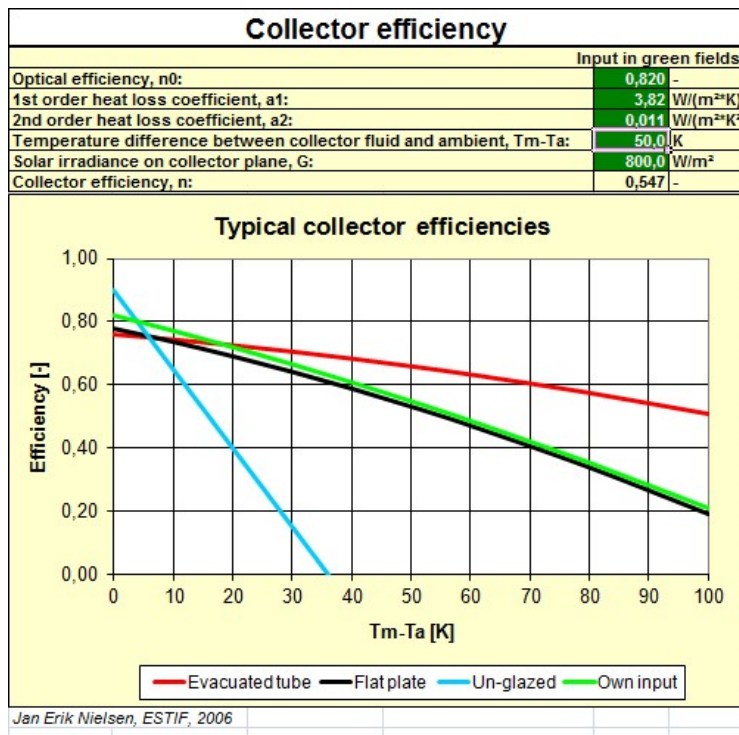


Figura 83- Resultado Coletor Solar Sonnenkraft

Interpretação dos resultados obtidos.

Desta análise concluímos que os coletores em comparação possuem características semelhantes em desempenho face aos gráficos e valores obtidos de comparação.

A linha a verde de referência permite verificar que o desempenho é semelhante para os 3 coletores, face a dados dos rendimentos óticos, isolamento segundo as zonas laterais e inferiores planas do coletor, η_0 e segundo os dados a_1 e a_2 das fichas técnicas cada fabricante.

A10.4. Dissipador de calor do circuito Solar Térmico

Neste anexo vai ser contemplada a escolha de um dissipador de calor, com vista a proteção do circuito primário.

Colocado nas ligações segundo desenho de esquema de princípio no anexo 11.

Recorrendo ao caudal de água a circular neste circuito, obtido Anexo 2, ponto A2.4, com um caudal de $Q = 1900 \text{ l/h}$

Com base no catálogo Troia. Sabendo as potências e nº coletores, pode ser escolhido o dissipador calor segundo a tabela abaixo.



Figura 84- Catálogo dissipador de calor Troia

Tabela 35- Referente ao selecionamento do dissipador de calor

Designação	Temp. entrada do ar a 20°C			Temp. entrada do ar a 30°C			Paineis
	Pot. dissip. [kW]	Caudal água [L/s]	Perda carga [kPa]	Pot. dissip. [kW]	Caudal água [L/s]	Perda carga [kPa]	Nº
DCS 30-2	18,68	0,23	2,98	14,45	0,18	1,89	17
DCS 30-4	32,54	0,40	5,48	25,79	0,31	3,61	30
DCS 40-2	24,74	0,30	4,31	19,34	0,24	2,77	23 a 29
	27,27	0,33	5,13	21,31	0,26	3,30	
	31,81	0,39	6,77	24,84	0,30	4,34	
DCS 40-4	40,78	0,50	4,46	32,51	0,40	2,97	37 a 50
	45,69	0,56	5,46	36,37	0,44	3,63	
DCS 50-2	10,42	0,12	2,54	8,07	0,10	1,61	8 a 11

Esta escolha permite selecionar seguinte equipamento;

DCS 40-4. Segundo cerca de 40 kW, para um caudal de 0.5 l/s.

Conforme cálculos efetuados do sistema AQS, caudal, potência em jogo dos equipamentos escolhidos e ainda segundo a quantidade de coletores solares.

Anexo 11. Desenho AUTOCAD de Esquema de Princípio

Desenho AUTOCAD com dados e características calculadas no SOLTERM e manualmente.

Notar que é considerado a zona existente de produção de AQS, com recurso gás natural.

Desenho 01 - Esquema princípio montagem componentes sistema Solar Térmico

Desenho 02 - Esquema princípio montagem sistema AQS existente.

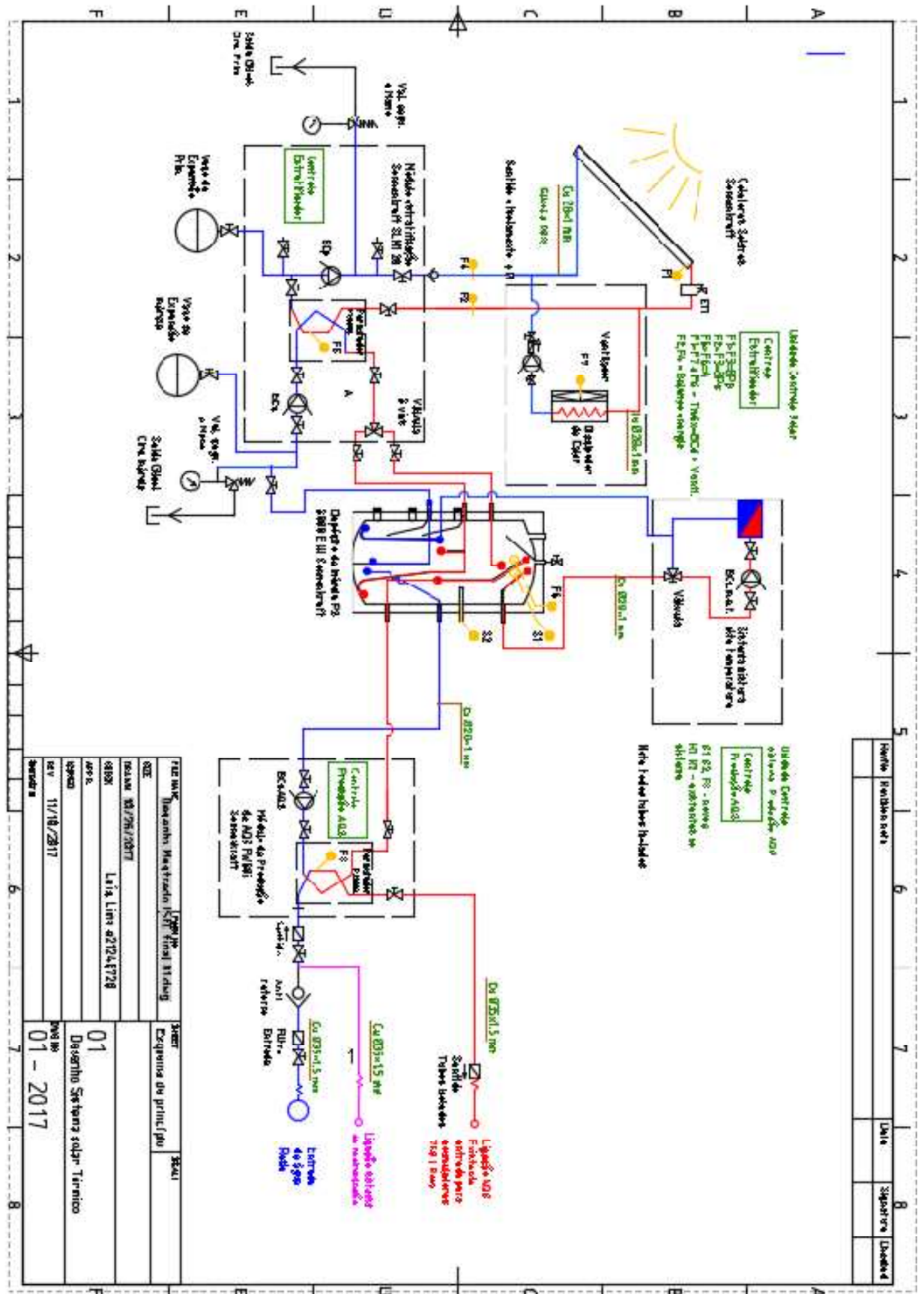


Figura 85- Esquema de princípio montagem componentes

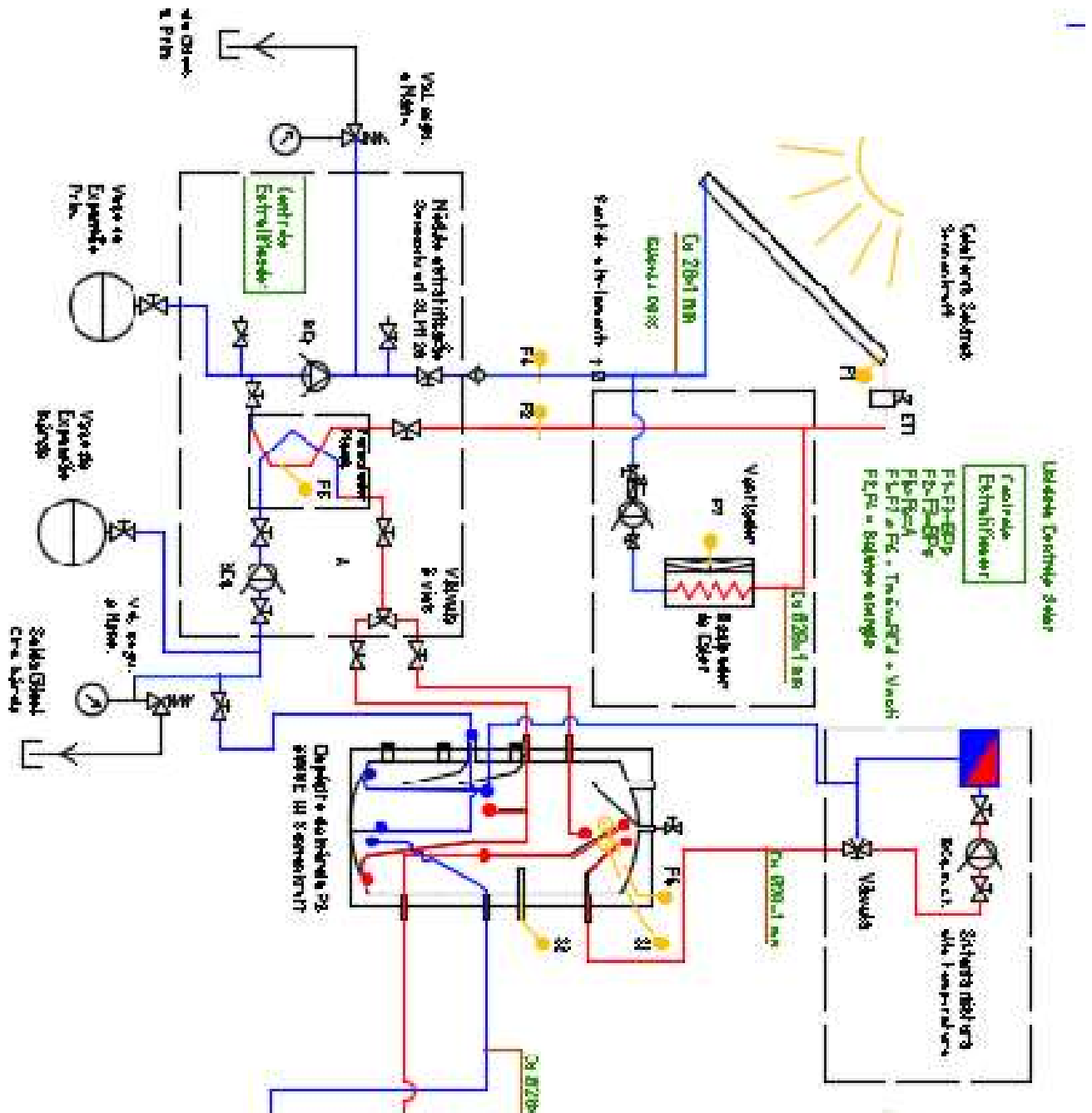


Figura 86- Sistema solar térmico Circuito Primário

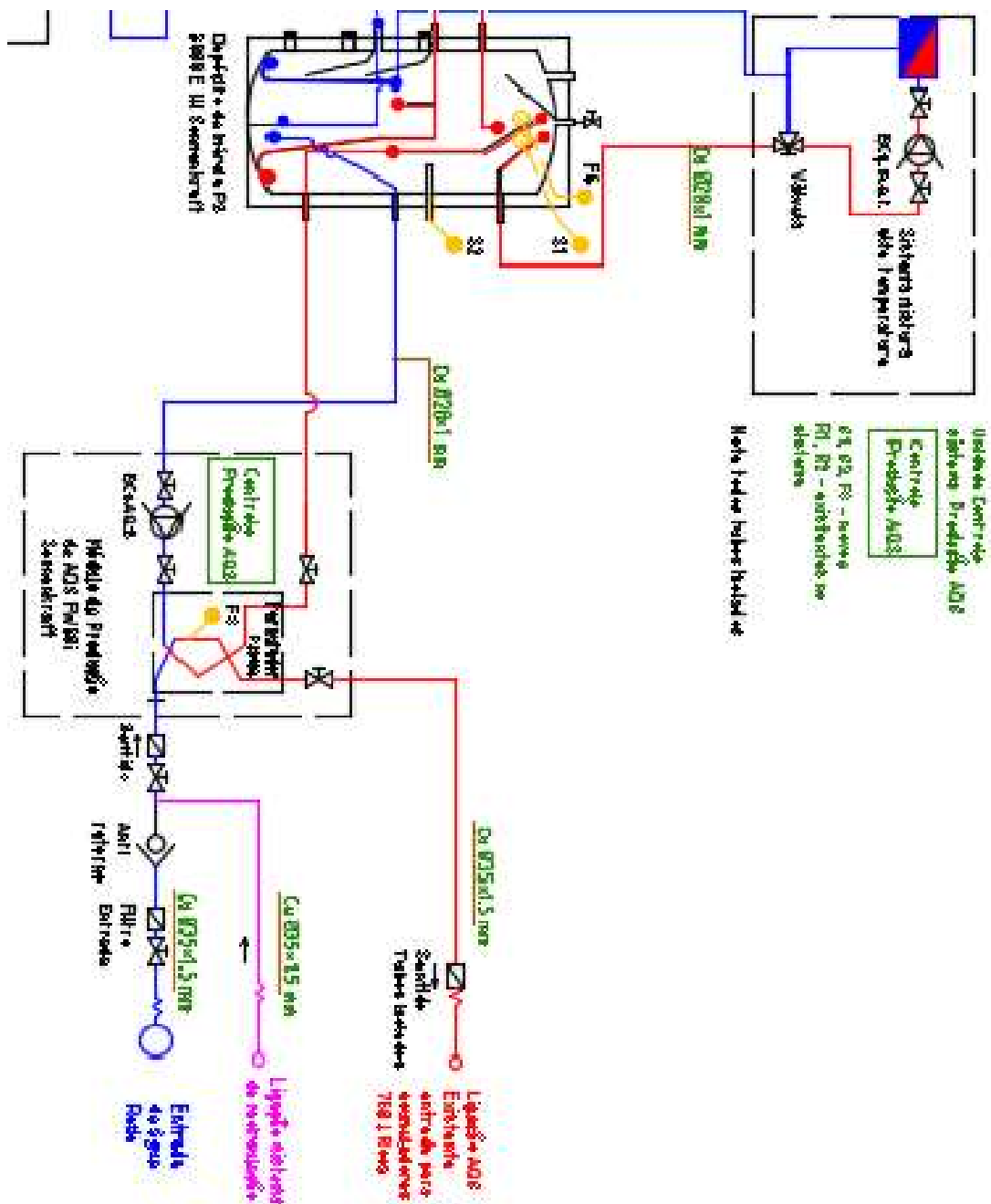


Figura 87 Sistema Solar térmico Produção AQS

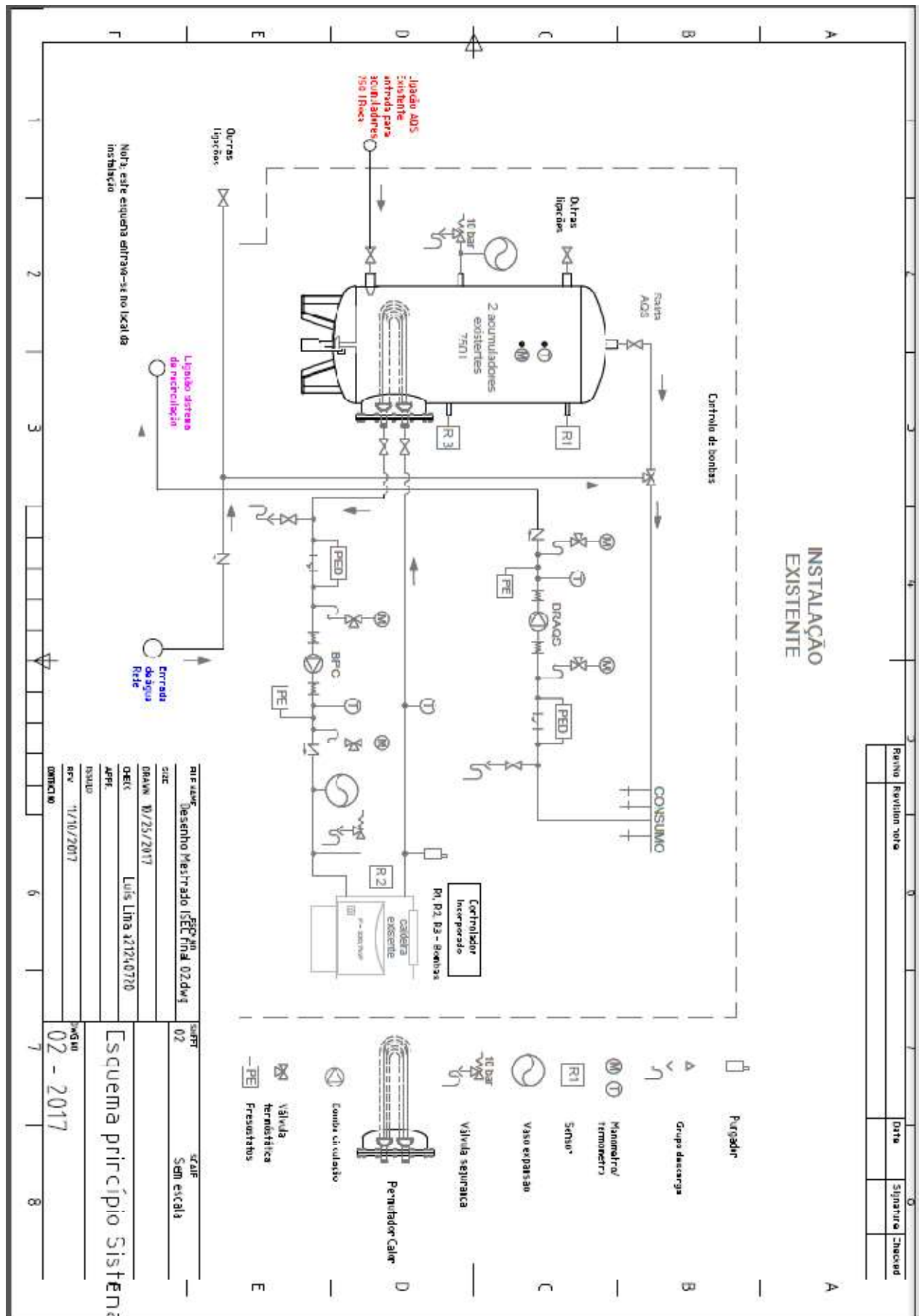


Figura 88- Esquema de princípio de equipamento existente

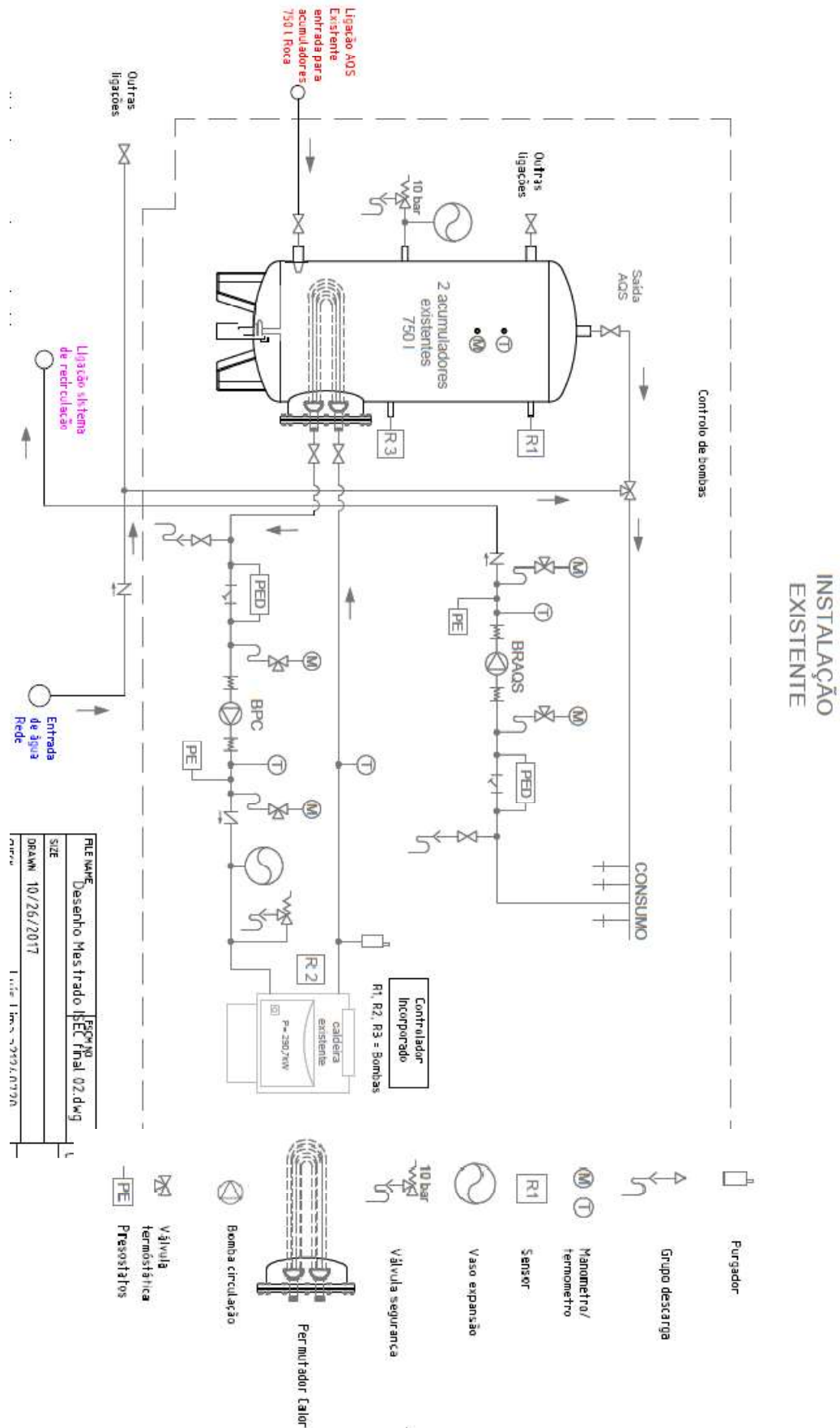


Figura 89- Instalação existente

Anexo 12. Relatórios obtidos através programas de software SOLTERM

SOLTERM - Relatórios obtidos ao longo da execução

Relatórios gerados pelo SOLTERM Climatologia mensal associada aos Regulamentos Energéticos para Edifícios:

- Climatologia mensal associada aos regulamentos energéticos para edifícios
- Estimativa de Desempenho do sistema solar térmico SOLTERM
- Análise do interesse num investimento em energia solar
- Relatório de benefícios Energia-ambiente

SolTerm 5.0

Climatologia mensal associada aos Regulamentos Energéticos para Edifícios
(DLs 78, 79 e 80 / 2006 de 4 de Abril)

Propriedade: INETI (2006).
Utilização licenciada a: Luís Lima

TRY para RCCTE/STE e SOLTERM

	Irradiação Solar Diária Horizontal (kWh/m ²)			Temperatura Ambiente (°C)		Humidade relativa (%)	
	Global	Difusa	Directa	Mínima	Máxima	Média	Média
Janeiro	1,8	0,8	1,0	5,4	13,9	8,9	80
Fevereiro	2,6	1,2	1,4	5,6	15,1	9,5	78
Março	3,4	1,5	2,0	6,0	17,1	10,7	76
Abril	4,9	2,1	2,8	7,9	19,3	12,8	73
Maio	5,8	2,3	3,5	10,4	21,7	15,4	73
Junho	6,3	2,4	3,9	12,8	25,3	18,4	72
Julho	6,7	2,5	4,2	14,6	28,3	20,7	69
Agosto	6,1	2,2	3,9	14,4	28,9	20,7	69
Setembro	4,5	1,8	2,7	13,6	26,8	19,2	72
Outubro	3,2	1,3	1,9	11,0	22,8	15,9	75
Novembro	2,2	1,0	1,2	7,5	17,4	11,5	78
Dezembro	1,7	0,8	0,9	5,5	14,2	9,0	80
	Índice de claridade	fracção difusa (%)	Amplitude térmica (°C)				
Janeiro	0,42	46	8,5				
Fevereiro	0,45	47	9,5				
Março	0,44	43	11,1				
Abril	0,49	42	11,4				
Maio	0,50	40	11,3				
Junho	0,51	39	12,6				
Julho	0,56	37	13,7				
Agosto	0,57	37	14,5				
Setembro	0,51	40	13,2				
Outubro	0,49	42	11,8				
Novembro	0,46	45	9,9				
Dezembro	0,45	48	8,6				

Mealhada | Luís Lima | 10/06/2017 13:33:38 |

SolTerm 5.0

Licenciado a Luís Lima

Estimativa de desempenho de sistema solar térmico

Campo de colectores

Modelo de colector: Sonnenkraft_SK500

Tipo: Plano

38 módulos (87,8 m²)

Inclinação 40° - Azimute Sul

Coeficientes de perdas térmicas: a1= 3,514 W/m²/K a2= 0,015 W/m²/K²

Rendimento óptico: 79,0%

Modificador de ângulo: a	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	
	1,00	1,00	1,00	1,00	0,99	0,99	0,99	0,98	0,97	
a	45°	50°	55°	60°	65°	70°	75°	80°	85°	90°
	0,96	0,95	0,93	0,91	0,88	0,83	0,74	0,57	0,06	0,00

Permutador

Externo, com eficácia 75%

Caudal no grupo painel/permutador: 41,2 l/m² por hora (=1,00 l/s)-----
Depósito

Modelo: 3000 lpermutador exterior inox

Volume: 6000 l

Área externa: 33,44 m²

Material: médio condutor de calor

Posição vertical

Deflectores interiores

Coeficiente de perdas térmicas: 33,44 W/K

2 conjuntos depósito/permutador.

Tubagens

Comprimento total: 50,0 m

Percurso no exterior: 10,3 m com protecção mecânica

Diâmetro interno: 26,0 mm

Espessura do tubo metálico: 3,0 mm

Espessura do isolamento: 30,0 mm

Condutividade térmica do metal: 380 W/m/K

Condutividade térmica do isolamento: 0,030 W/m/K

Carga térmica: segunda a sexta

100 ocupantes mestrado

Temperatura nominal de consumo: 60°C (N.B. existem válvulas misturadoras)

Temperaturas de abastecimento ao depósito (°C):

Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
13	13	14	14	16	17	18	18	18	16	14	13

Perfis de consumo (l)

hora	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

01												
02												
03												
04												
05												
06												
07	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
08	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
09	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
10	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
11	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
12	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
13	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
14	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
15	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
16	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
17	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
18	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
19	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
20	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
21	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
22	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
23	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
24												
diário	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000

Carga térmica: fim-de-semana

100 ocupantes mestrado

Temperatura nominal de consumo: 60°C (N.B. existem válvulas misturadoras)

Temperaturas de abastecimento ao depósito (°C):

Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
13	13	14	14	16	17	18	18	18	16	14	13

Perfis de consumo (l)

hora	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
01												
02												
03												
04												
05												
06												
07	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
08	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
09	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
10	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
11	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
12	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
13	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
14	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
15	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
16	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
17	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
18	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
19	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
20	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
21	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
22	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
23	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
24												
diário	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000

Localização, posição e envolvente do sistema

Concelho de Mealhada

Coordenadas nominais: 40,4°N, 8,4°W

TRY para RCCTE/STE e SOLTERM (fonte: INETI - versão 2004)

Obstruções do horizonte: 3° (por defeito)

Orientação do painel: inclinação 40° - azimute 0°

Balanço energético mensal e anual

	Rad.Horiz. kWh/m ²	Rad.Inclin. kWh/m ²	Desperdiçado kWh	Fornecido kWh	Carga kWh	Apoio kWh
Janeiro	55	95	,	4442	10165	5723
Fevereiro	72	107	,	4720	9181	4462
Março	107	132	,	5692	9949	4256
Abril	148	156	,	6645	9628	2983
Maio	181	174	,	7194	9516	2322
Junho	190	171	,	6967	9000	2033
Julho	208	193	,	7899	9084	1184
Agosto	189	194	,	8134	9084	950
Setembro	134	157	,	6810	8791	1981
Outubro	100	141	,	6373	9516	3143
Novembro	65	107	,	4828	9628	4800
Dezembro	53	92	,	4349	10165	5816
Anual	1501	1718	,	74054	113706	39652

Fracção solar: 65,1%

Rendimento global anual do sistema: 49%

Produtividade: 844 kWh/[m² colector]

N.B. 'Fornecido' é designado 'E solar' nos Regulamentos Energéticos (DLs 78,79,80/06)

Mestrado ISEC Luís Lima | 10/06/2017 13:35:21 |

SolTerm 5.0

Licenciado a Luís Lima

Análise do interesse num investimento em energia solar
vs. um outro investimento financeiro seguro.

Parâmetros operacionais e económicos do sistema

Área de captação: 87,8 m²

Tempo de vida da instalação: 18 anos

Renovação de componentes: no 10º ano

Componente fixa do preço: 600 €

Componente variável do preço: 700 €/m² de colector

Preço total do sistema: 62046 €

Valor das renovações: 1,0 % do preço do sistema

Manutenção anual: 1,0 % do preço do sistema

Valor residual em fim de vida: 0,0 % do preço do sistema

Fonte de energia convencional: Gás Natural

Poder Calorífico Inferior: 10,53 kWh/kg

Rendimento da transformação: 75 %

Preço da energia convencional: 0,850 €/kg (0,108 €/kWh)

Energia convencional deslocada: 74054 kWh/ano

Cenário financeiro sobre 18 anos

Taxa de inflação média: 2,0 % ao ano

Deriva média do preço da energia: 2,0 % ao ano (acima da inflação)

Rendimento seguro de aplicação alternativa: 4,0 % ao ano

Síntese de resultados da análise
-----Opção: aplicação num sistema solar

Investimento:	-62046 €
Custos energéticos evitados:	204402 €
Valor residual em fim-de-vida:	0 €
Reinvestimentos:	69418 €
Manutenção:	-13551 €
Reparações:	-756 €
Benefícios totais:	197467 €

Opção: aplicação financeira segura alternativa

Investimento:	-62046 €
Restituição do capital:	62046 €
Rendimento:	63648 €
Benefícios totais:	125694 €

N.B. Valores a preços correntes (i.e. incluindo inflação); quaisquer poupanças líquidas obtidas com o sistema solar são de imediato reinvestidas com o rendimento seguro da aplicação alternativa.

Análise de rentabilidade

	Valor actualizado líquido	Rentabilidade média anual
Sistema solar:	76212 €	6,5%
Aplicação alternativa:	25960 €	4,0%

Avaliação: Investimento em energia solar compensador nestas condições e atractivo (melhor que aplicação alternativa)

ANEXO: tabela de cash-flow anual a preços correntes para a operação do sistema solar

Ano	Preço do sistema	Incentivos	Manutenção	Reparações	Energia evitada	Salvados	Balanço anual	Balanço acumulado simples (**)
0	-62046 €						-62046 €	-62046 €
1			-633 €		7970 €		7337 €(*)	-54709 €
2			-646 €		8289 €		7644 €(*)	-47065 €
3			-658 €		8621 €		7962 €(*)	-39103 €
4			-672 €		8966 €		8294 €(*)	-30809 €
5			-685 €		9324 €		8639 €(*)	-22170 €
6			-699 €		9697 €		8998 €(*)	-13171 €
7			-713 €		10085 €		9372 €(*)	-3799 €
8			-727 €		10488 €		9761 €(*)	5963 €
9			-742 €		10908 €		10166 €(*)	16129 €
10			-756 €	-756 €	11344 €		9832 €(*)	25961 €
11			-771 €		11798 €		11027 €(*)	36987 €
12			-787 €		12270 €		11483 €(*)	48470 €
13			-803 €		12761 €		11958 €(*)	60428 €
14			-819 €		13271 €		12452 €(*)	72881 €
15			-835 €		13802 €		12967 €(*)	85848 €
16			-852 €		14354 €		13502 €(*)	99350 €
17			-869 €		14928 €		14059 €(*)	113410 €
18			-886 €		15525 €	0 €	14639 €	128049 €(***)

(*) disponível para reinvestimentos a receber no final do período em análise

(**) i.e. balanço excluindo os reinvestimentos

(***) adicionar 69418 € resultado de reinvestimentos

Valor final do investimento no sistema solar a preços correntes: 197467 €

Valor actualizado líquido (VAL): 76212 €

Mestrado ISEC Luís Lima | 10/06/2017 13:37:32 |

SolTerm 5.0

Relatório de benefícios ambientais

Consumo de energia primária de origem fóssil:

98,74 MWh/ano (9377 m³ de Gás Natural/ano)

23,5 ton CO₂ equivalente/ano (dos quais 22,7 ton CO₂/ano)

Anexo 13. Relatório Recorrendo sistema Software SCE.ER

SCE.ER - Relatório obtido

Relatório gerado pelo SCE.ER para climatologia mensal do local associada aos Regulamentos Energéticos para Edifícios:



SCE.ER

Quantificação do contributo de sistemas para aproveitamento de Fontes de **Energias Renováveis**

Versão 1.5 (build 1) [2017-02-10]

Software a que se refere o Despacho DGEG nº3156/2016 de 1 de março.

Licenciado a **Luís Lima**

Edifícios de Comércio e Serviços

Solar Térmico - AQS

DGEG
SCE.ER

Sistema Solar Térmico : AQS

[outros sistemas](#)

Sistema instalado em Lar de Idosos (Mealhada)

Necessidades específicas do edifício (RECS).

Utilizados 38 colectores de modelo Sonnenkraft SKR500 com área de abertura 1,82 m² (painel com 69,2 m² de área de abertura total), em montagem fixa orientação 0 ° em azimute e inclinação 40 °.

Armazenamento central em 1 depósito de modelo Sonnenkraft PS5000E utilizado em modo água sanitária em posição vertical.

Apoio tipo térmico com rendimento 86% a gás natural

com montagem em série e controlo modulante

Circuito primário em circulação forçada, tubagens de diâmetro nominal 10 mm, comprimento de 60 m no exterior e 20 m até ao depósito, isoladas com poliuretano de espessura 15 mm. Fluido circulante com 25% de anticongelante.

Bombas de potência 310 W proporcionando um caudal de 49 litro/m² por hora.

Circuito de distribuição em tubagens de diâmetro nominal 25 mm, comprimento de 100 m para a zona de consumo e isolamento poliuretano de 10 mm.

N.B. O certificado 011-7S1120 F deste colector está actualmente caducado.

Simular

Resultados (sumário)		Relatório detalhado
fração solar:	78%	
Necessidades:	98 039 kWh	
satisfeitas via apoio »	22 019 kWh	
satisfeitas via solar »	76 019 kWh (E_{ren})	

Relatório de simulação de desempenho de sistema solar térmico

1/2

Sumário

Instalação em Lar de Idosos (Mealhada)

38 coletores Sonnenkraft SKR500

» painel com 85,88 m² (inclinação 40° e azimute 0°)

» depósito de 4967 l, modelo Sonnenkraft PS5000E

Necessidades de energia: AQS

Energia útil solicitada: 98 039 kWh

- satisfeitas por origem solar

76 019 kWh

78% de fração solar

- satisfeitas pelo apoio

22 019 kWh

22%

Indicadores principais (sistema solar)

rendimento: 48%

produtividade: 885 kWh/m²

perdas: 8%

Local e clima

NUTS III: Baixo Mondego Município: Mealhada

Local: Lar de Idosos

elevação: 80 m

albedo: 20%

obstruções do horizonte

azimute: E -85° -80° -75° -70° -65° -60° -55° -50° NE -40° -35° -30° -25° -20° -15° -10° -5° S

altura angular:

azimute: S 5° 10° 15° 20° 25° 30° 35° 40° NW 50° 55° 60° 65° 70° 75° 80° 85° W

altura angular:

Configuração do sistema solar

Sistema solar por medida, em circulação forçada, com 85,9 m² de colectores com inclinação 40° e orientação 0°, e armazenamento de água sanitária com 4967 litros, apoio de montagem em série com controlo modulante.

Circuito primário com 100 m de comprimento, sem permutador externo, tubagens de calibre 10 mm, isolamento em poliuretano com 15 mm de espessura.

Bombas de 310 W, garantindo um caudal nominal de 49 l/m² por hora, fluido circulante com 25% de anticongelante.

Apoio energético fornecido por resistência (eletricidade) com eficiência nominal 100%; montagem ao depósito, controlo temporizado.

38 coletores Sonnenkraft SKR500 - certificado 011-751277 F de DIN CERTCO (DE), dados inseridos por DGEG (válido até 2020-03-20).

Área de abertura 2,26 m², coeficientes de perdas térmicas a1 = 1,39 W/m²K e a2 = 0,014 W/m²K², rendimento óptico = 82%.

1 depósito de modelo Sonnenkraft PS5000E, com capacidade 4967 litros, em posição ; coeficiente de perdas térmicas global = 24,8 W/K, paredes em INOX, temperatura máxima de operação 95°C.

Apoio energético fornecido por sistema térmico (gás natural) com eficiência nominal 86%.

Água quente distribuída por tubagens de calibre 25 mm isoladas por poliuretano com espessura 10 mm, com 100 m entre depósito e ponto de consumo.

Necessidades de água quente (em volume)

segunda a sexta-feira

	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	
1	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	litros
2	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	litros
3	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	litros
4	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	litros
5	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	litros
6	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	litros
7	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	litros
8	760	760	760	760	760	760	760	760	760	760	760	760	litros
9	660	660	660	660	660	660	660	660	660	660	660	660	litros
10	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	litros
11	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	litros
12	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	litros
13	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	litros
14	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	litros
15	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	litros
16	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	litros
17	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	litros
18	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	litros
19	660	660	660	660	660	660	660	660	660	660	660	660	litros
20	560	560	560	560	560	560	560	560	560	560	560	560	litros
21	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	litros
22	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	litros
23	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	litros
24	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	litros
total »	6600	6600	6600	6600	6600	6600	6600	6600	6600	6600	6600	6600	litros

total »		6600	6600	6600	6600	6600	6600	6600	6600	6600	6600	6600	6600	litros
fim-de-semana		jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	
hora (solar)	1	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	litros
	2	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	litros
	3	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	litros
	4	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	litros
	5	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	litros
	6	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	litros
	7	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	litros
	8	760	760	760	760	760	760	760	760	760	760	760	760	litros
	9	660	660	660	660	660	660	660	660	660	660	660	660	litros
	10	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	litros
	11	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	litros
	12	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	litros
	13	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	litros
	14	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	litros
	15	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	litros
	16	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	litros
	17	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	litros
	18	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	litros
	19	660	660	660	660	660	660	660	660	660	660	660	660	litros
	20	560	560	560	560	560	560	560	560	560	560	560	560	litros
	21	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	litros
	22	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	litros
	23	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	litros
	24	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	litros
total »		6600	6600	6600	6600	6600	6600	6600	6600	6600	6600	6600	6600	litros

20/10/2017 23:25

software SCE.ER - versão 1.5.1

Licenciado a Luís Lima

Relatório de simulação de sistema solar térmico - continuação

2/2

Aproveitamento do recurso solar

radiação solar directa	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	anual
horizontal (à superfície)	1,0	1,6	2,4	3,4	4,1	5,1	5,5	5,0	3,3	2,1	1,2	0,7	2,9 kWh/m².dia
incidente nos colectores	2,2	2,8	3,3	3,6	3,7	4,3	4,8	5,0	4,0	3,2	2,4	1,6	3,4 kWh/m².dia
absorvida pelos colectores	2,1	2,7	3,2	3,5	3,4	3,8	4,2	4,7	3,9	3,1	2,4	1,5	3,2 kWh/m².dia
radiação solar global	média	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	anual
no topo da atmosfera	4,2	5,7	7,7	9,7	11,0	11,6	11,3	10,1	8,4	6,4	4,6	3,8	7,9 kWh/m².dia
na horizontal (à superfície)	2,0	2,9	4,3	5,7	6,5	7,6	7,6	6,9	5,1	3,4	2,1	1,6	4,6 kWh/m².dia
incidente nos colectores	3,4	4,2	5,4	6,1	6,1	6,7	6,9	7,0	6,1	4,8	3,6	2,7	5,2 kWh/m².dia
absorvida pelos colectores	3,0	3,7	4,7	5,2	5,0	5,4	5,6	6,1	5,3	4,2	3,2	2,3	4,5 kWh/m².dia

Desempenho energético

temperaturas	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	anual
ambiente	9,5	10,6	12,5	14,1	16,8	20,6	23,2	23,3	21,3	17,1	13,0	10,6	16,1 °C
abastecimento de água	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15 °C
base do armazenamento	41	43	46	48	45	46	45	48	48	45	42	38	45 °C
topo do armazenamento	56	62	66	70	67	70	69	71	69	64	58	52	65 °C
pretendida no consumo	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50 °C
massas	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	anual
energia primária (gás natural)	6600	6600	6600	6600	6600	6600	6600	6600	6600	6600	6600	6599	6600 litros/dia
extraída do armazenamento	2331	2838	3589	3850	3823	4176	4124	4098	3878	3291	2641	2142	3400 litros/dia
nota: adicionada	4269	3762	3011	2750	2777	2424	2476	2502	2722	3309	3959	4457	3200 litros/dia
balanços de energia	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	anual
- sistema solar													
nota: radiação solar na horizontal	5 333	6 915	11 506	14 569	17 330	19 459	20 140	18 249	13 156	9 096	5 534	4 330	145 617 kWh
energia primária (radiação solar incidente)	8 949	10 217	14 355	15 624	16 262	17 293	18 283	18 551	15 672	12 715	9 288	7 121	164 330 kWh
energia solar captada	5 133	5 880	8 328	8 846	9 141	9 866	10 917	11 886	9 818	7 828	5 531	3 979	97 152 kWh
perdas térmicas no circuito primário	23	25	32	35	30	28	26	29	30	27	22	19	326 kWh
perdas térmicas no armazenamento	541	552	676	715	689	694	705	752	706	655	542	467	7 694 kWh
consumos eléctricos parasíticos	70	72	88	89	86	79	77	82	86	82	68	65	942 kWh
energia final (calor de origem solar)	4 594	5 063	6 851	7 446	7 578	8 265	8 423	8 174	7 581	6 193	4 931	3 530	78 628 kWh



perdas térmicas no circuito primário	23	25	32	35	30	28	26	29	30	27	22	19	326 kWh
perdas térmicas no armazenamento	541	552	676	715	689	694	705	752	706	655	542	467	7 694 kWh
consumos eléctricos parasíticos	70	72	88	89	86	79	77	82	86	82	68	65	942 kWh
energia final (calor de origem solar)	4 594	5 063	6 851	7 446	7 578	8 265	8 423	8 174	7 581	6 193	4 931	3 530	78 628 kWh
- sistema de apoio													
energia primária (eletricidade via SEP)	10 613	6 713	3 904	1 886	2 746	818	1 209	690	1 874	5 247	8 727	12 430	56 857 kWh
energia final (calor)	4 245	2 685	1 562	754	1 098	327	484	276	750	2 099	3 491	4 972	22 743 kWh
- circuito de distribuição													
perdas térmicas	23	15	9	4	6	2	3	2	4	12	19	27	125 kWh
- fornecimento de água quente													
necessidades (consumo de energia útil)	8 327	7 521	8 327	8 058	8 327	8 058	8 327	8 327	8 058	8 327	8 058	8 326	98 039 kWh
energia de origem solar (útil)	4 328	4 914	6 781	7 317	7 273	7 751	7 874	8 055	7 333	6 219	4 718	3 457	76 019 kWh
energia com origem no apoio (útil)	3 999	2 607	1 546	741	1 054	307	452	272	725	2 108	3 340	4 869	22 019 kWh
Desempenho global do sistema													
fracção solar	78% em termos de energia útil	(*)											
produtividade	885 kWh/m² de colector	!											
i.e. #DIV/0!	da produtividade limite dos colectores, 0 kWh/m²	#DIV/0! #DIV/0!											
rendimento - definição física	48% em relação à energia solar no plano dos colectores	!											
rendimento - definição estatística	52% em relação à energia solar na horizontal	?											
perdas térmicas e consumos parasíticos	9% da energia solar captada	!											

(*) estas avaliações podem não ser adequadas se as cargas térmicas tiverem grande variação durante a semana e/ou ano.

20/10/2017 23:25

software SCE.ER - versão 1.5.1

Licenciado a Luís Lima

Anexo 14. Relatório Fotovoltaico

Registos consumos elétricos de edifício registos efetuados pela EDP

Fatura referente aos consumos elétricos mensal

Relatório gerado pelo software SMA

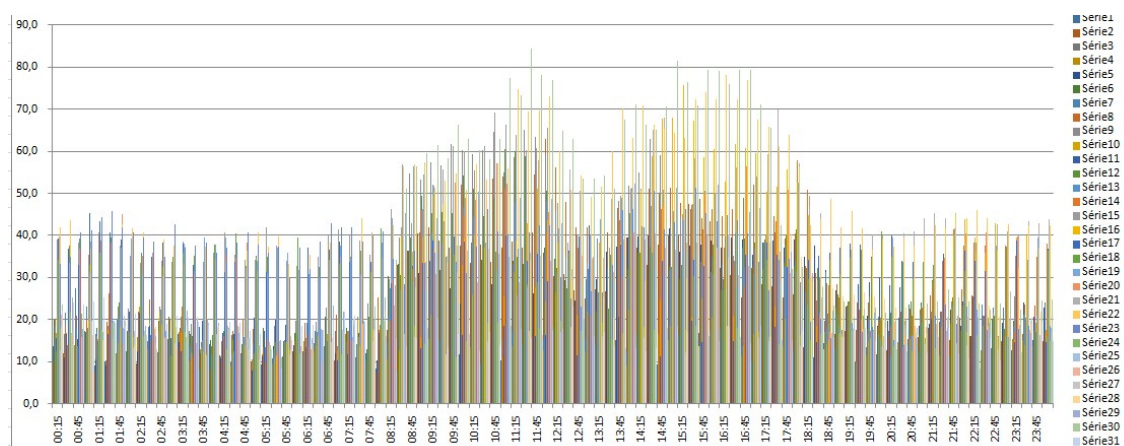
Registos para dimensionamento e verificação consumo e carga



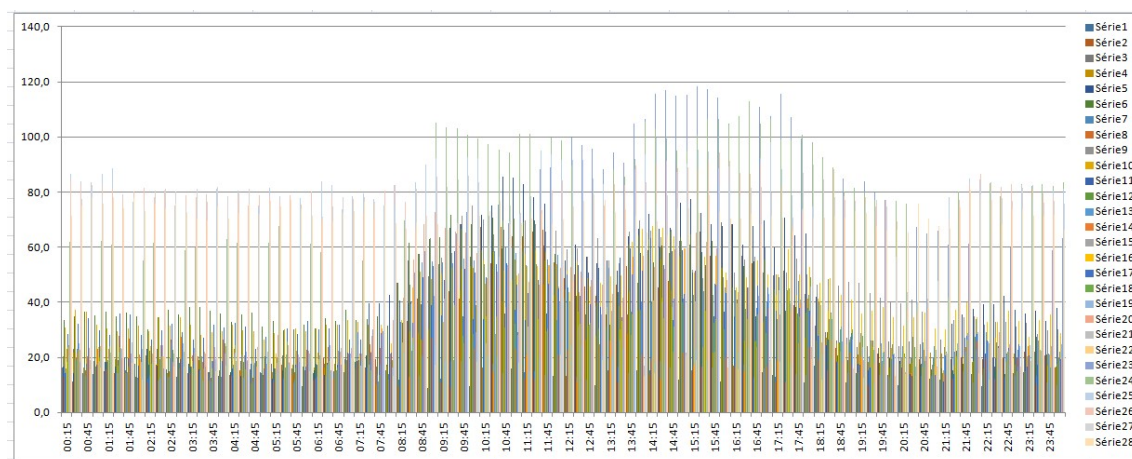
Registo durante 1 ano, com intervalos de 15 minutos (parte do registo mensal de janeiro):

Dia	00:15	00:30	00:45	01:00	01:15	01:30	01:45	02:00	02:15	02:30	02:45	03:00	03:15	03:30	03:45	04:00	04:15	04:30	04:45	05:00
1	13,8	9,6	13,6	12,6	9,2	10,0	10,0	9,8	9,0	10,0	9,2	14,4	16,6	16,2	18,2	14,2	11,4	6,4	9,8	8,0
2	10,0	12,0	11,6	6,8	7,6	7,6	6,2	7,6	9,6	7,4	10,8	15,0	13,4	13,4	11,6	8,2	10,4	8,4	12,0	10,0
3	13,0	16,6	11,2	17,2	16,6	10,4	12,0	12,6	9,0	14,8	12,2	15,4	13,2	17,4	8,2	10,0	10,6	9,8	11,4	9,8
4	19,0	11,4	14,0	10,6	10,2	6,8	12,0	9,8	15,8	13,0	13,6	11,8	17,0	10,0	13,0	7,8	11,2	8,8	14,0	10,6
5	12,6	11,0	14,4	11,6	10,6	9,2	10,8	9,0	12,6	14,4	14,0	15,6	14,6	13,8	10,8	13,0	10,8	9,8	12,4	8,0
6	20,0	16,0	14,8	17,0	18,0	14,6	17,8	17,4	17,0	15,6	19,8	20,6	18,0	16,6	12,0	15,2	13,4	16,4	14,2	13,2
7	17,6	21,6	27,4	23,0	17,0	18,6	20,2	18,2	16,6	18,2	17,2	18,2	13,6	13,6	14,0	13,6	12,0	11,8	11,4	13,2
8	20,2	18,8	21,0	20,0	16,2	19,4	20,4	22,0	24,8	22,8	20,2	17,4	16,6	14,6	13,8	15,0	17,4	20,0	17,8	
9	18,4	16,8	17,8	17,0	16,2	18,4	23,0	22,6	18,4	20,8	23,2	17,4	20,8	19,0	13,6	11,4	13,6	13,0	16,2	14,4
10	16,8	11,2	15,4	15,2	15,4	17,6	14,4	17,0	23,0	19,2	21,8	13,2	16,8	12,2	13,4	13,6	15,2	12,8	12,0	

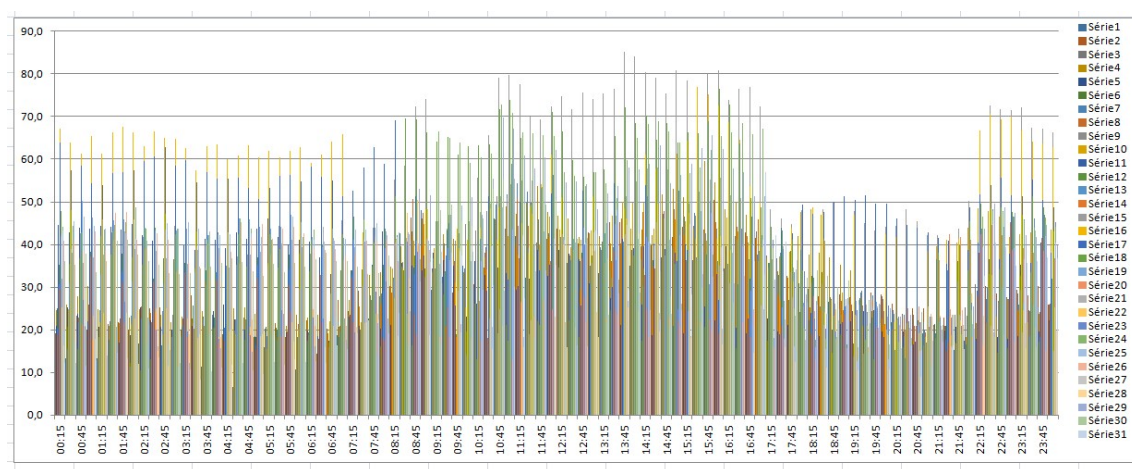
Posteriormente gera gráfico perfil consumos mensal:



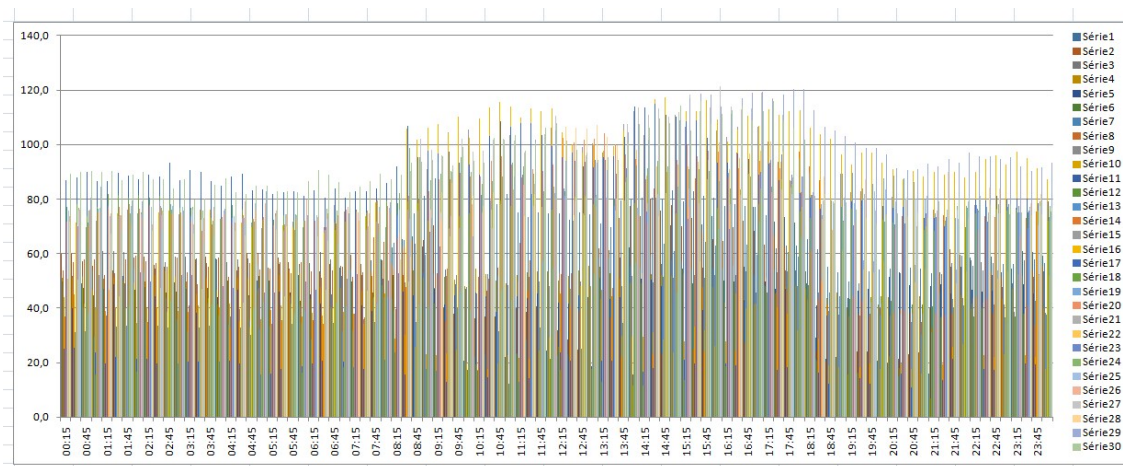
1- Janeiro



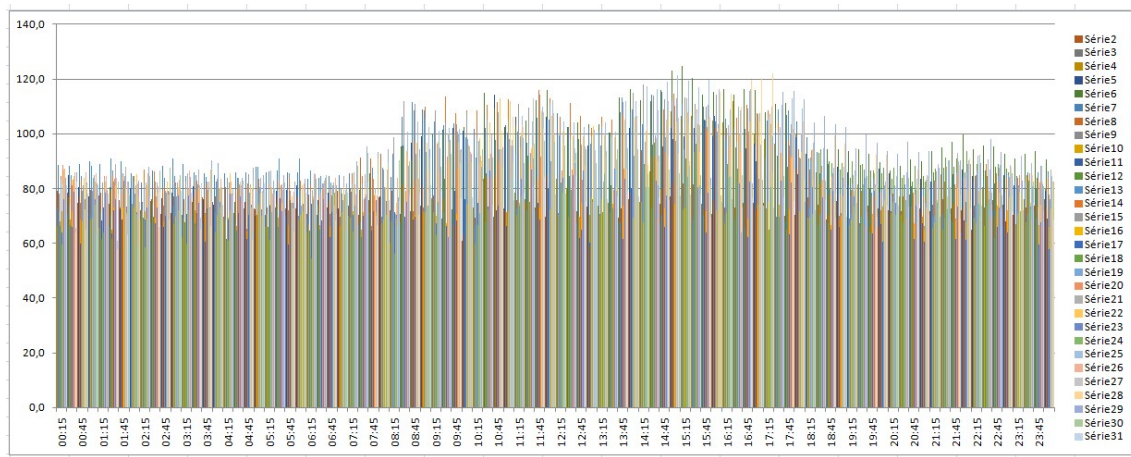
2- Fevereiro



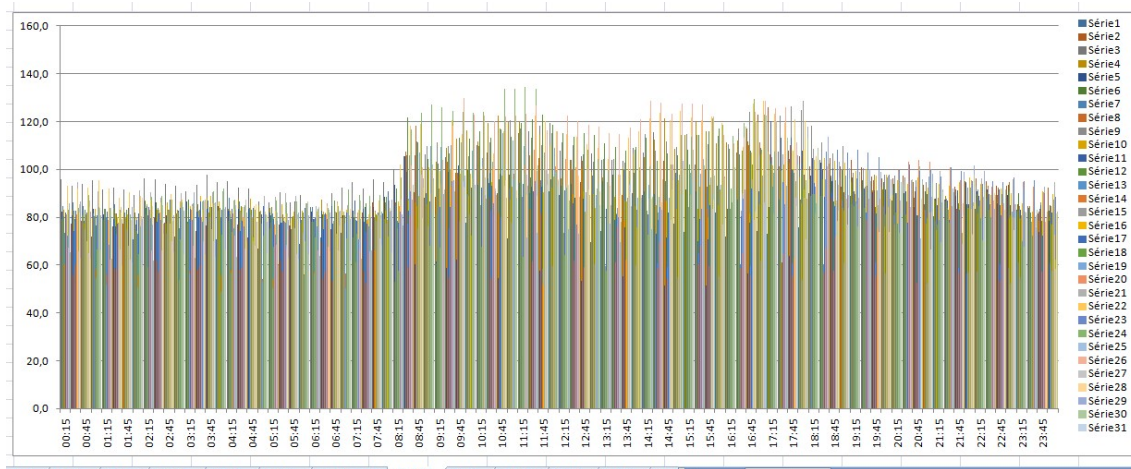
3- Março



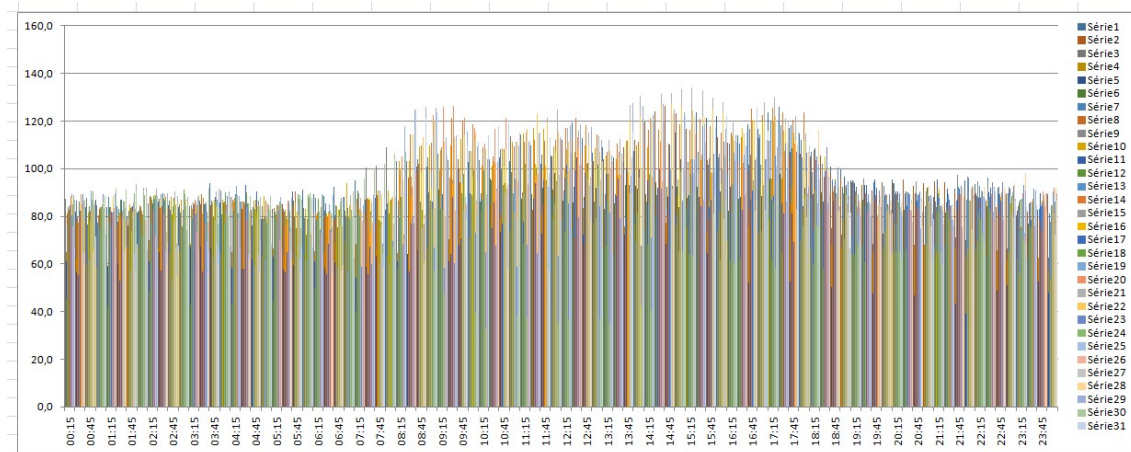
4- Abril



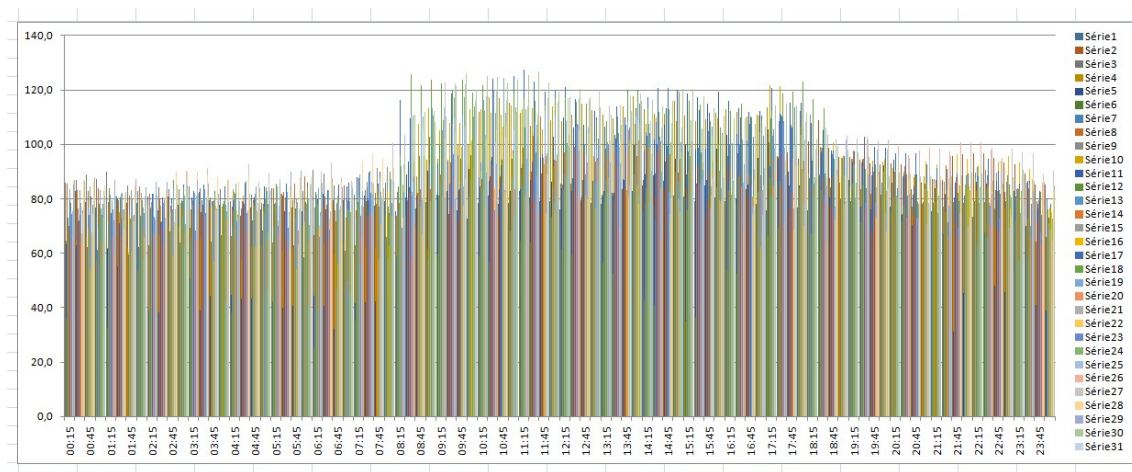
5- Maio



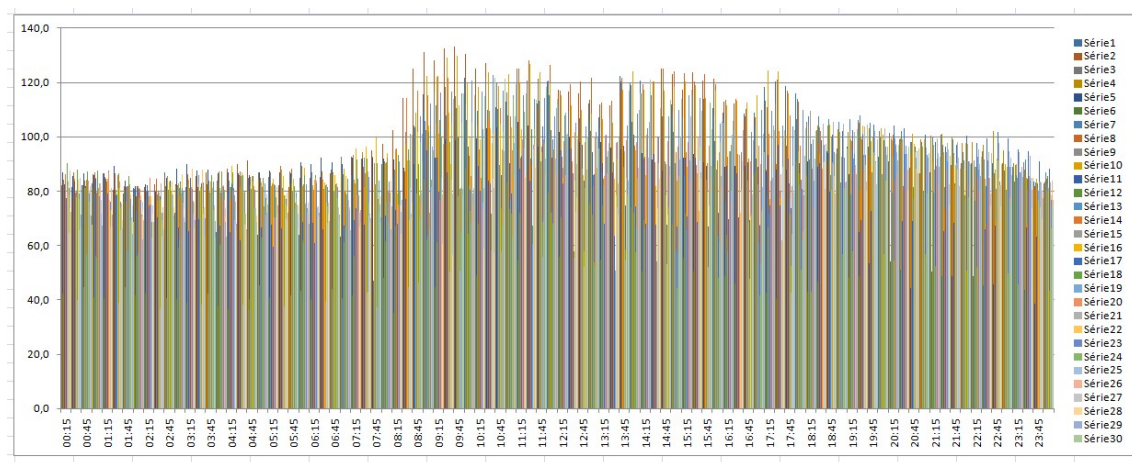
6- Junho



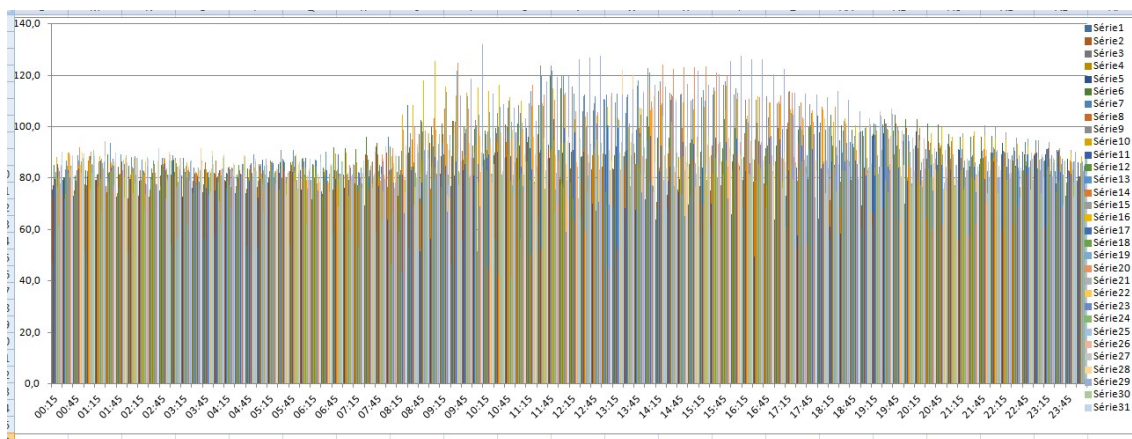
7- Julho



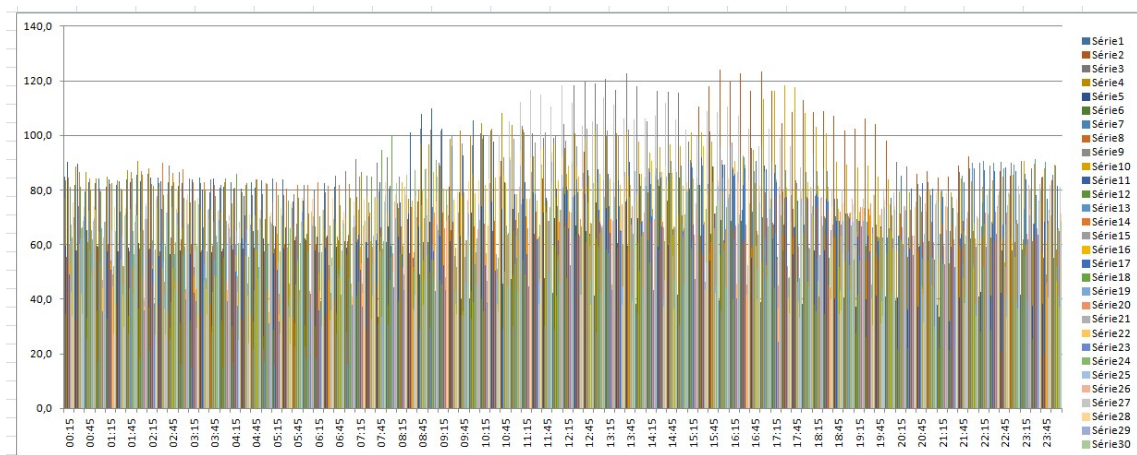
8- Agosto



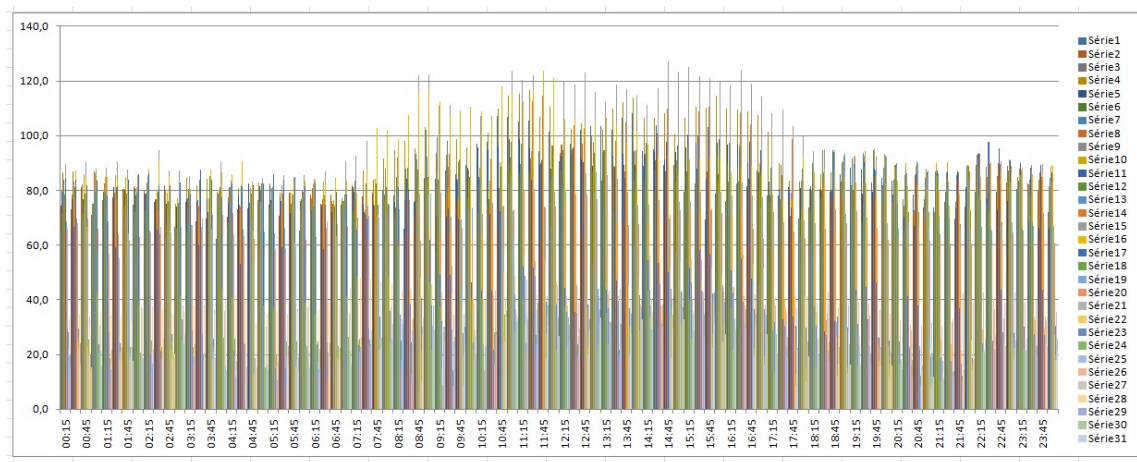
9- Setembro



10- Outubro

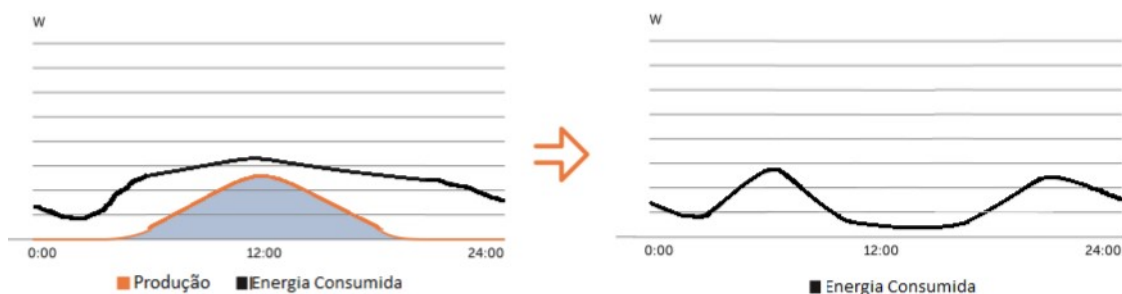


11- Novembro



12- Dezembro

Perfil final de consumos explicado antes e depois do sistema montado



Consumos mensais e anuais

Anual = 350.000 kWh

Definir perfil de consumo - registo fatura de um mês.

Fatura de electricidade

apo

Dados do cliente

IBIS 18000 INTERCOM

Dados da leitura

Conta nº 14 0016 18000001214

Medida de base: 18000001214 x 1/24/2006

Valor medido: 1700000000

Limite de pagamento: 13.100,00€

TOTAL a pagar: 5.504,55 €

Faturação

	Valor medido em kWh
Consumo Base	2.711,00k
Consumo de 18/06/06	1.752,00k
Consumo de 18/06/06	407,00k
Consumo de 18/06/06	777,00k
Consumo de 18/06/06	83,00k
Consumo de 18/06/06	6,75k
Consumo de 18/06/06	1.501,00k
Consumo de 18/06/06	1.501,00k

Valor de base em Euros

Dados do cliente

IBIS 18000

IBIS 18000

IBIS 18000

IBIS 18000

IBIS 18000

IBIS 18000

IBIS 18000

IBIS 18000

IBIS 18000

IBIS 18000

IBIS 18000

IBIS 18000

IBIS 18000

IBIS 18000

IBIS 18000

IBIS 18000

IBIS 18000

Consumo histórico

Mês	Consumo (kWh)
Jan	~100
Fev	~100
Mar	~100
Abr	~100
Mai	~100
Jun	~100
Jul	~100
Ago	~100
Sep	~100
Out	~100
Nov	~100
Dez	~100

[illegible]

A14.1. Relatório gerado pelo software SMA

Linha 2010-2014: 100,00%		Linha 2015	
Linha 2015: 100,00%		Linha 2016	
Linha 2017		Linha 2018	
Linha 2019		Linha 2020	
Linha 2021		Linha 2022	
Linha 2023		Linha 2024	
Linha 2025		Linha 2026	
Linha 2027		Linha 2028	
Linha 2029		Linha 2030	
Linha 2031		Linha 2032	
Linha 2033		Linha 2034	
Linha 2035		Linha 2036	
Linha 2037		Linha 2038	
Linha 2039		Linha 2040	
Linha 2041		Linha 2042	
Linha 2043		Linha 2044	
Linha 2045		Linha 2046	
Linha 2047		Linha 2048	
Linha 2049		Linha 2050	
Linha 2051		Linha 2052	
Linha 2053		Linha 2054	
Linha 2055		Linha 2056	
Linha 2057		Linha 2058	
Linha 2059		Linha 2060	
Linha 2061		Linha 2062	
Linha 2063		Linha 2064	
Linha 2065		Linha 2066	
Linha 2067		Linha 2068	
Linha 2069		Linha 2070	
Linha 2071		Linha 2072	
Linha 2073		Linha 2074	
Linha 2075		Linha 2076	
Linha 2077		Linha 2078	
Linha 2079		Linha 2080	
Linha 2081		Linha 2082	
Linha 2083		Linha 2084	
Linha 2085		Linha 2086	
Linha 2087		Linha 2088	
Linha 2089		Linha 2090	
Linha 2091		Linha 2092	
Linha 2093		Linha 2094	
Linha 2095		Linha 2096	
Linha 2097		Linha 2098	
Linha 2099		Linha 2100	
Linha 2101		Linha 2102	
Linha 2103		Linha 2104	
Linha 2105		Linha 2106	
Linha 2107		Linha 2108	
Linha 2109		Linha 2110	
Linha 2111		Linha 2112	
Linha 2113		Linha 2114	
Linha 2115		Linha 2116	
Linha 2117		Linha 2118	
Linha 2119		Linha 2120	
Linha 2121		Linha 2122	
Linha 2123		Linha 2124	
Linha 2125		Linha 2126	
Linha 2127		Linha 2128	
Linha 2129		Linha 2130	
Linha 2131		Linha 2132	
Linha 2133		Linha 2134	
Linha 2			

Avaliação da dimensionamento Nome do projeto: SISG Final Im 2 Imedi Nome do projeto: B4 Local de instalação: Portugal / Faria Temperatura ambiente: Temperatura mínima: -1 °C Temperatura de dimensionamento: 20 °C Temperatura máxima: 34 °C		
Projeto parcial 1 1 x STP 15000TL-30 (Sistema parcial 1)		
Potência de pico: Quantidade total de módulos PV: Nome do inversor fotovoltaico: Potência má. CC (ou p_{pv}): Potência ativa má. CC (ou p_a): Potência de máx. CC (ou p_m): Ratio de potência nominal: Fator de dimensionamento: Fator de deratamento cos φ:	1500 Wp 62 1 15,24 kW 15,00 kW 240V (230V / 400V) 99 % 100,3 % 1	STP 15000TL-30 
Dados de dimensionamento fotovoltaico Endereço A: Casa da Fátima 42 x Rua Energy Co. Ltd. STP500-40 (A) (12/01/13), Azmuro d ° , longitude: 20 ° , Tipo de instalação: Monofase Sim Endereço B: Casa da Fátima 20 x Rua Energy Co. Ltd. STP500-40 (A) (12/01/13), Azmuro d ° , longitude: 20 ° , Tipo de instalação: Monofase Sim		
Nome do estágio: Módulos fotovoltaicos por estágio: Potência de pico instalada:	Estação A: 1 34 10,00 kWp	Estação B: 2 10 5,00 kWp
Tensão PV especificada: Tensão PV máx.: Potência CC máx. (quando de máx. 230 V):	405 V 374 V 152 V	280 V 267 V 100 V
Tensão PV máx.: Tensão CC máx.: Corrente máx. do gerador PV: Corrente máx. de entrada por transformador MTB:	568 V 600 V 24,6 A 33 A	406 V 600 V 16,5 A 22 A
Sistema fotovoltaico / Inversor autônomo		

2 / 10

Arquivo: SISG4B / 11/06/2011

Avaliação do dimensionamento

Nome do projeto: ISEC Final br 3 idade

Nome do projeto: 04

Local de instalação: Foz de Iguaçu / Foz de Iguaçu

Temperatura ambiente: 28 °C

Temperatura máxima: 41 °C

Temperatura de dimensionamento: 28 °C

Temperatura mínima: 24 °C

Projeto parcial 1

1 x STP 15000TL-30 (Sistema parcial 2)

11,40 kWp

1

16,33 kW

15,00 kW

220V (220V / 400V)

90 %

113,3 %

STP 15000TL-30

Estimativa A: Gerador Fotovoltaico 1

42 x 300W Energy Co. Ltd. SY1525P-40 (4A) (12/2010), Autonomia 0 °, Indicação 20 °, Tipo de monitor: Monitoragem

Estimativa B: Gerador Fotovoltaico 1

26 x 300W Energy Co. Ltd. SY1525P-40 (4A) (12/2010), Autonomia 0 °, Indicação 20 °, Tipo de monitor: Monitoragem

Nome do estípite

Estimativa A: 1

Estimativa B: 1

Modelos fotovoltaicos por estípite

14

13

Potência de pico geradora

10,50 kWp

6,50 kWp

Tensão PV máxima

425 V

378 V

Tensão PV mínima

374 V

347 V

Potência CC máx. (tensão de rede 230 V)

150 V

150 V

Tensão PV máx.

508 V

527 V

Tensão PV mín.

600 V

600 V

Corrente máx. do gerador PV

24,8 A

16,3 A

Corrente máx. de entrada por rastreamento MPPT

13 A

13 A

Sistema fotovoltaico / Inversor parcialmente compatível

O gerador PV e o modelo de inversor são compatíveis apenas com limitação, pois o Inversor está subdimensionado para esta condição (< 80 %).

Dimensionamento dos cabos

Nome do projeto: ISEC Final br 3 idade

Nome do projeto: 04

Local de instalação: Foz de Iguaçu / Foz de Iguaçu

Visão geral

CC

LV

Total

Potência dissipada no modo nominal

52,34 W

50,23 W

113,56 W

Potência dissipada no modo nominal

0,14 %

0,20 %

0,34 %

Comprimento total do cabo

200,00 m

60,00 m

260,00 m

Seções dos cabos

6 mm²

25 mm²

6 mm²

25 mm²

Gráfico

Cabos de CC

Material do cabo	Comprimento	Seção	Queda de tensão	Potência dissipada rel.
Projeto parcial 1				
1 x STP 3000TL-30	10,00 m	6 mm²	5,72 g mV	0,13 %
Sistema parcial 1	10,00 m	6 mm²	5,72 g mV	0,13 %
1 x STP 3000TL-30	10,00 m	6 mm²	5,72 g mV	0,13 %
Sistema parcial 2	10,00 m	6 mm²	5,72 g mV	0,14 %

Cabos LV1

Material do cabo	Comprimento	Seção	Resistência da linha	Potência dissipada rel.
Projeto parcial 1				
1 x STP 3000TL-30	50,00 m	25 mm²	R: 1,447 mΩ	0,33 %
Sistema parcial 1	50,00 m	25 mm²	R: 1,475 mΩ	
1 x STP 3000TL-30	10,00 m	25 mm²	R: 2,251 mΩ	0,07 %
Sistema parcial 2	10,00 m	25 mm²	R: 0,792 mΩ	

Os resultados apresentados são valores aproximados para informação geral do utilizador sobre possíveis análises operacionais. Os resultados das simulações matemáticas com base em pressupostos padronizados. Os resultados operacionais reais dependem de variáveis de instalação, de modo de produção, de eficiência elétrica e das condições de operação do grupo gerador, bem como do desempenho individual de cada um, podendo divergir dos resultados obtidos, não considerando, a esta, como responsável, o NÃO ASSUMIR QUALQUER RESPONSABILIDADE POR MAIORES DIMENSIONAMENTOS EM CASO DE DIVERGÊNCIA ENTRE OS RESULTADOS OBTIDOS E OS CÁLCULOS E REDES.

148

Luís Miguel B S Lima

Monitorização do sistema	
Nome do projeto: ISEC Enal Iur 3 Iidade Número do projeto: 04	Local de instalação: Penafiel / Perna
Sistema fotovoltaico Projeto parcial 1 1 x STP 15000TL-30 Sistema parcial 1 1 x STP 15000TL-30 Sistema parcial 2	
Monitorização do sistema Interno do sistema  SMA Com Gateway Gateway de comunicação para ligação do sistema solar fotovoltaico a 55400 em subestação de monitorização e controlo de sistema com SMA Special.  Sunny Explorer Software de PC para gestão de sistema fotovoltaico e monitorização dos dados de sistema  Sunny SensorBox A estação meteorológica para sistema fotovoltaico  SMA Cluster Controller Monitorização e controlo profissional de grande sistema fotovoltaico através de uma interface  Sunny Home Manager 2.0 O controlo de energia com ligação de modo integrado para uma gestão energética abrangente	Externo  Sunny Portal Portal de acesso para monitorização de sistema, bem como para instalação e manutenção de dados do sistema
Notas A todos e parcial fornecer esse aparelho. Para a instalação do projeto de monitorização e ligação de modo de potência activa, o dispositivo de modo de energia externa do Sunny Home Manager 2.0 deve ser ligado e configurado para a monitorização da ligação na rede e do consumo de energia da rede (ver guia de planeamento "SMA Smart Home"). O acesso remoto à comunicação com Sunny Home Manager através de tecnologia em campo aberto e com Sunny Home Manager da SMA é de 100 m.	
Geral	

Notas	
Nome do projeto: ISEC Enal Iur 3 Iidade Número do projeto: 04	Local de instalação: Fátima / Perna
Projeto parcial 1 1 x STP 15000TL-30 (Sistema parcial 2) O projeto PV e o modelo do sistema são compatíveis apenas com "Sunny Home Manager", pois o inversor está subdimensionado para esta combinação (< 93 %).	

Autoconsumo

Nome do projeto: ISEC Final Iir 3.1.indb
Número do projeto: 04

Local de instalação: Funchal / Funchal

Dados sobre o autoconsumo

Perfil da carga:

Empresarial (continua)
Empresarial com elevado consumo energético noturno, durante todo o dia com uma produção, para além de autoconsumo em edifícios, vários computadores, aquecimento de água morna.

Consumo anual de energia:

350 MWh

Otimização do autoconsumo



Sunny Home Manager 2.0
O controlo de comando com dispositivo de medição integrado para uma gestão energética inteligente

Resultado

Sua optimização do autoconsumo

Taxa de autoconsumo



Quota de autoconsumo

14%

Distribuição da energia fotovoltaica



Detalhes

Consumo anual de energia fotovoltaica (kWh) anual	500 MWh
Produção fotovoltaica anual (kWh) anual	58.378 MWh
Excedente de energia de rede	0 MWh
Consumo de energia de rede	299 MWh
Autoconsumo	58.378 MWh
Quota de autoconsumo (%) de	100 %
Taxa de autoconsumo (%) de	14.5 %

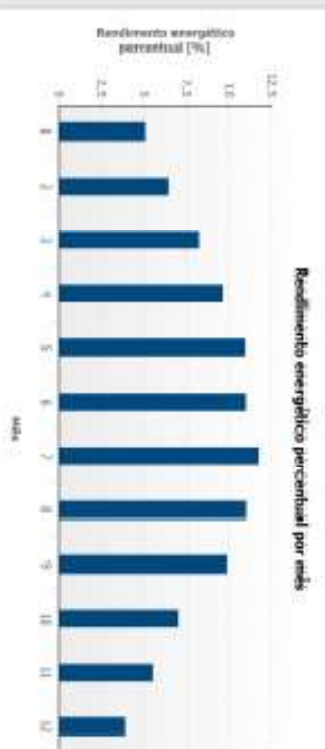
Os resultados indicados são valores estimados. Para obter resultados mais precisos, a Sunny Solar Technology, A/S, não assume qualquer responsabilidade pelo autoconsumo real, que pode divergir dos valores aqui indicados. O autoconsumo potencial é determinado simulando o perfil comportamental de consumo idealizado, que pode divergir do perfil de carga real para o edifício.

Valores mensais

Nome do projeto: ISEC Final Iir 3.1.indb
Número do projeto: 04

Local de instalação: Funchal / Funchal

Diagrama



Tabela

Mês	Produção energética [kWh]	Autoconsumo [kWh]	Excedente na rede [kWh]	Consumo de energia da rede [kWh]
1	2550 (6,5 %)	2550	0	27703
2	5162 (6,5 %)	5162	0	23826
3	6106 (6,5 %)	6106	0	22487
4	4819 (6,5 %)	4819	0	22844
5	5544 (6,5 %)	5544	0	24028
6	5164 (6,5 %)	5164	0	23723
7	5165 (6,5 %)	5165	0	24071
8	5276 (6,5 %)	5276	0	24025
9	4873 (6,5 %)	4873	0	23380
10	5071 (6,5 %)	5071	0	22385
11	2782 (6,5 %)	2782	0	24455
12	1866 (6,5 %)	1866	0	27963

Análise de rentabilidade

Dados da proposta: ELEC Simul 1m 3 (total)	
Atividade de projeto 01	
Detalhes	
Custos de compra de dispositivos instalados no sistema fotovoltaico	9440 EUR
Preço unitário total após 20 anos (preço)	272381 EUR
Custos de compra de dispositivos instalados após 20 anos (preço)	252300 EUR
Lucro total resultante da aplicação no site após 20 anos (preço)	0 EUR
Perda de investimento previsto em anos (preço)	*
Custos de produção por kWh produzidos no tempo de 20 anos (preço)	0,065 EUR/kWh
Retorno médio anual (preço)	29,95 %
Retorno médio total é de	45,50% (0 EUR)
O investimento total é de	
Os custos específicos de manutenção do sistema fotovoltaico classificados no tempo: (€/kWp / kWh de	1,40 euros contínuo

Tempo efetivo

temporização do custo de fabricação acumulada

Local de instalação: Penangul, Pôrto

Comparação entre custos anuais elétricos.

Isola sem sistema fotovoltaico

56.540 EUR

Em 20 anos sem sistema fotovoltaico

120.110 EUR

Isola com sistema fotovoltaico

49.025 EUR

Isola de produção

Isola de rede

Isola de energia renovável

Análise da rentabilidade

Nome do projeto: ISEC Trial by 21idade Assunto: do projeto Os Estrutura de custos Custos do sistema fotovoltaico Os custos totais para um módulo fotovoltaico são de 31.500,00 EUR A depreciação média da potência dos módulos fotovoltaicos é de 0,30 % Os custos totais para os inversores e a monitorização do sistema são de 4.500,00 EUR Os custos para planeamento e instalação são de 8.500,00 EUR Os custos anuais são de 307,43 EUR O investimento total é de 41.500,00 EUR Os custos específicos de investimento do sistema fotovoltaico chaves-chave (Capex / kWh) são 1.400,00 EUR/kWh Financiamento A moeda é EUR A quota-parte de capital próprio é de 20 % A quota-parte de capital alheio é de 80 % O investimento total é de 0,00 EUR A taxa de juro é de 3,00 % O período de análise de viabilidade é de 20 anos O tipo de crédito selecionado é: Empreza/privado A duração do crédito é de 10 anos O período de carência é de 0 anos A taxa de juro é de 4,0 % Custos de compra de electricidade e compensação por injeção na rede O preço de compra de electricidade é de 0,1000 EUR/kWh A tarifa específica não considerada A taxa anual de encumprimento da electricidade é de 3,0 % A compensação por injeção na rede é de 0,0500 EUR/kWh A duração da compensação por injeção na rede é de 10 anos A dedução da compensação com autoconsumo é de 0,1000 EUR/kWh O lucro proveniente da electricidade injetada após subtrair o período de compensação é de 0,0500 EUR/kWh	Local de instalação: Portugal / Foz de
--	--