



UNIVERSIDADE DO ALGARVE

*Relatório de Atividade Profissional*

**Henrique Agostinho Catarino**

Relatório ao abrigo do despacho reitoral RT 33/2011 - Obtenção do Grau de Mestre pelos Licenciados Pré Bolonha, para a obtenção do grau de Mestre em Energia e Climatização de Edifícios

Relatório efetuado sob orientação

Prof. Armando Costa Inverno

Prof. António Hugo Tavares Lamarão

2015

Esta página foi intensionalmente deixada em branco.

## **Relatório de Atividade Profissional**

### **Declaração de autoria de trabalho**

Declaro ser o autor deste trabalho, que é original e inédito. Autores e trabalhos consultados estão devidamente citados no texto e constam da listagem de referências incluída.

Faro, 08 de Julho de 2015



---

(Lic. Henrique Agostinho Catarino)

**Copyright** de Henrique Agostinho Catarino

A Universidade do Algarve tem o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicitar este trabalho através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, de o divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

## **Agradecimentos**

Um agradecimento a todos aqueles que, de alguma forma proporcionaram a realização deste relatório.

À minha esposa e filha pela compreensão em momentos de maior tensão.

Aos meus orientadores Armando Costa Inverno e António Hugo Tavares Lamarão pela disponibilidade que demonstraram na orientação do trabalho técnico de montagem da Instalação e pela abordagem final ao nível dos resultados obtidos na instalação.

Aos meus colegas de trabalho que estiveram presentes quando solicitados a colaborar na montagem e controlo da instalação.

Às entidades empresariais, que forneceram a título gracioso equipamento de controlo e equipamento solar Térmico, particularmente as empresas Uponor, Contimetra e Be Sun - Solar & *Heating Systems*.

Ao Instituto Superior de Engenharia da Universidade do Algarve que me disponibilizou os meios para poder gerar trabalho.

A todos estou agradecido.

Esta página foi intensionalmente deixada em branco.

## Resumo

O percurso académico e a formação prática são dois conceitos que se complementam e que acrescentam valor ao indivíduo, como um todo, na vida ativa profissional e como cidadão.

Para se atingir conhecimento em áreas da engenharia são necessários conhecimentos técnicos que, muitas vezes, só surgem com a experiência, mas também com a persistência.

O percurso Profissional, do autor deste trabalho, como Técnico nos Laboratórios de Engenharia Mecânica do Instituto Superior de Engenharia foi de aprendizagem permanente e culminou com a nomeação na categoria de Técnico Superior.

As sinergias já existentes, encontradas no local de trabalho, e a disponibilidade sempre presente para ajudar nas tarefas propostas pelos docentes nas aulas práticas, nos trabalhos de prestação de serviços ao exterior, ou em ações de formação, foram estimulantes, facilitando a adaptação e integração perfeita no universo que rodeou o Técnico ao serviço desta Instituição, nos Laboratórios e nas Oficinas do ISE.

Uma parte significativa do trabalho desenvolvido centrou-se na preparação de experiências laboratoriais das diversas disciplinas dos cursos de Engenharia Mecânica e dos cursos de Especialização Tecnológica, embora também contemple a prestação de serviços ao exterior durante longos períodos.

Durante o seu percurso nas diferentes categorias profissionais que foi percorrendo, teve a possibilidade de frequentar ações de formação como demonstram os documentos anexos.

O Relatório de atividades a seguir apresentado enquadra-se no âmbito do Despacho Reitoral RT 033 de 2011 para a obtenção do grau de mestre dos licenciados pré-Bolonha.

Numa primeira parte, será apresentado o currículo *vitae* detalhado. Em complemento são apresentados os documentos referentes à obtenção dos graus académicos e a outras funções, bem como notações relativas a vinte e sete anos de funcionário do Instituto Superior de Engenharia da Universidade do Algarve.

Na segunda parte é apresentado, em detalhe, o trabalho desenvolvido ao longo de cerca de dois anos, o qual consiste no projeto e construção de uma instalação experimental no Laboratório de Energia Solar.

No capítulo das conclusões é apresentada uma discussão crítica da evolução da experiência profissional e da sua relevância como atividade cumulativa na especialidade do Mestrado.

Palavras-chave: laboratórios de engenharia mecânica, energia solar, bomba de calor, pavimento radiante, tetos arrefecidos.

**Abstract**

The academic background and practical training are two concepts that complement each other and add value to the individual as a whole, the professional activity and as a citizen.

To achieve knowledge in engineering areas are needed expertise, which often only comes with experience, but also with persistence.

The Professional route, the author of this work, as in Technical Engineering Laboratories of the Institute of Mechanical Engineering was lifelong learning and culminated with the appointment in the Superior Technical category.

the synergies found in the workplace, and the availability always there to help with tasks proposed by teachers in practical classes in the work of providing services abroad, or in training, were stimulating, facilitating the adaptation and integration perfect in the universe that surrounded the Technical service of this institution, in laboratories and in the ISE's workshops.

A significant part of the work focused on the preparation of the laboratory experiments of the various disciplines of mechanical engineering courses and technological specialization courses, while also contemplates the provision of services abroad for long periods.

During its career in its various professional categories, he had the opportunity to attend training as shown by the attached documents.

The following activity report presented falls under the Order Rector RT 033 2011 for the degree of master of pre-Bologna graduates.

In the first part, the detailed curriculum vitae appear. In addition we present the documents relating to obtaining degrees and other functions, as well as ratings on twenty-seven-year employee of the Superior Engineering Institute, University of Algarve.

In the second part is presented in detail the work carried out over about two years, which consists of the design and construction of an experimental installation at the Solar Energy Laboratory.

In the chapter of the conclusions is presented a critical discussion of the evolution of professional experience and its relevance as cumulative activity in the Master's specialty.

Keywords: mechanical engineering laboratories, solar energy, heat pump, underfloor heating, chilled ceilings.

## **Abreviaturas**

**AQS** – Água quente sanitária

**ANA** – Aeroporto de Navegação Aérea

**CV** – Curriculum Vitae

**DEM** – Departamento de Engenharia Mecânica

**DISE** – Diretor do Instituto Superior de Engenharia

**EN** – Norma europeia

**ISE** – Instituto Superior de Engenharia

**ISO** – *International Standardization Organization*

**NP** – Norma Portuguesa

**SIADAP** – Sistema Integrado de Gestão e Avaliação do Desempenho na Administração Pública

**UALG** – Universidade do algarve

**Simbologia**

**E** – Correção do tempo [minutos]

**Gsc** – Constante solar [1353 W/m<sup>2</sup>]

**Ho** – Radiação diária extraterrestre [W/m<sup>2</sup>]

**Id** – Radiação difusa [W/m<sup>2</sup>]

**I** - Radiação solar global no plano horizontal [W/m<sup>2</sup>]

**Ib** – Radiação solar direta [W/m<sup>2</sup>]

**IT** – Radiação solar sobre a superfície inclinada do coletor [W/m<sup>2</sup>]

**IO** – Radiação horária extraterrestre [W/m<sup>2</sup>]

**Lloc** – Longitude do local [°]

**Lst** – Longitude do meridiano de referência [°]

**CL** – Correção da longitude

**n** – Dia Juliano

**Rb** – razão entre a radiação solar direta sobre uma superfície inclinada e a radiação solar direta sobre um plano horizontal

**STB** – Sonda de temperatura localizada no depósito de acumulação

**TSV** – Tempo solar verdadeiro

**UTC** – Tempo Universal Coordenado

**KT** – Índice de transparência

**Wh** – Watt-hora

**AC/DC** –.Transformação da corrente alterna em corrente contínua

**Índice geral**

Agradecimentos .....	V
Resumo .....	VII
Abstract .....	IX
Abreviaturas .....	XI
Simbologia.....	XII
Índice geral.....	XIII
Índice de figuras .....	XX
Índice de tabelas.....	XXIII
Índice de Gráficos .....	XXIII
Parte 1 – Curriculum Vitae detalhado.....	1
1.1- Dados Pessoais.....	1
1.2- Habilitações Académicas.....	1
1.3 – Outras Habilitações.....	3
1.4 – Domínio de língua estrangeira .....	3
1.5- Percurso profissional .....	4
1.5.1- Situação profissional atual .....	4
1.5.2 – Percurso profissional na Universidade do Algarve .....	4
1.5.3 – Atividades desenvolvidas .....	5
1.5.4 – Avaliação de desempenho na Instituição .....	5
1.5.5 – Outras funções desempenhadas na UAlg.....	5

1.5.6 - Funções Complementares detalhadas.....	6
1.6 – Principais trabalhos efetuados.....	7
1.6.1 – Principais trabalhos de prestação de serviços: .....	8
1.7 – Formação e atualização profissional.....	9
1.7.1-Cursos de formação.....	9
1.7.2- Colóquios congressos e outras jornadas técnicas .....	11
Parte 2.....	14
Introdução .....	14
2.1- Trabalhos recentes .....	15
2.2 – Principais características do Laboratório de Energia Solar.....	16
2.2.1 – Desenho e construção dos circuitos de pavimento radiante .....	18
2.2.2 – Ligações hidráulicas dos circuitos .....	19
2.2.3 – Circuitos hidráulicos do teto .....	22
2.3 – Instalação solar de apoio à bomba de calor .....	24
2.3.1 - Circuito primário e secundário da instalação solar.....	26
2.3.2 – Circuito de produção de água quente sanitária.....	28
2.4 – Montagem da Instalação Solar .....	29
2.5 – Controlo da Instalação .....	37
3 – Medição de energia elétrica e de energia térmica.....	44
3.1 - Aquisição de dados do sistema de climatização do laboratório de energia solar. ....	48

3.2-Estação meteorológica 2 .....	49
3.2.1 – Aquisição e monitorização .....	50
4 – Análise de alguns dados recolhidos no sistema solar .....	51
4.1 – Dados da radiação solar .....	53
4.2. – Análise dos dados recolhidos .....	62
5 – Conclusões.....	67
Bibliografia.....	68
Anexos .....	69
Anexo A – Atividades em Instalações .....	70
Anexo A1 – Instalação de parque solar junto aos Laboratórios do Engenharia Mecânica 2011. ....	71
Anexo A2- Bancada móvel de ensaio para teste do painel solar .....	72
Anexo A3 - Instalação de uma central meteorológica (EMA) na Universidade do Algarve no edifício do ISE.....	73
Anexo A4 - Acompanhamento das obras de climatização invisível no Laboratório de AQS e sala 6.....	74
Anexo A5 - Trabalhos de Investigação .....	76
Anexo A6 – Acompanhamento e Montagem da Instalação solar .....	79
Anexo B - Trabalhos curriculares .....	80
Anexo B1 – Bancada de estudo do escoamento do ar num tubo de secção circular. ....	81
Anexo C – Atividade Laboratorial .....	83

Anexo C1 – Disciplinas Laboratoriais .....	84
Anexo C2 - Atividades nos Laboratórios por disciplinas .....	87
Anexo D – Certidões de habilitações .....	101
Anexo D.1 – Carta de curso em Eng <sup>a</sup> . Mecânica.....	102
Anexo D.2 – Certidão de habilitações – Curso de Bacharelato Engenharia Mecânica .....	103
Anexo D.3 – Certidão de habilitações – do 12 <sup>o</sup> ano da via de ensino.....	104
Anexo E – Termos de Posse/Notação periódica .....	107
Anexo E.1 – Reclassificação “Técnico Superior de 2 <sup>a</sup> classe” .....	108
Anexo E.2 – Termo de posse “Técnico Principal Especialista” .....	110
Anexo E.3 – Termo de posse “Técnico Profissional Principal” .....	111
Anexo E.4 – Termo de posse “Técnico auxiliar de 2 <sup>a</sup> Classe” .....	112
Anexo E5 - Notação periódica .....	113
Anexo F – Ações de formação e Formação Profissional.....	119
Anexo F.1 – Curso de formação dessalinização com recurso a energias renováveis de 23 a 26 de Fevereiro de 2010, na Universidade do Algarve em Faro.2010 .....	120
Anexo F.2 – Ação de formação Psicrometria Aplicada AVAC em 19-06-2006, duração de 12 horas. 2006 .....	121
Anexo F.3 – Certificação profissional em Técnico de Instalações Solares Térmicos “Instalador Solar térmico” 2005 .....	122

Anexo F.4 – Ação de formação Dimensionamento e Simulação de Instalações Produtoras de Frio com Acumulação de Energia Latente (Bancos de Gelo) 2000 .....	126
Anexo F.5 – Ação de formação Térmica de Edifícios – Regulamentação Técnica: RCCTE e RSECE.....	127
Anexo F.6 - Curso Princípios Gerais de Administração Pública e sua relação com o atendimento Público.....	128
Anexo F 7 - Formação Profissional com apoio do Fundo Social Europeu Curso de Mecânico de Frio.....	129
Anexo G – Cursos de formação Técnica Profissional .....	131
Anexo G.1 – Formador no Curso de Mecânicos de frio. Formação profissional Apirac “ <i>Retrofit</i> de gases frigoríficos” .....	132
Anexo H – Colóquios, Congressos.....	140
Anexo H.1 – Participação e representação da Eng <sup>a</sup> . Mecânica no I encontro de “Ar Condicionado e Frio Industrial” no Ensino Superior Universitário e Politécnico. Realizado no Auditório da FIL Parque das Nações .....	141
Anexo H.2 – Participação no V Congresso Ibero-Americano de Ar Condicionado e Refrigeração realizado no centro de Congressos de Lisboa .....	142
Anexo I – Jornadas Técnicas .....	143
Anexo I.1 – Participação no Tarde Técnica “Elaboração de Normas Portuguesas, Ventilação em Cozinhas Profissionais, Manutenção de Equipamentos de AVAC&R .....	145
Anexo I.2 – Participação no Seminário Técnico “Ventilação e Proteção de Incêndio nos Edifícios” realizado, na Escola Superior de Tecnologia.....	146

Anexo I.3 – Participação na manhã técnica “Ar Ambiente, Patologia Respiratória, Filtros e Humidificação” .....	147
Anexo I.4 – Participação no Seminário “Reconversão Energética das Unidades Hoteleiras do Algarve “no auditório da unidade hoteleira Marina Hotel .....	148
Anexo I.5 – Participação na tarde técnica na EST sobre o tema “Piscinas e secagem” .....	149
Anexo I.6 – Participação no Seminário “Lubrificantes e lubrificação” apresentado pela Shell Portuguesa .....	150
Anexo I.7 – Participação no Seminário “Chaminés Modulares” – Vantagens Técnicas e Económicas das chaminés Modulares relativamente às convencionais, dimensionamento das entradas de ar, Resolução de problemas práticos” realizado, na Escola Superior de Tecnologia da Universidade do Algarve.....	151
Anexo I.8 – Participação no Seminário “Produção e utilização de Energia Térmica e Eletricidade na Indústria e nos Edifícios” .....	152
Anexo I.9 – Participação no Seminário “Equipamento AVAC” Filtragem, Arrefecimento, Difusão de Ar, Atenuação de ruído, Unidades VAV, Registos corta-fogo realizado, na Escola Superior de Tecnologia da Universidade do Algarve.....	153
Anexo I.10 – Nónio Hiross Palestra “Instalações Centralizadas de Produção de frio AVAC” .....	154
Anexo I.11 – Seminário “Sistemas Centrais de Tratamento de Ar – Dimensionamento e Otimização de UTA’S, realizado na Escola Superior de Tecnologia .....	155
Anexo I. 12 – Semana tecnológica Conserveira do Sul, LDA realizada na Escola Superior de Tecnologia da Universidade do Algarve. ....	156

Anexo I.13 – Ação de Formação sobre Tecnologia de Gases Combustíveis realizada na Escola Superior de Tecnologia.....	157
Anexo I.14.- Participação no seminário, organizado pela Honeywell Portugal, Lda. sobre Gestão de Energia, Segurança e Detecção de Incêndios em Edifícios realizado na Escola superior de Tecnologia.....	158
Anexo J – Trabalhos e Tarefas .....	159
Anexo J.1 Piscinas da Câmara de Faro.....	160
Anexo J.2 - Protocolo de colaboração Universidade do Algarve com HPP sul, S.A.....	161
Anexo J.3 – Parâmetros de conforto Ambiental.....	172
Anexo J.4 – Relatório das medições das temperaturas do pavimento e estado do ar no apartamento de Portimão – 2003/03/24.....	174
Anexo J.5 – Relatório das medições das temperaturas do pavimento e estado do ar no apartamento de Portimão – 2002/09/18.....	175
Anexo J.6 – Relatório do nível do ruído num apartamento de Portimão 2002/01/06.....	176
Anexo J.7 – Medição do ruído temperatura radiante e vibração num apartamento em Portimão. ....	177
Anexo J.8 - Medições nas instalações do IEFP.....	181
Anexo K – Características do isolamento do circuito primário .....	182
Anexo L – Fundamentos da radiação Solar .....	183
Anexo M- Esquemas de princípio da Instalação solar térmica .....	189
Anexo N – Tabelas e Análise gráfica dos meses Fevereiro Março e Abril .....	191

## Índice de figuras

Figura 1 - Localização do Campus da Penha em Faro [9] .....	16
Figura 2 – Planta do Laboratório de Energia Solar .....	18
Figura 3- Pormenor da colocação do tubo para pavimento radiante.....	18
Figura 4 – <i>Layout</i> dos Circuitos do pavimento radiante .....	19
Figura 5 – Coletores de distribuição dos circuitos de pavimento radiante.....	20
Figura 6 – Esquema de ligações hidráulicas da central de produção de calor. 22	
Figura 7 - Painel para teto arrefecido .....	23
Figura 8 – Esquema dos circuitos hidráulicos do teto arrefecido. ....	24
Figura 9 – Esquema de ligações da instalação solar. ....	25
Figura 10 – Esquema do circuito primário apenas com o funcionamento da instalação solar. ....	27
Figura 11 – Esquema do circuito secundário, ou de utilização. ....	28
Figura 12 – Esquema do sistema de produção de AQS. ....	29
Figura 13 – Montagem dos perfis de suporte da estrutura.....	30
Figura 14 – Pormenor de acoplamento dos painéis solares térmicos <i>Ariston Kairos CF2.0</i> . ....	31
Figura 15 – Preparação e soldadura das linhas de cobre do primário .....	31
Figura 16 - Pormenor de ligação do circuito primário e secundário ao depósito de 400 litros.....	32
Figura 17 – Pormenor do ponto de intersecção da linha do secundário no ramal existente.....	32

Figura 18 – Pormenor de entrada e saída do ramal para climatização radiante e entrada e saída do depósito de acumulação.....	33
Figura 19 - Ligação dos purgadores do circuito secundário.....	33
Figura 20 - Sensor de temperatura e purgadores de ar do circuito primário dos coletores solares térmicos.....	34
Figura 21 – Colocação do sensor de temperatura de saída dos coletores. ....	34
Figura 22 – Localização dos sensores para a medição do caudal e de temperatura junto ao depósito de acumulação.....	34
Figura 23 – Elementos de controlo da instalação solar: (a) manotermómetro; (b) bainhas com os sensores de temperatura; (c) controlador solar; (d) sensor de caudal.....	35
Figura 24 - Isolamento do circuito primário interior e exterior .....	35
Figura 25 - Isolamento do circuito primário Isopipe UV 30X 22mm cobre ( <a href="http://www.isopipe.eu/en/isopipe-tc/UV-Plus-Protection.asp">www.isopipe.eu/en/isopipe-tc/UV-Plus-Protection.asp</a> ) .....	36
Figura 26 - Enchimento do circuito primário dos painéis solares térmicos com fluido térmico.....	36
Figura 27 – Controlador do sistema solar, da marca <i>Resol</i> , modelo <i>Bx</i> .....	37
Figura 28 – <i>Direct sensor VFS</i> , 1-12l .....	38
Figura 29 – <i>Direct sensor RPS</i> , 0-10bar .....	38
Figura 30 – Visualização de temperaturas do circuito primário em tempo real.	39
Figura 31 – Esquema de ligações dos sensores do circuito primário no controlador <i>Resol-BX</i> . ....	39
Figura 32 – Sensor de temperatura do depósito de AQS.....	40

Figura 33 – Imagem do controlador da válvula de três vias VM1 fonte: <a href="http://www.supplyhouse.com/Johnson-Controls-C450CCN-3C-System-450-Control-Module-w-LCD-and-2-SPDT-Output-Relay">http://www.supplyhouse.com/Johnson-Controls-C450CCN-3C-System-450-Control-Module-w-LCD-and-2-SPDT-Output-Relay</a> .....	41
Figura 34 – Esquema de ligações do controlador C450-CBN-3C, cortesia Contimetra.....	42
Figura 35 – Posições da válvula ESBE AB .....	43
Figura 36 – Válvula de três vias (VM1) controle na estação de aquecimento ..	43
Figura 37 – Painel com os contadores de potência, por fase, e entalpia .....	44
Figura 38 – Monitor UMG para obtenção do valor das fases por circuito.....	45
Figura 39 – Painel de medidores de energia (CALEFFI CONTECA) .....	46
Figura 40 – Placa para a aquisição de dados do pavimento radiante. ....	47
Figura 41 – Controlador BX da Resol (Vbus/USB interface) .....	47
Figura 42 – Central de aquisição e monitorização de dados .....	48
Figura 43 – Sistema de aquisição de dados do pavimento radiante. ....	49
Figura 44 – Estação meteorológica .....	50
Figura 45 – Exemplo de um <i>output</i> da estação meteo 2. ....	51
Figura 46 – Piranómetro de silício <i>Sp Lite</i> (Meteo2) .....	52
Figura 47- Representação da geometria da radiação solar para uma superfície estacionária Fonte : <i>Duffie &amp; Beckman ed. 1980</i> .....	56

## Índice de tabelas

Tabela 1 – Tabela do dia 8 de Fevereiro de 2014.....	63
Tabela 2 - Fração solar e $Q_{\text{útil}}$ para o dia 10 de Fevereiro.....	191
Tabela 3 - Fração solar e $Q_{\text{útil}}$ para o dia 19 de Fevereiro.....	193
Tabela 4 - Fração solar e $Q_{\text{útil}}$ para o dia 11 de Abril.....	201
Tabela 5 - Fração solar e $Q_{\text{útil}}$ para o dia 17 de Abril.....	203
Tabela 6 - Fração solar e $Q_{\text{útil}}$ para o dia 29 de Abril.....	205
Tabela 7 - Fração solar e $Q_{\text{útil}}$ para o mês de Fevereiro.....	207
Tabela 8 - Fração solar e $Q_{\text{útil}}$ para o mês de Março.....	209
Tabela 9 - Fração solar e $Q_{\text{útil}}$ para o mês de Abril.....	211

## Índice de Gráficos

Gráfico 1 - Ajuste das válvulas de equilíbrio hidráulico – Fonte: Manual técnico Uponor, colector Uponor <i>Quick Easy</i> . .....	21
Gráfico 2 – Equação do tempo fonte Wikipédia verificado dia 28-02-2015 às 12h.06min.....	55
Gráfico 3 – Fração solar e $Q_{\text{útil}}$ para o dia 8 de Fevereiro.....	64
Gráfico 4 – Fração solar e $Q_{\text{útil}}$ para o dia 10 de Fevereiro.....	65
Gráfico 5 - Fração solar e $Q_{\text{útil}}$ para o dia 19 de Fevereiro .....	66
Gráfico 6 - Fração solar e $Q_{\text{útil}}$ para o dia 12 de Março .....	196
Gráfico 7 - Fração solar e $Q_{\text{útil}}$ para o dia 16 de Março .....	198
Gráfico 8 - Fração solar e $Q_{\text{útil}}$ para o dia 23de Março .....	200

Gráfico 9 - Fração solar e $Q_{\text{útil}}$ para o dia 11 de Abril .....	202
Gráfico 10 - Fração solar e $Q_{\text{útil}}$ para o dia 17 de Abril .....	204
Gráfico 11 - Fração solar e $Q_{\text{útil}}$ para o dia 29 de Abril .....	206
Gráfico 12 - Fração solar e $Q_{\text{útil}}$ para o mês de Fevereiro .....	208
Gráfico 13 - Fração solar e $Q_{\text{útil}}$ para o mês de Março .....	210
Gráfico 14 - Fração solar e $Q_{\text{útil}}$ para o mês de Abril .....	212

## **Parte 1 – Curriculum Vitae detalhado**

### **1.1- Dados Pessoais**

Nome: Henrique Agostinho Catarino

Data de Nascimento: 02 de Novembro de 1961

Naturalidade: Lisboa

Nacionalidade: Portuguesa

Filiação: Francisco José Catarino

                  Maria José Agostinho Catarino

Residência: Urbanização as Gambelinhas – Lote 34 – 8005-327 Faro

Portador dos Documentos:

                  Bilhete de Identidade nº 6270782

                  Numero Fiscal de Contribuinte n.º 147001030.

                  ADSE n.º OA11938048

                  Carta de Condução de Pesados Profissional n.º FA- 47-197

### **1.2- Habilitações Académicas**

Percurso e formação académica

- Licenciatura

Conclusão do 2º ciclo, do curso Licenciatura em Engenharia Mecânica Ramo Térmica

Data: em 14-02-2005. Curso: Ramo Termodinâmica;

Instituição de ensino: Escola Superior de Tecnologia da Universidade do Algarve

Quinta da Penha 8005-139 Faro

Classificação final: 13 valores.

A carta de curso encontra-se no Anexo D.1 – Carta de curso em Eng<sup>a</sup>. Mecânica (Ramo Térmica)

– Grau de Bacharel

Conclusão do 1<sup>o</sup> ciclo, do curso Bacharelato em Engenharia Mecânica Ramo Térmica

Data: em 27-06-2002. Curso: Ramo Termodinâmica;

Instituição de ensino: Escola Superior de Tecnologia da Universidade do Algarve

Quinta da Penha 8005-139 Faro

Classificação final: 13 valores.

A carta de curso encontra-se no Anexo D.2 – Certidão de habilitações – Curso de Bacharelato Engenharia Mecânica

– Estágios

Trabalho final de Bacharelato na cadeira de Estágio.

Ano de 2004

Duração do semestre.

Integrado no plano curricular do curso de Bacharel.

Local: Laboratórios de Engenharia Mecânica da Escola Superior de Tecnologia da Universidade do Algarve.

Montagem executada nas instalações do laboratório Básico de Eng<sup>a</sup> Mecânica:

1- Estudo do escoamento de ar forçado num tubo de secção circular.

Elaboração de diário e de um relatório final de estágio.

Classificação final: 16 valores. (ver Anexo B1 – Bancada de estudo do escoamento do ar num tubo de secção circular.)

- 12<sup>o</sup> Ano via de ensino (1<sup>o</sup> Curso) Conclusão

Data: em 1995.

Instituição de ensino: Escola secundária Tomás Cabreira, Faro.

O certificado de habilitações do 12ºAno encontra-se no Anexo D.3 – Certidão de habilitações – do 12º ano da via

- Curso Complementar de Eletrotecnia Conclusão

Data: em 1994

Instituição de ensino: Escola secundária Tomás Cabreira, Faro.

- 12º Ano Via de Ensino do 3ºCurso Conclusão

Data: em 1986.

Instituição de ensino: Escola secundária João de Deus, Faro.

### **1.3 – Outras Habilitações**

Programação em:

- 1- Pascal;
- 2- Microsoft Excel;
- 3- Unidades de aquisição de dados:
  - DL2e;
  - *DataTaker DT80/800* (estação meteo)
  - *Campbell Scientific CR1000* e *CR23X Lab, AQS Solar*).

Utilização Microsoft Office:

- 1- Outlook; Word; Excel;

### **1.4 – Domínio de língua estrangeira**

Domina duas Línguas com o nível de fluência que abaixo se caracteriza:

Inglês - falado e escrito com satisfatório nível de fluência.

Francês - falado e escrito com satisfatório nível de fluência

### Atividades desportivas

As atividades desportivas ou de lazer, praticadas são o Ciclismo e a Columbofilia.

## **1.5- Percurso profissional**

De 1896 a 2014, **Técnico Superior** no Laboratório de Engenharia Térmica da Escola Superior de Tecnologia da Universidade do Algarve desde 26/04/86.

De 14/05/85 a 31/10/85 Aeroabastecedor no Aeroporto de Faro (BP).

De 16/05/83 a 11/84 Oficina de Manutenção auto do Aeroporto de Faro (ANA).

De 21/04/81 a 30/04/83 Oficina Pontautos (VOLVO).

De 11/02/80 a 22/03/81 Correios e Telecomunicações de Faro

### **1.5.1- Situação profissional atual**

Técnico Superior na área de apoio ao ensino e investigação, com nomeação definitiva desde 01-01-2009, no Laboratório de Engenharia Mecânica da Escola Superior de Tecnologia na Universidade do Algarve.

**Funções:** Apoio técnico nas aulas práticas de laboratório nas disciplinas de Ar Condicionado, Instalações Frigoríficas, Energias Renováveis, Termodinâmica, Transmissão de calor e Máquinas Térmicas.

### **1.5.2 – Percurso profissional na Universidade do Algarve**

Nomeação na categoria: Técnico Superior (2009-2013), (5anos) (ver Anexo E.1 – Reclassificação “Técnico Superior de 2ª classe”

Nomeação na categoria: Técnico 2º classe (2003-2008), (6 anos)

Nomeação na categoria: Técnico Prof. Especialista (2001-2002), (1ano) (ver Anexo E.2 – Termo de posse “Técnico Principal Especialista”

Nomeação na categoria: Técnico Profissional. Principal (1998-2000), (3anos) (ver Anexo E.3 – Termo de posse “Técnico Profissional Principal”

Nomeação na categoria: Técnico auxiliar Principal (1997), (1ano)

Nomeação na categoria: Técnico auxiliar 2ª classe (1986-1992), (7 anos)  
Anexo E.4 – Termo de posse “Técnico auxiliar de 2ª Classe”

### **1.5.3 – Atividades desenvolvidas**

- Apoio ao ensino e à investigação;
- Coordenação dos trabalhos e ensaios nos laboratórios de engenharia mecânica.
- Responsável pela manutenção dos equipamentos dos laboratórios;
- Preparação dos equipamentos para a realização dos ensaios das diversas disciplinas do curso de engenharia mecânica.
- Conceção, construção, alteração e adaptação de algumas bancadas de ensaio laboratorial.
- Preparação de consultas para aquisição de materiais e equipamentos e elaboração de pareceres.
- Gestão de *stocks* e inventário de bens.
- Prestação de serviços ao exterior e execução dos respetivos relatórios.

### **1.5.4 – Avaliação de desempenho na Instituição**

A apreciação qualitativa e quantitativa requerida anualmente aos funcionários públicos encontra-se na tabela da notação periódica do funcionário N°94 do ISE (ver Anexo E5 - Notação periódica).

### **1.5.5 – Outras funções desempenhadas na UAlg**

Aulas práticas de Física III, Máquinas Elétricas, do curso de engenharia mecânica, supervisionando a realização dos seguintes trabalhos de grupo:

Execução de trabalhos em grupo:

- Eletromagnetismo – ciclo de histerese.
- Montagens de circuitos elétricos: resistivos, capacitivos e indutivos.
- Ensaio em vazio com motores monofásicos de indução.
- Ensaio em vazio e em carga de motores assíncronos trifásicos de rotor em curto-circuito.
- Montagens de arranques de motores trifásicos: arranque estrela-triângulo e arranque direto com inversor.

Aulas práticas de motores térmicos do curso de engenharia mecânica, supervisionando a realização dos seguintes trabalhos de grupo:

- Aulas de mecânica Auto dadas nas oficinas Auto. (Anexo C2 - Atividades nos Laboratórios por disciplinas)

#### **1.5.6 - Funções Complementares detalhadas**

- Desenvolvimento de bancadas didáticas de apoio ao ensino das matérias ministradas no curso bietápico de Engenharia Mecânica.
- Estudo e construção de modelos à escala representativos de instalações reais Exemplificando (bancos de gelo), (estudo de escoamento de ar, na forma laminar/ turbulento em tubagem de secção circular.
- Elaboração de concursos para a aquisição de equipamentos e materiais.
- Elaboração de listagens, controlo de *stocks*, aquisição de equipamentos de Instrumentação e controlo.
- Colaboração em trabalhos de investigação em laboratório.
- Cooperação em trabalhos de investigação no domínio da acumulação de Energia, estratégias de poupança de energia desenvolvidos no trabalho de acumulação de energia em bancos de gelo e no trabalho realizado num protótipo representativo da acumulação de energia numa parede de betão.

- Estudo de persianas da marca “*France-Air*” em espaço condicionado protótipo. Com este trabalho pretendia-se averiguar num simulador à escala o caudal das grelhas indicado de 22 a 45m<sup>3</sup>/h FTE 311; FTE331; FTE 332, verificando a apresentação dos débitos fornecidos pelo fabricante France AIR. e permitindo visualizar a abertura das mesmas a diferentes caudais de extração.

Composição da bancada de teste:

Caixa metálica de 1m<sup>3</sup> estanque, equipada com duas grelhas FTE311 e uma grelha FTE332, um ventilador centrífugo controlado por um reóstato para variar a velocidade da extração do ar na caixa que simula o espaço da moradia a controlar. Leitura dos valores de velocidade do ar com um anemómetro de fio quente na extração do tubo acoplado ao ventilador e comparação com os valores de caudal referenciados pelo fabricante para uma abertura máxima e mínima de extração da carga latente do espaço. (*ALIZÉ TEMPO/HYGRO/VISION*) Válvula de extração para sistemas de ventilação higroreguláveis e ISOLA 2 de insuflação de ar) (Ver Anexo A5 - Trabalhos de Anexo A5 - Trabalhos de Investigação).

## 1.6 – Principais trabalhos efetuados

As principais tarefas efetuadas nos Laboratórios de Engenharia Mecânica do ISE da UAlg para além do apoio ao ensino e à investigação foram:

- 2013 – Instalação de quatro painéis solares térmicos e respetiva instalação de tubagem do circuito primário e do circuito secundário e isolamentos interligação do apoio por bomba de calor, monitorização do funcionamento (ver 2.4 – Montagem da Instalação Solar).
- 2013 - Instalação e monitorização de central meteorológica de apoio a instalação (ver central meteorológica de apoio a instalação solar 3.2- Estação meteorológica).

- 2013 – Ativação e ligação do ramal de aquecimento aos chuveiros para banhos (ver foto Anexa).
- 2011-Instalação de parque solar junto aos Laboratórios do Engenharia Mecânica. (VER Anexo A1 – Instalação de parque solar junto aos Laboratórios do Engenharia Mecânica 2011.).
- 2010- Instalação de uma central meteorológica na Universidade do Algarve edifício do ISE. (VER Anexo A3 - Instalação de uma central meteorológica (EMA) na Universidade do Algarve no edifício do ISE.).
- 2008/2009-Relatório de acompanhamento das obras de climatização da sala 6 e do Laboratório de AQS. (Ver Anexo A4 - Acompanhamento das obras de climatização invisível no Laboratório de AQS e sala 6.)
- 1993- Coordenação e Montagem do logotipo da Ualg e da EST no edifício central da EST no portão principal da UALG e no edifício dos Laboratórios da Eng<sup>a</sup>. Mecânica.

#### **1.6.1 – Principais trabalhos de prestação de serviços:**

- 2010 - Medições dos consumos de energia e verificação dos caudais de ar de temperatura e humidade do ar nas Piscinas cobertas de Faro. (VER Anexo J.1 Piscinas da Câmara de Faro).
- 2009 - Protocolo de colaboração Universidade do Algarve com HPP de sul, S.A. Calibração/verificação de equipamentos hospitalares (auditoria interna) (ver Anexo J.2 - Protocolo de colaboração Universidade do Algarve com HPP sul, S.A.; Sta. Maria em Faro e S. Gonçalo em Lagos).
- 2007 - Formação de técnicos de manuseamento de fluidos frigoríficos 9 horas nos Lab. Eng. Mecânica. 26-11-2007 até 11-12-2007 (Formador das aulas práticas). (Anexo G.1 – Formador no Curso de Mecânicos de frio. Formação profissional Apirac “*Retrofit* de gases frigoríficos”).

- 2006-2007 - Formação de técnicos de manuseamento de fluidos frigoríficos 9 horas nos Lab. Eng. Mecânica. 28-05-2007 até 13-06-2007 (Formador das aulas práticas)
- 2006-Formação de técnicos de Manuseamento de fluidos frigoríficos 9 horas nos Laboratórios Eng. Mecânica de 28-11-2006 até 12-01-2007 (Formador das aulas práticas).
- 2004-Segurança Social em Faro (medição de parâmetros de conforto térmico ambiental do edifício sede). 08-11-2004. (Ver Anexo J.3 – Parâmetros de conforto Ambiental).
- 2003-Medições de parâmetros de conforto térmico ambiental e ruído num apartamento em Portimão. (Ver Anexo J.4 – Relatório das medições das temperaturas do pavimento e estado do ar no apartamento de Portimão – 2003/03/24).
- 1994-Ensaio de equipamentos de ar condicionado do Edifício do Instituto de Emprego e Formação Profissional em Faro. Equilíbrio das instalações (caudais de ar) e medição dos parâmetros de conforto ambiental cargas no edifício em 25, 26 de Julho de 1994 ver Anexo J.8 - Medições nas instalações do IEFP).

## **1.7 – Formação e atualização profissional**

### **1.7.1-Cursos de formação**

**2010** - Curso de formação “Dessalinização com recurso a energias renováveis” de 23 a 26 de Fevereiro de 2010, na Universidade do Algarve em Faro. (Anexo F.1 – Curso de formação dessalinização com recurso a energias renováveis de 23 a 26 de Fevereiro de 2010, na Universidade do Algarve em Faro.2010)

**2006** - Ação de formação Psicrometria Aplicada – AVAC em 19-06-2006.

Duração de 12 horas.

Formador: Professor Celestino Ruivo (Anexo F.2 – Ação de formação Psicometria Aplicada AVAC em 19-06-2006, duração de 12 horas. 2006

**2005**-Certificação profissional em Técnico de Instalações Solares Térmicos.

### **Curso de “Instalador Solar Térmico”**

Formador: Doutor Cruz Costa do INETI;

Local: Instituto Superior de Tecnologia da Universidade do Algarve;

De 17 a 21 de Outubro de 2005; (Anexo F.3 – Certificação profissional em Técnico de Instalações Solares Térmicos “Instalador Solar térmico” 2005

**2000**-Acção de formação Dimensionamento e Simulação de Instalações Produtoras de Frio com Acumulação de Energia Latente (Bancos de Gelo) duração 15 horas, realizada na Escola Superior de Tecnologia nos dias 24 e 25/03/2000 (ver Anexo F.4 – Ação de formação Dimensionamento e Simulação de Instalações Produtoras de Frio com Acumulação de Energia Latente (Bancos de Gelo) 2000).

**2000**-Acção de formação Térmica de Edifícios – Regulamentação Técnica: RCCTE e RSECE com duração de 15 horas realizada na Escola Superior de Tecnologia nos dias 17 e 18 /03/2000.

A certidão de frequência encontra-se no Anexo F.5 – Ação de formação Térmica de Edifícios – Regulamentação Técnica: RCCTE e RSECE.

**2000**-Curso de Medição de Vibrações realizado na Escola Náutica Infante D. Henrique em Lisboa 7/01/2000.

**1999**-Curso Princípios Gerais de Administração Pública e sua relação com o atendimento Público duração 15 horas no período de 20/09/1999 a 24/09/99, realizado na Universidade do Algarve.

A certidão de frequência encontra-se (ver Anexo F.6 - Curso Princípios Gerais de Administração Pública e sua relação com o atendimento Público).

**1987-** Formação Profissional com apoio do Fundo Social Europeu.

Curso de Mecânico de Frio com duração de 200 horas, em 17/11/87.

A certidão de frequência encontra-se (ver Anexo F 7 - Formação Profissional com apoio do Fundo Social Europeu Curso de Mecânico de Frio).

### **1.7.2- Colóquios congressos e outras jornadas técnicas**

**2002-** Participação e representação da Eng<sup>a</sup>. Mecânica no I encontro de “Ar Condicionado e Frio Industrial” no Ensino Superior Universitário e Politécnico. Realizado no Auditório da FIL Parque das Nações de 20 a 24 de 2002. (ver Anexo H – Colóquios, Congressos)

**2001-**IFEMA – Feira Internacional de Madrid, Participação nas Jornadas Técnicas realizadas no Salão Internacional de Ar Condicionado, aquecimento Ventilação e Refrigeração nos dias 27,28,e 29 /02/2001.

**2000-** Participação e Representação da Escola Superior de Tecnologia na Expo Clima 8º Salão Internacional de Climatização, Aquecimento, Ventilação, Frio Industrial, Automatização e Controlo de Energia realizada na FIL em Lisboa de 13 a 17/04/2000.

**1999-** Participação no V Congresso Ibero-Americano de Ar Condicionado e Refrigeração realizado no centro de Congressos de Lisboa nos dias 14,15 e 16 /10/1999.(ver Anexo H.2 – Participação no V Congresso Ibero-Americano de Ar Condicionado e Refrigeração realizado no centro de Congressos de Lisboa).

**2006-** Participação no Seminário Técnico “Acústica Ventilação e Proteção de Incêndio nos edifícios, realizado no dia 13 de Janeiro 2006,na Participação no Seminário Técnico, (ver Anexo I – Jornadas Técnicas)

**2006-** Participação no Tarde Técnica “Elaboração de Normas Portuguesas, Ventilação em Cozinhas Profissionais, Manutenção de Equipamentos de

AVAC&R realizada no dia 2 de Junho de 2006, na Escola Superior de Tecnologia da Universidade do Algarve.

**2005-** Participação na manhã técnica “Ar Ambiente, Patologia Respiratória, Filtros e Humidificação” realizado no dia 17 de Março de 2005 na Escola Superior de Tecnologia da Universidade do Algarve.

**2004-** Participação no Seminário “Reconversão Energética das Unidades Hoteleiras do Algarve” no auditório da unidade hoteleira Marina Hotel 5-11-2004.

**2004-** Preparação e montagem dos “stands” área de exposição da feira inovação no parque industrial de Loulé em 24,26 de Março de 2004.

**2003-** Participação na tarde técnica na EST sobre o tema “Piscinas e secagem” em 20 de Junho de 2003.

**2002-** Participação no Seminário “Lubrificantes e lubrificação” apresentado pela Shell Portuguesa no dia 6 de Dezembro de 2002, realizado, na Escola Superior de Tecnologia da Universidade do Algarve.

**2002-** Participação no Seminário “Chaminés Modulares” – Vantagens Técnicas e Económicas das chaminés Modulares relativamente às convencionais, dimensionamento das entradas de ar, Resolução de problemas práticos” realizado, na Escola Superior de Tecnologia da Universidade do Algarve em Maio de 2002.

**2002-** Participação no Seminário “Produção e utilização de Energia Térmica e Eletricidade na Indústria e nos Edifícios” realizado em Fevereiro de 2002 na Escola Superior de Tecnologia da Universidade do Algarve.

**2002-** Participação nas jornadas de climatização em Expoclima Lisboa

**2001-** Participação no Seminário “Equipamento AVAC” Filtragem, Arrefecimento, Difusão de Ar, Atenuação de ruído, Unidades VAV, Registos

corta-fogo realizado, na Escola Superior de Tecnologia da Universidade do Algarve.

**2001-** 1ª Jornadas Técnicas de Primavera da Efriarc sobre Climatização e Refrigeração em Portugal, realizadas no Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP) em 23/04/01.

**2001** – FAFCO Ação de Formação sobre Tanques de Gelo, realizada na Escola Superior de Tecnologia da Universidade do Algarve em 02/2001.

**2001-** Nónio Hiross Palestra “Instalações Centralizadas de Produção de frio AVAC” em 02/2001.

**2000-** Seminário “Sistemas Centrais de Tratamento de Ar – Dimensionamento e Otimização de UTA’S, realizado na Escola Superior de Tecnologia em 08/05/2000.

**2000-** Participação no seminário Phetra equipamentos de Avac e Refrigeração no Instituto Superior Técnico em Lisboa 12-07-2000.

**2000-** Semana tecnológica Conserveira do Sul, LDA realizada na Escola Superior de Tecnologia da Universidade do Algarve.

**2000-** Visita de estudo ao parque eólico de Vila do Bispo em 31/05/2000.

**1999-** Ação de Formação sobre Tecnologia de Gases Combustíveis realizada na Escola Superior de Tecnologia em 30/11/1999.

**1998-** Participação no seminário, organizado pela *Honeywell* Portugal, Lda. sobre Gestão de Energia, Segurança e Detecção de Incêndios em Edifícios realizado na Escola superior de Tecnologia em 24/04/98.

## Parte 2

### Introdução

A partir de 2008 o Instituto Superior de Engenharia lançou os primeiros Cursos de Especialização Tecnológica (CET), tendo o de Instalações Solares, da responsabilidade do Departamento de Engenharia Mecânica, sido o pioneiro e motivado o desenvolvimento de contactos com um conjunto de empresas da região, e também do resto do país, por imposição do perfil formativo exigido por tais cursos.

Dentre as empresas que começaram a colaborar com o ISE destaca-se a UPONOR que, desde então, tem mantido, ininterruptamente, essa colaboração, e financiado a instalação de grande parte do laboratório de energia solar que, desde aquela data, se começou a construir. Esta empresa financiou também a instalação de um sistema modelar de climatização de uma sala de formação, o qual, para além de tornar o espaço mais confortável, tem também características didáticas que podem ser aproveitadas para os fins do ensino de algumas matérias dos cursos de engenharia mecânica.

O trabalho que foi desenvolvido, tanto para a instalação deste sistema de climatização, como para os que se encontram instalados no referido laboratório de energia solar, foram acompanhados desde o início pelo signatário deste documento, tendo tido a oportunidade de colaborar em muitos dos seus desenvolvimentos. O último foi a integração de um sistema solar térmico no já existente sistema de aquecimento ambiente, integralmente realizado no âmbito dos trabalhos de melhoramento dos laboratórios afetos aos cursos ancorados no Departamento de Engenharia Mecânica.

## 2.1- Trabalhos recentes

Um dos trabalhos mais recentemente realizados foi a instalação experimental de climatização no laboratório de energia solar, o qual tem o seu espaço repartido por duas salas. Estas salas do laboratório são climatizadas por um sistema de pavimento radiante e outro de teto arrefecido, através de circuitos hidráulicos respetivamente no pavimento e no teto, em ambos circulando a água como fluido térmico. A instalação do pavimento radiante teve, para além do apoio já referido da empresa UPONOR, também o da Corticeira Amorim, SGPS.SA, através da doação do pavimento flutuante, em madeira, colaboração que continha como contrapartida o estudo do comportamento desta solução construtiva em instalações de aquecimento ambiente.

A produção de calor para o aquecimento ambiente, através daqueles dois sistemas, pode ser feita por diversos meios: bomba de calor, caldeira, ou coletores solares térmicos. Inicialmente apenas foi instalada uma bomba de calor “ar-água” que tem estado em funcionamento desde 2007 e só mais recentemente, a partir de Novembro/Dezembro de 2013, um conjunto de quatro coletores solares térmicos planos. É desta instalação e da sua interligação com a já existente, a da bomba de calor, que se ocupa o restante deste capítulo.

## 2.2 – Principais características do Laboratório de Energia Solar

As instalações do Laboratório de Energia Solar encontram-se no Campus da Penha da Universidade do Algarve, no edifício dos laboratórios do ISE.



Figura 1 - Localização do Campus da Penha em Faro [9]

O laboratório, cuja representação em planta se encontra na figura 2, é constituído por duas divisões:

- Sala de controlo e de máquinas.
- Laboratório de Energia solar.

Foi realizado o isolamento térmico das fachadas, pelo interior e pelo exterior, para minimizar as perdas (e consequentemente também os ganhos) de calor com os seguintes materiais: gesso cartonado, cuja designação comercial neste caso é *pladur* e poliestireno expandido extrudido, de designação comercial *wallmate*, conforme se referencia no desenvolvimento da composição das paredes interiores e exteriores.

Estimou-se para a potência térmica de aquecimento, do laboratório de energia solar cerca de 5 kW, valor que se verifica em condições de não ocupação da sala. Quando ocupada e com a utilização simultânea da iluminação artificial reduzem-se significativamente as necessidades de aquecimento, o que se torna compatível com a utilização de coletores solares para o aquecimento através do pavimento radiante. Uma bomba de calor pode também ser utilizada para esse processo tal como já foi referido. Sabe-se que aquelas duas fontes de calor são adequadas por produzirem temperaturas relativamente próximas das que o ambiente necessita, o que, à partida, as perfila como boas soluções energéticas.

A bomba de calor, que foi instalada em primeiro lugar, disponibiliza a potência de aquecimento máxima de 8.79 kW, nas condições de temperatura exterior 7°C e de 35°C para a temperatura de produção.

#### Paredes exteriores

As paredes de fachada do laboratório de energia solar foram isoladas com 40 mm de *wallmate*, revestido por placas de gesso laminado (*pladur*) de 20 mm de espessura, sendo este barrado, com massa de enchimento, lixado e pintado de branco.

Esta solução foi aplicada pelo interior, em toda a fachada Sul e parcialmente nas fachadas Este e Norte.

#### Paredes interiores

As paredes interiores foram isoladas com placas de *wallmate* de 30 mm de espessura, revestido com placas de *pladur* de 20 mm de espessura.

#### Janelas e porta

As janelas e porta são compostas de caixilharia de PVC com vidro duplo de 6 mm e 12 mm de caixa-de-ar.

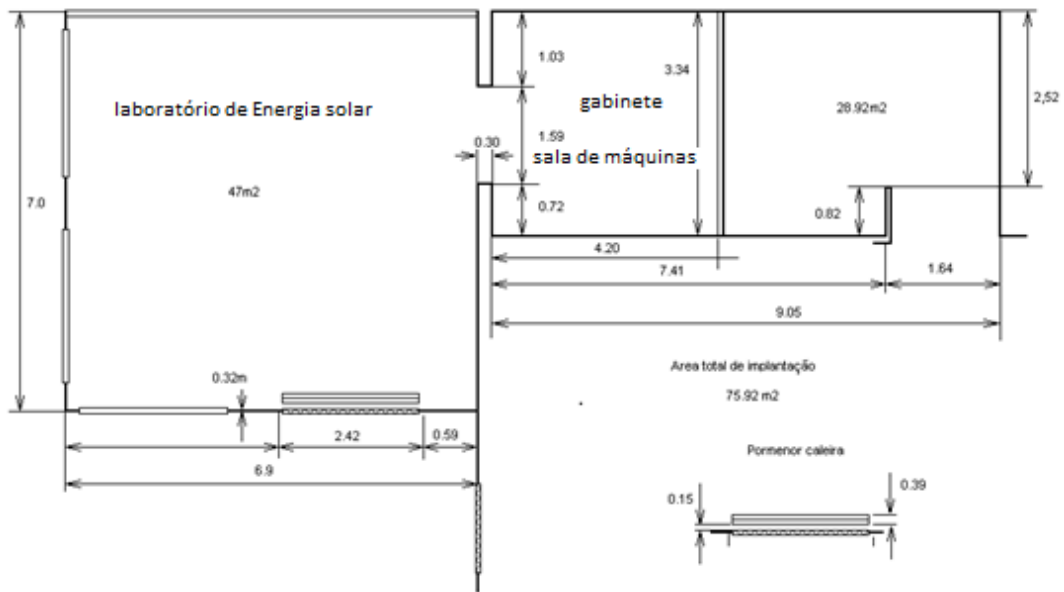


Figura 2 – Planta do Laboratório de Energia Solar

### 2.2.1 – Desenho e construção dos circuitos de pavimento radiante

Os circuitos hidráulicos permitem realizar, na totalidade, uma potência térmica de aquecimento de 2,8 kW valor disponibilizado pela empresa Uponor para o pavimento. Estes foram aplicados sobre um painel de isolamento térmico que reduz as perdas de calor para o chão e, simultaneamente, garante o espaçamento entre os tubos e o desenvolvimento integral dos circuitos.



Figura 3- Pormenor da colocação do tubo para pavimento radiante.

Após a conclusão dos circuitos hidráulicos foi feito um teste de pressão para verificação da sua estanquidade. Só depois os tubos foram cobertos com uma camada de betonilha, formada por uma mistura de cimento e um aditivo que lhe confere mais elasticidade e, assim, permite maior resistência às variações de temperatura a que o pavimento fica sujeito, sobretudo após períodos prolongados de paragem. A função desta camada de cobertura é permitir a uniformização da temperatura superficial do pavimento, para além de garantir a proteção dos tubos dos circuitos hidráulicos e conferir resistência mecânica contra esforços, sobretudo de choque e de compressão.

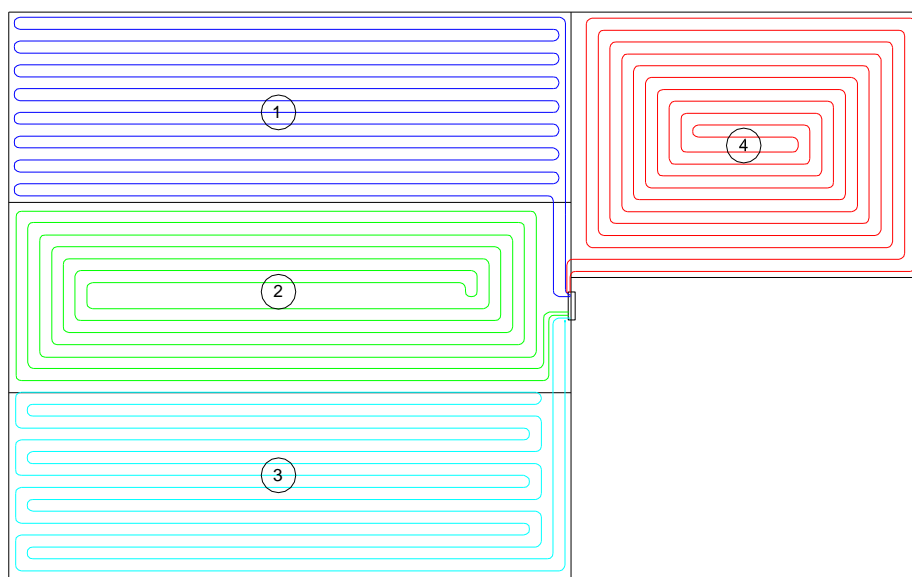


Figura 4 – *Layout* dos Circuitos do pavimento radiante

### 2.2.2 – Ligações hidráulicas dos circuitos

Os circuitos hidráulicos são constituídos por comprimentos integrais de tubo de polietileno reticulado com o diâmetro exterior de 12 mm e interior de 10 mm, não ultrapassando em geral o comprimento de 60 m. Assim, é frequente encontrarem-se diversos circuitos para aquecer um mesmo espaço, a não ser que a sua área de pavimento seja muito pequena.

O início e o fim de cada circuito dá-se em coletores hidráulicos de distribuição. Nesta instalação existe um coletor de ida e outro de retorno, cada um com sete saídas de distribuição de água aquecida, ou arrefecida, com o caudal

necessário para alimentar os circuitos do piso radiante e do teto arrefecido, os quais são distribuídos da seguinte forma: três para o teto arrefecido e quatro para o pavimento todos no laboratório de energia solar ver figura 5.

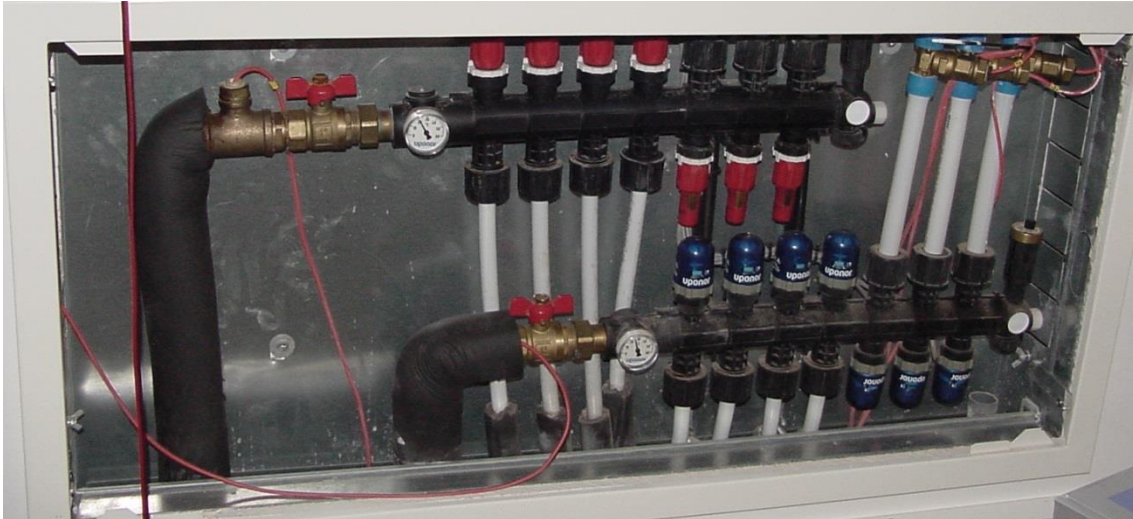


Figura 5 – Coletores de distribuição dos circuitos de pavimento radiante

Na entrada da tubagem de retorno encontram-se, em cada circuito, as válvulas eletrotérmicas que regulam o caudal, assim permitindo regular a potência térmica transmitida ao espaço.

Estas válvulas são controladas por uma unidade central que gere os sinais enviados pelos termóstatos instalados no local e adaptam o caudal, dinamicamente, para manter a temperatura ambiente selecionada pelo utilizador.

O coletor de impulsão, ou ida, dispõe de válvulas de equilíbrio de caudal, uma por cada circuito, com a finalidade de efetuarem o equilíbrio hidráulico da instalação durante o seu funcionamento, permitindo a seleção de 13 posições (de 0 até 12). O valor da posição é determinado pelo caudal e da perda de carga do circuito de acordo com o gráfico da figura seguinte.

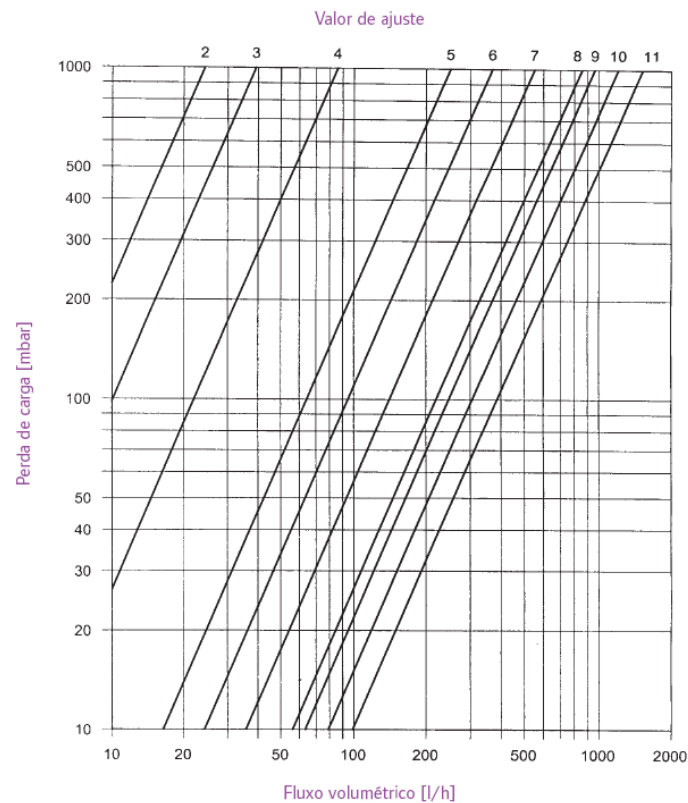


Gráfico 1 - Ajuste das válvulas de equilíbrio hidráulico – Fonte: Manual técnico Uponor, colector Uponor *Quick Easy*.

Os tubos de distribuição estão ligados ao circulador que vence as perdas de carga dos circuitos hidráulicos, tanto do pavimento como do teto, mantendo o caudal requisitado em cada um deles. Uma válvula de 3 vias, designada por VM 2 no esquema da figura 6, mistura o caudal de retorno com o da fonte de calor de forma a manter constante a temperatura de impulsão.

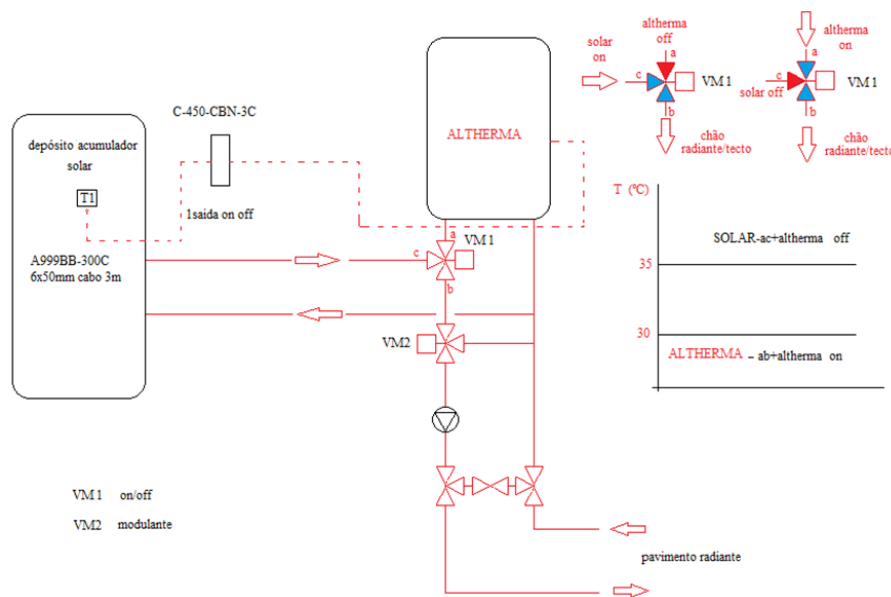


Figura 6 – Esquema de ligações hidráulicas da central de produção de calor.

Para possibilitar a purga de ar nos circuitos de pavimento radiante, os coletores encontram-se num plano mais elevado do que aqueles. Para além disso, estão localizados sensivelmente num local central relativamente ao espaço a aquecer. Desta forma reduz-se o comprimento dos tubos desde o coletor até ao local a climatizar, facilitando a instalação e o equilíbrio hidráulico.

### 2.2.3 – Circuitos hidráulicos do teto

O sistema de climatização através do teto arrefecido tem uma potência de 2,2 kW, destina-se sobretudo ao arrefecimento ambiente e baseia-se no mesmo princípio de transferência de calor utilizado no piso radiante hidráulico – transferência de calor através de uma superfície extensa, o que permite, assim, reduzir as diferenças de temperatura para o ambiente e, conseqüentemente, melhorar as condições de conforto térmico.

Os circuitos que formam o sistema de distribuição são compostos por um conjunto de painéis de 595x1195x25 mm, fabricados com poliestireno expandido e uma camada fina de alumínio, no interior dos quais está embutido um tubo de polietileno reticulado, designado por *PEX*, de 12 mm de diâmetro exterior e 1,8 mm de espessura.

A potência térmica, por painel, para o aquecimento cifra-se em  $82,5 \text{ W/m}^2$  com uma diferença de temperaturas de 10 K acima do ar ambiente e em  $92,5 \text{ W/m}^2$  para o arrefecimento com igual diferencial de temperaturas.

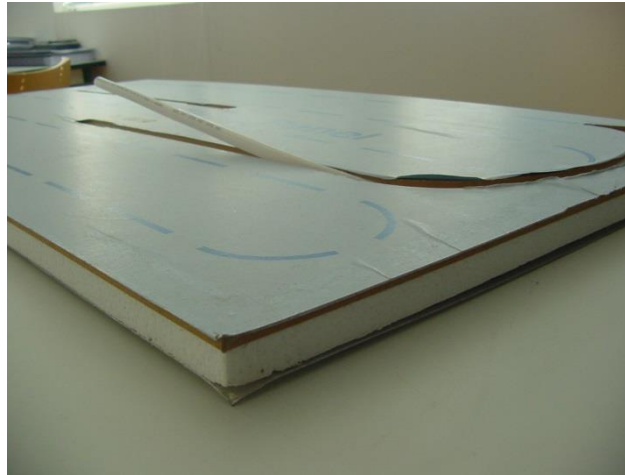


Figura 7 - Painel para teto arrefecido

A distribuição, bem como a regulação, do caudal de água arrefecida para estes circuitos é idêntica à que se utiliza no pavimento radiante. A temperatura da água na impulsão para o teto arrefecido é controlada com o fim de evitar condensações nas placas. Por esta razão, este sistema de arrefecimento só deve ser utilizado em espaços em que as cargas latentes sejam reduzidas, ou então deverá haver um sistema de arrefecimento que trate de as eliminar. Por isso este sistema é complementado com uma Unidade de Tratamento de Ar Novo (UTAN) que, ao mesmo tempo, faz a renovação de ar do espaço. Esta unidade tem uma bateria que disponibiliza a potência total de arrefecimento de 5 kW.

Em conjunto com a potência do teto arrefecido, a potência total de arrefecimento instalada no laboratório de energia solar é de 7,2 kW para uma disponibilidade máxima da bomba de calor de 8,5 kW.

Na verificação dos valores disponibilizados pela empresa Uponor para superar as perdas de calor pela envolvente opaca e envidraçados do laboratório solar, foram obtidas os seguintes valores 2,5 kW para o chão radiante e 4,5 kW para

a renovação de ar, valores que enquadram as necessidades energéticas instaladas pela empresa Uponsor no seu dimensionamento de cargas térmicas.

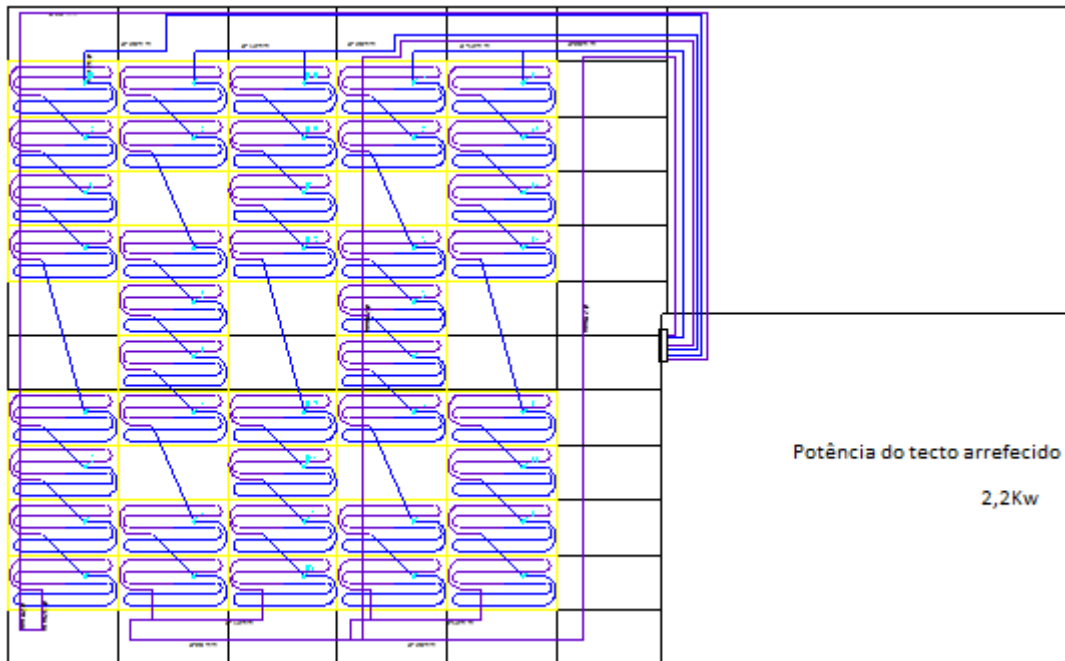


Figura 8 – Esquema dos circuitos hidráulicos do teto arrefecido.

### 2.3 – Instalação solar de apoio à bomba de calor

A instalação solar que se descreve a seguir, com base no esquema da figura 9, foi pensada para ser integrada no sistema de produção de aquecimento através de uma bomba de calor, já existente, sendo, por essa razão, também contribuinte para o aquecimento ambiente através do pavimento radiante. Esta última é uma unidade da marca *Daikin*, modelo *Alterma*, composta por uma unidade interior *Daikin*, modelo EKHBX003V3 e por uma unidade exterior modelo ERHQ0007ADV3, a qual tem também a possibilidade de produzir arrefecimento nos períodos em que tal é desejável

A conceção desta instalação inclui um depósito de acumulação com 400 litros de capacidade, ao qual liga o circuito primário dos coletores solares térmicos. Do depósito é retirado o calor para o aquecimento, sempre que ele exista em condições de satisfazer este processo, mas poderá ainda servir para a

produção de AQS, sobretudo nos períodos em que o aquecimento ambiente não for requerido.

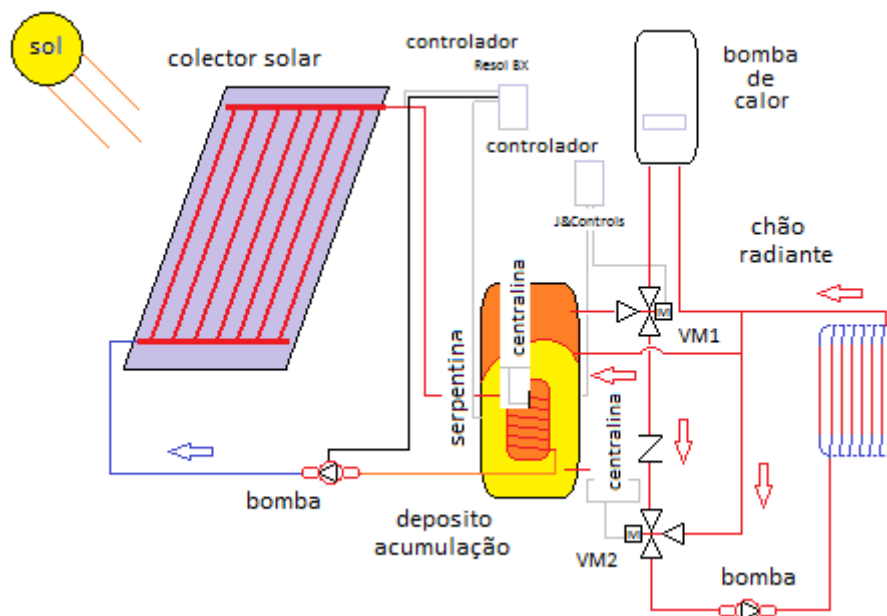


Figura 9 – Esquema de ligações da instalação solar.

A instalação solar disponibiliza calor para a satisfação das necessidades de aquecimento ambiente, o qual pode vir a ser complementado com a produção da bomba de calor durante alguns períodos. Este processo é controlado mediante a ação de uma válvula motorizada de três vias, VM1, intercalada na tubagem de ambos os sistemas, a qual é comandada por um controlador de temperatura cujo sensor se encontra colocado no depósito de acumulação do sistema solar.

A programação que se encontra realizada é a seguinte: sempre que a temperatura da água do depósito for igual ou superior a 35°C ela é utilizada para o aquecimento ambiente, assim permanecendo até que desça até 30°C, valor utilizado pelo controlador para comutar a produção de calor para a bomba de calor.

O objetivo principal pretendido com este sistema misto de aquecimento ambiente, que inclui os coletores solares térmicos e a bomba de calor, é

determinar a comparticipação média da energia solar nesse processo, o que se entende para períodos mais ou menos prolongados, como por exemplo um mês ou mesmo toda a época de aquecimento.

De seguida descreve-se a instalação com base no esquema de princípio idealizado.

### **2.3.1 - Circuito primário e secundário da instalação solar**

O circuito primário compreende quatro coletores solares térmicos, um permutador de calor interno ao depósito de acumulação, a bomba de circulação, a tubagem termicamente isolada e um vaso de expansão, para além do controlo que lhe é inerente.

Os coletores solares térmicos são da marca Ariston Kairos, modelo CF 2.0, cada um com a área de captação  $1,74 \text{ m}^2$  perfazendo no total  $6,96 \text{ m}^2$ .

Estes coletores são certificados e as suas características retiradas do ensaio para a determinação do rendimento instantâneo são as seguintes:

- Rendimento ótico: 0,738
- Coeficiente linear de perdas (K1):  $4,0 \text{ W/ (m}^2 \cdot \text{K)}$
- Coeficiente quadrático de perdas (K2):  $0,012 \text{ W/ (m}^2 \cdot \text{K}^2)$

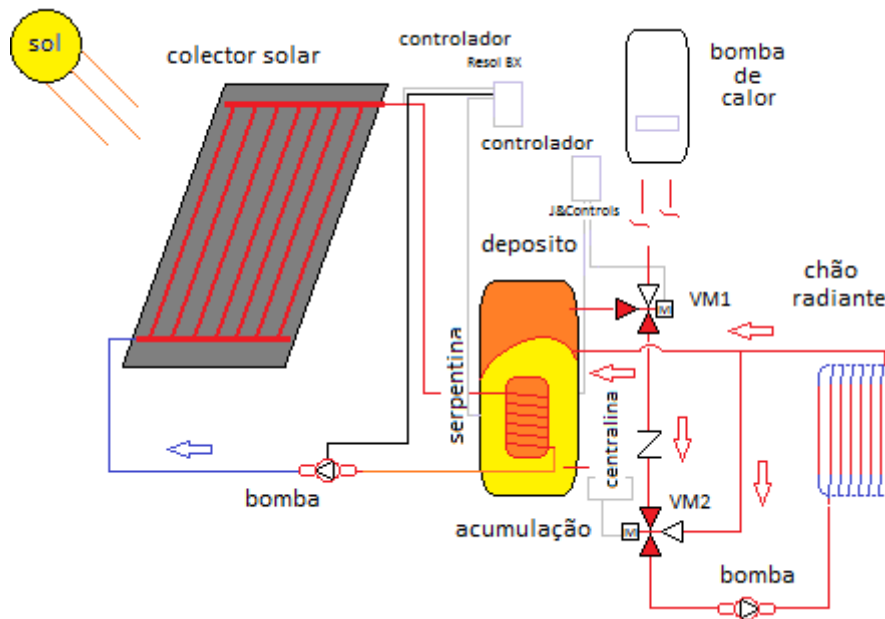


Figura 10 – Esquema do circuito primário apenas com o funcionamento da instalação solar.

O circuito secundário compreende a tubagem de distribuição de água quente, construído com tubo multicamada da marca Uponor, cuja referência é *Unipipe MLCP25*, com pré isolamento S13 PE-RT25X2,5 mm, de diâmetro. Este tubo é constituído por uma camada intermédia de alumínio com juntas sobrepostas e soldadas por ultra-sons, com revestimento externo e interno de polietileno resistente à temperatura (PERT). Esta tubagem de tubo multicamada foi igualmente montada, desde o depósito de acumulação até aos circuitos do pavimento radiante, para além de um vaso de expansão e de uma bomba de circulação. Existe ainda uma válvula motorizada de três vias, VM2, que é comum também ao circuito de distribuição da água quente para o pavimento radiante. Ver Anexo M- Esquemas de princípio da Instalação solar térmica.

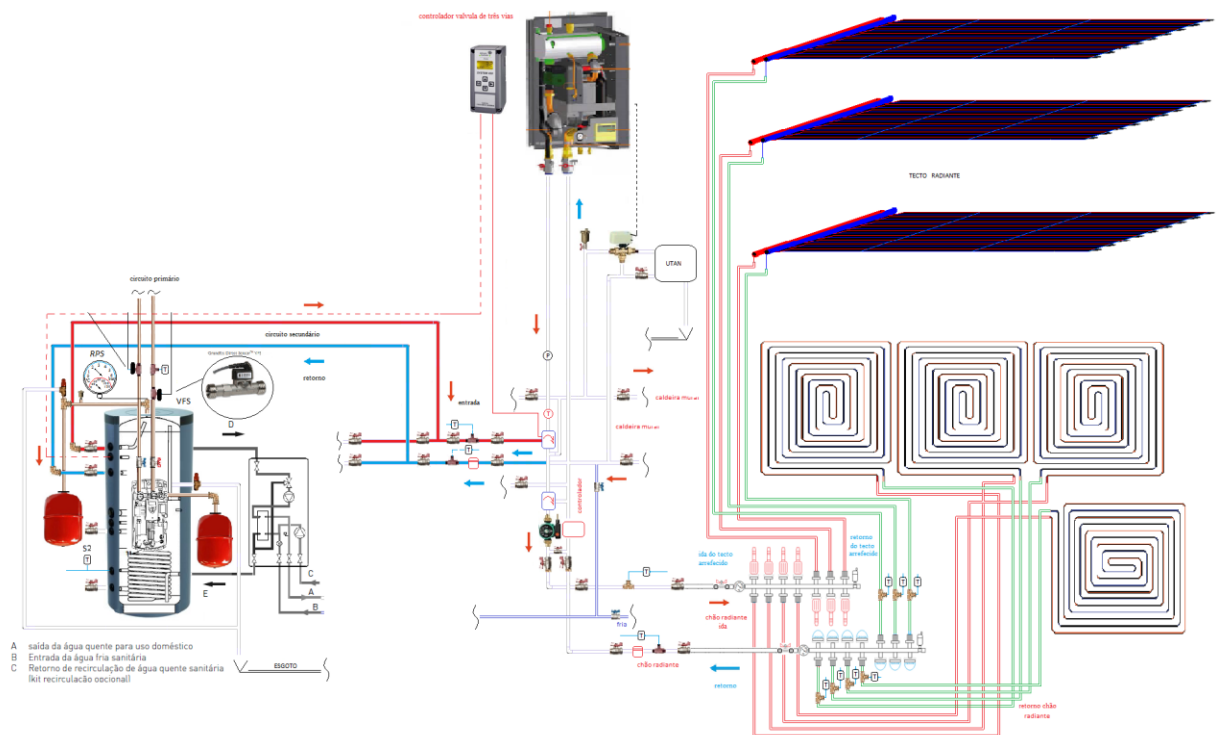


Figura 11 – Esquema do circuito secundário, ou de utilização.

### 2.3.2 – Circuito de produção de água quente sanitária

O circuito de produção de água quente sanitária (AQS) é composto por um ramal de água fria da rede que entra no módulo de produção instantânea trocando calor através do permutador, aí existente, e por um ramal de utilização dessa AQS, o qual sai do depósito de 150 litros e serve, através de uma tubagem de 1/2" de diâmetro, sete pontos de água quente para duchas, como se representa no esquema da figura 12.

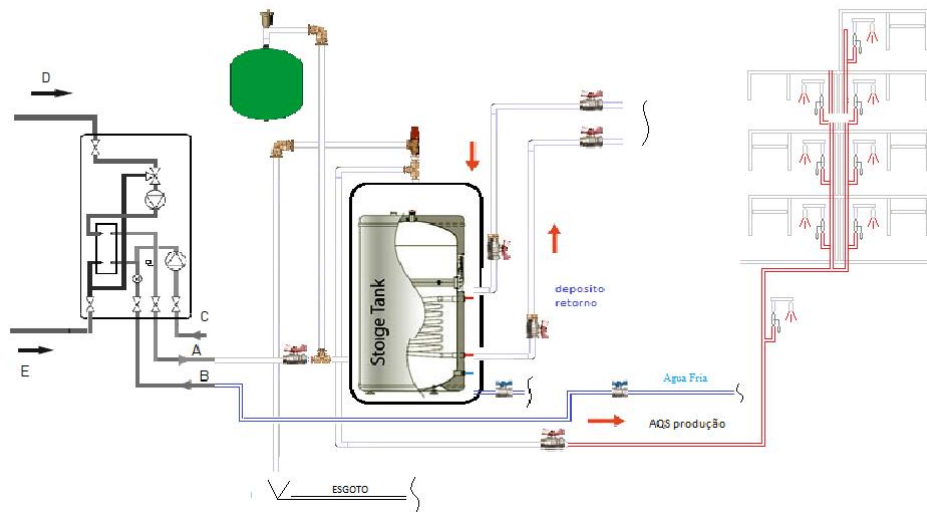


Figura 12 – Esquema do sistema de produção de AQS.

## 2.4 – Montagem da Instalação Solar

Apresenta-se de seguida uma breve resenha das operações de montagem da instalação solar, acima descrita, que possibilita entender aspetos de natureza mais prática, como sejam a colocação *in-situ* da estrutura de fixação dos coletores, as ligações da tubagem de cobre, ou algumas das ligações dessa tubagem, quer aos coletores, quer ao depósito de acumulação.



Figura 13 – Montagem dos perfis de suporte da estrutura

Fase 1 – Montagem das vigas de suporte da estrutura de base dos coletores.

As vigas metálicas que servem de apoio à estrutura metálica e dos suportes dos 4 coletores solares térmicos foram fixadas num canto da cobertura como se mostra na figura 13.

Fase 2 – Nesta fase procedeu-se à montagem da estrutura dos perfis anodizados de suporte dos coletores, criando uma plataforma inclinada com uma inclinação que permite a utilização dos coletores não apenas na época de aquecimento.

Fase 3 – A montagem dos quatro coletores na estrutura de base teve em conta o arranjo da ligação pretendida – ligação dos coletores em paralelo de canais.

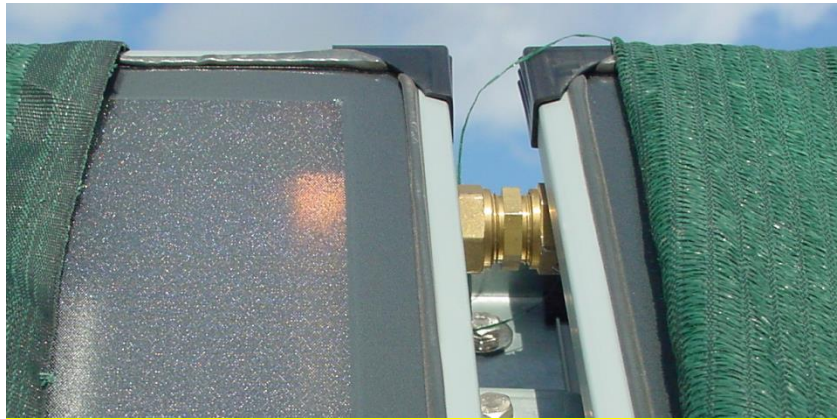


Figura 14 – Pormenor de acoplamento dos painéis solares térmicos *Ariston Kairos CF2.0*.

Fase 4- Montagem e soldadura das linhas de ida e retorno do circuito primário no exterior do edifício. A execução destes circuitos foi feita através da ligação de varas de tubo de cobre de 22 mm previamente tratadas, depois acopladas e soldadas a oxiacetileno com vareta de prata a 40%.



Figura 15 – Preparação e soldadura das linhas de cobre do primário

Fase 5 – Ligação do circuito primário

Os ramos do circuito primário foram ligados à serpentina (permutador de calor) do depósito de acumulação de 400 litros e à bateria de coletores, quer na entrada, quer na saída.



Figura 16 - Pormenor de ligação do circuito primário e secundário ao depósito de 400 litros.

#### Fase 6 – Execução dos circuitos do secundário

Foi executado um corte nas tubagens existentes na instalação inicial e intercalado o circuito secundário, como se representa na figura 17.



Figura 17 – Pormenor do ponto de intersecção da linha do secundário no ramal existente.

De seguida foi realizada a intersecção da tubagem do circuito secundário com a já existente para o aquecimento do pavimento radiante, proveniente da bomba de calor, e a ligação ao depósito de acumulação do sistema solar, ver figuras 17 e 18, respetivamente.

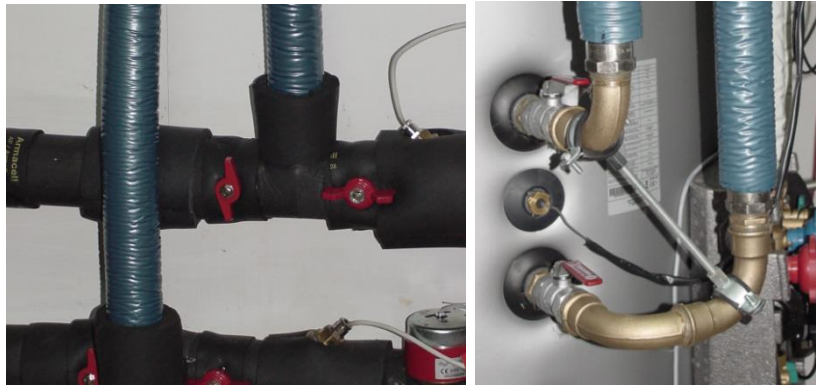


Figura 18 – Pormenor de entrada e saída do ramal para climatização radiante e entrada e saída do depósito de acumulação



Figura 19 - Ligação dos purgadores do circuito secundário

#### Fase7 - Instrumentação e elementos do controlo.

A instalação das bainhas para a colocação dos sensores de temperatura (sondas Pt1000) foi feita na entrada e na saída dos coletores solares térmicos, assim como na saída e na entrada do depósito de acumulação. Foram também montadas bainhas para receber os sensores de pressão e de caudal da instalação solar, bem como os purgadores de ar indispensáveis ao bom funcionamento do circuito hidráulico.



Figura 20 - Sensor de temperatura e purgadores de ar do circuito primário dos coletores solares térmicos.



Figura 21 – Colocação do sensor de temperatura de saída dos coletores.



Figura 22 – Localização dos sensores para a medição do caudal e de temperatura junto ao depósito de acumulação.

A figura seguinte mostra alguns dos instrumentos utilizados no controlo e na monitorização da instalação solar.

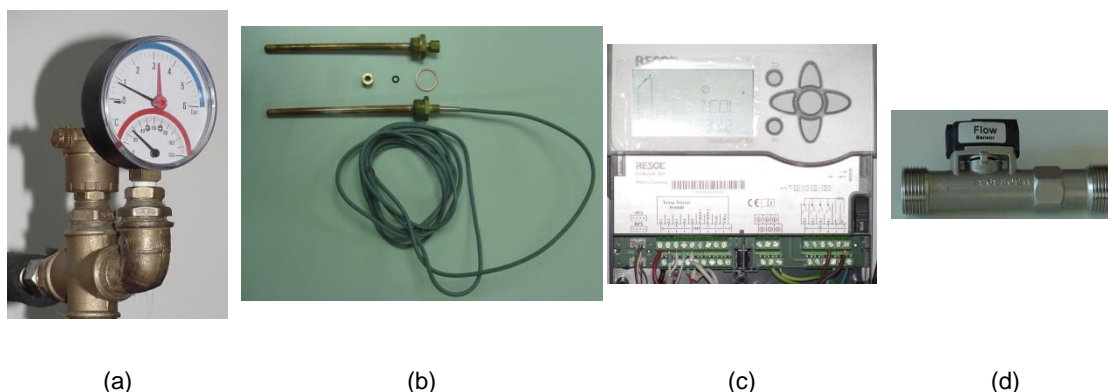


Figura 23 – Elementos de controlo da instalação solar: (a) manotermómetro; (b) bainhas com os sensores de temperatura; (c) controlador solar; (d) sensor de caudal.

#### Fase 8 – Isolamento térmico da tubagem



Figura 24 - Isolamento do circuito primário interior e exterior

O isolamento dos tubos de cobre, de 22 mm de diâmetro, do circuito primário foi executado no exterior (junto aos coletores) e posteriormente no interior do laboratório.

As características do isolamento do referido circuito estão referenciadas nos documentos anexos. Ver Anexo K – Características do isolamento do circuito primário.

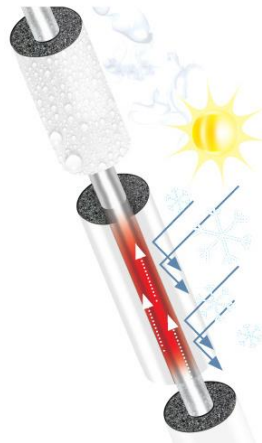


Figura 25 - Isolamento do circuito primário Isopipe UV 30X 22mm cobre  
([www.isopipe.eu/en/isopipe-tc/UV-Plus-Protection.asp](http://www.isopipe.eu/en/isopipe-tc/UV-Plus-Protection.asp))

#### Fase 9- Enchimento circuito primário

A fase de enchimento foi precedida de uma lavagem do circuito primário e do depósito para limpeza de impurezas.

De seguida o sistema foi cheio com água da rede à pressão de 6 bar para verificação de fugas no circuito.

Após a verificação de estanquicidade foi feita a mistura de água com propileno glicol na percentagem recomendada (25%) para o volume de água do circuito primário.



Figura 26 - Enchimento do circuito primário dos painéis solares térmicos com fluido térmico.

## 2.5 – Controlo da Instalação

O controlo da instalação foi feito em articulação com as exigências de conforto térmico da sala do laboratório de energia solar. Assim, num primeiro nível, tem-se o controlo efetuado sobre o circuito primário, realizado pelo controlador *Bx* da *Resol* e num segundo nível o controlo efetuado pelo controlador da marca *Johnson Controls* que realiza o controlo do circuito secundário, através da atuação sobre a válvula de três vias, diversora, VM1 localizada na tubagem da instalação existente.

A interligação daqueles dois sistemas com o controlo da bomba de calor *Altherma*, permite aproveitar a disponibilidade de água quente oferecida pelos coletores solares térmicos, deixando que a bomba de calor funcione apenas em situação de recurso; ou seja, se não houver disponibilidade do calor acumulado na água do depósito de acumulação da instalação solar, a bomba de calor passa a ser a “fonte quente” para o aquecimento através do pavimento radiante. Se não for necessário o funcionamento de nenhuma daquelas duas fontes, a *centralina* de controlo da bomba de calor otimiza a climatização, recirculando a água quente do circuito do pavimento radiante através da válvula misturadora VM2, até que a temperatura desça até ao valor mínimo admissível para o circuito secundário de aquecimento.

### O controlo da Instalação solar



Figura 27 – Controlador do sistema solar, da marca *Resol*, modelo *Bx*.

No controlador que foi instalado, ver imagem na figura 27, estão configuradas várias situações de montagem de instalações solares para coletores térmicos. Adotou-se a opção 1 que configurava o circuito implantado neste caso.

Esta configuração permite fazer o arranque do circulador do grupo de impulsão do circuito primário pela introdução de uma diferença de temperaturas, obtida pelas sondas, S1, localizada na saída dos coletores e S2, localizada no depósito de acumulação. Neste caso introduziu-se um *valor* de 10°C para aquele diferencial.

Para a medição do caudal, as tubagens do primário estão apetrechadas com sensores de medição de pressão e caudal e de temperatura, da marca *Grundfos*, modelo VFS/RPS, eletricamente ligados a portas de comunicação do controlador BX. – Ver figuras 28 e 29.



Figura 28 – *Direct sensor VFS, 1-12l*



Figura 29 – *Direct sensor RPS, 0-10bar*

Este controlador permite ainda a visualização das variáveis de controlo da instalação, em tempo real, através de um *bus* de comunicação e de um

software instalado no PC – ver figura 31. O *layout* da instalação é como se mostra na figura 30.

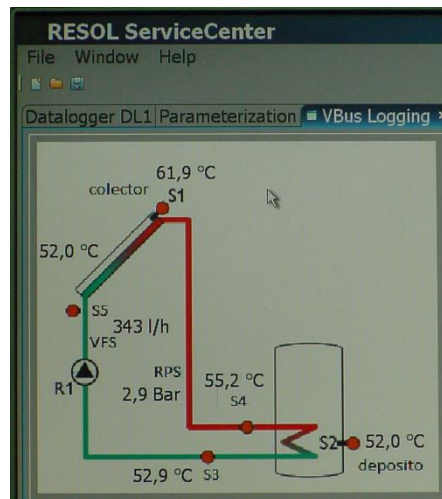


Figura 30 – Visualização de temperaturas do circuito primário em tempo real.

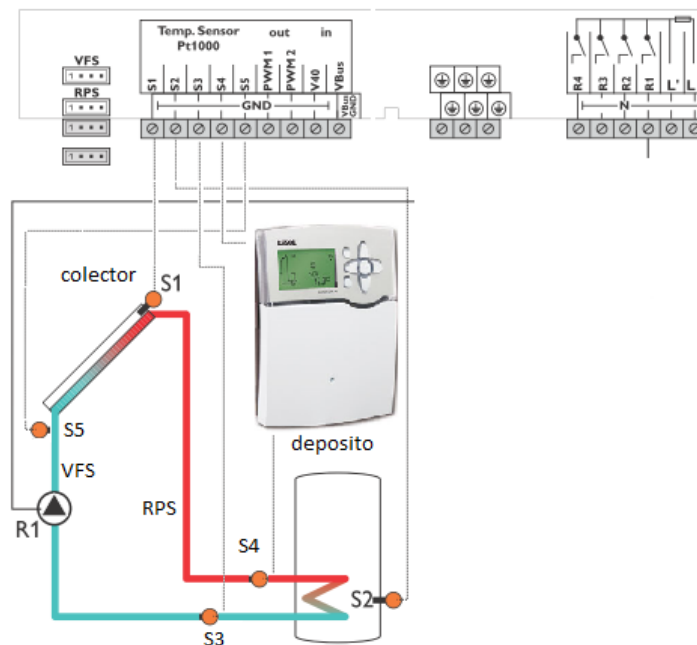


Figura 31 – Esquema de ligações dos sensores do circuito primário no controlador *Resol-BX*.

### O controlo dos circuitos de aquecimento e arrefecimento.

O controlo pretendido neste sector da instalação é o de arranque e paragem da bomba de calor e a seleção de posição da válvula VM1.

Para se conseguir estes objetivos foi retirado de serviço, do comando elétrico da bomba de calor *Altherma*, a válvula motorizada de três vias (VM1). Foi também, necessário desabilitar o sensor de controlo de temperatura, designado por X9A, como se mostra na imagem da figura 32, o qual permite acionar uma resistência elétrica do depósito de AQS que, de acordo com a configuração inicial, entra em funcionamento quando a bomba de calor não consegue atingir o "set point" selecionado para a produção de AQS. Convém acrescentar que este modelo de bomba de calor se encontra originalmente preparado para o aquecimento ambiente e a produção de AQS, sendo este processo prioritário relativamente ao outro.

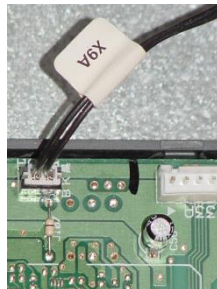


Figura 32 – Sensor de temperatura do depósito de AQS.

A função inicial da válvula VM1 era desviar a posição da bomba de calor para a produção de AQS sempre que a temperatura disponível para este processo descesse abaixo do valor pré-regulado, independentemente de haver necessidade de aquecimento, ou arrefecimento ambiente. Só depois de satisfazer as necessidades térmicas de produção de AQS, a válvula retornaria à sua posição original.

Para que esta válvula atue de modo a realizar as novas funções pretendidas para a instalação - fazer a seleção entre a energia solar e a bomba de calor - houve a necessidade de fazer uma nova configuração para ela.

### Controlo dos sistemas de produção de calor em regime de aquecimento ambiente.

Como tem vindo a ser referido o aquecimento ambiente através do pavimento radiante dispõe de duas “fontes de calor”, os coletores solares térmicos e a bomba de calor. É importante também referir-se que, para além do calor disponibilizado para o aquecimento ambiente através do pavimento radiante por ambos os sistemas, eles também o disponibilizam para o aquecimento do ar novo, o qual é tratado numa unidade do tipo ventilo-convetor, localizada no teto falso do laboratório. No entanto a maior parte do tempo esta unidade encontra-se desligada, sendo a sua ligação realizada manualmente sempre que for necessário.



Figura 33 – Imagem do controlador da válvula de três vias VM1  
fonte:<http://www.supplyhouse.com/Johnson-Controls-C450CCN-3C-System-450-Control-Module-w-LCD-and-2-SPDT-Output-Relay>

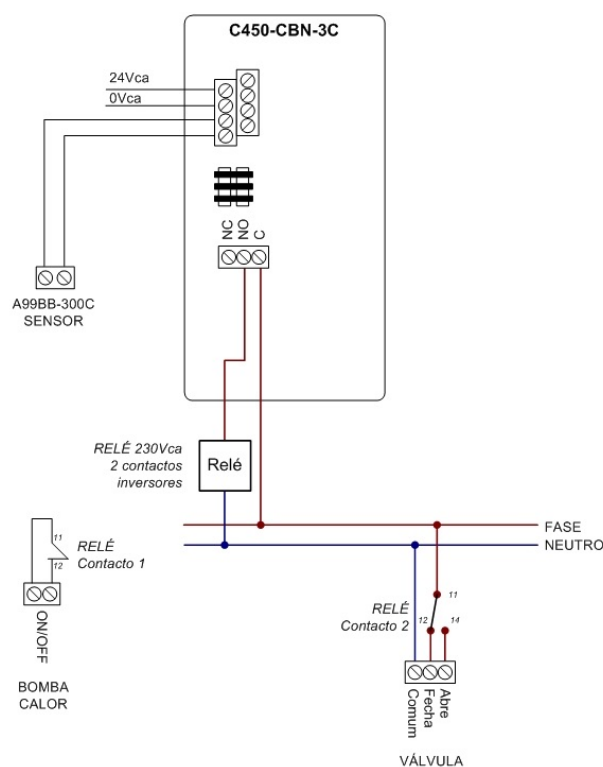


Figura 34 – Esquema de ligações do controlador C450-CBN-3C, cortesia Contimetra.

A gestão da energia térmica proveniente dos coletores solares é feita da seguinte forma: quando a temperatura da água no depósito de inércia de 400 litros descer abaixo de 30°C, a válvula motorizada VM1 é posicionada para receber a água quente da bomba de calor *Altherma* e esta arranca. Nesta posição fecha o ramal do circuito solar.

Quando a temperatura da água no depósito de acumulação for superior a 35°C a bomba de calor *Altherma* desliga e a válvula motorizada VM1 é posicionada para receber água quente do ramal do depósito de acumulação dos coletores solares térmicos.

Válvula de três vias de atuação “tudo-nada” para a seleção da fonte de calor em regime de aquecimento.

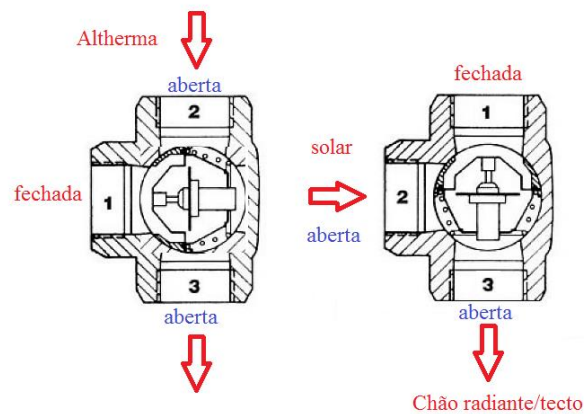


Figura 35 – Posições da válvula ESBE AB



Figura 36 – Válvula de três vias (VM1) controlada na estação de aquecimento

A válvula VM2 também é de três vias, mas de atuação “modulante”, isto é mistura o caudal proveniente da produção da bomba de calor, ou do depósito de acumulação da energia solar, com o caudal que retorna dos circuitos do pavimento radiante para manter constante a temperatura de ida para esses circuitos.

### 3 – Medição de energia elétrica e de energia térmica

Para a análise da contribuição energética do sistema solar e da bomba de calor, para o aquecimento através do pavimento radiante, foram instalados contadores de energia elétrica da marca *Janitza* e contadores de entalpia da marca *Calleffi* como abaixo se mostra nas figuras 37e 38.

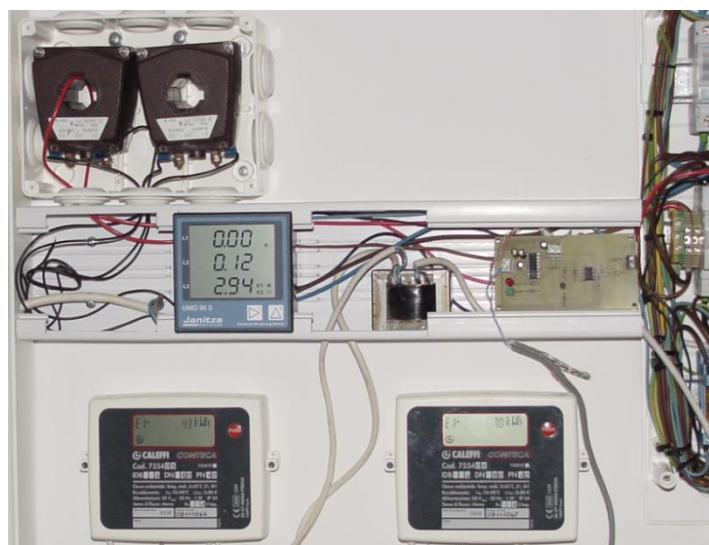


Figura 37 – Painel com os contadores de potência, por fase, e entalpia

#### Medição da energia elétrica

A instalação do contador de energia, da marca *Janitza*, foi feita através da alimentação elétrica de um transformador 230/24 AC/DC -ligação dos transformadores de intensidade:

O monitor da marca *Janitza*, modelo UMG96S apresenta a tensão por fase, a intensidade de corrente e o  $\cos \phi$ . Foi ligado para monitorizar e adquirir os valores dos consumos de energia dos equipamentos ligados a estas fases, nomeadamente a bomba de calor e os circuladores de água.

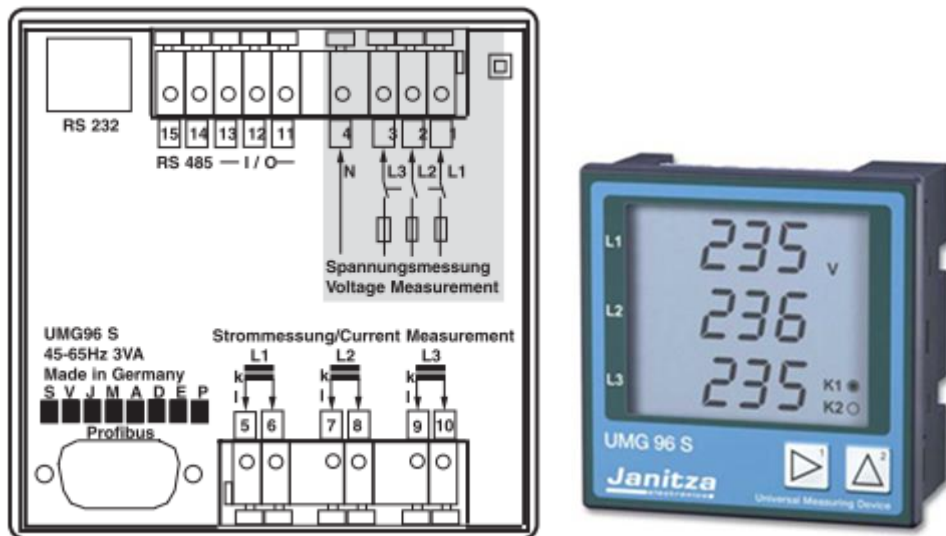


Figura 38 – Monitor UMG para obtenção do valor das fases por circuito

Para a referida instalação, realizada no quadro elétrico geral, foi necessário compreender alguns passos na montagem inicial. De referir ainda que houve a necessidade de colocação do contador em local acessível para permitir a visualização das grandezas.

Em resumo o procedimento de montagem e ligações foi o seguinte:

- 1 - Passagem do fio de fase por um transformador de intensidade para medição da corrente elétrica.
- 2 - Ligação elétrica ao monitor (UMG 96s).
- 3 - Ligação ao sistema de aquisição de dados *Campbell* através de protocolo de ligação de sinal de dados do medidor *Janitza* para monitorização global e visualização das grandezas:

#### Medição da energia térmica

Foram providenciados equipamentos para a medição de energia térmica utilizada no aquecimento através do pavimento radiante e da energia proveniente do sistema solar, como se mostra na fig.39.

É assim possível registrar e também monitorizar a energia térmica utilizada por cada circuito de pavimento radiante e também aquela que os coletores solares térmicos permitem acumular no depósito.

A partir de ambas e, aproximadamente, pela diferença, é também possível contabilizar a contribuição da energia fornecida pela bomba de calor.

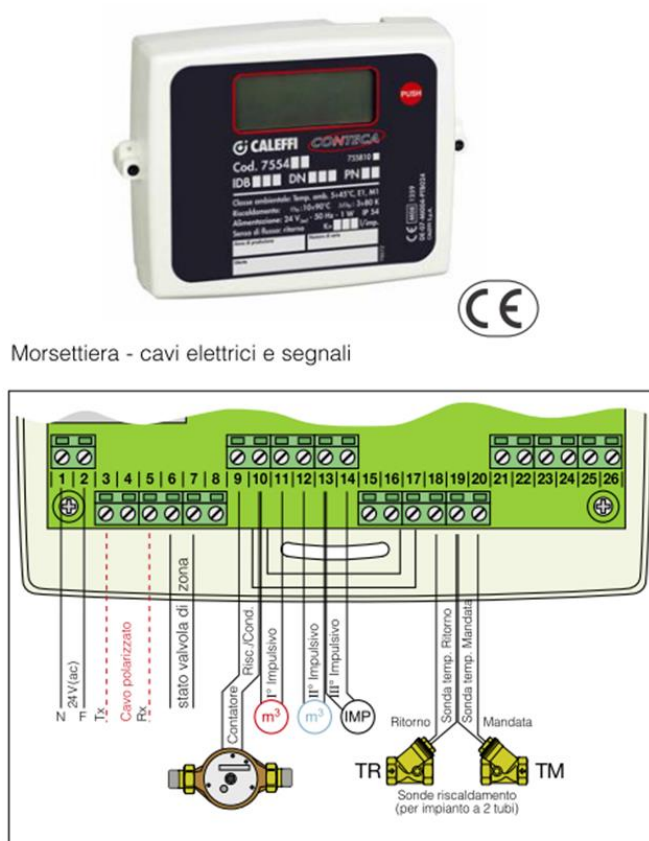


Figura 39 – Painel de medidores de energia (CALEFFI CONTECA)

O medidor de entalpia dos circuitos do pavimento radiante encontra-se ligado a um sistema de aquisição diferente daquele onde se regista a produção da energia solar térmica. Esse sistema é da marca *Campbell Scientific* e exigiu a criação de uma placa eletrónica para a transmissão dos dados obtidos no medidor de entalpia, como se visualiza na fig.40.

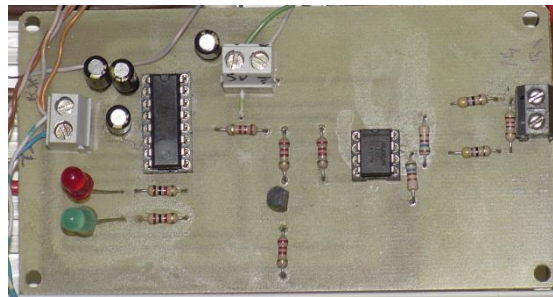


Figura 40 – Placa para a aquisição de dados do pavimento radiante.

Para a instalação da interface VBus/USB foram feitas as ligações dos cabos de comunicação de dados e construídas as fichas de ligação para transmissão de dados do v/bus do sistema de aquisição de dados do controlador Bx para visualização no monitor de um computador (PC).

VBus<sup>®</sup>/USB interface adapter



Figura 41 – Controlador BX da Resol (Vbus/USB interface)

#### A programação do controlador Bx da marca Resol (circuito primário)

Para esta programação foi realizada a instalação do *software* que permite obter a interface gráfica e a monitorização das temperaturas, caudal e pressão do circuito primário.

### 3.1 - Aquisição de dados do sistema de climatização do laboratório de energia solar.

O registo dos dados está centralizado num PC que recebe a informação do sistema de aquisição da marca *Campbell Scientific* modelo CR 1000, o qual adquire as temperaturas das sondas colocadas no pavimento, no teto e nos coletores de distribuição dos circuitos hidráulicos do laboratório de Energia Solar.

No mesmo PC está também instalado o *software* do controlador BX da marca *Resol* que fornece, em tempo real, as temperaturas do circuito primário dos coletores solares térmicos. É assim possível dispor-se da monitorização, em tempo real, de ambos os sistemas, o da acumulação da energia solar e o da utilização da energia calorífica utilizada no aquecimento através do pavimento radiante.

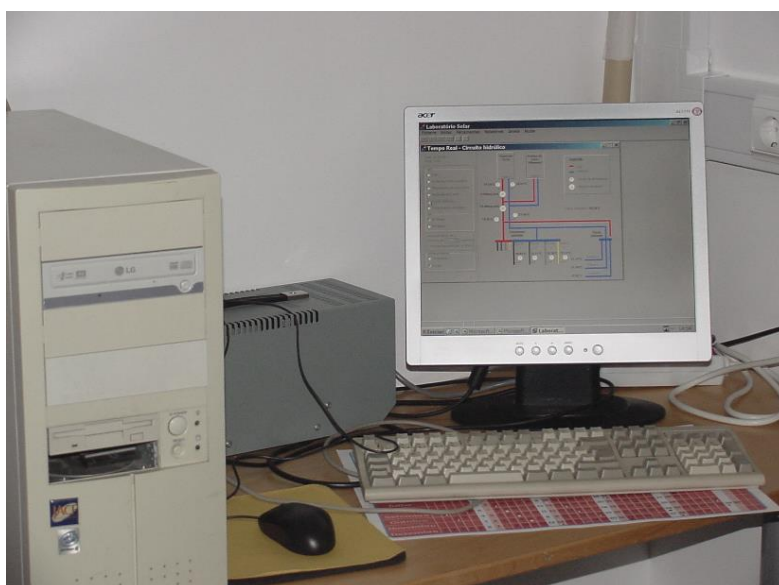


Figura 42 – Central de aquisição e monitorização de dados

Pretende-se, como objetivo último, que a energia térmica medida pela informação das sondas localizadas nos ramais provenientes dos circuitos do pavimento radiante, ora proveniente da bomba de calor, ora do sistema solar, seja avaliada para obtenção do contributo líquido deste sistema. A

percentagem do total dessa energia térmica, fornecida pela instalação solar é designada por fração solar.



Figura 43 – Sistema de aquisição de dados do pavimento radiante.

### 3.2-Estação meteorológica 2

A seguir à conclusão da instalação do sistema solar instalou-se, junto ao laboratório de energia solar, uma estação meteorológica existente, que em 2003 e 2004 foi utilizada num projeto em que o ISE participou. Esta estação, designa-se por meteo 2 por já existir outra no ISE, desde há alguns anos, dispõe de sensor de velocidade do vento, de medição da pluviosidade e de temperatura, de indicador da orientação do vento e por fim de sensor para medição da radiação solar global (piranómetro), todos se encontrando ligados a um sistema de aquisição de dados, *DataTaker*, que dispõe de memória para o seu armazenamento.

A alimentação do *DataTaker* – sistema de aquisição de dados da meteo 2 - é de 12 V dc, por meio de bateria, ou transformador de tensão.



Figura 44 – Estação meteorológica

### 3.2.1 – Aquisição e monitorização

Para a comunicação entre o sistema de aquisição e o PC foi passado um cabo para a transferência de dados através do protocolo RS 232.

A aquisição de dados passou pela instalação de um *software* próprio da marca (*dataTaker*), com arranjos personalizados para os fins requeridos, ou seja a obtenção, em tempo real, das grandezas medidas pelos sensores atrás referidos.

Após a abertura do programa de aquisição de dados meteorológicos pode seleccionar-se o tipo de informação que se deseja, se em tempo real, ou o histórico, desde a primeira ligação, hora a hora, ou noutro intervalo de tempo.

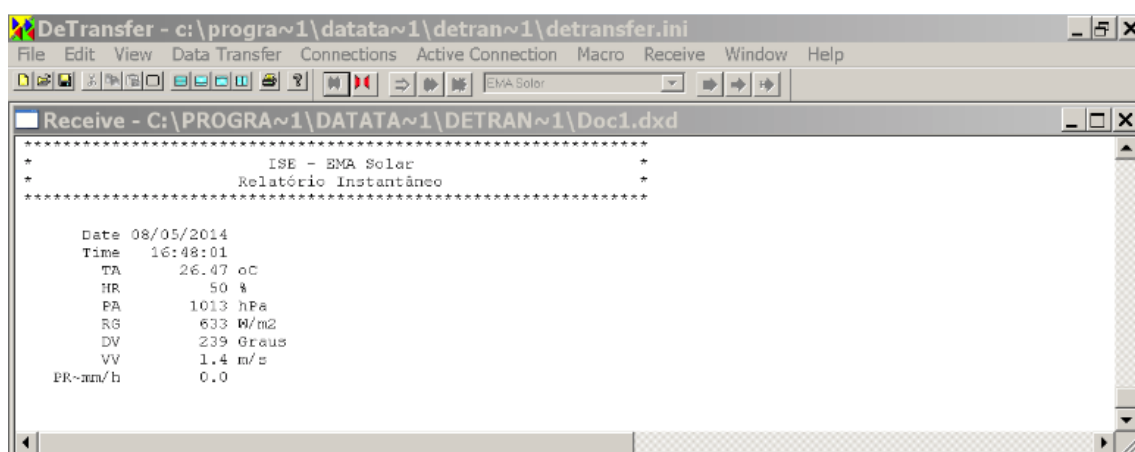


Figura 45 – Exemplo de um *output* da estação meteo 2.

#### 4 – Análise de alguns dados recolhidos no sistema solar

Na análise dos dados recolhidos verificou-se uma insuficiente informação dos valores da radiação global no plano do coletor, assim como na obtenção do consumo energético da instalação de aquecimento.

A escassez de registos fidedignos do período em análise, após a conclusão e as afinações requeridas pela instalação solar, não permitiram a obtenção de valores para o conhecimento rigoroso da contribuição da energia solar para o aquecimento ambiente dos espaços do laboratório de energia solar. Por isso foi imperativo recorrer aos registos da estação meteo 1, acima referida.

As tarefas realizadas com os dados recolhidos na instalação de climatização do laboratório e nas duas estações meteorológicas foram:

- Folha de aquisição global das grandezas em tempo real no PC.
- Análise dos valores na base horaria e diária da estação meteo1.
- Criação de ficheiros em *MS Office Excel* para os meses de Fevereiro, Março e Abril de 2014.
- Análise dos valores da radiação global da Instalação meteo2.
- Verificação dos registos dos valores do caudal e da energia térmica, em Watt-hora (Wh), captada nos coletores solares térmicos. O

piranómetro apenas mede a radiação no plano horizontal o que obrigou ao cálculo para a transformar para o plano do coletor. Também não foi possível aceder aos dados da temperatura e do caudal dos circuitos do pavimento radiante, armazenados no mesmo sistema de aquisição.

A escassez de dados, que se conseguiram obter, resultou do facto de se ter esgotado a capacidade do sistema de aquisição, o que levou à consequente perda, não permitindo aprofundar, como era desejado, a análise do funcionamento do sistema. No entanto esta constatação permitiu verificar que, com aquele sistema de aquisição, para o número de variáveis e o intervalo de tempo considerado, a memória disponível é de cerca de 20 dias.



Figura 46 – Piranómetro de silício *Sp Lite* (Meteo2)

A estação meteo 2, embora apetrechada com um piranómetro (da marca *Kipp & Zonen*) para a medição da radiação global e com um sistema de aquisição (*dataTaker50*), veio a verificar-se que carecia de uma calibração de referência.

Por outro lado, da observação dos dados registados para a instalação solar, no outro sistema de aquisição, ressalta a necessidade de um período maior de funcionamento ininterrupto. Assim a análise não foi possível de ser realizada, tal como se pretendia, face às interrupções verificadas, devidas às afinações dos sensores de medida e ao estabelecimento do controlo do sistema solar.

Para encontrar uma forma de ultrapassar estas dificuldades de ajuste e calibração da instalação solar e com o objetivo de, mesmo com os poucos dados existentes, se estimar o contributo da energia solar para o aquecimento ambiente do laboratório, foi encontrado um processo que devolve, de uma forma estimada, os valores de algumas grandezas não disponibilizadas pelos sistemas de medição e aquisição, como é o caso da radiação global no plano do coletor, em particular.

#### **4.1 – Dados da radiação solar**

Recorda-se que o principal objetivo desta instalação solar é o seu contributo para o aquecimento ambiente, através dos circuitos do pavimento radiante, cuja quantificação, em termos por exemplo de fração solar, se constitui na principal grandeza a procurar.

Recorreu-se a um processo de cálculo que se iniciou com a procura dos valores da radiação solar no plano dos coletores, uma vez que apenas se dispunha da radiação global em plano horizontal provenientes da estação meteo 1- ver Anexo O – Tabelas e análise gráfica.

O método utilizado foi o recurso a correlações existentes na literatura e comumente utilizadas, partindo do conhecimento dos valores da radiação global medida no plano horizontal. Existem diversas correlações, umas mais adequadas para o tratamento de valores horários e outras para valores médios diários. No entanto quase todas partem da separação da radiação global no plano horizontal nas suas componentes direta e difusa para, de seguida, as projetarem no plano inclinado.

Para este trabalho foi escolhido o método a seguir apresentado para encontrar o valor da radiação global no plano do coletor, tal como consta no desenvolvimento abaixo evidenciado.

Tempo solar e geometria solar

O cálculo da intensidade de radiação solar incidente numa dada superfície depende, entre outros fatores, do movimento aparente do Sol no referencial dessa superfície. É assim imperativo o conhecimento preciso da localização do Sol. Para isso é necessário não só conhecer os ângulos, que permitem descrever o movimento do Sol em relação à superfície, como também definir-se uma variável tempo. Nos cálculos referentes à geometria solar, a unidade de tempo usada é o tempo solar (TSV) e não o tempo legal (UTC). Torna-se assim necessário converter o tempo legal no tempo solar, aplicando duas correções, como se apresenta em (1) e (2).

$$TSV=UTC+CL+E \quad (1)$$

TSV – Tempo Solar Verdadeiro

UTC – Tempo Universal Coordenado

E – Equação do tempo

CL – Correção da longitude:

$$CL = 4 \times (\textit{Longitude Greenwich} - \textit{Longitude Lugar}) \quad (2)$$

Longitude do meridiano de Greenwich=0

Longitude do lugar: positivo a Oeste; negativo a Este.

Hora Legal

Inverno: Hora Legal=UTC

Verão: Hora Legal=UTC+1:00h

A primeira correção deve-se à diferença entre a longitude do meridiano onde se encontra baseada a hora local (Lst) e a longitude local (Lloc). Na equação (3), no cálculo do tempo solar verdadeiro, considera-se a longitude positiva quando medida para Oeste e negativa quando medida para Este. A segunda correção

tem a ver com as perturbações da taxa de rotação da Terra, devido ao efeito combinado da excentricidade da sua órbita e da inclinação do seu eixo de rotação. Este efeito é descrito pela equação do tempo:

Em que tempo solar verdadeiro (TSV)

$$TSV = \text{hora local} + 4 \times (\text{meridiano } Lst - \text{meridiano } Lloc) + E0 \quad (3)$$

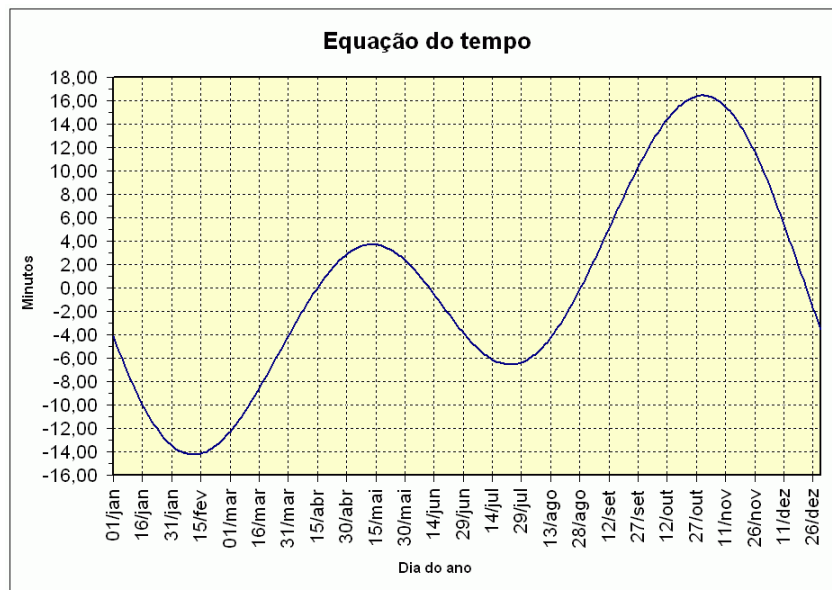


Gráfico 2 – Equação do tempo fonte Wikipédia verificado dia 28-02-2015 às 12h.06min.

Na qual  $E0$  (5) é a equação do tempo em minutos e  $n$  é o dia do ano  $1 \leq n \leq 365$ .

A fim de se poder quantificar a radiação solar, para quaisquer utilizações, é necessário conhecer e descrever a posição e o movimento do Sol em relação à Terra e às superfícies recetoras dessa radiação. Para tanto uma série de ângulos são definidos bem como a relação entre eles:

- **Latitude**, ( $\phi$ ): é a distância angular medida sobre a superfície da Terra a partir do Equador até um dado lugar. É considerada positiva no Hemisfério Norte e negativa no Hemisfério Sul ( $-90^\circ \leq \phi \leq +90^\circ$ );

- **Longitude, L:** arco do Equador compreendido entre o meridiano que passa por Greenwich e o meridiano que passa no local do observador. Varia entre 0 a 180° Leste ou Oeste, a partir do meridiano de Greenwich.

- **Declinação, ( $\delta$ ):** é a posição angular do Sol, ao meio dia, em relação ao plano do Equador. Ao norte do Equador, a declinação é positiva, caso contrário, negativa ( $-23,45^\circ \leq \delta \leq +23,45^\circ$ );

A declinação solar  $\delta$ , pode ser calculada através da equação de Cooper (4):

$$\delta = 23.45 \times \text{sen} \left( 360 \times \frac{284+n}{365} \right) \quad (4)$$

Onde n corresponde ao dia do ano.

- **Inclinação de uma superfície, ( $\beta$ ):** é o ângulo entre o plano da superfície em estudo e o plano horizontal ( $0^\circ \leq \beta \leq 180^\circ$ );

$$E_0 = 229.2 \times (0.000075 + 0.001868 \times \cos B - 0.032077 \times \text{sen} B - 0.014615 \times \cos 2B - 0.04089 \times \text{sen} 2B) \quad (5)$$

Para o cálculo do coeficiente B (6).

$$B = (n - 1) \frac{360}{365} \quad (6)$$

Em que (n) é o dia juliano que será o dia do mês +i

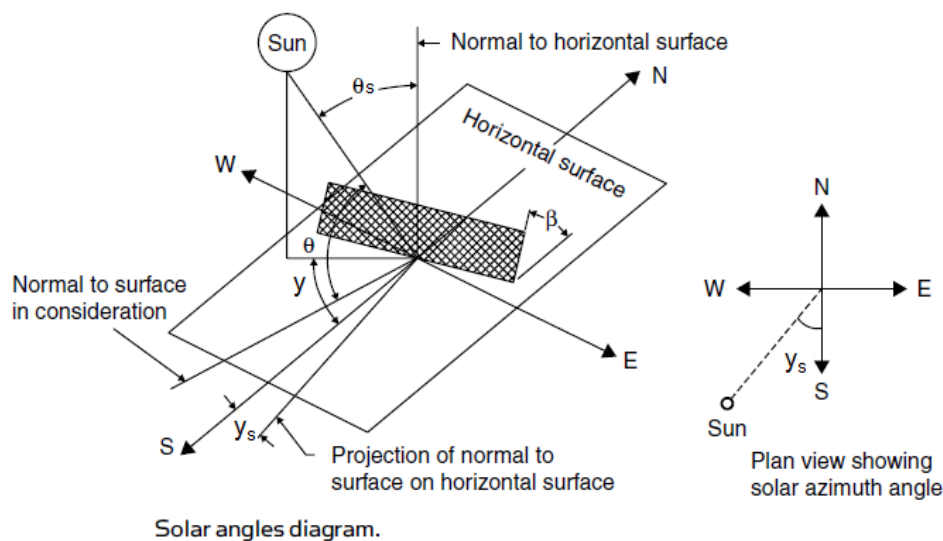


Figura 47- Representação da geometria da radiação solar para uma superfície estacionária Fonte :Duffie &Beckman ed.1980

- **Ângulo azimutal da superfície**, ( $\gamma$ ): é o deslocamento da projeção no plano horizontal da normal à superfície, a partir do meridiano local, tem o valor 0 quando indica o Sul, para Este é negativo e para Oeste é positivo ( $-180^\circ \leq \gamma \leq +180^\circ$ ); pela equação:

- **Azimute solar** ( $Y_s$ ): é o deslocamento angular da projeção sul da radiação direta no plano horizontal, como se ilustra na fig.47. Os deslocamentos de sul para este são negativos e de sul para oeste são positivos (7).

$$Y_s = (\cos(\beta) \times \cos(\delta) + \sin(\omega)) \times 15 \quad (7)$$

- **Ângulo de incidência**, ( $\theta$ ): é o ângulo entre a radiação direta na superfície e a normal à superfície;

Os ângulos de incidência  $\theta$  e de zênite solar  $\theta_z$  são dados respetivamente pelas equações (8) e (9):

$$\begin{aligned} \cos \theta = & \sin \delta \times \sin \phi \times \cos \beta - \sin \delta \times \cos \phi \times \sin \beta \times \cos \gamma + \cos \delta \times \cos \phi \times \cos \beta \\ & \times \cos \omega + \cos \delta \times \sin \phi \times \sin \beta \times \cos \gamma \times \cos \omega + \cos \delta \times \sin \beta \times \sin \gamma \\ & \times \sin \omega \end{aligned}$$

(8)

- **Ângulo de incidência zenital**, ( $\theta_z$ ): é o ângulo formado entre o feixe de radiação e a vertical do local. O ângulo zenital coincide com o ângulo de incidência quando o plano está na horizontal (8).

$$\cos \theta_z = \cos \phi \times \cos \delta \times \cos \omega + \sin \phi \times \sin \delta \quad (9)$$

- **Ângulo horário**, ( $\omega$ ): é a distância angular entre o feixe solar e o meridiano local. É considerado negativo no período da manhã e positivo no período da tarde. Cada hora do dia corresponde a uma variação de  $15^\circ$ .

- **Ângulo de pôr-do-sol**,  $\omega_s$ : valor do ângulo horário durante o pôr-do-sol. É idêntico em magnitude ao ângulo do nascer do Sol, porém com sinal negativo, conforme convenção adotada para o ângulo horário (máximo  $\pm 180^\circ$ ).

O ângulo horário Solar  $\omega$  é dado pela equação (10):

$$w = (Ts - 12) \frac{360}{24} \quad (10)$$

Tempo do nascer do sol (11).

$$T_{s \text{ nascer dosol}} = 12 - \left( \frac{W_{s \text{ nascer do sol}}}{15} \right) + EO \quad (11)$$

Tempo do pôr-do-sol (12).

$$T_{s \text{ por dosol}} = 12 + \left( \frac{W_{s \text{ por do sol}}}{15} \right) + EO \quad (12)$$

Duração do dia solar (13)

$$Td = T_{s \text{ por dosol}} - T_{s \text{ nascer do sol}} \quad (13)$$

Onde Ts corresponde ao tempo solar.

Nº de horas de brilho solar (14).

$$So = \frac{2}{15} \cos^{-1}(-\text{tang}\theta \times \text{tang}\delta) \quad (14)$$

### Radiação Solar no plano inclinado

Uma parte da radiação que chega à superfície terrestre pode ser transformada em energia utilizável. Para isso é importante poder quantificar-se, em primeiro lugar, a radiação que chega, o que se pode fazer através da medição dos valores que se necessitam, ou determinando-a a partir de correlações que se baseiam na análise de dados existentes, as quais podem ser utilizadas de forma generalizada sem grandes incorreções.

O que se apresenta a seguir é um processo de estimação dos valores da radiação global em plano inclinado a partir dos valores da global, em plano horizontal, para o mesmo lugar.

Para o cálculo da radiação solar no plano inclinado, foi utilizado o modelo isotrópico cujo cálculo da radiação solar global para uma hora num plano inclinado é obtido através da equação (14), (*Liu and Jordan 1963*). que é basicamente composta pela soma das três principais componentes da radiação incidente na superfície terrestre, em que o primeiro termo corresponde à contribuição da radiação direta, o segundo à radiação difusa e o terceiro à radiação refletida pelo solo (albedo).

$$IT = Ib \times Rb + Id * \left(\frac{1+\cos\beta}{2}\right) + I \times \rho g \times \left(\frac{1-\cos\beta}{2}\right) \quad (15)$$

Nesta equação as variáveis têm o seguinte significado:

IT – radiação solar global em superfície inclinada;

Ib – radiação solar direta numa superfície horizontal;

R<sub>b</sub> - razão entre a radiação solar direta sobre uma superfície inclinada e a radiação solar direta sobre um plano horizontal;

Id - radiação solar difusa numa superfície horizontal;

(1+cosβ)/2 - fator forma da superfície de inclinação β relativamente ao céu;

I - radiação solar global numa superfície horizontal;

ρg- Refletividade do solo.

O factor R<sub>b</sub> é calculado pela seguinte expressão (16) (*Hottel and woertz*) (1942):

$$R_b = \frac{G_{b,T}}{G_b} = \frac{G_{b,n} \times \cos\theta}{G_{b,n} \times \cos\theta_z} = \frac{\cos\theta}{\cos\theta_z} \quad (16)$$

Ou de outra forma pela equação (17).

$$Rb = \left(\frac{\cos\theta}{\cos\theta_z}\right) \quad (17)$$

A radiação solar global numa superfície horizontal (I) constitui a soma da componente direta (Ib) e difusa (Id) da radiação solar. Deste modo, obtendo o

valor de uma das componentes consegue-se chegar ao valor da outra pela equação (18).

$$I = I_b + I_d \quad (18)$$

$I_d$  depende do índice de claridade, ou de transparência da atmosfera, designado por  $K_t$ .

A componente difusa pode ser estimada relacionando  $I_d/I$  com o índice de transparência  $K_t$ , tal como aparece em muitas correlações, escolhendo-se a seguinte para aplicar a este caso.

A variável  $K_t$  é definida como a razão entre a radiação solar horária total na superfície horizontal ( $I$ ) e a radiação horária extraterrestre,  $I_0$ .

$$\frac{I_d}{I} = \begin{cases} 1.0 - 0.249K_t & \text{para } 0.35K_t < 0 \\ 1.557 - 1.84K_t & \text{para } 0.35 < K_t < 0.75 \\ 0.177 & \text{para } 0.35K_t > 0 \end{cases}$$

Ou pelo cálculo da componente  $I_d/I$  dependente de  $K_t$  (equação de Boes, 1975 dado pela equação (19).

$$\frac{I_d}{I} \begin{cases} 1.0 - 0.09 \times K_t & \text{para } K_t \leq 0.22 \\ 0.9511 - 0.1604 \times K_t + 4.388K_t^2 & \text{para } 0.22 < K_t \leq 0.80 \\ -16.638K_t^3 + 12.336K_t^4 & \text{para } K_t > 0.80 \\ 0.165 & \end{cases} \quad (19)$$

Em qualquer instante a radiação extraterrestre num plano horizontal é dada pela equação (20). De (Duncan et al. (1982) onde a constante solar,  $G_{sc}$ , é de  $1367 \text{ W/m}^2$ ): Radiação extraterrestre  $I_0$  (horaria)

$$I_0 = \left( \frac{12 \times 3600}{\pi} \right) \times G_{sc} \times \left( 1 + 0.033 \times \cos \frac{360 \times n}{365} \right) \times \left[ \cos \phi \times \cos \delta \times \sin(\omega_2 - \omega_1) + \left( \frac{\pi \times (\omega_2 - \omega_1)}{180} \right) \times \sin \phi \times \sin \delta \right] \quad (20)$$

- O cálculo diário da radiação global extraterrestre no plano inclinado é dado pela equação (21).

$$H_0 = \left(\frac{24 \times 3600}{\pi}\right) \times G_{sc} \times \left(1 + 0.033 \times \cos \frac{360 \times n}{365}\right) \times \left[ \cos \phi \times \cos \delta \times \sin \omega_s + \left(\frac{\pi \times \omega_s}{180}\right) \times \sin \phi \times \sin \delta \right] \quad (21)$$

Cálculo do coeficiente  $K_t$  na base diária (equação (22) *Klein and Duffie 1978*).

$$K_t = \frac{H}{H_0} \quad (22)$$

Correlação para o ângulo de por do sol  $\omega_s$ :

Determinação da componente difusa da radiação solar diária a partir da radiação global diária, ambas no plano horizontal e dada pela equação (23)

Correlações para o cálculo  $H_d/H$  (*Erbs et al.(1982)*).

Para  $\omega_s > 81.4$

$$\frac{H_d}{H} = \begin{cases} 1.0 + 0.2832 \times K_t - 2.5557 \times K_T^2 + 0.8448 K_T^3 & \text{para } K_T < 0.722 \\ 0.175 & \text{para } K_T \geq 0.722 \end{cases} \quad (23)$$

Cálculo do coeficiente  $R_b$  na base diária (*Liu and Jordan (1962 as extended by Klein (1977)* dado pela equação (24).

$$R_b = \left( \frac{\cos(\theta - \beta) \times \cos \delta \times \sin \omega_s + \left(\frac{\pi}{180}\right) \times \omega_s \times \sin(\theta - \beta) \times \sin \delta}{\cos \theta \times \cos \delta \times \sin \omega_s + \left(\frac{\pi}{180}\right) \times \omega_s \times \sin \theta \times \sin \delta} \right) \quad (24)$$

–  $\omega_s$  é o ângulo do pôr-do-sol em superfície inclinada, sendo determinado da forma a seguir indicada para superfícies com  $\gamma=0$ , no hemisfério Norte pela equação (25).

$$\omega_{smin} = \left[ \frac{\cos^{-1}(-\tan \theta \times \tan \delta)}{\cos^{-1}(-\tan(\theta - \beta) \times \tan \delta)} \right] \quad (25)$$

Cálculo da radiação global no plano inclinado na base diária, é dado pela equação (26) publicadas em [2].

$$H_T = (H - H_d) \times R_b + H_d \times \left(\frac{1 + \cos \beta}{2}\right) + H \times \rho_g \times \left(\frac{1 - \cos \beta}{2}\right) \quad (26)$$

## 4.2. – Análise dos dados recolhidos

Como ficou patente nos pontos anteriores houve a necessidade de recorrer a um método analítico para determinar a radiação solar no plano dos coletores a partir dos valores da radiação global, em plano horizontal, recolhidos na estação meteo 1. Também já foi suficientemente relatado que, face às ocorrências próprias da montagem de instalações deste tipo e, sobretudo, devido à sua instrumentação para monitorização e recolha de dados, não foi possível dispor-se do conjunto de dados que se previa e que constituíram um acervo importante para a análise que se apresenta a seguir.

Acresce ainda que, ao contrário do que se desejava, existem alguns dados da radiação, recolhidos na estação meteo 1, para os quais não se encontra uma justificação plausível - em concreto trata-se dos valores da radiação global para o final do dia.

A análise foi feita para três meses Fevereiro, Março e Abril, através de uma folha de cálculo, em *MS Office Excel* utilizando a metodologia de cálculo da radiação tal como se apresentou nos pontos anteriores.

Da análise efetuada apresentam-se graficamente os resultados da fração solar e da energia térmica útil disponível, ambas *versus* o tempo solar verdadeiro, para três dias de cada um daqueles meses.

Os resultados para um desses dias apresenta-se na tabela seguinte, em que:

- A radiação média global horizontal é o valor horário registado a partir do valor lido no piranómetro da estação meteo 1;
- $Q_{\text{Útil}}$  é o calor utilizado no aquecimento do laboratório através do pavimento radiante;
- IT/superfície inclinada é a radiação global incidente no plano dos coletores;
- Fração solar horária entende-se como a contribuição do sistema solar face às necessidades de aquecimento, no período de uma hora.
- TSV é o tempo solar verdadeiro correspondente ao tempo UTC em que é feita a leitura do piranómetro da estação meteo 1.

Tabela 1 – Tabela do dia 8 de Fevereiro de 2014

FEVEREIRO	radiação Média global horizontal	qutil	IT/ Sup inclinada	fração horaria	TSV
Data Hora UTC	W/m2	Wh	W/m2		hor
08-02-2014 00:00:01	12,302046		17,93663	0	0,294189016
08-02-2014 01:00:00	13,200931	0	19,25528	0	1,294189016
08-02-2014 02:00:01	13,563389	0	19,79753	0	2,294189016
08-02-2014 03:00:00	13,35807	0	19,52265	0	3,294189016
08-02-2014 04:00:01	13,412556	0	19,67011	0	4,294189016
08-02-2014 05:00:00	13,50095	0	20,08695	0	5,294189016
08-02-2014 06:00:01	13,308374	0	98,53737	0	6,294189016
08-02-2014 07:00:01	13,32908	0	20,40748	0	7,294189016
08-02-2014 08:00:00	18,177957	0	26,71377	0	8,294189016
08-02-2014 09:00:01	46,329539	0	68,02852	0	9,294189016
08-02-2014 10:00:00	72,150291	0	105,7565	0	10,29418902
08-02-2014 11:00:01	85,294541	0	124,8609	0	11,29418902
08-02-2014 12:00:00	98,534451	0	144,3545	0	12,29418902
08-02-2014 13:00:01	104,07235	838	152,9547	0,684843	13,29418902
08-02-2014 14:00:00	216,24254	549	244,332	0,280868	14,29418902
08-02-2014 15:00:01	287,71008	467	695,3037	0,083956	15,29418902
08-02-2014 16:00:01	195,15992	915	766,5994	0,149198	16,29418902
08-02-2014 17:00:00	126,78557	490	965,9492	0,063409	17,29418902
08-02-2014 18:00:01	47,944333	203	74,31583	0,341448	18,29418902
08-02-2014 19:00:00	14,08897	43	20,6493	0,260299	19,29418902
08-02-2014 20:00:01	13,480035	0	19,69398	0	20,29418902
08-02-2014 21:00:00	13,420174	0	19,58409	0	21,29418902
08-02-2014 22:00:01	13,262556	0	19,34369	0	22,29418902
08-02-2014 23:00:00	12,998694	0	18,9543	0	23,29418902
09-02-2014 23:00:00	14,284096	0	20,55769	0	24,29418902

O cálculo da fração solar (FS) apenas foi realizado no período compreendido entre o nascer e o por do sol por razões óbvias, embora ainda se encontrem valores de radiação, lidos no piranómetro, no final do dia solar, conducentes à sua possível utilização mas que, contudo, não foram contemplados nos cálculos. De facto não se conseguiu encontrar uma justificação plausível para justificá-los no período de tempo em que decorreu este trabalho.

De seguida apresenta-se a representação gráfica dos valores da fração solar e de Q.útil para o dia correspondente aos valores que constam da tabela anterior.

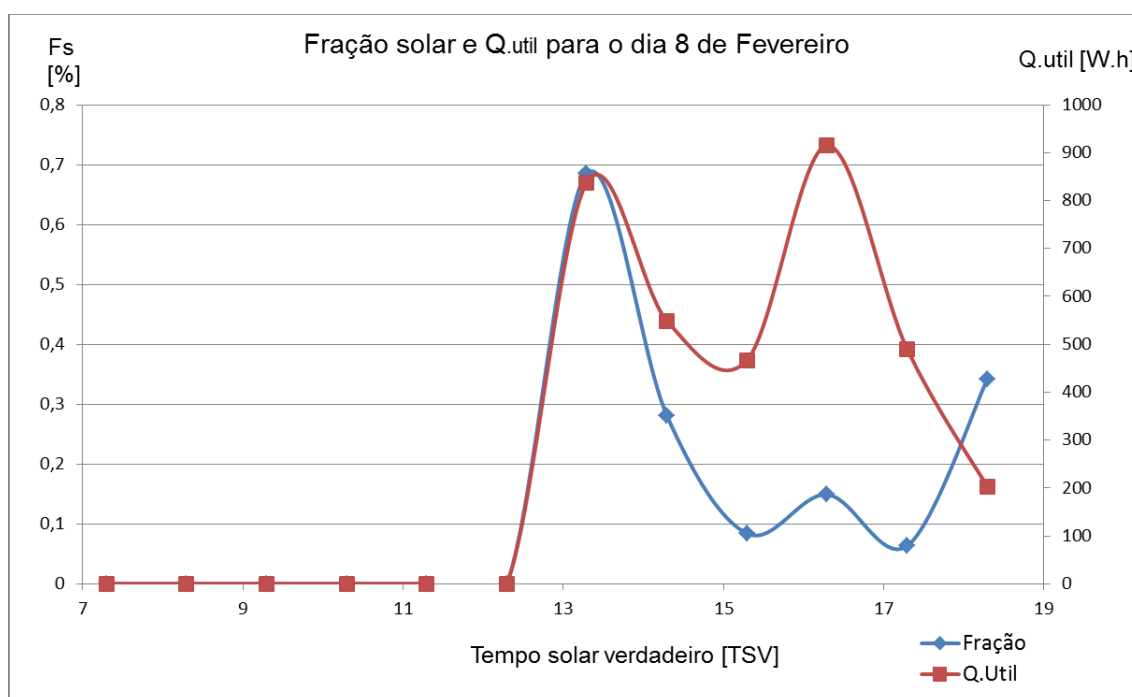


Gráfico 3 – Fração solar e  $Q_{\text{útil}}$  para o dia 8 de Fevereiro.

Para o dia 8 de Fevereiro entre o meio-dia solar e as 14h houve uma sintonia na evolução do rendimento *versus* calor recebido pelo sistema de climatização; no entanto pelas 15 horas ambas as grandezas regrediram voltando, a ter um pico pelas 16 horas, tempo solar.

O estado de limpidez do céu está também relacionado e pode afetar a evolução esperada. O índice que nos revela a opacidade do céu é a grandeza adimensional (KT).

Através do cálculo dos valores do índice de transparência da atmosfera, calculados através das correlações acima apresentadas concluiu-se que, para algumas horas do dia, se obtêm valores superiores à unidade, ou seja os valores da radiação solar global medidos no plano horizontal são, nesses períodos, superiores aos correspondentes da radiação extraterrestre. Por esta razão analisaram-se, em detalhe, os valores medidos por meio do piranómetro da estação meteo 1, tendo-se observado que os valores da radiação solar global, após o meio-dia solar, são superiores aos calculados para a radiação extraterrestre. Ora isto sugere que os valores medidos são incorretos, seja em

resultado da falta de calibração do piranómetro, ou então de efeitos devidos à influência da sua vizinhança.

Esta constatação levou a proceder-se a uma observação cuidada, tendo em vista uma possível influência da localização do piranómetro, mediante o cálculo do índice de transparência nalguns períodos de Inverno e também noutros de Verão a partir dos registos disponíveis para essa estação.

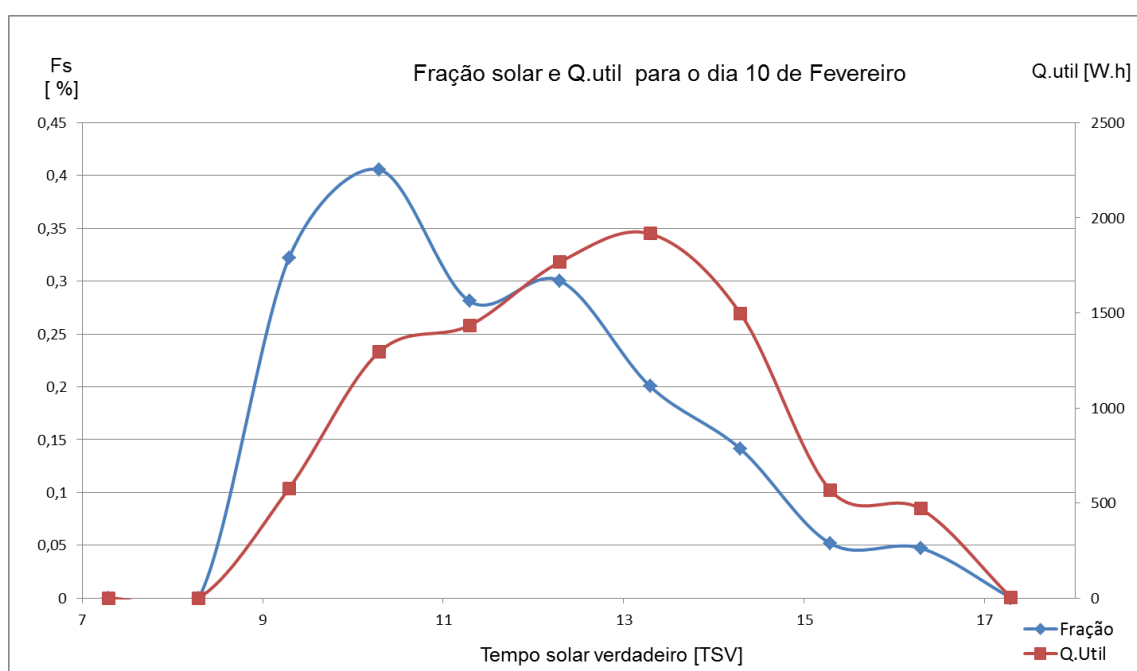


Gráfico 4 – Fração solar e  $Q_{\text{útil}}$  para o dia 10 de Fevereiro

Para o dia 10 de Fevereiro, entre o nascer e o por do sol, houve uma correspondência parcial do "input" da carga térmica na instalação do pavimento radiante, verificando-se algum atraso, das necessidades do pavimento face à fração solar para o período entre as 8 horas e as 12 horas do dia. No período compreendido entre as 12 horas e as 17 horas houve uma retração da fração solar, a qual não acompanhou, em fase, as necessidades do pavimento radiante.

A explicação apresentada acima corresponde a um dia com nebulosidade e com aberturas de radiação solar.

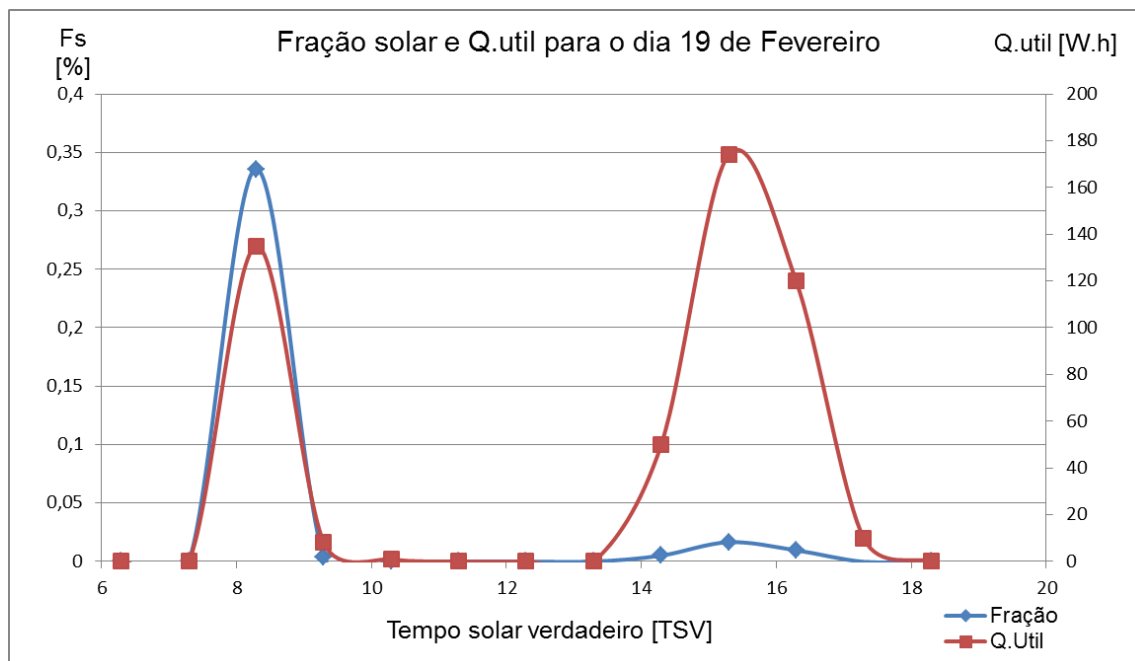


Gráfico 5 - Fração solar e  $Q_{\text{útil}}$  para o dia 19 de Fevereiro

No dia 19 de Fevereiro houve aproveitamento pela instalação do calor recebido entre as 8 e as 10h (TSV). Entre as 14 e as 17 horas (TSV) houve uma carga de energia térmica no sistema de acumulação solar que não se refletiu num acréscimo da fração solar.

Para o cálculo diário da radiação foram também criadas tabelas com base nas correlações atrás descritas, para um mês juliano e observadas as evoluções diárias do calor captado pelo sistema solar térmico e armazenado no depósito de acumulação do circuito primário (ver Anexo N – Tabelas e Análise gráfica dos Meses de Fevereiro Março e Abril).

## Análise final

Pode-se salientar que com este trabalho foram lançadas sementes para um conhecimento das funcionalidades do sistema solar térmico para o apoio no processo de aquecimento do laboratório através do pavimento radiante e, assim, criadas as condições para, de futuro, e de um modo automático, monitorizar e acompanhar as evoluções, de minuto a minuto se isso for requerido, das grandezas em estudo: as do espaço, as do pavimento radiante e as dos circuitos primário e secundário do sistema solar térmico.

Os objetivos propostos foram cumpridos, pois foi possível realizar a montagem da instalação de energia solar, intercalar os circuitos da fonte de calor na instalação existente e realizar a montagem da instrumentação de medida, do equipamento de controlo e de monitorização de dados.

## 5 – Conclusões

O trabalho apresentado nas páginas anteriores integra-se no domínio das funções desempenhadas nos laboratórios de engenharia mecânica pelo signatário deste documento.

Ao longo de mais de 25 anos teve-se a noção da importância que o acréscimo de conhecimento era fundamental para esse desempenho, razão pela qual se procurou a obtenção de graus académicos que o possibilitassem.

O trabalho apresentado que consiste no dimensionamento, montagem e testes de uma instalação solar para apoio ao aquecimento ambiente, em complemento de uma bomba de calor, insere-se na procura dos objetivos acima referidos.

Apesar da análise dos dados recolhidos do funcionamento da instalação não constituir o objetivo principal, tal como acima se referiu, aproveitou-se para realizar os primeiros testes tendo em vista aferir acerca do seu bom funcionamento e também realizar os primeiros cálculos para determinar a fração solar.

A realização de afinações da instalação não permitiu a recolha de muitos dados, razão por que, apenas se mostram os resultados da análise para alguns dias de Fevereiro, Março e Abril.

Apesar dos obstáculos encontrados, já foi, contudo, desbravada uma parte significativa das dificuldades esperadas na preparação de uma instalação didática como aquela que aqui se trata, deixando aberto um campo de aprendizagem para todos os alunos que frequentam o curso de Licenciatura de Engenharia Mecânica, dos cursos Técnicos Superiores Profissionais, ou os de Mestrado.

## Bibliografia

[1] Duffie, J., & Beckman, W. (1991). *Solar Engineering of Thermal Processes* (2.ª ed.). New York: John Wiley and Sons.

[2] Duffie, J., & Beckman, W. (1980). *Solar Engineering of Thermal Processes* (1.ªed.)

[3] wikipédia ,Equação do Tempo; [http://pt.wikipedia.org/wiki/Equação tempo](http://pt.wikipedia.org/wiki/Equação_tempo)

[4] Radiação Extraterrestre

[5] Eppablab ,Eppley ,Radiometer ;<http://www.eppleylab.com/>

[6] Manual da Utilização de En. Solar em Portugal,

J.F. Mendes, J. Cruz Costa, et all, LNETI, 1981, LEM/DGC,

[7] Eduardo Perez Lebeña, SPES; Jorge Cruz Costa, INETI. Instaladores de instalações solares térmicos

[8]Solar energy: process and systems,(1990),SoterisKalogirou1st.Ed.

[9]Internet: Programa de imagem Google earth dados da Localização geográfica da instalação solar térmica .

## **Anexos**

## **Anexo A – Atividades em Instalações**

Anexo A1 – Instalação de parque solar junto aos Laboratórios do Engenharia Mecânica 2011.

Anexo A2- Bancada móvel de ensaio para teste do painel solar

Anexo A3 - Instalação de uma central meteorológica (EMA) na Universidade do Algarve no edifício do ISE.

Anexo A4 - Acompanhamento das obras de climatização invisível no Laboratório de AQS e sala 6.

Anexo A5 - Trabalhos de Investigação

Anexo A6 – Acompanhamento e Montagem da Instalação solar

### **Anexo A1 – Instalação de parque solar junto aos Laboratórios do Engenharia Mecânica 2011.**



Foto do parque solar do laboratório de Eng<sup>a</sup>. Mecânica.

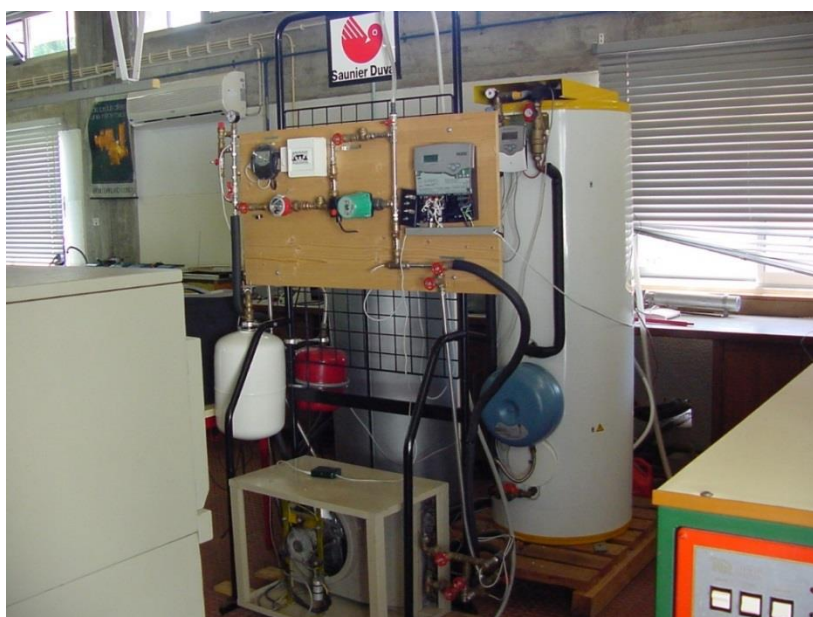


Foto do sistema de acumulação de AQS dos laboratórios de Eng.<sup>a</sup> Mecânica.

### **Anexo A2- Bancada móvel de ensaio para teste do painel solar**



Foto da bancada móvel de teste de painéis solares térmicos

### **Anexo A3 - Instalação de uma central meteorológica (EMA) na Universidade do Algarve no edifício do ISE.**

A Unidade instalada no topo do edifício do ISE está apetrechada com os seguintes equipamentos: sensor de velocidade do vento, pluviómetro, sensor de temperatura, humidade relativa, piranómetro (radiação solar).

Através de um protocolo de comunicação é possível receber e armazenar em tempo real os dados da estação meteorológica.



Foto.1- Estação meteorológica METEO1.

## **Anexo A4 - Acompanhamento das obras de climatização invisível no Laboratório de AQS e sala 6.**

### 1. Introdução

A sala 6 e o Laboratório de Aq. Solar estão ambos inseridos no complexo do Ise.

A parceria entre o ISE/Ualg e a empresa Uponor resultaram de uma série de diligências que culminaram na recuperação da sala 6, com vista a proporcionar acções de formação da Uponor e da Est. Esta foi apetrechada com um sistema de aquecimento/arrefecimento digo, tecto arrefecido e pavimento radiante.

### 2. Objectivo

O Lab. Aq.Solar oferece aos cursos ministrados potencialidades práticas e conhecimentos, em instalações Solares, a sala 6 a formação teórica.

A abertura do ISE ao tecido empresarial e ao desenvolvimento na formação dos cursos profissionalizantes, vem potenciar o intercâmbio de recursos com a entidade Uponor e outras empresas ligadas ao sector.

#### Laboratório de AQS e sala 6

Foram elaborados dois relatórios de acompanhamento da obra do lab Aqs (Adem) e da sala 6.Descrição da montagem e documentação dos respetivos equipamentos compilando toda a informação técnica. Fiscalização dos circuitos hidráulicos e de renovação de ar.

-Descrição das instalações e equipamentos, montagem funcionamento anexos.

-Isolamento das paredes e montagem de chão da amorim (folha de madeira).

Compilação de documentação técnica.

-Preparação dos Lab. de Aqs para receber os equipamentos adequados:

Construção de 50 sondas de temperatura tipo pt100 em chão radiante.

Construção de 50 sensores tipo pt 100 em teto arrefecido e respetivos circuitos de alimentação. (ligação ao quadro elétrico do *logger*).

Preenchimento das fichas de controlo ate 90 % dos sensores em boas condições de funcionamento.

### **Anexo A5 - Trabalhos de Investigação**

Estudo de persianas da France- air em espaço condicionado protótipo.

Com este trabalho pretendia-se averiguar num simulador á escala a capacidade das grelhas FTE 311; FTE331; FTE 332, quanto a prestação dos débitos apresentados pelo fabricante France AIR.

Composição da bancada de teste:

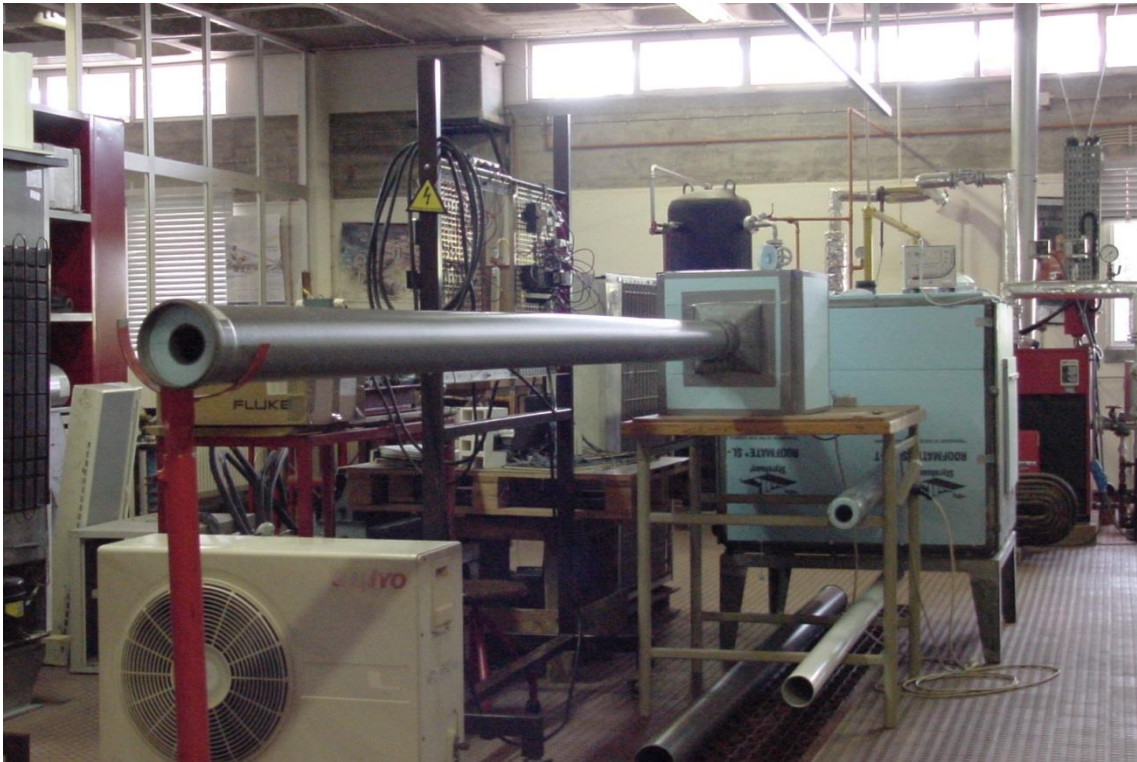
Caixa metálica de 1m<sup>3</sup> estanque, equipada com duas grelhas FTE311 e uma grelha FTE332 um ventilador centrífugo controlado por um reóstato.

Leitura de valores de velocidade e comparação com os valores de referencia da (Marca).



Foto da grelha FTE 311;331;332





### **Anexo A6 – Acompanhamento e Montagem da Instalação solar**



Foto da instalação experimental para a determinação da reta do rendimento de um painel solar térmico.

## **Anexo B - Trabalhos curriculares**

Anexo B1 – Bancada de estudo do escoamento do ar num tubo de secção circular.

## **Anexo B1 – Bancada de estudo do escoamento do ar num tubo de secção circular.**

*Universidade do Algarve*

*Escola Superior de Tecnologia*

*Ano letivo do Curso 2000/2001*

*Engenharia Mecânica*

*Ramo: Térmica*

*Relatório de Estágio*



*Escoamento no interior de um tubo*

*Docente Orientador:*

*Eng. Armando Inverno*

*Eng. Celestino Ruivo*

*Elaborado por : Henrique Agostinho Catarino*

### Introdução

O objetivo do estágio final do curso de Bacharelato em Engenharia Mecânica foi o de reconstruir uma bancada de ensaios a ser utilizada no apoio às aulas Laboratórios da disciplina de Transmissão de calor do referido curso.

Trata-se de uma bancada com um tubo longitudinal com cerca de 2 metros de comprimento e cuja construção e posterior instrumentação pretendem que seja possível a determinação experimental do coeficiente de transmissão de calor por convecção no interior do tubo, conhecendo as condições de fornecimento de calor entre outras.

No decorrer do estágio foram desenvolvidas atividades de carácter mais prático construção da bancada propriamente dita, atividades de carácter mais teórico com a realização de cálculos e de análise de resultados obtidos nas medições.

Foi ainda possível verificar que o tempo foi em grande parte destinado a corrigir alguns erros difíceis de serem previstos à priori. Por este motivo estas, tarefas sejam por vezes desgastantes. No conjunto global, o trabalho desenvolvido acaba por se verificar gratuito face ao acréscimo de conhecimento que nos trás.

## **Anexo C – Atividade Laboratorial**

Anexo C1 – Disciplinas Laboratoriais

Anexo C2 - Atividades nos Laboratórios por disciplinas

## **Anexo C1 – Disciplinas Laboratoriais**

Ensaio Laboratoriais

### **Desenho**

Ensaio prático 1- Desenho de Instalações

### **Máquinas Elétricas**

Ensaio prático 1-Electromagnetismo

Ensaio prático 2- Motor monofásico de indução

Ensaio prático 3- Sistemas de arranque dos motores, Automatismos Arranque direto com Inversão de Marcha.

Ensaio prático 4- Arranque estrela triângulo automático

Ensaio prático 5- Sistemas de proteção para motores de B.T

### **Eletrónica Geral**

Ensaio prático 1-Polarização do Transístor

### **Instalações Industriais**

Ensaio prático 1- Estudo dos circuitos de uma instalação frigorífica

### **Física III**

Ensaio prático 1- Verificação do divisor de tensão e Teorema de *Thévenin*

Ensaio prático 2-Circuito Ressonante Paralelo

### **Termodinâmica I**

Ensaio prático 1- Determinação Experimental do fator de compressibilidade da pressão de Vapor

Ensaio prático 2- Demonstração do ciclo Frigorífico

### **Termodinâmica II**

Ensaio prático 1- Caracterização do estado higrométrico do ar húmido numa sala utilizando diferentes instrumentos.

Ensaio prático 2- Simulação experimental de processos básicos de condicionamento de ar (situações típicas de Inverno e de Verão).

Ensaio prático 3- Caracterização do conforto térmico em espaços interiores

### **Transmissão de Calor e Massa**

Ensaio prático 1- Secagem de produtos granulares em leito fixo

Ensaio prático 2- Fenómenos da ebulição em torno de um fio mergulhado em água visualizados através de um retroprojektor.

### **Transmissão de Calor II**

Ensaio prático 1- Permutador de calor anular equicorrente/contracorrente

Termodinâmica aplicada II

Ensaio prático 2- Inst. frigorífica experimental circuito de arrefecimento de água  
circuito de arrefecimento de ar.

### **Ar Condicionado**

Ensaio prático 1- Avaliação do Comportamento Térmico de um elemento de construção

Ensaio prático 2- Análise do comportamento da torre de arrefecimento

Ensaio prático 3- Sistema de distribuição de Ar em condutas AVAC. Medição de caudais e de perdas de carga

Ensaio prático 4- Curvas características de um ventilador

### **Fluidos I**

Ensaio prático 1- Aplicação do teorema de *bernoulli*

Tarefas:

Ensaio prático 2 – Análise de circuitos perdas de carga

Ensaio prático 3- Medidor *venturi*

Ensaio prático 4- Impacto de jatos

### **Máquinas térmicas**

Ensaio prático 1- Montagem desmontagem de motores auto.

### **Projeto I**

Ensaio prático 1- Construção de um modelo

### **Projeto II**

Ensaio prático 1- Construir um modelo

### **Energias renováveis**

Ensaio prático1 -Teste de rendimento de um painel solar

### **Automação Industrial**

Ensaio prático 1-Montagem de circuitos pneumáticos

Ensaio prático 2- ligação de autómatos

### **Análise de avarias**

Ensaio prático 1- Simulação de avarias em Inst. Industriais

### **Vibrações e Ruído**

Ensaio prático 1- Simulação de vibrações nos apoios de um motor elétrico

Ensaio prático 2- Simulação de vibrações desequilíbrio de um veio.

### **Oficinas**

Ensaio prático 1- Elaboração de peças ao torno mecânico

## **Anexo C2 - Atividades nos Laboratórios por disciplinas**

Desenho

### **Ensaio prático 1- Desenho de Instalações**

Tarefas:

- 1- Seleção de tubagens para desenho.
- 2- Escolha dos troços da instalação soldada ou roscada.
- 3- Disponibilização das normas NP.
- 4- Apoio de dúvidas sobre nomenclatura e simbologia.

Execução do trabalho:

Ponto 1 - Etiquetagem dos troços de tubagem para distribuição pelos grupos de trabalho

Ponto 2 - Escolha de tubagens sem isolamento e que representem elementos soldados e roscados.

### **Ensaio prático 2- Desenho de Instalações**

Tarefas:

- 1 Desenho de conjunto de uma instalação ou peça.
- 2 Apoio através da apresentação das NP e simbologia utilizada
- 3 Esclarecimentos sobre as instalações em estudo.

## **Máquinas Elétricas**

### **Ensaio prático 1-Electromagnetismo**

Tarefas:

- 1- Preparação do ensaio.
- 2- Verificação da operacionalidade dos equipamentos de medida.

- 3- Apoio aos alunos na montagem dos circuitos elétricos.  
Eletromagnetismo

Como faz:

Ponto 1 - Após pedido referenciado do ensaio pelo docente da cadeira são reunidos os elementos para a execução prática do ensaio.

Ponto 2 - Teste simulado do funcionamento nos vários sectores de medição de leitura dos aparelhos (voltímetro, amperímetro, ohmímetro, wattímetro).

Ponto 3 - Leitura dos esquemas e circuitos elétricos propostos em sintonia com o grupo de trabalho.

### **Ensaio prático 2- Motor monofásico de indução**

Tarefas:

- 1- Preparação do ensaio.
- 2- Verificação da operacionalidade dos equipamentos de medida.
- 3- Apoio aos alunos na montagem dos circuitos elétricos.

Execução do trabalho:

Ponto 1- Após pedido referenciado do ensaio pelo docente da cadeira são reunidos os elementos para a execução prática do ensaio.

Ponto 2 - Teste simulado do funcionamento nos vários sectores de medição de leitura dos aparelhos (voltímetro, amperímetro, ohmímetro, wattímetro).

Ponto 3 - Ensaio do motor em vazio de acordo com o guia de trabalho.

Ponto 4 - Ensaio do motor em carga com a montagem anterior, execução do ensaio de acordo com o guia de trabalho, registo de valores das grandezas medidas.

### **Ensaio prático 3- Sistemas de arranque dos motores, Automatismos Arranque direto com Inversão de Marcha.**

Tarefas:

- 1- Preparação do ensaio.
- 2- Verificação da operacionalidade dos equipamentos de medida.
- 3- Apoio aos alunos na montagem dos circuitos elétricos.

### **Ensaio prático 4- Arranque estrela triângulo automático**

Tarefas:

- 1- Preparação do ensaio.
- 2- Verificação da operacionalidade dos equipamentos de medida
- 3- Apoio aos alunos na montagem dos circuitos elétricos.

### **Ensaio prático 5- Sistemas de proteção para motores de B.T**

Tarefas:

- 1- Preparação do ensaio.
- 2- Verificação da operacionalidade dos equipamentos de medida.
- 3- Apoio aos alunos na montagem e identificação dos circuitos elétricos.

## **Eletrónica Geral**

### **Ensaio pratico 1-Polarização do Transístor**

Tarefas:

- 1- Preparação do ensaio.
- 2- Verificação da operacionalidade dos equipamentos de medida.
- 3- Apoio aos alunos na montagem dos circuitos elétricos.

Ensaio prático 2- Verificação do teorema de *Thévenin* e divisor de tensão

- 1- Preparação do ensaio.
- 2-Verificação da operacionalidade dos equipamentos de medida.
- 3-Apoio aos alunos na montagem dos circuitos elétricos.

## **Instalações Industriais**

### **Ensaio prático 1- Estudo dos circuitos de uma instalação frigorífica**

Tarefas:

- 1- Preparação do ensaio.
- 2- Verificação da operacionalidade dos equipamentos de medida.
- 3- Apoio aos alunos na identificação dos circuitos e componentes da Instalação.
- 4- Medições de grandezas.

### **Física III**

#### **Ensaio prático 1- Verificação do divisor de tensão e Teorema de Thévenin**

Tarefas:

- 1- Preparação do ensaio, Montagem.
- 2- Verificação da operacionalidade dos equipamentos de medida.
- 3- Apoio aos alunos na identificação dos circuitos e componentes da Instalação.
- 4- Medições de grandezas.

#### **Ensaio prático 2-Circuito Ressonante Paralelo**

Tarefas:

- 1- Preparação do ensaio
- 2- Verificação da operacionalidade dos equipamentos de medida
- 3- Condução e apoio aos alunos na montagem dos circuitos elétricos.

### **Termodinâmica I**

#### **Ensaio prático 1- Determinação Experimental do fator de compressibilidade da pressão de Vapor**

Tarefas:

- 1- Preparação do ensaio, Montagem.
- 2- Verificação da operacionalidade dos equipamentos de medida.
- 3- Apoio aos alunos na identificação dos componentes da Instalação.

- 4- Medições de grandezas.
- 5- Registo de dados e cálculos.

### **Ensaio prático 2- Demonstração do ciclo Frigorífico**

Tarefas:

- 1- Preparação do ensaio, Montagem.
- 2- Verificação da operacionalidade dos equipamentos de medida.
- 3- Apoio aos alunos na identificação dos componentes da Instalação.
- 4- Medições de grandezas.
- 5- Registo de dados e cálculos.

Termodinâmica II

Ensaio prático 1- Caracterização do estado higrométrico do ar húmido numa sala utilizando diferentes instrumentos.

Tarefas:

- 1- Preparação do ensaio, Montagem.
- 2- Verificação da operacionalidade dos equipamentos de medida.
- 3- Apoio aos alunos na identificação dos componentes da Instalação
- 4- Medições de grandezas.
- 5- Registo de dados e cálculos

Ensaio prático 2- Simulação experimental de processos básicos de condicionamento de ar (situações típicas de Inverno e de Verão).

Tarefas:

- 1- Preparação do ensaio, Montagem.
- 2- Verificação da operacionalidade dos equipamentos de medida.
- 3- Apoio aos alunos na identificação dos componentes da Instalação.
- 4- Medições de grandezas.
- 5- Registo de dados e cálculos.

### **Ensaio prático 3- Caracterização do conforto térmico em espaços interiores**

Tarefas:

- 1- Preparação do ensaio, Montagem.
- 2- Verificação da operacionalidade dos equipamentos de medida.
- 3- Apoio aos alunos na identificação dos componentes da Instalação.
- 4- Medições de grandezas.
- 5- Registo de dados e cálculos.

### **Transmissão de Calor e Massa**

#### **Ensaio prático 1- Secagem de produtos granulares em leito fixo**

Tarefas:

- 1- Preparação do ensaio, Montagem.
- 2- Verificação da operacionalidade da instalação e dos equipamentos de medida.
- 3- Apoio aos alunos na identificação dos componentes da Instalação.
- 4- Medições de grandezas.
- 5- Registo de dados e cálculos.

#### **Ensaio prático 2- Fenómenos da ebulição em torno de um fio mergulhado em água visualizados através de um retroprojektor.**

Tarefas:

- 1- Preparação do ensaio, Montagem.
- 2- Verificação da operacionalidade da instalação e dos equipamentos de medida.
- 3- Apoio aos alunos na identificação dos componentes da Instalação.
- 4- Medições de grandezas.
- 5- Registo de dados e cálculos.

## **Transmissão de Calor II**

### **Ensaio prático 1- Permutador de calor anular equicorrente/contracorrente**

Tarefas:

- 1- Preparação do ensaio, Montagem.
- 2- Verificação da operacionalidade da instalação e dos equipamentos de medida.
- 3- Apoio aos alunos na identificação dos componentes da Instalação.
- 4- Medições de grandezas.
- 5- Registo de dados e cálculos.

## **Termodinâmica aplicada II**

### **Ensaio prático 1- Inst.frigorífica experimental circuito de arrefecimento de água circuito de arrefecimento de ar.**

Tarefas:

- 1- Preparação do ensaio, Montagem.
- 2- Verificação da operacionalidade da instalação e dos equipamentos de medida.
- 3- Apoio aos alunos na identificação dos componentes da Instalação.
- 4- Medições de grandezas.
- 5- Registo de dados e cálculos.

## **Ar Condicionado**

### **Ensaio prático 1- Avaliação do Comportamento Térmico de um elemento de construção**

Tarefas:

- 1- Preparação do ensaio, Montagem.

- 2- Verificação da operacionalidade da instalação (Simulador experimental do comportamento térmico duma envolvente de betão) e dos equipamentos de medida.
- 3- Apoio aos alunos na identificação dos componentes da Instalação.
- 4- Medições de grandezas.
- 5- Registo de dados e cálculos.

### **Ensaio prático 2- Análise do comportamento da torre de arrefecimento**

Tarefas:

- 1- Preparação do ensaio, Montagem.
- 2- Verificação da operacionalidade da instalação e dos equipamentos de medida.
- 3- Apoio aos alunos na identificação dos componentes da Instalação
- 4- Medições de grandezas.
- 5- Registo de dados e cálculos.

### **Ensaio prático 3- Sistema de distribuição de Ar em condutas AVAC. Medição de caudais e de perdas de carga**

Tarefas:

- 1- Preparação do ensaio, Montagem.
- 2- Verificação da operacionalidade da instalação e dos equipamentos de medida.
- 3- Apoio aos alunos na identificação dos componentes da Instalação.
- 4- Medições de grandezas.
- 5- Registo de dados e cálculos.

### **Ensaio prático 4- Curvas características de um ventilador**

Tarefas:

- 1- Preparação do ensaio, Montagem.

- 2- Verificação da operacionalidade da instalação e dos equipamentos de medida.
- 3- Apoio aos alunos na identificação dos componentes da Instalação
- 4- Medições de grandezas
- 5- Registo de dados e cálculos

## **Fluidos I**

### **Ensaio prático 1- Aplicação do teorema de *Bernoulli***

Tarefas:

- 1- Preparação do ensaio, Montagem.
- 2- Verificação da operacionalidade da instalação e dos equipamentos de medida.
- 3- Apoio aos alunos na identificação dos componentes da Instalação.
- 4- Medições de grandezas.
- 5- Registo de dados e cálculos.

### **Ensaio pratico2 – análise de circuitos perdas de carga**

Tarefas:

- 1- Preparação do ensaio, Montagem.
- 2- Verificação da operacionalidade e dos equipamentos de medida.
- 3- Apoio aos alunos na identificação dos componentes da Instalação.
- 4- Medições de grandezas.
- 5- Registo de dados e cálculos.

### **Ensaio prático 3- Medidor *venturi***

Tarefas:

- 1- Preparação do ensaio, Montagem.

- 2- Verificação da operacionalidade da dos equipamentos de medida.
- 3- Apoio aos alunos na identificação dos componentes da Instalação.
- 4- Medições de grandezas.
- 5- Registo de dados e cálculos.

#### **Ensaio prático 4- Impacto de jatos**

Tarefas:

- 1- Preparação do ensaio, Montagem.
- 2- Verificação da operacionalidade da e dos equipamentos de medida.
- 3- Apoio aos alunos na identificação dos componentes da Instalação
- 4- Medições de grandezas
- 5- Registo de dados e cálculos

#### **Máquinas térmicas**

##### **Ensaio prático 1- Montagem desmontagem de motor auto.**

Tarefas:

- 1- Preparação do ensaio.
- 2- Apoio aos alunos na identificação dos componentes da Instalação.
- 3- Desmontagem.
- 4- Montagem.

#### **Projeto I**

##### **Ensaio prático 1- Construção de um modelo**

Tarefas:

- 1- Preparação do ensaio, Montagem.

- 2- Verificação da operacionalidade da instalação e dos equipamentos de medida.
- 3- Apoio aos alunos na identificação dos componentes da Instalação.
- 4- Medições de grandezas.
- 5- Registo de dados e cálculos.

## **Projeto II**

### **Ensaio prático 1- Construir um modelo**

Tarefas:

- 1- Preparação do ensaio, Montagem.
- 2- Verificação da operacionalidade da instalação e dos equipamentos de medida.
- 3- Apoio aos alunos na identificação dos componentes da Instalação
- 4- Medições de grandezas.
- 5- Registo de dados e cálculos.

## **Energias renováveis**

### **Ensaio prático1 -Teste de rendimento de um painel solar**

Tarefas:

- 1- Preparação do ensaio, Montagem.
- 2- Verificação da operacionalidade da instalação e dos equipamentos de medida.
- 3- Apoio aos alunos na identificação dos componentes da Instalação.
- 4- Medições de grandezas.
- 5- Registo de dados e cálculos.

## **Automação Industrial**

### **Ensaio prático 1-Montagem de circuitos pneumáticos**

Tarefas:

- 1- Preparação do ensaio, Montagem.
- 2- Verificação da operacionalidade da instalação e dos equipamentos de medida.
- 3- Apoio aos alunos na identificação dos componentes da Instalação.
- 4- Medições de grandezas.
- 5- Registo de dados e cálculos.

### **Ensaio prático 2- ligação de autómatos**

Tarefas:

- 1 Preparação do ensaio, Montagem.
- 2 Verificação da operacionalidade da instalação e dos equipamentos de medida.
- 3 Apoio aos alunos na identificação dos componentes da Instalação.
- 4 Medições de grandezas.
- 5 Registo de dados e cálculos.

## **Análise de avarias**

### **Ensaio prático 1- Simulação de avarias em Inst. Industriais**

- 1- Preparação do ensaio, Montagem.
- 2- Verificação da operacionalidade da instalação e dos equipamentos de medida.
- 3- Apoio aos alunos na identificação dos componentes da Instalação
- 4- Medições de grandezas.

- 5- Registo de dados e cálculos.

## **Vibrações e Ruído**

### **Ensaio prático 1- Simulação de vibrações nos apoios de um motor elétrico**

Tarefas:

1. Preparação do ensaio, Montagem.
2. Verificação da operacionalidade da instalação e dos equipamentos de medida.
3. Apoio aos alunos na identificação dos componentes da Instalação.
4. Medições de grandezas.
5. Registo de dados e cálculos.

## **Oficinas**

### **Ensaio prático 1- Elaboração de peças ao torno**

Tarefas:

- 1- Elaboração dos trabalhos.
- 2- Construção de unidades experimentais.
- 3- Apoio aos alunos na construção de peças do projeto
- 4- Utilização de ferramentas mecânicas.
- 5- Utilização de ferramentas de precisão.

Carga ocupacional dos Laboratórios

Apoio informático

Tarefas:

1. Mapeamento da carga ocupacional letiva nos laboratórios.
2. Quadros sinópticos anuais.
3. Realização de mapas e representação gráfica da ocupação.
4. Carga horária.

Inventariação

Fichas de Equipamento

Tarefas:

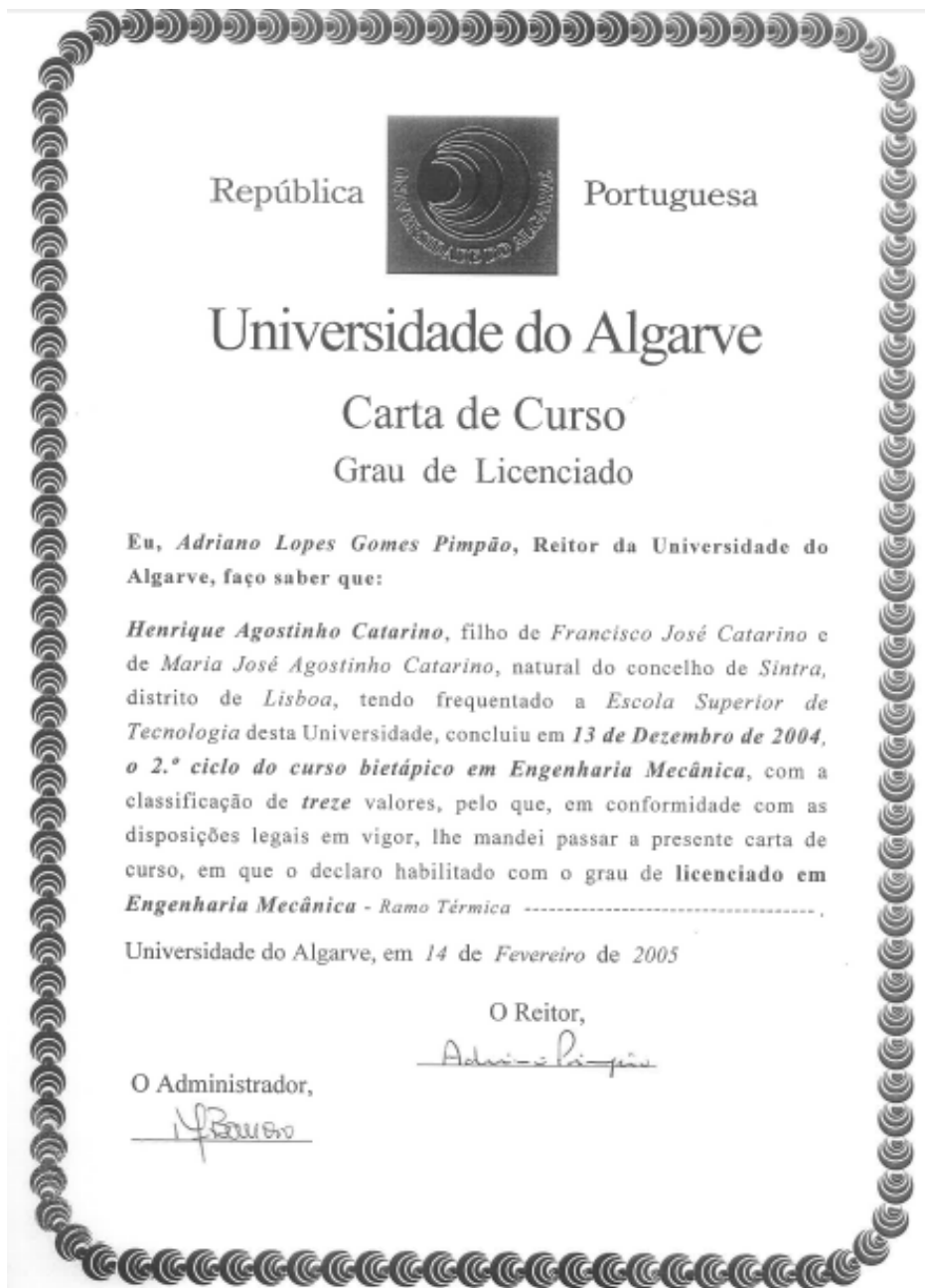
1. Preenchimento de fichas de identificação dos equipamentos.


## **Anexo D – Certidões de habilitações**

Anexo D.1 – Carta de curso em Eng<sup>a</sup>. Mecânica

Anexo D.2 – Certidão de habilitações – Curso de Bacharelato Engenharia Mecânica

Anexo D.3 – Certidão de habilitações – do 12<sup>o</sup> ano da via de ensino

**Anexo D.1 – Carta de curso em Eng<sup>a</sup>. Mecânica**

**Anexo D.2 – Certidão de habilitações – Curso de Bacharelato Engenharia Mecânica**

República Portuguesa

Universidade do Algarve

Carta de Curso  
Grau de Bacharel


Eu, *Adriano Lopes Gomes Pimpão* -----  
Reitor da Universidade do Algarve, faço saber que:  
*Henrique Agostinho Catarino* -----  
filho de *Francisco José Catarino* -----  
e de *Maria José Agostinho Catarino* -----  
natural de *Sintra \* Lisboa* -----  
tendo frequentado a *Escola Superior de Tecnologia* -----  
desta Universidade, concluiu em *27 de Junho de 2002*, o *1.º ciclo do*  
*curso bietápico em Engenharia Mecânica* -----  
com a classificação de *treze* ----- valores, pelo que, em  
conformidade com as disposições legais em vigor, lhe mandei  
passar a presente carta de curso, em que o declaro habilitado com o  
grau de bacharel em *Engenharia Mecânica – Opção Térmica* -----.

Universidade do Algarve, em *20 de Abril de 2004*

O Reitor,  
*Adriano Pimpão*

O Administrador,  
*N. Barros*



  
 MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

**CERTIDÃO DE *Habilitações***

*Antes Amantins Lourenço* *Supervisor Oficial, excedendo-lhe*  
*galmeio ao funcao de* *Escola Secundaria de São João*  
 chefe dos Serviços Administrativos de *Escola Secundaria de São João*  
 certifica, em cumprimento do despacho exarado no requerimento arquivado nos serviços administrativos deste Estabelecimento de Ensino, que *Henrique Agostinho Catarino*  
 filho de *Manoel José Catarino*  
 nascido em *02.11.1961* na freguesia de *Amaluz*, concelho de *Sintra*, frequentou/concluiu nesta Escola, no ano lectivo 19 *85/86*  
 o *Primeiro Segundo Ano*, de escolaridade de *Sin de 9.º*  
*se (Curso de 9.º ano), plano de curso com total no m.º*  
*pa. 1.º ano e a Pontuação mínima seiscentos e oitenta e quatro, para oitenta e um de onze de Agosto.*  
 - *Obter as seguintes classificações nas disciplinas que se integram:*  
 - *Matemática, disciplina base. Aprovech. com. 100.º*  
*71 (73) valores.*  
 - *História. 100 (23) valores.*  
 - *Geografia. 100 (20) valores.*

Mod. DGP A/76 N.º actualizaç. 5/86



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

**CERTIDÃO DE HABILITAÇÕES**  
DE DIPLOMA

Emol.  
67850  
80

--- MARIA MIOSETE DOS SANTOS RODRIGUES DE ALMEIDA GOUVEIA ---  
 Chefe dos Serviços Administrativos de ESCOLA SECUNDÁRIA TOMÁS CABREIRA EM FARO ---  
 certifica, em cumprimento do despacho exarado no requerimento arquivado nos serviços adminis-  
 trativos deste Estabelecimento de Ensino, que HENRIQUE AGOSTINHO CATARINO ---  
 ---  
 filho de Francisco José Catarino ---  
 ---  
 nascido em 02 / 11 / 61, na freguesia de Queluz --- concelho  
 de Sintra-Lisboa --- ~~concluiu~~ concluiu nesta Escola, no ano lectivo 1953 / 54  
 O CURSO COMPLEMENTAR DE ELECTROTECNIA, regulado pela Circular T-ES-11/75 de  
 20 de Agosto de 1975, da Direcção Geral de Ensino Secundário, com a média final  
 de: 14 (catorze) valores. ---  
 --- DISCIPLINAS E RESPECTIVAS MEDIAS FINAIS: ---  
 --- Português - 12 (doze) valores. ---  
 --- Francês/ Inglês - 14 (catorze) valores. ---  
 --- Matemática - 11 (onze) valores. ---  
 --- Física - 14 (catorze) valores. ---  
 --- Química - 14 (catorze) valores. ---  
 --- Introdução à Política - 13 (treze) valores. ---  
 --- Electrotecnia - 13 (treze) valores. ---  
 --- Instalações Eléctricas - 15 (quinze) valores. ---  
 --- Desenho Esquemático - 16 (dezasseis) valores. ---  
 --- Luminotecnia - 16 (dezasseis) valores. ---  
 ---  
 ---

## **Anexo E – Termos de Posse/Notação periódica**

Anexo E.1 – Reclassificação “Técnico Superior de 2ª classe”

Anexo E.2 – Termo de posse “Técnico Principal Especialista”

Anexo E.3 – Termo de posse “Técnico Profissional Principal”

Anexo E.4 – Termo de posse “Técnico auxiliar de 2ª Classe”

### Anexo E.1 – Reclassificação “Técnico Superior de 2ª classe”

**Termo de aceitação de nomeação**

REGISTRO DO DOCUMENTO  
Emissão e Digitalização  
Data: 17/08/2003  
*João Gomes*

**Ministério — Serviço/Organismo**

MINISTERIO DA CIENCIA E DO ENSINO SUPERIOR  
UNIVERSIDADE DO ALGARVE

**Identificação do nomeado**

Nome completo HENRIQUE AGOSTINHO CATARINO

Bilhete de identidade n.º 6270782 Válido até 23-03-2004

**Nomeação**

Cargocategoria Técnico de 2ª classe- área de apoio ao ensino e investigação  
Modalidade de nomeação Definitiva, com efeitos a partir de 14 de Julho de 2003.

Entidade que nomeou Reitor Em 20-06-2003

Por competência própria  Por delegação

Fiscalização do Tribunal de Contas ISENTA Publicação 14-07-2003

**Aceitação**

Data e local: 04-08-2003, Reitoria da Universidade do Algarve


O Nomeado,

*Henrique Agostinho Catarino*

Entidade que confirma a nomeação (nome e cargocategoria): Prof. Doutor Adriano Lopes Gomes  
Piripão, o Reitor

Por competência própria  Por delegação

*Adriano Lopes*



200210120 2003

Modelo n.º 1383 (Exclusivo da Imprensa Nacional-Casa da Moeda, L.P.)

**Observações**

Esta nomeação é feita se sequência de reclassificação profissional.

**Anexo E.2 – Termo de posse “Técnico Principal Especialista”**

**Termo de aceitação de nomeação**

25/09/2001  
 Valdeleg

**Ministério – Serviço/Organismo**  
 MINISTERIO DA EDUCACAO  
 UNIVERSIDADE DO ALGARVE

**Identificação do nomeado**  
 Nome completo HENRIQUE AGOSTINHO CATARINO  
 Bilhete de identidade n.º 6270782 Válido até 23 - 03 - 2004

**Nomeação**  
 Cargo/categoria Técnico Profissional Especialista-área de apoio ao ensino investigação  
 Modalidade de nomeação Definitiva, com efeitos a partir de 17/08/2001  
 Entidade que nomeou Reitor Em 23 - 07 - 2001  
 Por competência própria  Por delegação   
 Fiscalização do Tribunal de Contas #SENTO- Publicação 17 - 08 - 2001

**Aceitação**  
 Data e local: 31 - 08 - 2001, Reitoria da Universidade do Algarve  
 O Nomeado,  
 Henrique Agostinho Catarino  
 Entidade que confirma a nomeação (nome e cargo/categoria): Prof. Doutor Adriano Lopes  
 Gomes Pinheiro, o Reitor  
 Por competência própria   
 Por delegação   
 Adriano Lopes Pinheiro





Modelo n.º 1069 (Edição de 1996, S.A.)

**Anexo E.3 – Termo de posse “Técnico Profissional Principal”****Termo de posse**

— Ministério – Serviço/Organismo —  
 MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
 UNIVERSIDADE DO ALGARVE

— Identificação do nomeado —  
 Nome completo Henrique Agostinho Catarino  
 Bilhete de identidade n.º 6270782 Válido até 23 \_ 03 \_ 04

— Nomeação —  
 Cargo/categoria Técnico Profissional Principal  
 Modalidade de nomeação Definitiva  
 Entidade que nomeou Reitor da Universidade do Algarve Em 26 \_ 04 \_ 99  
 Por competência própria  Por delegação   
 Fiscalização do Tribunal de Contas - - Isento Publicação 21 \_ 05 \_ 99  
 Rectificada em 15-06-99

— Posse —  
 Eu, abaixo assinado, afirmo solenemente, pela minha honra, que cumprirei com lealdade as funções que me são confiadas.  
 Data e local 01. 07 \_ 99 , Reitoria da Universidade do Algarve  
 O Nomeado,  
  
 Entidade que confere a posse (nome e cargo/categoria): Prof. Doutor Adriano Lopes Gomes Pimpão, o Reitor  
 Por competência própria   
 Por delegação   




Modelo n.º 1082 (Pictograma NCM (I) P) E

**Anexo E.4 – Termo de posse “Técnico auxiliar de 2ª Classe”**

Ministério da Educação e Cultura

(a) Direcção Geral do Ensino Superior

(b) Instituto Politécnico de Faro

**TERMO DE POSSE**

Ano 1986  
N.º 23/86

Nome Henrique Agostinho Catarino

Bilhete de identidade n.º 6270782 Arquivo de identificação Lisboa Data 10 / 04 / 85  
Cargo ou lugar Técnico Auxiliar de 2ª Classe, contratado além do quadro

Vaga que preenche ---

Forma de provimento (1) Contrato, além do quadro

Data do despacho e entidade que o subscreveu 20 / 11 / 85 do Presidente da Comissão Instaladora do Instituto Politécnico de Faro, proferido por Delegação do Ministro da Educação e Cultura

Disposições legais que autorizam o provimento Artº 28º do Decreto-Lei nº 513-LI/79 de 27 de Dezembro, com as alterações do Decreto-Lei nº 131/80 de 17 de Maio, Artºs 12º, 13º e alíneas a) e c) do nº 1 do Artº 14º do Decreto-Lei nº 41/84 de 3 de Fevereiro

Data do visto do Tribunal de Contas 15 / 01 / 86

Publicação no "Diário da República", n.º 84 em 11 / 04 / 86

Local da posse Gabinete do Presidente da Comissão Instaladora do Instituto Politécnico de Faro.

Nome e categoria do empossante Professor Doutor Carlos Alberto Lloyd Braga, Presidente da Comissão Instaladora do Instituto Politécnico de Faro.

O empossado prestou juramento nos termos da lei.

Observações e averbamentos (4) A presente Posse é assinada pelo Empossante, pelo Empossado e pelo Lavrante.

Instituto Politécnico de Faro, em 16.04.86

O Empossante [Assinatura]

O Empossado Henrique Agostinho Catarino

O Lavrante [Assinatura]

**Anexo E5 - Notação periódica**

## AVALIAÇÃO DO PERCURSO NA UALG

Técnico superior

Henrique Agostinho Catarino

## Avaliação de desempenho de funções

Categoria	Notação serviço	Periodo notação	Classificação obtida	Classificação serviço
Técnico aux. 2ª classe	1987	1986	10	Mto.Bom
Técnico aux. 2ª classe	1988	1987	10	Mto.Bom
Técnico aux. 2ª classe	1989	1988	9.63	Mto.Bom
Técnico aux. 2ª classe	1990	1989	9.75	Mto.Bom
Técnico aux. 2ª classe	1991	1990	9.63	Mto.Bom
Técnico aux. 2ª classe	1992	1991	9.75	Mto.Bom
Técnico aux. 2ª classe	1993	1992	9.63	Mto.Bom
Técnico aux. 1ª classe	1994	1993	9.63	Mto.Bom
Técnico aux. 1ª classe	1995	1994	10	Mto.Bom
Técnico aux. 1ª classe	1996	1995	9	Mto.Bom
Técnico aux. 1ª classe	1997	1996	10	Mto.Bom
Técnico aux. Principal	1998	1997	10	Mto.Bom
Técnico Prof. Principal	1999	1998	9.75	Mto.Bom

Técnico Prof. Principal	2000	1999	10	Mto.Bom
Técnico Prof. Principal	2001	2000	10	Mto.Bom
Técnico Prof. Especialista	2002	2001	10	Mto.Bom
Técnico Prof. Especialista	2003	2002	10	Mto.Bom
Técnico 2ª classe	2004	2003	10	Mto.Bom
Técnico 2ª classe	2005	2004		Bom
Técnico 2ª classe	2006	2005	8,1	Bom
Técnico 2ª classe	2007	2006	3.94	Bom
Técnico 2ª classe	2008	2007	3,9	Bom
Técnico 2ª classe	2009	2008	4.599	Relevante
Técnico Superior	2010	2009	4.439	Relevante
Técnico Superior	2011	2010	4.279	Relevante
Técnico Superior	2012	2011	3.999	Adequado
Técnico Superior	2013	2012	4,119	Relevante

Tabela1- Notação periódica

Progressão na carreira

Técnico auxiliar 2ª classe (1986-1992), (7 anos)

Técnico auxiliar 1ª classe (1993-1996), (4anos)

Técnico auxiliar Principal (1997), (1anos)

Técnico Prof. Principal (1998-2000), (3anos)

Técnico Prof. Especialista (2001-2002), (1 anos)

Técnico 2º classe (2003-2008), (6 anos)

Técnico Superior (2009-2013), (5anos)

Total de tempo de serviço 27 (anos)

Contrato administrativo de provimento

26-04-1986 - Técnico auxiliar 2ª classe

15-11-1996 - Tec. Auxiliar principal.

26-04-1999 Técnico profissional principal

17-08-2001 Técnico profissional especialista

20-06-2003-Tec.de 2ª classe (reclassificação)

01-01-2009- Técnico Superior (Contrato CTF por tempo indeterminado).



## UNIVERSIDADE DO ALGARVE

## DECLARAÇÃO

Para efeitos de concurso e a pedido da interessada, declara-se que **Henrique Agostinho Catarino** é funcionário da Universidade do Algarve, com nomeação definitiva e com a categoria de técnico profissional principal, contando até à presente data, o seguinte tempo de serviço:

Na função pública: 15 anos 01 mes 01 dia  
Na carreira: 15 anos 01 mes 01 dia  
Na categoria: 04 ans 06 meses 02 dias

## Classificação de serviço:

Ano de 1997 Muito Bom (9,62)  
Ano de 1998 Muito Bom (9,75)  
Ano de 1999 Muito Bom (9,75)

Universidade do Algarve, 16 de Maio de 2001

A Directora de Serviços de Recursos Humanos

*Mariara Farrusco*  
(Mariara Farrusco)



UNIVERSIDADE DO ALGARVE

<p><b>Parecer:</b>                  Foi-me, por escrito, informado que a comissão que avalia o estado de desempenho dos funcionários nos diferentes níveis de desempenho, para efeitos da avaliação de desempenho, concluiu que o Sr. Henrique Agostinho Catarino, encontra-se em situação de desempenho relevante.</p> <p><b>INFORMAÇÃO</b>                  De: Divisão de Recrutamento e Desenvolvimento                  Para: Exma. Senhora Directora dos Serviços de Recursos Humanos</p>	<p><b>Despacho:</b>                  Visto. Concordo. Os efeitos da Avaliação de Desempenho devem repercutir-se no período de 30 dias de férias.</p> <p>26 de Setembro de 2011                  N.º 319/2011                  13-09-2011</p>
---	--

ASSUNTO: Efeitos da Avaliação de Desempenho  
 Artigo 52.º da Lei n.º 66-B/2007, de 28 de Dezembro

Relativamente ao assunto acima mencionado informo o seguinte:

1. Estabelece o n.º 5 do artigo 52.º da Lei n.º 66-B/2007, de 28 de Dezembro (SIADAP), que o reconhecimento de Desempenho relevante em três anos consecutivos confere ao trabalhador, no ano seguinte, o direito a três dias de férias ou, por opção deste, a correspondente remuneração.
2. Encontrando-se o processo de avaliação de desempenho de 2010 quase concluído (restam homologar apenas 6 fichas de avaliação), apresenta-se em aditamento as informações DSRH n.º 147/2011, de 28 de Abril e DSRH n.º 256/2011, de 12 de Julho, nova listagem de trabalhadores que reúnem os requisitos atrás referidos.
3. Assim, têm direito a direito a 3 dias de férias no ano de 2011, ao abrigo n.º 5 do artigo 52.º do SIADAP:

**Henrique Catarino**

**De:** Ildio Mestre <imestre@ualg.pt>  
**Enviado:** terça-feira, 18 de Outubro de 2011 10:47  
**Para:** Rosa Martins  
**Cc:** Adriano Pinto; Helena Barras (Contabilidade/DSF-ISE); Henrique Catarino (Lab)  
**Assunto:** FW: Efeitos decorrentes da avaliação de desempenho  
**Anexos:** scan.pdf

Rosa,  
 Para conhecimento.  
 IM

**De:** Sandra Alberto [<mailto:salberto@ualg.pt>]  
**Enviada:** segunda-feira, 17 de Outubro de 2011 17:57  
**Para:** [imestre@ualg.pt](mailto:imestre@ualg.pt)  
**Cc:** [assiduidades@ualg.pt](mailto:assiduidades@ualg.pt); Dra. Sílvia Cabrita  
**Assunto:** Efeitos decorrentes da avaliação de desempenho

Exmo. Sr. Diretor do Instituto Superior de Engenharia,

No âmbito dos efeitos decorrentes da avaliação de desempenho e nos termos da informação que segue em anexo, os trabalhadores abaixo identificados têm direito a mais 3 dias de férias no ano de 2011, ao abrigo do n.º 5 do artigo 52.º do SIADAP.

Nome	Categoria	Avaliação de Desempenho 2008	Avaliação de Desempenho 2009	Avaliação de Desempenho 2010
Adriano José Amado Correia Pinto Pires	Especialista grau 1-N2	Muito Bom (4,390)	Relevante (4,599)	Relevante (5,000)
Helena Custódia Portada Pancinha Barras	Assistente Técnico	Relevante (4,480)	Excelente (4,820)	Relevante (4,820)
Henrique Agostinho Catarino	Técnico Superior	Relevante (4,599)	Relevante (4,439)	Relevante (4,279)

Com os melhores cumprimentos,  
 Sandra Alberto Leitão

Divisão de Administração e Processamento  
 Direcção de Serviços de Recursos Humanos  
 Universidade do Algarve, Campus da Penha, 8005-139 Faro  
 Tel: +351 289 800 100 Ext: 6992 E-mail: [salberto@ualg.pt](mailto:salberto@ualg.pt)

## **Anexo F – Ações de formação e Formação Profissional**

Anexo F.1 – Curso de formação dessalinização com recurso a energias renováveis de 23 a 26 de Fevereiro de 2010, na Universidade do Algarve em Faro.2010

Anexo F.2 – Ação de formação Psicrometria Aplicada AVAC em 19-06-2006, duração de 12 horas. 2006

Anexo F.3 – Certificação profissional em Técnico de Instalações Solares Térmicos “Instalador Solar térmico” 2005

Anexo F.4 – Ação de formação Dimensionamento e Simulação de Instalações Produtoras de Frio com Acumulação de Energia Latente (Bancos de Gelo) 2000

Anexo F.5 – Ação de formação Térmica de Edifícios – Regulamentação Técnica: RCCTE e RSECE

Anexo F.6 - Curso Princípios Gerais de Administração Pública e sua relação com o atendimento Público

Anexo F 7 - Formação Profissional com apoio do Fundo Social Europeu Curso de Mecânico de Frio

**Anexo F.1 – Curso de formação dessalinização com recurso a energias renováveis de 23 a 26 de Fevereiro de 2010, na Universidade do Algarve em Faro.2010**



**Anexo F.2 – Ação de formação Psicometria Aplicada AVAC em 19-06-2006, duração de 12 horas. 2006**



Universidade do Algarve  
Escola Superior de Tecnologia  
Área Departamental de Engenharia Mecânica

***Certificado de Frequência***

Certifica-se que Henrique Agostinho Catarino  
frequentou a ação de formação **Psicometria Aplicada-AVAC**, realizada nos dias 19 e 20 de Junho de 2006 com a duração de 12 horas.

Faro, 20 de Junho de 2006

O Presidente do Conselho Directivo

  
(Francisco Calhau)

UNIVERSIDADE DO ALGARVE  
ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA  
FARO

### Anexo F.3 – Certificação profissional em Técnico de Instalações Solares Térmicos “Instalador Solar térmico” 2005





MINISTÉRIO DA ECONOMIA E  
DA INOVAÇÃO

MINISTÉRIO DO TRABALHO E  
DA SOLIDARIEDADE SOCIAL

# SNCP

SISTEMA NACIONAL DE CERTIFICAÇÃO PROFISSIONAL

## CERTIFICADO DE APTIDÃO PROFISSIONAL

(Decreto Lei n.º 93/92, de 23 de Maio e Decreto Regulamentar n.º 68/94, de 26 de Novembro)

Certifica-se que **Henrique Agostinho Catarino**, nascido em 1961-11-02, natural de Sintra, portador do Bilhete de Identidade nº 6270782, emitido pelo Arquivo de Identificação de Faro em 2004-03-10, possui as competências necessárias ao exercício da profissão de **Técnico Instalador de Sistemas Solares Térmicos** de acordo com o definido no correspondente perfil profissional.



Direcção Geral  
de Geologia e Energia

Direcção-Geral de Geologia e Energia, entidade certificadora competente para a certificação profissional dos Técnicos Instaladores de Sistemas Solares Térmicos, conforme Portaria nº 1451/2004, de 26 de Novembro.

Lisboa, 30 de Novembro de 2005

O Director-Geral

(Miguel Barreto)

Certificado Nº 03/SOL/10087  
mod. DGGE-039

Válido até 2008-11-29

Duração: 40 horas;

Classificação final de 13,0 valores.

### Plano curricular

Estudo prévio:

- Caracterização do edifício e da sua envolvente;
- Identificação e caracterização das necessidades (AQS, AC, Piscina, etc.);
- Escolha da energia de apoio;
- Cálculo térmico prévio;
- Implantação / Estudo de sombras / área disponível;
- Integração arquitetónica;
- Inclinação ótima/ inclinação escolhida;
- Determinação da área instalável;
- Estratégias de funcionamento (prioridade ao sol);
- Escolha do(s) depósito(s) de acumulação;
- Escolha do(s) depósito(s) de apoio;
- Esquema unifilar;
- Desenho do “*Layout*” do sistema;
- Cálculo térmico final;
- Valia ambiental;

Dimensionamento:

- Associação dos coletores;
- Dimensionamento do circuito primário;
- Caudal do circuito primário;
- Cálculo de perdas de carga;

- Escolha da bomba;
- Escolha da pressão do primário e definição dos equipamentos de segurança;
- Determinação do conteúdo do primário;
- Tipo de circuito secundário;
- Dimensionamento do permutador;
- Dimensionamento dos vasos de expansão (primário e secundário);
- Escolha do sistema de controlo (termostato diferencial, autómato, etc...);
- Estrutura de suporte dos coletores e depósitos;
- Suporte de canalizações;
- Liras de dilatação ou outros sistemas;
- Atravessamentos de placas e telhados;
- Isolamento térmico (materiais, compatibilidade c/ temperaturas, etc...);
- Quadro com os modos de funcionamento;
- Monitorização permanente/esporádica;

#### Arranque e teste:

- Procedimentos de instalação / teste e arranque;
- Instruções p/ verificação de performances;
- Manual de utilização;
- Segurança;

Avaliação final por teste.

## Anexo F.4 – Ação de formação Dimensionamento e Simulação de Instalações Produtoras de Frio com Acumulação de Energia Latente (Bancos de Gelo) 2000

Duração 15 horas, realizada na Escola Superior de Tecnologia nos dias 24 e 25/03/2000.



### Anexo F.5 – Ação de formação Térmica de Edifícios – Regulamentação Técnica: RCCTE e RSECE

Duração de 15 horas realizada na Escola Superior de Tecnologia nos dias 17 /18 /03/2000.



### **Anexo F.6 - Curso Princípios Gerais de Administração Pública e sua relação com o atendimento Público**

Duração 15horas no período de 20/09/1999 a 24/09/99, realizado na Universidade do Algarve.



**Anexo F 7 - Formação Profissional com apoio do Fundo Social Europeu  
Curso de Mecânico de Frio**

Duração de 200 horas, em 17/11/87.



**CONTEÚDO PROGRAMÁTICO****MÓDULO 1 - FISICA BÁSICA ( 30 Horas)**

- a) Fundamentos sobre as grandezas físicas e sua medição.  
Instrumentos de medida mais utilizados.
- b) Processos de transferência de calor verificados no ciclo frigorífico.  
Representação gráfica do ciclo. Diagramas.
- c) Estudo do ciclo frigorífico por compressão mecânica de vapores.
- d) Fluidos frigoríficos mais usados, sua composição, propriedades e cuidados no seu manuseamento.

**MÓDULO 2 - TECNOLOGIA DAS INSTALAÇÕES FRIG. ( 60 Horas)**

- a) Componentes fundamentais de um circuito frigorífico: compressor, evaporador, condensador, válv. termostática, acumulador de líquido e tubagem de f.f. e seu isolamento.
- b) Estudo do funcionamento do compressor alternativo: válvulas sistema de lubrificação, tipos de óleo.
- c) Particularidades práticas da montagem dos diversos componentes: exercícios práticos oficinais - técnicas de soldadura, alinhamento de veios, etc.,.

**MÓDULO 3 - AUTOMATISMOS, INSTALAÇÕES ELECT. ( 70 Horas)**

- a) Automatismos básicos de uma instalação frigorífica, estudo do termostato, pressostato, válvula electromagnética.
- b) Outros dispositivos de expansão do f.f. que não a válvula termostática.
- c) Estudo de uma instalação tipo para uma câmara de conservação de ref. ou cong. e de uma instalação de frigoríficos domésticos.
- d) Instalações eléctricas de potência e de controle.  
Motores eléctricos e sua protecção.

**MÓDULO 4 - CASOS DE MARCHA DAS INSTALAÇÕES FRIG. (40 Horas)**

Casos mais frequentemente observados no arranque e marcha das instalações frigoríficas: regras fundamentais a observar:

- a) Carga de uma instalação com f.f.
- b) realização de vácuo num circuito frigorífico ou parte dele.
- c) Válvula de expansão muito aberta e muito fechada.
- d) Extração de incondensáveis, etc.,.

## **Anexo G – Cursos de formação Técnica Profissional**

Anexo G.1 – Formador no Curso de Mecânicos de frio. Formação profissional  
Apirac “*Retrofit* de gases frigoríficos”

**Anexo G.1 – Formador no Curso de Mecânicos de frio. Formação profissional Apirac “Retrofit de gases frigoríficos”**

CURSO Técnico de Manuseamento de Fluidos Frigorígenos

A preencher pelos serviços      Nome do Formador:

Módulo / Disciplina:

Local: Universidade do Algarve      Duração (H) 36h

Escola Superior de Tecnologia

Data: 06-06-07      Teóricas

Horário      19H às 22H      Práticas      X

## Sumário 1

Apresentação geral da formação prática.

Conteúdos: Composição do equipamento de soldadura por brasagem, noções práticas de soldadura a oxiacetileno, e regras de segurança na utilização do referido posto de soldadura.

Corte de tubos de cobre, abocardamentos de tubo, expansão de tubos para posterior soldadura.

Cuidados a reter, com a apara e acabamentos do cobre na zona de vedação quando abocardado. Dobragem do tubo de cobre a vários ângulos utilizando ferramenta de dobragem.

Soldadura oxiacetilénica com varetas com, a composição de cobre e prata a 40% em de troços de cobre preparados para o efeito.

Verificação das pressões de trabalho (acetileno e oxigénio) nos referidos ensaios de soldadura.

Breves noções da constituição da máquina, de recuperação dos fluidos frigoríficos.

Apresentação dos vários cenários possíveis de utilização da mesma.

Apresentação das unidades *split* disponíveis, para as manobras de carga e descarga do fluido refrigerante R22.

Sensibilização para as descargas negligentes, de refrigerantes das unidades desmontadas.

## CURSO Técnico de Manuseamento de Fluidos Frigoríficos

Data: 08-06-07    Teóricas

Horário      19H às 22H    Práticas      X

### Sumário2

Utilização, da máquina Ecobuddy em manobras de carga e recuperação de gás refrigerante *freon* 22. Distribuição, dos potenciais esquemas de utilização e compreensão dos mesmos, face a diferentes velocidades de recuperação e carga.

Apresentação do *split* Sanio e dos elementos constituintes da instalação.

Recolha do gás refrigerante freon 22.

Utilização da balança para visualizar o refrigerante recuperado.

Vácuo ao *split* Mitsubishi e posterior carga de gás refrigerante pelo esquema C da recuperadora de gás Ecobuddy.

Isolamento da garrafa de armazenamento para carga rápida do *split* Mitsubishi.

Arrefecimento da garrafa, para facilitar a recuperação do refrigerante do *split* Sanyo.

Chamadas de atenção, para as purgas do refrigerante nos processos utilizados, assim como para o residual de refrigerante armazenado na recuperadora.

### CURSO Técnico de Manuseamento de Fluidos Frigoríficos

Local: Universidade do Algarve Duração (H) 36h

Escola Superior de Tecnologia

Data: 12-06-2007 Teóricas

Horário 19H às 22H Práticas X

### Sumário3

Sensibilização, para a segurança em operações de manuseamentos dos fluidos frigoríficos.

Procedimento para a carga do refrigerante r22 na unidade Sanio.

Utilização da máquina de recuperação Ecobuddy, nas operações de carga do refrigerante R22.

Apresentação do gráfico pressão versus entalpia e enquadramento com a instalação em estudo.

Observação das variações de temperatura, na região sobreaquecida (sobreaquecimento) e na região de líquido subarrefecido (subarrefecimento).

Verificação da carga efetiva da instalação Sanio:

-Através da balança (pela diferença de peso) do delta T de sobreaquecimento (pressão/temperatura) e termómetro de contacto na linha.

Recuperação da carga do refrigerante na unidade Mitsubishi:

-Ligação dos manómetros de alta e baixa pressão, purga do ar nas mangueiras e acoplamento da unidade de recuperação Ecobuddy, entre a unidade referida e a garrafa do refrigerante.

Preenchimento da ficha de intervenção, correspondente à unidade split Mitsubishi.

Preenchimento das fichas de inquérito à formação.

#### Formação ANA E.P

A preencher pelos serviços

Curso: Técnico de Manuseamento de Fluidos Frigoríficos

Nome do Formador: HENRIQUE AGOSTINHO CATARINO

Módulo: Duração: 36 horas

Data: Teóricas:

Horário: 14:30 – 17:30 Práticas:

Local: Instalações da ANA, SA – Aeroporto de Faro

## Sumário1

Apresentação geral da formação pratica.

Conteúdos: Composição do equipamento de soldadura por brasagem, noções práticas de soldadura a oxiacetileno, e regras de segurança na utilização do referido posto de soldadura.

Corte de tubos de cobre, abocardamentos de tubo, expansão de tubos para posterior soldadura.

Cuidados a reter, com a apara e acabamentos do cobre na zona de vedação quando abocardado. Dobragem do tubo de cobre a vários ângulos utilizando ferramenta de dobragem.

Soldadura oxiacetilénica com varetas com, a composição de cobre e prata a 40% em de troços de cobre preparados para o efeito.

Verificação das pressões de trabalho (acetileno e oxigénio) nos referidos ensaios de soldadura.

Breves noções da constituição da máquina, de recuperação dos fluidos frigorígenos.

Apresentação dos vários cenários possíveis de utilização da mesma.

Apresentação das unidades *split* Fnac disponibilizada, para as manobras de carga e descarga do fluido

frigorígeno R22.

Ligação soldada das linhas da unidade *split* Fnac e posterior utilização da máquina de vácuo no referido equipamento.

Sensibilização para as descargas negligentes, de refrigerantes das unidades desmontadas.

Curso: Técnico de Manuseamento de Fluidos Frigorígenos

Nome do Formador: Henrique Agostinho Catarino

Módulo: Duração: 36 horas

Data: Teóricas:

Horário: 14:30 – 17:30 Práticas:

Local: Instalações da ANA, SA – Aeroporto de Faro

## Sumário 2

Utilização, da máquina Ecobuddy em manobras de carga e recuperação de gás refrigerante

freon 22. Distribuição, dos potenciais esquemas de utilização e compreensão dos mesmos,

face a diferentes velocidades de recuperação e carga.

Apresentação do split Fnac e dos elementos constituintes da instalação.

Vácuo ao split Fnac e posterior carga de gás refrigerante pelo esquema C da recuperadora de gás Ecobuddy.

Utilização da balança para visualizar o refrigerante carregado.

Isolamento da garrafa de armazenamento para carga rápida do *split* Fnac.

Arrefecimento da garrafa, para facilitar a recuperação do refrigerante do *split* Fnac.

Chamadas de atenção, para as purgas do refrigerante nos processos utilizados, assim como para o residual de refrigerante armazenado na recuperadora.

Curso: Técnico de Manuseamento de Fluidos Frigorígenos

Nome do Formador:

Módulo: Duração: 36 horas

Data: Teóricas:

Horário: 14:30 – 17:30 Práticas:

Local: Instalações da ANA, SA – Aeroporto de Faro

### Sumário 3

Sensibilização, para a segurança em operações de manuseamentos dos fluidos frigorígenos.

Procedimento para a recuperação da carga do refrigerante através da recuperadora Ecobuddy R22 na unidade split Fnac.

Utilização da máquina de recuperação Promax existente nas instalações, nas operações de carga do refrigerante de R22 na unidade Fnac.

Apresentação do gráfico pressão versus entalpia e enquadramento com a instalação em estudo

Observação das variações de temperatura, na região sobreaquecida (sobreaquecimento) e na região de líquido subarrefecido (subarrefecimento).

Verificação da carga efetiva da instalação Fnac:

-Através da balança (pela diferença de peso) e do delta T de sobreaquecimento

(pressão/temperatura) e termómetro de contacto na linha.

Recuperação da carga do refrigerante na unidade Fnac:

-Ligação dos manómetros de alta e baixa pressão, purga do ar nas manguueiras e acoplamento da unidade de recuperação Promax, entre a unidade referida e a garrafa do refrigerante.

Preenchimento da ficha de intervenção, correspondente à unidade *split* Fnac.

Preenchimento das fichas de inquérito à formação.

## **Anexo H – Colóquios, Congressos**

Anexo H.1 – Participação e representação da Eng<sup>a</sup>. Mecânica no I encontro de “Ar Condicionado e Frio Industrial” no Ensino Superior Universitário e Politécnico. Realizado no Auditório da FIL Parque das Nações

Anexo H.2 – Participação no V Congresso Ibero-Americano de Ar Condicionado e Refrigeração realizado no centro de Congressos de Lisboa

**Anexo H.1 – Participação e representação da Eng<sup>a</sup>. Mecânica no I encontro de “Ar Condicionado e Frio Industrial” no Ensino Superior Universitário e Politécnico. Realizado no Auditório da FIL Parque das Nações**

Realizado de 20 a 24 de 2002.



## Anexo H.2 – Participação no V Congresso Ibero-Americano de Ar Condicionado e Refrigeração realizado no centro de Congressos de Lisboa

Realizado nos dias 14,15 e 16 /10/1999.



### CERTIFICADO

Certifica-se que o(a) Senhor(a)

**Henrique Catarino**

participou no **V Congresso Iberoamericano de Ar Condicionado e Refrigeração**, realizado nos dias 14, 15 e 16 de Outubro de 1999, no Centro de Congressos de Lisboa.

Fernando Brito (Eng<sup>o</sup>)  
Presidente

207

## **Anexo I – Jornadas Técnicas**

Anexo I.1 – Participação no Tarde Técnica “Elaboração de Normas Portuguesas, Ventilação em Cozinhas Profissionais, Manutenção de Equipamentos de AVAC&R

Anexo I.2 – Participação no Seminário Técnico “Ventilação e Proteção de Incêndio nos Edifícios” realizado, na Escola Superior de Tecnologia

Anexo I.3 – Participação na manhã técnica “Ar Ambiente, Patologia Respiratória, Filtros e Humidificação”

Anexo I.4 – Participação no Seminário “Reconversão Energética das Unidades Hoteleiras do Algarve “no auditório da unidade hoteleira Marina Hotel

Anexo I.5 – Participação na tarde técnica na EST sobre o tema “Piscinas e secagem”

Anexo I.6 – Participação no Seminário “Lubrificantes e lubrificação” apresentado pela Shell Portuguesa

Anexo I.7 – Participação no Seminário “Chaminés Modulares” – Vantagens Técnicas e Económicas das chaminés Modulares relativamente às convencionais, dimensionamento das entradas de ar, Resolução de problemas práticos” realizado, na Escola Superior de Tecnologia da Universidade do Algarve

Anexo I.8 – Participação no Seminário “Produção e utilização de Energia Térmica e Eletricidade na Indústria e nos Edifícios”

Anexo I.9 – Participação no Seminário “Equipamento AVAC” Filtragem, Arrefecimento, Difusão de Ar, Atenuação de ruído, Unidades VAV, Registos corta-fogo realizado, na Escola Superior de Tecnologia da Universidade do Algarve.

Anexo I.10 – Nónio Hiross Palestra “Instalações Centralizadas de Produção de frio AVAC”

Anexo I.11 – Seminário “Sistemas Centrais de Tratamento de Ar – Dimensionamento e Otimização de UTA’S, realizado na Escola Superior de Tecnologia

Anexo I. 12 – Semana tecnológica Conserveira do Sul, LDA realizada na Escola Superior de Tecnologia da Universidade do Algarve.

Anexo I.14.- Participação no seminário, organizado pela Honeywell Portugal, Lda. sobre Gestão de Energia, Segurança e Detecção de Incêndios em Edifícios realizado na Escola superior de Tecnologia

### **Anexo I.1 – Participação no Tarde Técnica “Elaboração de Normas Portuguesas, Ventilação em Cozinhas Profissionais, Manutenção de Equipamentos de AVAC&R**

Realizada no dia 2 de Junho de 2006, na Escola Superior de Tecnologia da Universidade do Algarve.



## Anexo I.2 – Participação no Seminário Técnico “Ventilação e Proteção de Incêndio nos Edifícios” realizado, na Escola Superior de Tecnologia

Dia 13 de Janeiro de 2006.

		<p>Universidade do Algarve Escola Superior de Tecnologia Área Departamental de Engenharia Mecânica</p>
<h3 style="text-align: center;">Certificado de Participação</h3>		
<p>Certifica-se que <u>Henrique Agostinho Catarino</u> participou no <b>Seminário Técnico na EST-Acústica, Ventilação e Proteção de Incêndio nos Edifícios</b>, realizado no dia 13 de Janeiro de 2006 na Escola Superior de Tecnologia da Universidade do Algarve.</p>		
<p>Faro, 13 de Janeiro de 2006</p>		
<p style="text-align: center;">O Presidente da Escola Superior de Tecnologia da Universidade do Algarve</p>		
<p style="text-align: center;"> (Francisco Calhau) Francisco Calhau Presidente do Conselho Diretivo</p>		

### **Anexo I.3 – Participação na manhã técnica “Ar Ambiente, Patologia Respiratória, Filtros e Humidificação”**

Realizado no dia 17 de Março de 2005 na Escola Superior de Tecnologia da Universidade do Algarve.



## Anexo I.4 – Participação no Seminário “Reconversão Energética das Unidades Hoteleiras do Algarve “no auditório da unidade hoteleira Marina Hotel

5-11-2004.



## Anexo I.5 – Participação na tarde técnica na EST sobre o tema “Piscinas e secagem”

Dia 20 de Junho de 2003.



## **Anexo I.6 – Participação no Seminário “Lubrificantes e lubrificação” apresentado pela Shell Portuguesa**

Realizado no dia 6 de Dezembro de 2002, realizado, na Escola Superior de Tecnologia da Universidade do Algarve.



**Anexo I.7 – Participação no Seminário “Chaminés Modulares” – Vantagens Técnicas e Económicas das chaminés Modulares relativamente às convencionais, dimensionamento das entradas de ar, Resolução de problemas práticos” realizado, na Escola Superior de Tecnologia da Universidade do Algarve**

Realizado em 20 Maio de 2002.



### **Anexo I.8 – Participação no Seminário “Produção e utilização de Energia Térmica e Eletricidade na Indústria e nos Edifícios”**

Realizado em Fevereiro de 2002 na Escola Superior de Tecnologia da Universidade do Algarve.



**Anexo I.9 – Participação no Seminário “Equipamento AVAC” Filtragem, Arrefecimento, Difusão de Ar, Atenuação de ruído, Unidades VAV, Registos corta-fogo realizado, na Escola Superior de Tecnologia da Universidade do Algarve.**

Realizado em 28 de Setembro de 2001



## **Anexo I.10 – Nónio Hiross Palestra “Instalações Centralizadas de Produção de frio AVAC”**

Realizado em 02/2001.



**Anexo I.11 – Seminário “Sistemas Centrais de Tratamento de Ar – Dimensionamento e Otimização de UTA’S, realizado na Escola Superior de Tecnologia**

Realizado em 08/05/2000.



**Anexo I. 12 – Semana tecnológica Conserveira do Sul, LDA realizada na Escola Superior de Tecnologia da Universidade do Algarve.**

Em 2000



**Anexo I.13 – Ação de Formação sobre Tecnologia de Gases Combustíveis  
realizada na Escola Superior de Tecnologia**

Realizado em 30/11/1999.



***Diploma de  
Presença***

***Certifica-se que:***

Henrique Catarino

***Participou na acção de formação sobre  
“Tecnologia de Gases Combustíveis”.***

***Local:*** Escola Superior de Tecnologia  
Universidade do Algarve

***Data:*** 30 de Novembro de 1999

***pela, BP Portuguesa:***

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'J. Alberto Oliveira', is placed above the printed name.

J. ALBERTO OLIVEIRA

**Anexo I.14.- Participação no seminário, organizado pela Honeywell Portugal, Lda. sobre Gestão de Energia, Segurança e Detecção de Incêndios em Edifícios realizado na Escola superior de Tecnologia**

Realizado em 24/04/98.



## **Anexo J – Trabalhos e Tarefas**

Anexo J.1 Piscinas da Câmara de Faro

Anexo J.2 - Protocolo de colaboração Universidade do Algarve com HPP sul, S.A.

Anexo J.3 – Parâmetros de conforto Ambiental

Anexo J.4 – Relatório das medições das temperaturas do pavimento e estado do ar no apartamento de Portimão – 2003/03/24

Anexo J.5 – Relatório das medições das temperaturas do pavimento e estado do ar no apartamento de Portimão – 2002/09/18

Anexo J.6 – Relatório do nível do ruído num apartamento de Portimão 2002/01/06

Anexo J.7 – Medição do ruído temperatura radiante e vibração num apartamento em Portimão.

Anexo J.8 - Medições nas instalações do IEFP

**Anexo J.1 Piscinas da Câmara de Faro**

**2010/2011-** Do protocolo de colaboração UALG/ISE /Câmara de Faro realce para a montagem dos analisadores de intensidade de corrente para posterior levantamento dos consumos dos quadros elétricos (registo através do equipamento microvip 3 auditoria energética). Medições dos consumos de energia nos quadros parciais das instalações.

Construção e montagem dos sensores (humidade, temperatura, velocidade do ar) de parametrização das condutas de climatização das piscinas da camara de Faro.

Verificação dos caudais de ar de temperatura e humidade do ar nas Piscinas da Câmara de Faro (balanceamento da instalação).Trabalho realizado com a colaboração do Eng. Armando Inverno e do Eng. Carlos Santos.

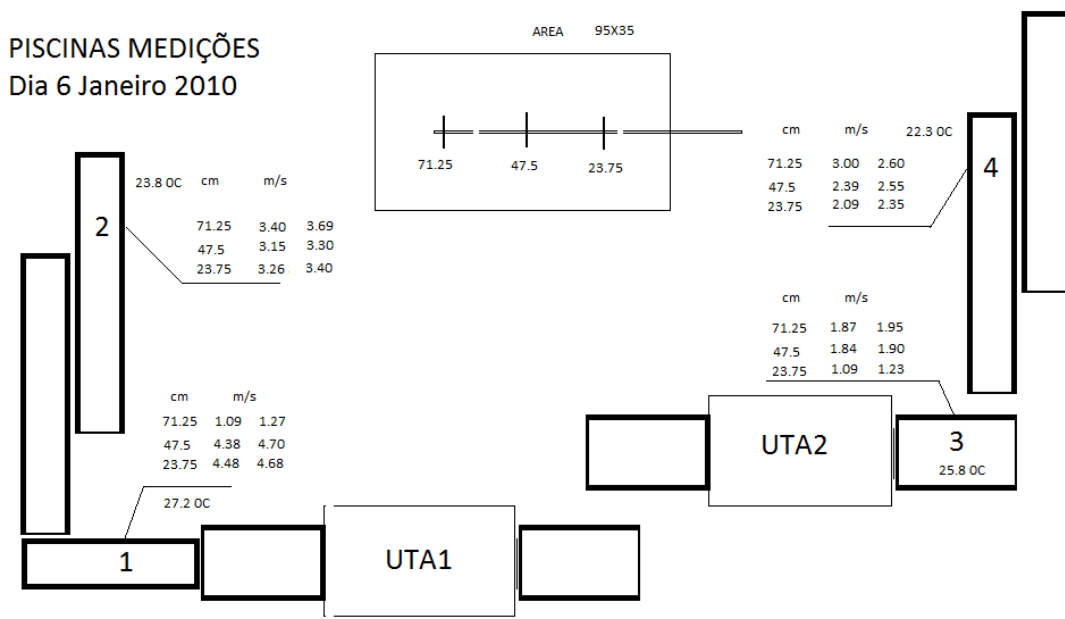


Fig.1,1 -Medição dos caudais de ar velocidade e humidade relativa.

## **Anexo J.2 - Protocolo de colaboração Universidade do Algarve com HPP sul, S.A.**

Decorrendo das necessidades do HPP sul foi realizado um protocolo de colaboração que visa:

Calibração/verificação de equipamentos hospitalares (auditoria interna).

### **2008/2009**

Projeto apresentado pela Ualg

Criação de um Laboratório de Metrologia na EST, para prestação de serviços de calibração ao exterior e a outros laboratórios da UALG.

### **Justificação**

Carência deste tipo de atividade na Região.

Promoção da UALG no meio empresarial e estabelecimento de parcerias.

Solicitação de empresas (HPP, Empresas do ramo elétrico, metalomecânica, laboratórios).

Crescimento das necessidades das empresas por via da certificação (as anteriores; outros hospitais – 8 se considerarmos os públicos e privados, em laboração e em construção)

### **Estratégia**

- Iniciar a atividade, com a cedência dos equipamentos do HPP, efetuando a verificação e os testes dos equipamentos operacionais do HPP de Faro e Lagos (calibração e segurança elétrica). Com esta experiência podemos confirmar a viabilidade de desenvolver o laboratório e acreditá-lo;

- Estabelecer uma parceria, ou outro tipo de acordo, com a Direção Regional da Economia do Algarve, no sentido de utilizarmos alguns equipamentos que esta possui e que há anos não são usados. (Exemplo: Plano de granito retificado para calibração de equipamentos de medição de comprimento; blocos padrão para calibração de paquímetros, micrómetros, etc.);
- Desenvolver os procedimentos necessários para constituir o Sistema de Gestão da Qualidade que permita acreditar o laboratório de acordo com a ISO/IEC 17025;
- Estabelecer acordos com empresas para a calibração dos seus equipamentos de monitorização e medição em função das nossas capacidades;
- Desenvolver novas valências em função das necessidades da Região e o interesse da Universidade.

### **Resultados esperados**

Interação entre a UALG e a comunidade empresarial;

Reforço da imagem da UALG na Região;

Laboratório de metrologia acreditado;

Disponibilidade de meios para calibração de vários equipamentos dos laboratórios da UALG;

### **Custos envolvidos / Proveitos estimados**

1ª Fase                      não significativos

2ª Fase                      a definir em função das valências a disponibilizar pelo laboratório

**Plano de ação****1ª Fase**

<b>Ação</b>	<b>Responsável</b>	<b>Recursos</b>	<b>Prazo</b>	<b>Resultados esperados</b>
Estabelecer protocolo com HPP	Gestão de Topo	Equipamentos cedidos	31 Out 08	Disponibilidade de equipamentos para teste
Definir equipa	Gestão de Topo	1 Técnico 1 Consultor interno 1 Sala Equipamentos	31 Out 08	Capacidade para a realização de tarefas
Acordo com a DR Economia Algarve	Gestão de Topo	Equipamentos de metrologia	31 Out 08	Equipamentos de metrologia cedidos
Efetuar a verificação do primeiro grupo de equipamentos	Técnico	Equipa da UALG Apoio Eng. Sílvia HPP	30 Nov 08	Teste de prestação de serviços. Aprendizagem da equipa. Avaliação da capacidade de desenvolvimento

Análise de resultados	Gestão de Topo		30 Nov 08	Decisão sobre a criação do Laboratório
-----------------------	----------------	--	-----------	--

**2ª Fase**

<b>Ação</b>	<b>Responsável</b>	<b>Recursos</b>	<b>Prazo</b>	<b>Resultados esperados</b>
Redefinir a equipa	Gestão de Topo	1 Responsável 1 Técnico 1 Consultor interno 1 Sala Equipamentos	15 Dez 08	Início do processo de criação do Lab. de Metrologia
Elaboração dos documentos internos	Responsável do Laboratório	1 Técnico Consultor interno	30 Abr 09	Documentação do SGQ do Laboratório
Pesquisa de mercado	Responsável do Laboratório	1 Técnico Consultor interno	30 Abr 09	Lista de potenciais clientes
Formação em Metrologia	Gestão de Topo	1 Técnico Inscrição (€)	31 Mai 09	Qualificação do Técnico
Candidatura	Gestão de	Todo o	31 Jul	Acreditação do

IPAC para acreditação	Topo	Laboratório	09	Laboratório
Campanha de divulgação comercial	Responsável do laboratório	Todo o Laboratório	Set 2009	Angariação de clientes Sustentabilidade do Laboratório

Nota: Esta fase só irá ter desenvolvimento se a primeira concluir sobre a efetiva criação do laboratório.

Relatório de atividade da Universidade do Algarve na HPP sul (Faro, Sta. Maria; Lagos, S. Gonçalo). No âmbito do protocolo assumido pela Universidade do Algarve e a entidade HPP

Elaborar:

1ª fase – Levantamento dos Manuais dos equipamentos hospitalares existentes e dos equipamentos Padrão.

Pesquisar os manuais em falta.

Leitura dos manuais.

Conhecimento da Norma IEC 601-1 (Análise de Segurança elétrica em Equipamentos médicos).

2ª fase-Arquivar os testes feitos aos equipamentos, anteriormente realizados.

Arquivar certificados de calibração.

Atualizar certificados

Observação e aceitação/rejeição dos certificados emitidos pelas identidades CATIM, ISQ.

Análise/Observação das folhas de resultados do ano transato.

Criação numa folha de Excel de testes (formato tipo) para aceitação como prática de bom uso.

Elaborar procedimentos de trabalho para as várias famílias de equipamentos hospitalares.

Observação/compreensão dos manuais padrão.

Criação de procedimentos de trabalho na utilização dos Padrões.

3ªfase-Testes aos equipamentos Medico/hospitalares.

-Medidores de pressão arterial

-Electrocardiógrafos

-Desfibrilhadores

-Seringas perfusoras

-Bombas Infusoras

4ªfase Analise dos resultados obtidos verificação da resposta do equipamento.

Aceitação /Recusa /Reparação do equipamento testado.

5ªfase - Atualização do Mapa de verificação dos equipamentos elaborado em Folha do Excel com células programadas para alertas (visualização das datas a vermelho) Para o termo dos períodos de verificação (controlo do responsável de manutenção).

Organizar as pastas do ano corrente 2009 com os procedimentos e testes realizados até ao momento Organização dos processos para consulta.

6ªfase assegurar a calibração dos equipamentos padrão, de referência.

7ªfase - Testes de Segurança elétrica em equipamentos médicos segundo a norma IEC60601-1.

Criação do procedimento para estes testes.

-Ensaios do tipo BF

-Ensaios do tipo CF

Início de atividade: visita ao Hospital de St. Maria em Faro HPP Dezembro de 2008

Trabalho desempenhado por: Eng. Manuel Leitão/Henrique Catarino

Ação (trabalho realizado)

Em Sentido lato pretendia-se a Acreditação de um laboratório de Metrologia na Universidade do Algarve.

Sentido estrito Resposta a solicitação externa HPP.

Do protocolo de colaboração Universidade do Algarve com HPP de sul, S.A a 17 Dezembro 2009 resultou:

### Condições

Acordo específico entre a Universidade do Algarve e o HPP sul S.A. com a seguinte abordagem.

### Análise Meteorológica

#### Destinatários:

Entidades Hospitalares da região Sul

Efetivar a medição/ calibração de equipamentos hospitalares.

Local de atuação: Hospital de ST. Maria em Faro e Gonçalo em Lagos (HPP).

A deslocação ao hospital de St. Maria em Faro e S. Gonçalo em Lagos para a realização de levantamento do arquivo técnico e equipamentos existentes, assim como equipamentos padrão, existente.

#### Testes:

De segurança elétrica aos equipamentos.

De aceitação aos equipamentos verificados (face ao critério de aceitação utilizado).

Criação de modelos, fichas técnicas para cada equipamento:

Procedimentos de teste.

Procedimentos de teste realizados para cada equipamento padrão em (Anexo).

Realização de fichas de calibração

Realização de testes elétricos de segurança nos equipamentos hospitalares.

(Metrologia) em 17,11,24 -11-09.

Elaboração de manuais de procedimento para condução da calibração do técnico.

Finalizando na Auditoria interna /externa.

1-Trabalhos efetuados:

Organização do arquivo Técnico:

Organizar o espaço de trabalho para fins de Trabalho Metrológico.

Conhecer e arquivar os manuais dos equipamentos e proceder ao arranque funcional dos mesmos.

Organizar, manuais técnicos dos equipamentos e dos equipamentos padrão e associar os testes aos equipamentos hospitalares.

Organizar e implementar o registo dos certificados de calibração dos equipamentos padrão e hospitalar.

Manuais técnicos em falta:

Equipamentos padrão Pedidos aos representantes da marca.

Leitura/estudo dos manuais técnicos dos equipamentos.

2-Levantamento dos equipamentos existentes.

Plano de calibração dos equipamentos hospitalares em folha de Excel:

Ativação de alertas de calibração.

Atualização do Plano de calibração.

3-Arranque dos equipamentos

Arranque funcional dos equipamentos padrão existentes:

Pesquisa sobre as funcionalidades dos equipamentos padrão.

Testes de simulação.

Testes finais:

Equipamentos testados:

Multiparâmetros

Medição da pressão arterial

SPO2 (oximetria do sangue)

Electrocardiógrafos

Agulhas perfusoras

Padrão utilizado:

QA1290 pressão arterial/spo2 (HPP)

Lmt3 lohmeyer electro cardiógrafos( HPP)

Secuteste teste de segurança elétrica c/registo de teste (HPP)

Banho termostático (IST)

4-Etiquetagem de controlo O.K.:

Colocação de etiquetagem nos equipamentos testados:

Atesta da sua operacionalidade.

Responsabiliza operador técnico e o Hospital.

Os equipamentos testados que se encontrem fora dos critérios de aceitação são enviados para reparação.

Trabalho por efetuar:

Formação na área da qualidade



Medição: Apuramento dos ganhos solares pelos envidraçados.

Apuramento da ocupação dos espaços e da atividade nos mesmos.

Medição dos caudais de ar por zona de manhã e de tarde.

Medição dos ganhos por luzes acesas.

Ocupação.

Zonas salas gabinetes 2.26; 2.37; 1.37,3.43;2.01;1.27, atendimento ao público, gabinetes de apoio e átrio de entrada Identif.do beneficiário, doenças contribuintes devedores, comercial.

**Anexo J.4 – Relatório das medições das temperaturas do pavimento e estado do ar no apartamento de Portimão – 2003/03/24**



UNIVERSIDADE DO ALGARVE  
ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA

*Campus da Penha*                      *Tel: 289 800 100/900*

*8000 Faro – Portugal*                      *Fax: 289 823 539*

RELATÓRIO DAS MEDIÇÕES DA TEMPERATURA E DA HUMIDADE  
RELATIVA DO AR E DA TEMPERATURA DO PAVIMENTO  
NO APARTAMENTO PERTENCENTE A  
MIZAEL NETO ESTEVES

DATA DO ENSAIO: 2003/03/24

**Anexo J.5 – Relatório das medições das temperaturas do pavimento e estado do ar no apartamento de Portimão – 2002/09/18**



UNIVERSIDADE DO ALGARVE  
ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA

*Campus da Penha*                      *Tel: 289 800 100/900*

*8000 Faro – Portugal*                *Fax: 289 823 539*

RELATÓRIO DAS MEDIÇÕES DA TEMPERATURA E DA HUMIDADE  
RELATIVA DO AR E DA TEMPERATURA DO PAVIMENTO  
NO APARTAMENTO PERTENCENTE A  
MIZAFEL NETO ESTEVES

DATA DO ENSAIO: 2002/09/18

HORÁRIO : 10.00h às 12.30h.

## **Anexo J.6 – Relatório do nível do ruído num apartamento de Portimão 2002/01/06**



**UNIVERSIDADE DO ALGARVE  
ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA**

*Campus da Penha*

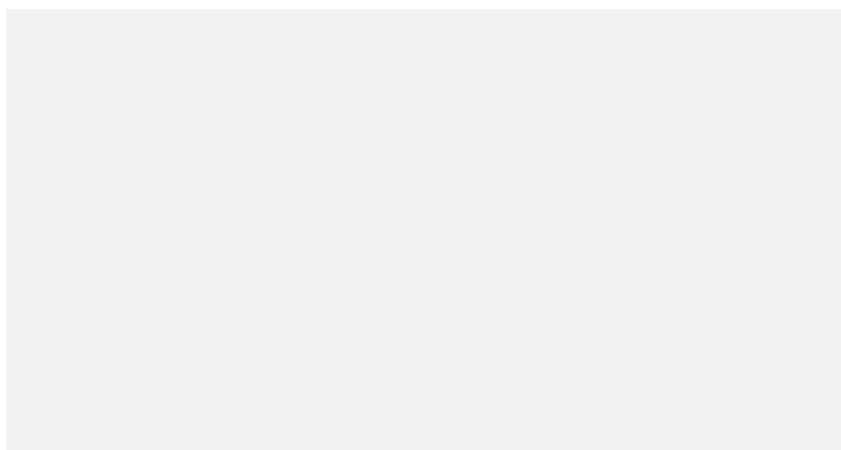
*Tel: 289 800 100/900*

*8000 Faro – Portugal*

*Fax: 289 823 539*

### **RELATÓRIO DA MEDIÇÃO DO NÍVEL DE RUÍDO**

**NO APARTAMENTO PERTENCENTE A**



DATA DO ENSAIO: 2002/01/16

HORÁRIO : 6.00h às 18.00h.

**Anexo J.7 – Medição do ruído temperatura radiante e vibração num apartamento em Portimão.**

Solicitação externa 11/05/2001



UNIVERSIDADE DO ALGARVE  
ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA

*Campus da Penha*      *Tel: 289 800 100/900*

*8000 Faro – Portugal*      *Fax: 289 823 539*

RELATÓRIO DAS MEDIÇÕES DA TEMPERATURA E DA HUMIDADE  
RELATIVA DO AR, DA TEMPERATURA DO PAVIMENTO  
E DO NÍVEL SONORO  
NO APARTAMENTO PERTENCENTE A  
MIZAEI NETO ESTEVES

LOCAL PERTENCENTE A: Mizaél Neto Esteves

CONTRIBUINTE N.º: 124490212

MORADA: Quinta do Amparo  
Rua 3, lote 19 - 1.º C  
8500 PORTIMÃO

DATA DO ENSAIO: 2001/05/11

HORÁRIO : 9.50h às 16.45h.

## INTRODUÇÃO

Por solicitação do Sr. Mizael Neto Esteves foram realizadas, num apartamento de sua propriedade, situado na Quinta do Amparo, Rua 3, lote 19 - 1<sup>o</sup>C, as seguintes medições:

- Temperatura do ar;
- Humidade relativa do ar;
- Temperatura do pavimento;
- Nível sonoro.

ao longo do dia 11 de Maio de 2001 no quarto, durante o período de tempo compreendido entre as 9h 50m da manhã e as 16h 45m.

Durante o mesmo período, foi também registada, a espaços de tempo, a temperatura do ar exterior com um termómetro de coluna de mercúrio.

Este ensaio teve como objectivo a avaliação do ruído no interior da habitação e das temperaturas do ar e do pavimento com vista à avaliação do conforto térmico.

## CONDIÇÕES DE LEITURA E PROCEDIMENTOS

### Descrição do local onde foram realizadas as medições:

As leituras foram realizadas no quarto do casal, situado ao lado do hall de entrada, como se mostra no esquema da Figura 1. O quarto do casal com WC privativo tem aproximadamente 13m<sup>2</sup> de área, com acesso pelo hall de entrada por uma porta e uma janela para o exterior com caixilhos em alumínio com vidro simples e estore exterior, virado para SO (Sudoeste).

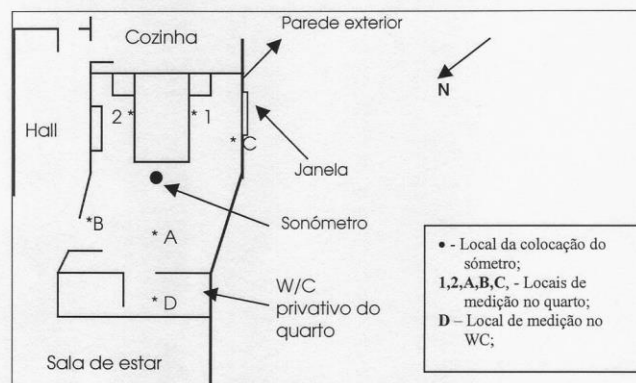


Figura 1 - Esquema do local.

Os materiais do pavimento são:

QUARTO - Alcatifa de cor creme de média espessura e com base em borracha;  
 W/C - mosaico de cor clara.

### Procedimentos:

As leituras de temperatura e nível sonoro foram efectuadas com a porta do quarto fechada, a janela fechada, os estores corridos e luzes apagadas, de forma a que houvesse o mínimo de influência do exterior, nomeadamente da radiação solar, de entradas de ar e geração interna de calor, no espaço de tempo compreendido entre as 9.50h e as 16.45h.

Os registos da temperatura exterior foram obtidos a partir do termómetro de coluna de mercúrio, colocado á sombra e com o bolbo protegido por um tubo folgado, de forma a não sofrer os efeitos da radiação solar e para que o ar exterior estivesse em contacto com o bolbo.

As temperaturas do solo no quarto de casal, medidas por debaixo da alcatifa, foram efectuadas nos locais indicados na Fig. 1 com "A", "B", "C", e "D" com a sonda MM 0035 . No caso do WC a temperatura do solo foi medida sobre o mosaico.

Os valores da temperatura do ar e da humidade relativa no interior foram efectuadas com os sensores colocados no tripé.

Na medição do ruído, o sonómetro foi colocado no local indicado por "A" na figura 1, sobre um tripé e com o microfone a 1.3m de altura, aos pés da cama e a aproximadamente 1.5m da janela e a mais de 1m de qualquer parede. Durante o tempo de medição, a porta e a janela para o exterior, mantiveram-se fechadas.


Foi feita uma verificação acústica antes e depois das medições de cada amostra do ruído de fundo. Foi também verificado antes e depois das séries das medições das amostras. A verificação foi efectuada com o calibrador a 114 dB.

A medição do nível sonoro foi feita alguns minutos após a emergência do ruído exterior ao local em observação, o qual é detectado através do ouvido.

## Anexo J.8 - Medições nas instalações do IEPF

25/07/1994

*Henrique*



UNIVERSIDADE DO ALGARVE  
ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA


**RELATÓRIO DAS MEDIÇÕES EFECTUADAS NAS INSTALAÇÕES  
DE AR CONDICIONADO  
DO IEPF - FARO**


**1** - Nos dias 25 e 26 de Julho do corrente ano, por solicitação da firma Fonseca & Seabra, S.A. foram realizadas as seguintes medições, nas instalações referidas no título:

- Caudal de extracção do ventilador da garagem;
- caudais de insuflação e de extracção nas grelhas da instalação de termoventilação do arquivo;
- caudais de extracção das grelhas situadas nos corredores do r/c e do 1º andar;
- temperatura de bolbo seco, humidade relativa e velocidade do ar em cada um dos gabinetes do r/c e do 1º andar bem como do hall, em cada um daqueles espaços.

Os métodos utilizados, os tipos de aparelhos e os resultados obtidos são os que se apresentam nos pontos seguintes.

## Anexo K – Características do isolamento do circuito primário






**TECHNICAL DATA SHEET**

PROPERTY	TECHNICAL DATA	TEST METHOD	LAB / TEST REPORTS	
Thermal conductivity (λ)	0°C - 0,035W/mK	EN 12967	self monitoring	
	10°C - 0,036W/mK			
	20°C - 0,037W/mK			
	40°C - 0,040W/mK	EN ISO 8407	DEMOKRITOS	
Permeability (μ)	≥ 7000	EN 13469, EN 12086	self monitoring, RTU / BOA KEUR	
Density (ρ)	50 – 55 Kg/m <sup>3</sup>	prEN 13470 & EN 1802	self monitoring	
Tensile strength (Pa)	> 0,15 Mpa	EN ISO 1798	self monitoring	
Tensile strength (Pa) of UV Film	> 0,10 Mpa	ASTM D 882		
Elongation at break	> 150%	EN ISO 1798	self monitoring	
Elongation at break of UV Film	> 200%			
Operating temperatures (°C)	Pipes, SIR & Seal: -40°C to +105°C	ASTM D 882		
Fire rating	B-s3, d0 Class 0, Class 1	DIN 4102-1 or EN 13501-1	Profirettut Hoch	
Diameter tolerance	Pipes, SIR & Seal: Ø6 – Ø42: +1mm to +3mm	PrEN 13487	self monitoring	
Thickness	Pipes: 6mm, 9mm, 12mm: ±1% 19mm: ±2% 25mm, 30mm: ±2%	PrEN 13487	self monitoring	
	SIR & Seal: 19mm: ±1,5mm 25mm: ±2mm	PrEN 13487	self monitoring	
	Overlap SIR & Seal: 120µm: ±15	DIN 53370	self monitoring	
	UV Film: < 0,15mm	DIN 53370	self monitoring	
	Oil & Grease resistance	Very good	ASTM D 471	self monitoring
	UV resistance	Excellent	ASTM D 518	self monitoring
Weather resistance	Excellent	ASTM D 518	self monitoring	
Noise reduction	Up to 30dB	DIN 4109		
Dimensional stability	1,5 - 3%	PrEN 14304, EN 1804	self monitoring	
Colour of UV Film	White			
CFC, HFC, HCFC	Free			
Odor	Neutral			
Adhesion for SIR & Seal	Overlap: 6 N/m	PrEN 1484 ISO 4578 IOP 041		
	Self adhesive stripe 6 N/m	FINAT ND 9 - IOP 043		
Static temperature resistance SIR & Seal	100°C continuous			

The written figures are those that have been measured in our laboratory, under typical conditions. They can be modified without prior notice. You are kindly requested to assert their validity before any special usage.



Head Office: Nafpliou & Daskalogianni, 144 52 Metamorfofi Attikis, Greece  
 T.: +30 210 28 44 555 • F.: +30 210 28 19 210  
 E-Mail: info@isopipe.eu • Web: www.isopipe.eu

## Anexo L – Fundamentos da radiação Solar

### Radiação

Breve enquadramento.

A radiação utilizável em aproveitamento energético nas superfícies coletoras de energia solar é medida pelos piranómetros.

A grandeza, radiação global e a difusa são medidas por estes equipamentos.

Importa pois compreender a radiação que nos chega ao painel no seu todo.

Assim:

O sol emite radiação eletromagnética que se decompõe em infravermelho (46%), visível (47%) e ultravioleta (7%). Manual Cruz Costa; (Instaladores) [7]

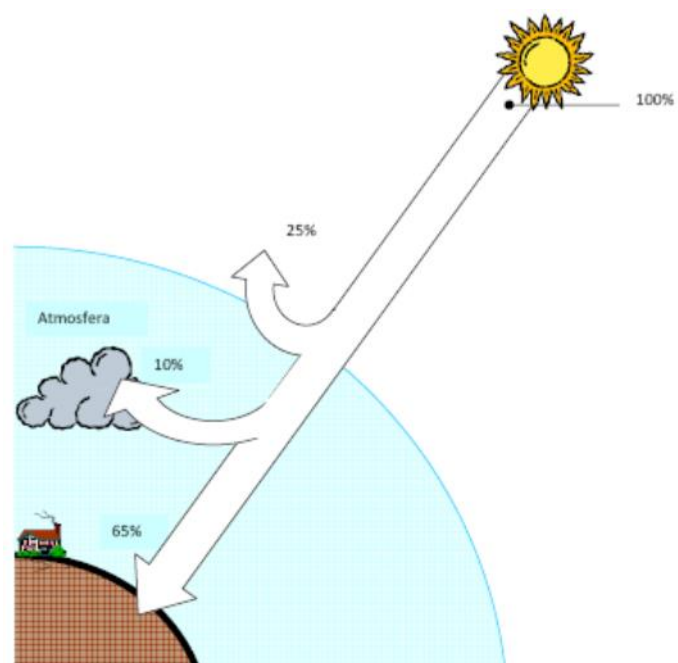


Figura - Radiação solar sobre a terra

Da radiação solar interceptada pelo nosso planeta só parte chega até á superfície, pois a camada atmosférica funciona como um filtro a passagem integral da radiação.

A energia solar disponível na Terra é muito variável e, para uma determinada localização.

A variação depende da latitude geográfica, do dia e do ano.

A **radiação global** que atinge um plano localizado na superfície terrestre pode ser decomposta em três componentes:

**Radiação direta** – É constituída pelos raios solares recebidos do Sol, ou seja, é a radiação que chega à superfície vinda diretamente do disco solar cerca de 65% do total da radiação. A radiação direta, que é aquela que chega à superfície mantendo a linha reta desde o disco solar.

**Radiação difusa** – é proveniente de toda a abobada celeste visível, e é originada pelos raios solares que ao chocarem com poeiras em suspensão se dispersam mudando de direção pela atmosfera. É variável no tempo, ou seja, é a radiação que é difundida e difratada pelas nuvens que representam cerca de 25% do total da radiação.

**Radiação refletida** – A refletividade do chão designa-se por albedo e depende apenas da composição e cor do chão (existência de neve, água, vegetação, etc.).

Ou seja, é a radiação que chega a uma superfície ao ser refletida por outra superfície (cerca de 10% do total da radiação).

O somatório das radiações direta e difusa é a radiação total, que é a que nos interessa a efeitos energéticos.

### **O coletor solar térmico balanço**

Qualquer objeto exposto à influência direta do sol recebe calor e consequentemente aquece. Um metro quadrado orientado para o Sol recebe, fora da atmosfera, uma energia equivalente de  $1367 \text{ W/m}^2$ . Esta energia, ao

atravessar a atmosfera terrestre, é atenuada para um valor aproximado de  $1.000 \frac{W}{m^2}$ .

Sabemos que um corpo exposto ao sol recebe um fluxo energético " $Q$ " que o aquece. Simultaneamente, existem perdas por radiação, convecção e condução, que aumentarão com a temperatura do corpo. A um dado momento as perdas térmicas, " $Q_p$ ", Igualam aos ganhos devido ao fluxo energético incidente, atingindo-se a temperatura de equilíbrio, " $T_c$ ".

Assim, no equilíbrio temos:

$$Q = Q_p$$

A temperatura de equilíbrio para os captadores normalmente utilizados está normalmente compreendida entre os 100°C e os 150°C para valores da ordem de  $1000 \frac{W}{m^2}$ .

Se conseguirmos extrair continuamente uma parte do calor produzido no corpo pelo fluxo radiante incidente para aproveitá-lo como energia utilizável, mudaremos as condições do equilíbrio anterior, e a nova equação de equilíbrio será:

$$Q = Q_p + Q_u$$

sendo  $Q_u$  a energia extraída do corpo.

Então,  $Q_p$  é agora menor, já que nem toda a energia incidente se perde, pois parte dela é aproveitada: Podemos dizer então, que o corpo se converteu num *captador de energia solar térmica*. A temperatura do corpo (temperatura de trabalho do captador) será menor que a temperatura de equilíbrio do caso anterior, já que a mesma diminui com  $Q_p$ .

Se desejamos, como é lógico, aumentar  $Q_u$ , teremos duas opções: reduzir  $Q_p$  ou aumentar  $Q$ .

A primeira opção implica melhorar o desenho e construção do captador (coletor térmico) a fim de reduzir as perdas.

Na segunda opção, e com o fim de aumentar  $Q$ , recebe-se o fluxo solar sobre uma determinada superfície e, mediante algum sistema óptico, concentra-se dito fluxo sobre uma superfície mais pequena para que, ao diminuir a área, a intensidade aumente. Esta técnica é utilizada nos painéis solares térmicos chamados concentradores parabólicos compostos.

Num painel solar térmico a energia  $Q_u$  é extraída através, de um fluido que armazena calor, recolhendo parte do calor produzido e transportando-o para outro um reservatório de acumulação.

### **Efeito estufa**

A radiação eletromagnética, ao incidir sobre um corpo, pode ser total ou parcialmente absorvida. Outra parte pode ser refletida e uma terceira, atravessa o corpo em questão.

A proporção relativa que produz os três efeitos anteriores depende da natureza do corpo, do estado da superfície, da espessura atravessada, do comprimento de onda da radiação e do ângulo de incidência do raio com respeito à superfície do corpo.

A energia contida na parte da radiação que é absorvida, faz com que o corpo aqueça e emita por sua vez radiação, cujo comprimento de onda predominante dependerá da temperatura de este.

Chamamos corpo transparente a aquele que através deixa passar a radiação eletromagnética.

Alguns corpos são transparentes apenas para certas zonas do espectro eletromagnético, no entanto opacos para outras. O vidro, é por exemplo transparente entre  $0.3 \mu m$  e  $3 \mu m$ , sendo opaco para um maior comprimento de onda.

A maior parte do espectro da radiação solar está compreendido entre  $0.25$  e  $2.5 \mu m$ , pelo que a luz atravessa o vidro sem grande problema e chega ao absorvedor. O absorvedor é a parte do captador (coletor) onde se efetua a conversão da energia eletromagnética em térmica.

Depois de atravessar o vidro, a radiação chega à superfície do absorvedor o qual aquece e emite radiação, com um comprimento de onda mais ou menos compreendido entre os  $4.5 \mu m$  e  $7.2 \mu m$ , para o qual o vidro é opaco.

Assim a radiação emitida pelo absorvedor e devolvida para o vidro é refletida numa pequena percentagem pela superfície interior do vidro e o resto absorvida não conseguindo escapar para o exterior, contribuindo assim para aquecer ainda mais a superfície do absorvedor. Agora é o próprio vidro quem

aquece e começa a emitir radiação. Aproximadamente a metade desta radiação é difundida para o exterior, a outra metade volta para o interior e contribui assim, para aquecer ainda mais a superfície do absorvedor. Este último fenómeno é conhecido como efeito estufa.

A cobertura transparente [4] reduz consideravelmente as perdas térmicas por convecção entre o absorvedor e o ambiente exterior.

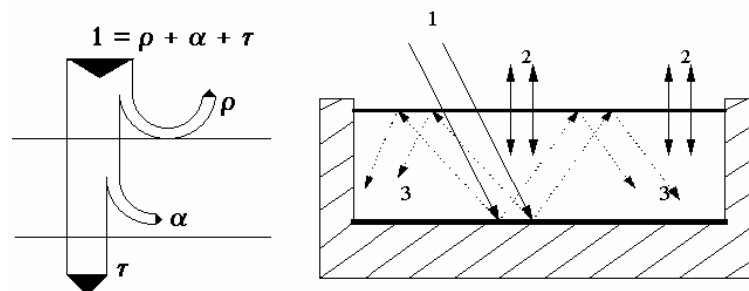


Figura - Corpos transparentes

### Efeito de estufa num coletor solar.

1-Radiação solar incidente.

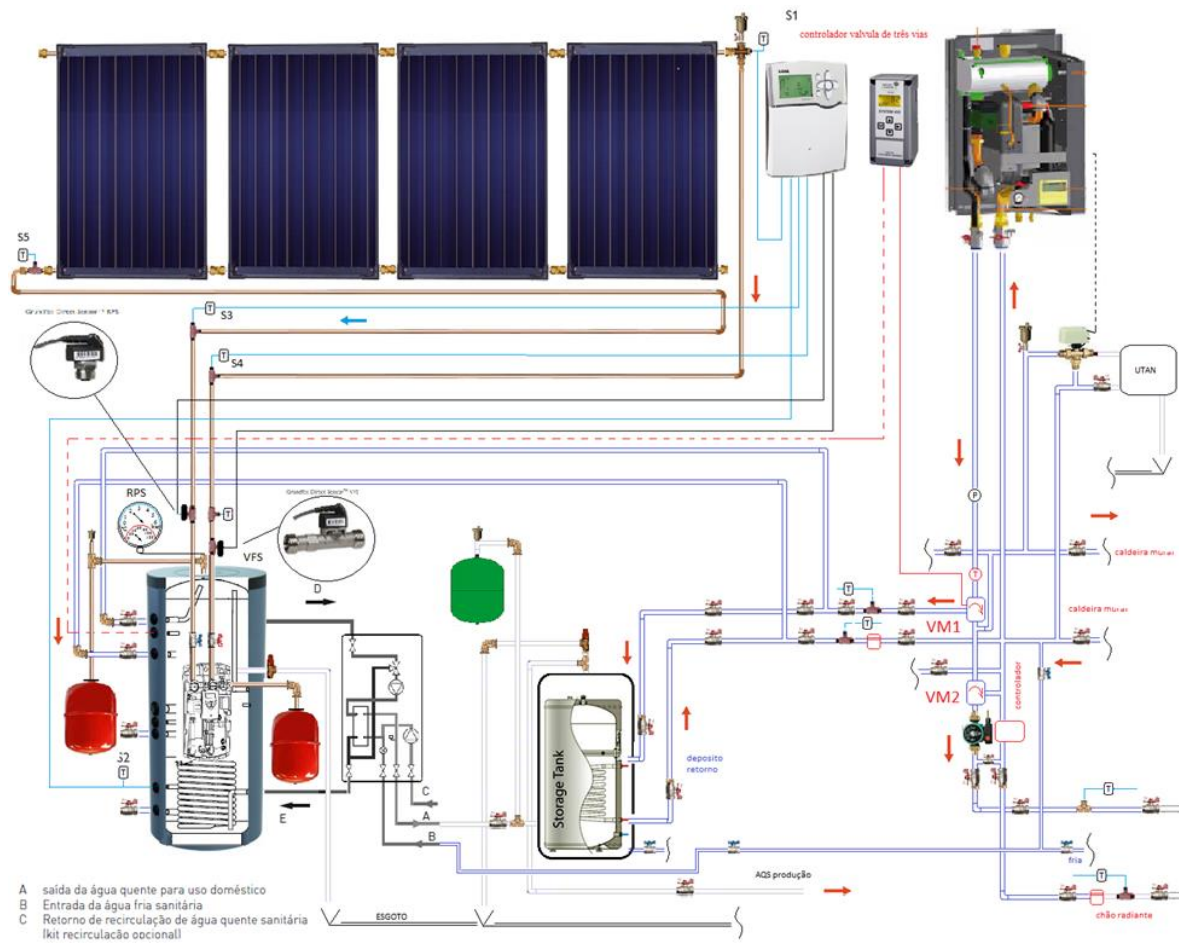
2-Radiação emitida pela cobertura ao aquecer.

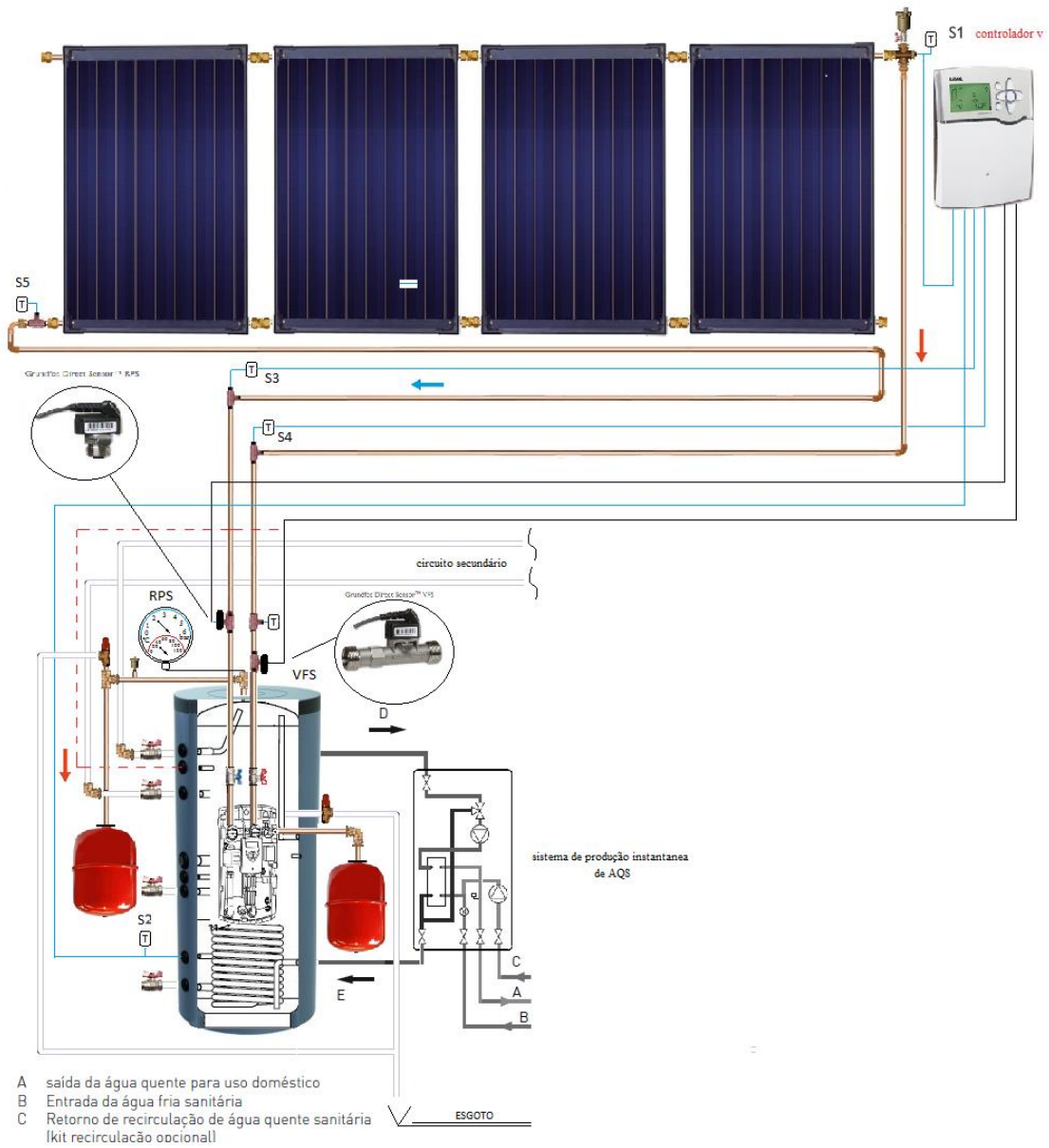
3-Radiação refletida no interior do coletor e que não escapa para o exterior

Para captar a energia solar interessa-nos um corpo que absorva como um corpo negro e emita pouco, o conceito de *superfície seletiva*.

**Superfície Seletiva** é uma superfície que absorve bem a radiação solar mas a uma dada temperatura emite muito menos que o corpo negro. As primeiras superfícies seletivas eram de óxidos negros de níquel e de crómio, com emitâncias entre 0,1 e 0,2. Atualmente existem superfícies seletivas com emitâncias da ordem de 0,05 (caso das superfícies TINOX de óxido de titânio).

## Anexo M- Esquemas de princípio da Instalação solar térmica







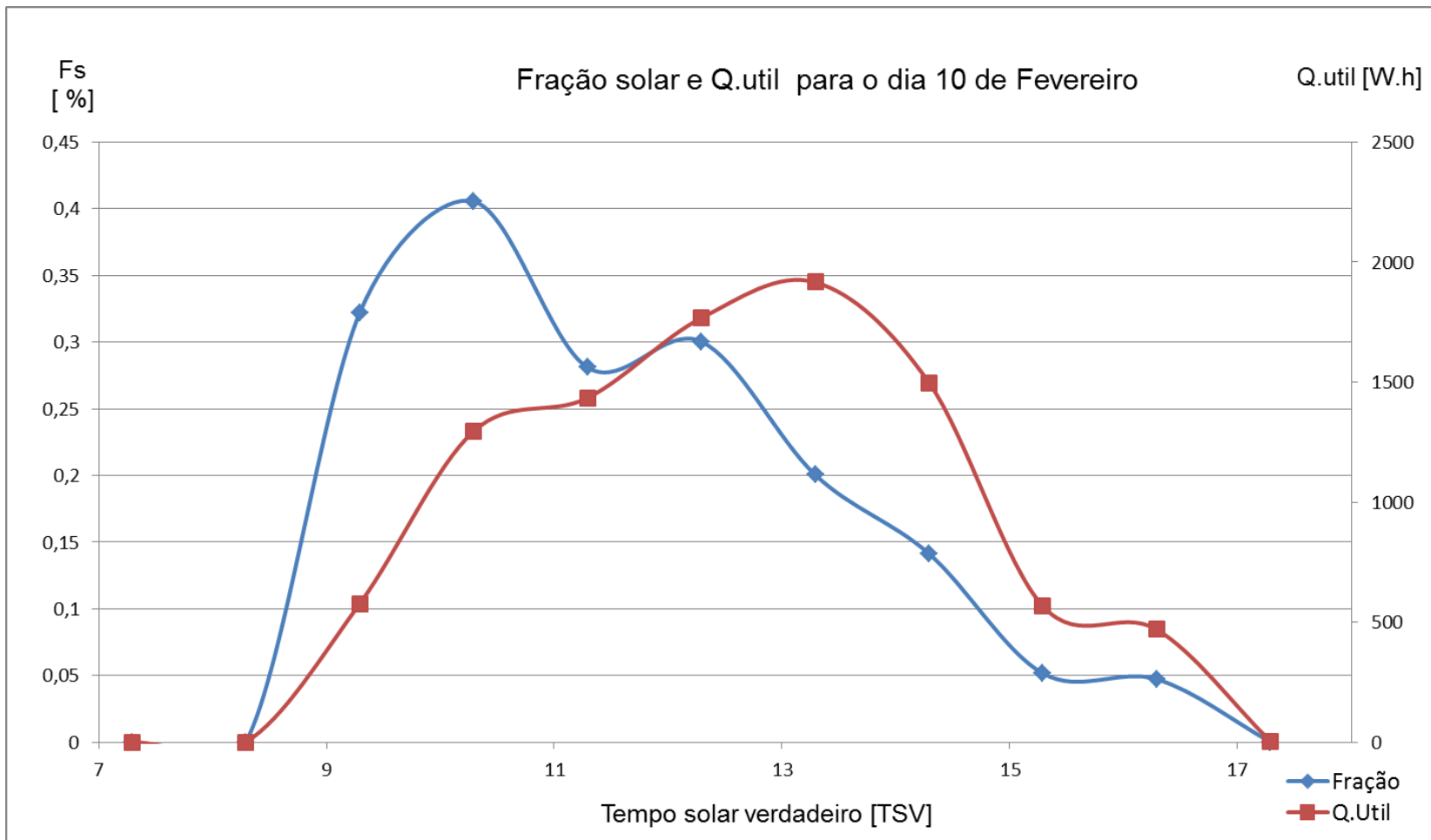


Gráfico 4 – Fração solar e  $Q_{util}$  para o dia 10 de Fevereiro



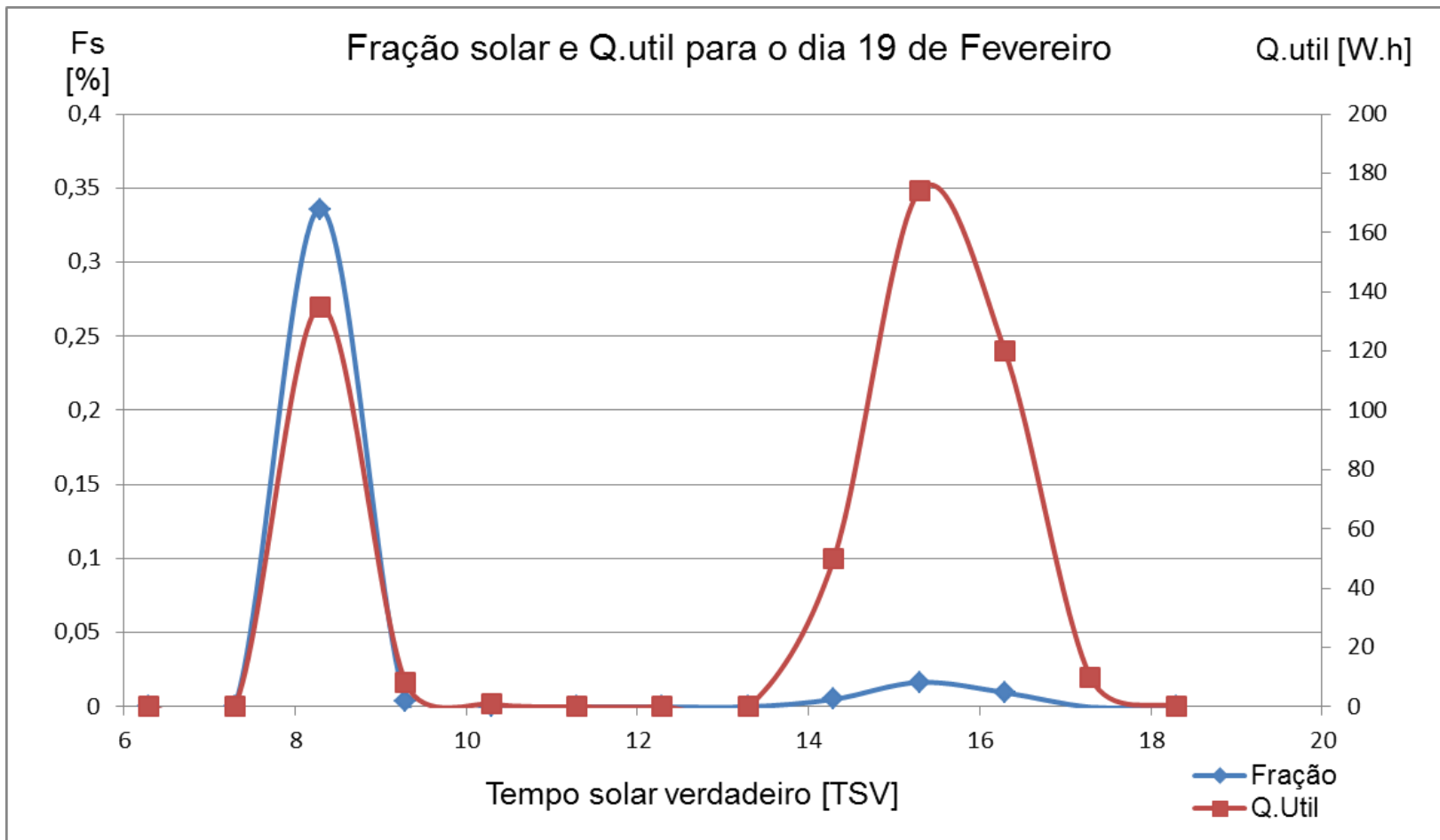


Gráfico 5 - Fração solar e Q<sub>útil</sub> para o dia 19 de Fevereiro



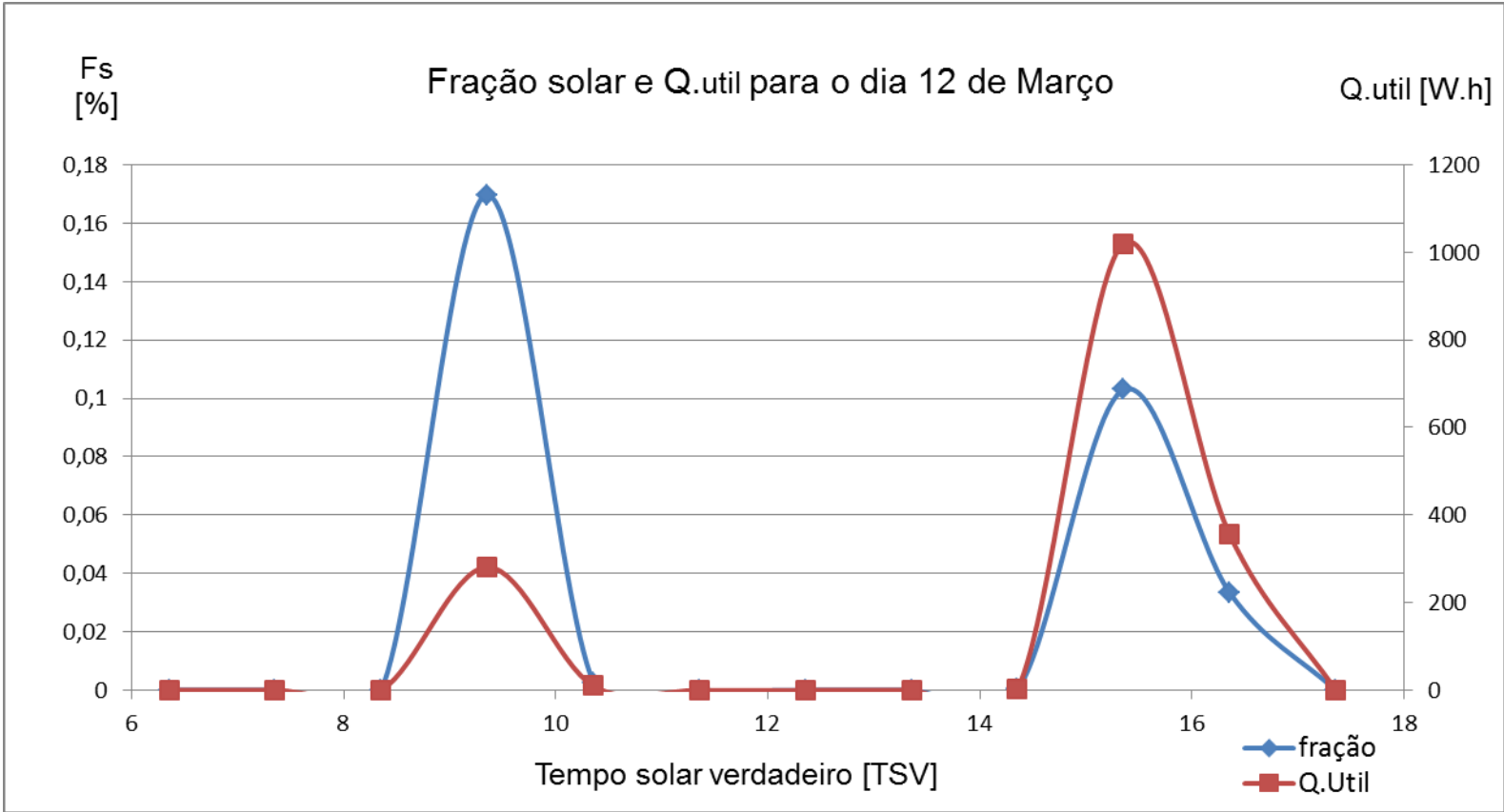


Gráfico 6 - Fração solar e Q<sub>útil</sub> para o dia 12 de Março

Tabela 6 – Fração solar e Q<sub>útil</sub> para o dia 16 de Março

Data Hora UTC		n (dia)		75		horas de sol		nascer do sol		por do sol		Gsc (W/m2)		Albedo		painel		8 m2		β		painel		53		0,925025 rad																	
dd/mm/aaaa		hh:mm:ss		I		plano horizontal														φ		latitude		37,0278363																			
logger		SOL		Média		I0		kt		ldirecta		lT/Sup		fração		tempo solar		Eo eq. tempo		TSV		declinação		azimute		W		cos teta θ		cos teta θ													
março		hora		angulo		W/m2		MI/m2		W/m2		IO		lb		ldifusa ld		qutil		Wh		W/m2		inclinada		horaria		tempo solar		Eo eq. tempo		TSV		declinação		azimute		W		cos teta θ		cos teta θ	
março		hora		angulo		W/m2		MI/m2		W/m2		IO		lb		ldifusa ld		qutil		Wh		W/m2		inclinada		horaria		tempo solar		Eo eq. tempo		TSV		declinação		azimute		W		cos teta θ		cos teta θ	
16-03-2014 00:00:01	0	-180	0,01	-3,9734	-1103,72315	-1E-05	-3E-08	0,011505		0,016736	0	31,68814	0,528136	-9,3561	-0,15594	0,372200653	-2,417734805	10,50517	-174,417		88,17487197	-0,819252508	0,014371	-0,01754																			
16-03-2014 01:00:00	1	-165	0,00	-3,61091	-1003,02964	-1,3E-06	-4,5E-10	0,001349	0	0,001962	0	31,68814	0,528136	-9,3561	-0,15594	1,372200653	-2,417734805	6,691025	-159,417	15	88,17487197	-0,772118446	0,042737	-0,05535																			
16-03-2014 02:00:01	2	-150	0,08	-3,01093	-836,369472	-0,0001	-2,1E-06	0,084422	0	0,122809	0	31,68814	0,528136	-9,3561	-0,15594	2,372200653	-2,417734805	3,236258	-144,417	15	88,17487197	-0,674097019	0,101727	-0,15091																			
16-03-2014 03:00:01	3	-135	0,00	-2,21436	-615,100267	-2,2E-07	-7,3E-12	0,000134	0	0,000195	0	31,68814	0,528136	-9,3561	-0,15594	3,372200653	-2,417734805	0,376306	-129,417	15	88,17487197	-0,531868227	0,187323	-0,3522																			
16-03-2014 04:00:00	4	-120	0,01	-1,27548	-354,301152	-2,1E-05	-3,9E-08	0,00743	0	0,010809	0	31,68814	0,528136	-9,3561	-0,15594	4,372200653	-2,417734805	-1,69393	-114,417	15	88,17487197	-0,355124727	0,29369	-0,827																			
16-03-2014 05:00:01	5	-105	0,04	-0,25828	-71,7451559	-0,0006	-6,4E-06	0,043103	0	0,062719	0	31,68814	0,528136	-9,3561	-0,15594	5,372200653	-2,417734805	-2,83337	-99,417	15	88,17487197	-0,155911296	0,413579	-2,65266																			
16-03-2014 06:00:00	6	-90	0,05	0,767923	213,3119967	0,000254	3,42E-06	0,054104	0	0,078742	0	31,68814	0,528136	-9,3561	-0,15594	6,372200653	-2,417734805	-2,96436	-84,417	15	88,17487197	0,052196	0,538821	10,32304																			
16-03-2014 07:00:01	7	-75	4,30	1,733199	481,4441322	0,008934	0,009569	4,291693	0	6,269428	0	31,68814	0,528136	-9,3561	-0,15594	7,372200653	-2,417734805	-2,07797	-69,417	15	88,17487197	0,255014993	0,660881	2,591537																			
16-03-2014 08:00:00	8	-60	96,43	2,571763	714,3784886	0,134981	3,240941	93,18638	0	141,7562	0	31,68814	0,528136	-9,3561	-0,15594	8,372200653	-2,417734805	-0,23461	-54,417	15	88,17487197	0,438723903	0,77144	1,758372																			
16-03-2014 09:00:01	9	-45	278,01	3,226468	896,2409745	0,310201	21,47388	256,541	0	407,8609	0	31,68814	0,528136	-9,3561	-0,15594	9,372200653	-2,417734805	2,440091	-39,417	15	88,17487197	0,590803272	0,862963	1,460661																			
16-03-2014 10:00:00	10	-30	468,67	3,652697	1014,637962	0,461908	-230,589	699,2586	0	676,0448	0	31,68814	0,528136	-9,3561	-0,15594	10,372200653	-2,417734805	5,763869	-24,417	15	88,17487197	0,700889142	0,929215	1,325765																			
16-03-2014 11:00:01	11	-15	589,18	3,821403	1061,500892	0,55504	-279,783	868,9591	0	866,2404	0	31,68814	0,528136	-9,3561	-0,15594	11,372200653	-2,417734805	9,510208	-9,41699	15	88,17487197	0,761479342	0,965679	1,268161																			
16-03-2014 12:00:01	12	0	746,50	3,72109	1033,636134	0,722212	-331,532	1078,037	0	1098,805	0	31,68814	0,528136	-9,3561	-0,15594	12,372200653	-2,417734805	13,4238	5,58301	15	88,17487197	0,768444752	0,969871	1,262121																			
16-03-2014 13:00:00	13	15	763,78	3,358593	932,9426235	0,818681	628,5925	135,1894	838	1113,821	0,094046	31,68814	0,528136	-9,3561	-0,15594	13,372200653	-2,417734805	17,23795	20,58301	15	88,17487197	0,721310689	0,941505	1,305269																			
16-03-2014 14:00:01	14	30	784,85	2,758617	766,2824584	1,024225	645,9281	138,9177	549	1215,997	0,056435	31,68814	0,528136	-9,3561	-0,15594	14,372200653	-2,417734805	20,69271	35,58301	15	88,17487197	0,623289263	0,882514	1,415898																			
16-03-2014 15:00:00	15	45	718,42	1,962048	545,0132529	1,318174	591,2616	127,1608	467	1255,394	0,046499	31,68814	0,528136	-9,3561	-0,15594	15,372200653	-2,417734805	23,55267	50,58301	15	88,17487197	0,481060471	0,796918	1,656587																			
16-03-2014 16:00:01	16	60	485,13	1,023171	284,2141379	1,706917	399,2619	85,868	915	1092,319	0,104708	31,68814	0,528136	-9,3561	-0,15594	16,372200653	-2,417734805	25,6229	65,58301	15	88,17487197	0,304316971	0,690552	2,269185																			
16-03-2014 17:00:00	17	75	421,77	0,005969	1,658141987	254,3657	347,1203	74,65406	490	2046,684	0,029926	31,68814	0,528136	-9,3561	-0,15594	17,372200653	-2,417734805	26,76234	80,58301	15	88,17487197	0,105103539	0,570662	5,429521																			
16-03-2014 18:00:00	18	90	212,84	-1,02024	-283,399011	-0,75102	-39,8013	252,6387	203	533,507	0,047563	31,68814	0,528136	-9,3561	-0,15594	18,372200653	-2,417734805	26,89333	95,58301	15	88,17487197	-0,103003757	0,44542	-4,32431																			
16-03-2014 19:00:01	19	105	29,22	-1,98551	-551,531146	-0,05297	-0,38535	29,6009	43	43,40884	0,123823	31,68814	0,528136	-9,3561	-0,15594	19,372200653	-2,417734805	26,00694	110,583	15	88,17487197	-0,305822749	0,32336	-1,05735																			
16-03-2014 20:00:00	20	120	0,00	-2,82408	-784,465503	-1,5E-06	-4,7E-10	0,001213	0	0,001764	0	31,68814	0,528136	-9,3561	-0,15594	20,372200653	-2,417734805	24,16359	125,583	15	88,17487197	-0,489531659	0,212802	-0,4347																			
16-03-2014 21:00:01	21	135	0,00	-3,47878	-966,327988	-9,2E-08	-2E-12	8,89E-05	0	0,000129	0	31,68814	0,528136	-9,3561	-0,15594	21,372200653	-2,417734805	21,48888	140,583	15	88,17487197	-0,641611028	0,121278	-0,18902																			
16-03-2014 22:00:00	22	150	0,00	-3,90501	-1084,72498	-2,9E-07	-2,2E-11	0,00031	0	0,000451	0	31,68814	0,528136	-9,3561	-0,15594	22,372200653	-2,417734805	18,1651	155,583	15	88,17487197	-0,751696898	0,055027	-0,0732																			
16-03-2014 23:00:01	23	165	0,00	-2,47558	-687,66055	0	0	0	0	0	0	31,68814	0,528136	-9,3561	-0,15594	23,372200653	-2,417734805	14,41876	170,583	15	88,17487197	-0,812287099	0,018562	-0,02285																			

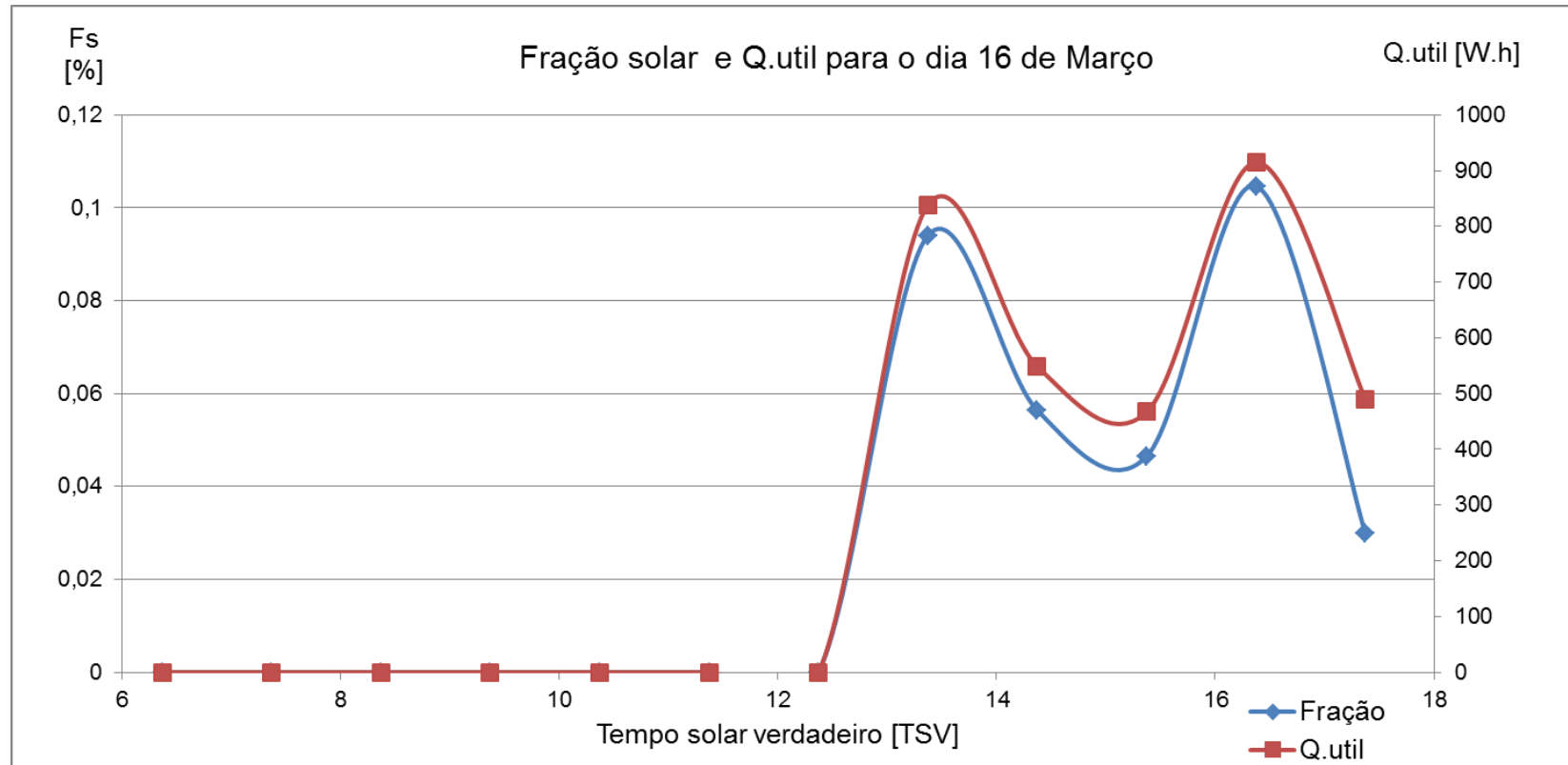


Gráfico 7 - Fração solar e Q<sub>útil</sub> para o dia 16 de Março

Tabela 7- Fração solar e Q<sub>útil</sub> para o dia 23 de Março

										panel	8 m2	β	panel	53	0,925025 rad									
										meridiano	0	φ	latitude	37,02784										
										horas de s	nascer do	por do sol	Gsc (W/m2)	1367	L	longitude	-7,92204							
Data Hora UTC											12,0406	6,100389	18,14099	Albedo	0,22	B	79,89041							
dd/mm/aaaa													Y	gama (sul)	0									
hh:mm:ss															cos teta	cos teta θ								
	logger	SOL	Média	IO		kt	ldirecta lb	ldifusa ld	qutil	IT/ Sup	fração	Tempo solar		Eo eq.tempo	TSV	declinação	azimute	W	w2-w1	ws	cos teta	cos teta θ	RB	
março	hora (UTC)	angulo	W/m2	MJ/m2	W/m2	IO	lb	ld	Wh	W/m2	horaria	min	horas	min	hor	hor	solar	horario			1.6.5	1.6.2	rad	
23-03-2014 00:00:01	0	-180	1,92	-3,8064	-1057,33	-0,00182	-0,00087	1,924485		2,799431	0	31,68814	0,528136	-7,24129	-0,12069	0,407447494	0,403653202	10,37784	-173,888		90,30449	-0,78954	0,001278	-0,00162
23-03-2014 01:00:00	1	-165	1,79	-3,43612	-954,478	-0,00187	-0,00083	1,789625	0	2,603287	0	31,68814	0,528136	-7,24129	-0,12069	1,407447494	0,403653202	6,572036	-158,888	15	90,30449	-0,7405	0,030795	-0,04159
23-03-2014 02:00:01	2	-150	1,93	-2,83024	-786,179	-0,00245	-0,00118	1,929754	0	2,807215	0	31,68814	0,528136	-7,24129	-0,12069	2,407447494	0,403653202	3,134426	-143,888	15	90,30449	-0,6407	0,090855	-0,14181
23-03-2014 03:00:00	3	-135	1,82	-2,03006	-563,905	-0,00323	-0,00147	1,825623	0	2,656047	0	31,68814	0,528136	-7,24129	-0,12069	3,407447494	0,403653202	0,299276	-128,888	15	90,30449	-0,49695	0,177366	-0,35691
23-03-2014 04:00:01	4	-120	1,44	-1,0901	-302,805	-0,00475	-0,0017	1,438736	0	2,094194	0	31,68814	0,528136	-7,24129	-0,12069	4,407447494	0,403653202	-1,7402	-113,888	15	90,30449	-0,31904	0,284433	-0,89152
23-03-2014 05:00:00	5	-105	1,66	-0,07442	-20,6726	-0,08024	-0,03315	1,692015	0	2,56893	0	31,68814	0,528136	-7,24129	-0,12069	5,407447494	0,403653202	-2,84502	-98,8883	15	90,30449	-0,11911	0,404758	-3,39832
23-03-2014 06:00:01	6	-90	2,78	0,947759	263,2663	0,010541	0,007283	2,767742	0	4,070646	0	31,68814	0,528136	-7,24129	-0,12069	6,407447494	0,403653202	-2,93989	-83,8883	15	90,30449	0,089238	0,530142	5,940769
23-03-2014 07:00:00	7	-75	9,04	1,906781	529,6614	0,017072	0,038438	9,003905	0	13,18986	0	31,68814	0,528136	-7,24129	-0,12069	7,407447494	0,403653202	-2,01835	-68,8883	15	90,30449	0,291789	0,65204	2,234631
23-03-2014 08:00:01	8	-60	113,01	2,73729	760,3583	0,148623	4,182051	108,8246	169	165,665	0,127516	31,68814	0,528136	-7,24129	-0,12069	8,407447494	0,403653202	-0,14319	-53,8883	15	90,30449	0,474744	0,762145	1,605382
23-03-2014 09:00:01	9	-45	277,97	3,382687	939,6353	0,295826	20,47537	257,4933	267	405,6416	0,082277	31,68814	0,528136	-7,24129	-0,12069	9,407447494	0,403653202	2,557789	-38,8883	15	90,30449	0,625635	0,852953	1,363341
23-03-2014 10:00:00	10	-30	522,92	3,79899	1055,275	0,495532	-254,047	776,9698	0	773,4409	0	31,68814	0,528136	-7,24129	-0,12069	10,407447494	0,403653202	5,900528	-23,8883	15	90,30449	0,734179	0,918277	1,250754
23-03-2014 11:00:01	11	-15	657,17	3,957828	1099,397	0,597755	-306,907	964,0765	0	986,1507	0	31,68814	0,528136	-7,24129	-0,12069	11,407447494	0,403653202	9,657222	-8,88829	15	90,30449	0,792979	0,953664	1,202634
23-03-2014 12:00:00	12	0	792,03	3,848377	1068,994	0,740912	-349,026	1141,056	0	1187,8	0	31,68814	0,528136	-7,24129	-0,12069	12,407447494	0,403653202	13,57186	6,111712	15	90,30449	0,798028	0,956702	1,198833
23-03-2014 13:00:01	13	15	821,27	3,478096	966,1378	0,85005	675,9015	145,364	0	1152,133	0	31,68814	0,528136	-7,24129	-0,12069	13,407447494	0,403653202	17,37766	21,11171	15	90,30449	0,748982	0,927186	1,237927
23-03-2014 14:00:00	14	30	818,67	2,872219	797,8385	1,026116	673,7695	144,9055	202	1214,386	0,020792	31,68814	0,528136	-7,24129	-0,12069	14,407447494	0,403653202	20,81527	36,11171	15	90,30449	0,649183	0,867125	1,335717
23-03-2014 15:00:00	15	45	748,18	2,072035	575,5651	1,299908	615,7537	132,4282	1306	1238,346	0,131829	31,68814	0,528136	-7,24129	-0,12069	15,407447494	0,403653202	23,65042	51,11171	15	90,30449	0,505433	0,780614	1,544446
23-03-2014 16:00:01	16	60	627,66	1,132075	314,4653	1,995974	516,5678	111,0966	490	1303,364	0,046994	31,68814	0,528136	-7,24129	-0,12069	16,407447494	0,403653202	25,6899	66,11171	15	90,30449	0,327527	0,673548	2,056463
23-03-2014 17:00:00	17	75	456,08	0,116397	32,3324	14,10587	375,351	80,72555	0	1802,658	0	31,68814	0,528136	-7,24129	-0,12069	17,407447494	0,403653202	26,79472	81,11171	15	90,30449	0,12759	0,553223	4,335934
23-03-2014 18:00:01	18	90	227,09	-0,90578	-251,607	-0,90255	-51,035	278,1236	0	667,1293	0	31,68814	0,528136	-7,24129	-0,12069	18,407447494	0,403653202	26,88959	96,11171	15	90,30449	-0,08075	0,427839	-5,29813
23-03-2014 19:00:00	19	105	48,09	-1,86481	-518,002	-0,09283	-1,11155	49,19885	0	72,59936	0	31,68814	0,528136	-7,24129	-0,12069	19,407447494	0,403653202	25,96805	111,1117	15	90,30449	-0,2833	0,305941	-1,0799
23-03-2014 20:00:01	20	120	0,00	-2,69531	-748,699	-2,1E-06	-8,3E-10	0,001578	0	0,002296	0	31,68814	0,528136	-7,24129	-0,12069	20,407447494	0,403653202	24,09289	126,1117	15	90,30449	-0,46626	0,195836	-0,42002
23-03-2014 21:00:00	21	135	0,02	-3,34071	-927,975	-2,3E-05	-1,3E-07	0,021677	0	0,031534	0	31,68814	0,528136	-7,24129	-0,12069	21,407447494	0,403653202	21,39191	141,1117	15	90,30449	-0,61715	0,105027	-0,17018
23-03-2014 22:00:01	22	150	0,23	-3,75701	-1043,62	-0,00022	-1,3E-05	0,229984	0	0,334558	0	31,68814	0,528136	-7,24129	-0,12069	22,407447494	0,403653202	18,04917	156,1117	15	90,30449	-0,72569	0,039704	-0,05471
23-03-2014 23:00:01	23	165	0,62	-2,33077	-647,437	-0,00096	-0,00015	0,623045	0	0,906326	0	31,68814	0,528136	-7,24129	-0,12069	23,407447494	0,403653202	14,29247	171,1117	15	90,30449	-0,78449	0,004317	-0,0055

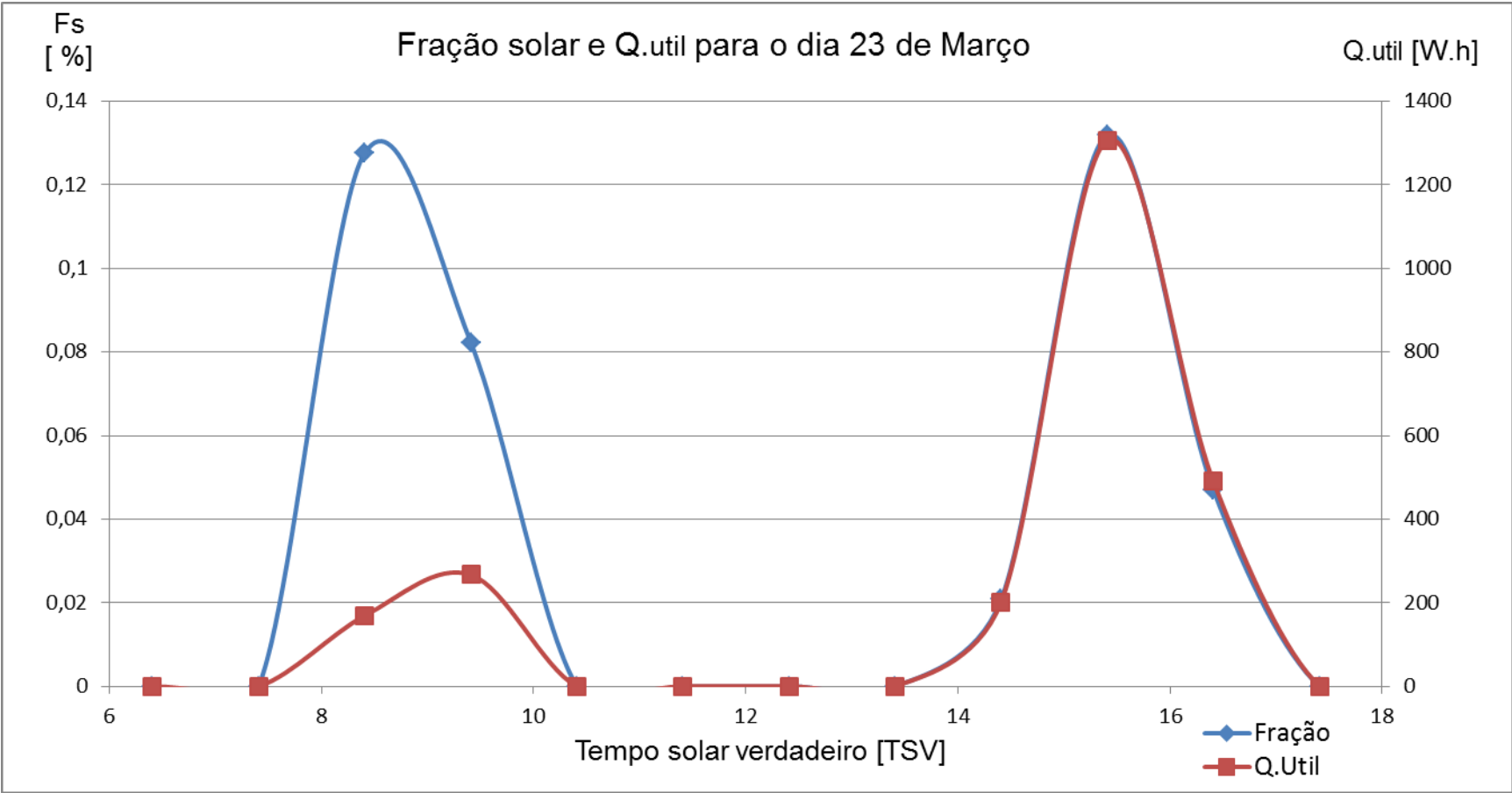


Gráfico 8 - Fração solar e Q<sub>util</sub> para o dia 23de Março



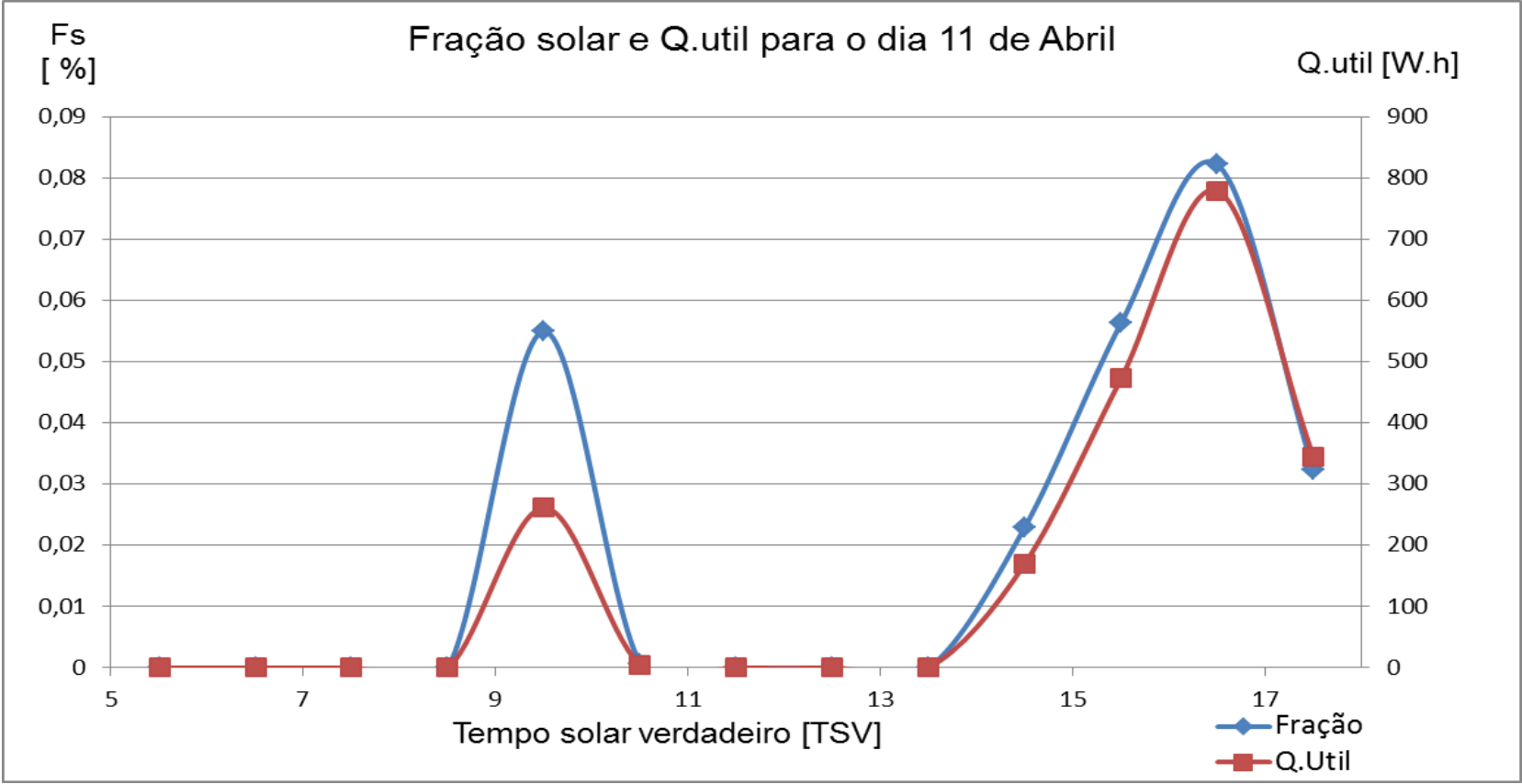


Gráfico 9 - Fração solar e  $Q_{\text{útil}}$  para o dia 11 de Abril

Tabela 5 - Fração solar e Q<sub>útil</sub> para o dia 17 de Abril

										panel	8 m2		β	Beta(pain	53		0,925025 rad							
										meridiano	0		φ	latitude	37,02784									
										horas de sol	nascer do sol	por do sol												
Data Hora UTC											Gsc (W/m2)	1367		L	longitude	-7,92204								
dd/mm/aaaa											Albedo	0,22												
hh:mm:ss	I plano horizontal												Y	gama (sul)	0									
	logger	SOL	Média	IO		kt	ldirecta	ldifusa	qutil	IT/ Sup inclinada	fração horaria	tempo solar		Eo eq.tempo	TSV	declinação	azimute solar	W horario	w2-w1	ws	cos teta θz	cos teta θ 1.6.2	RB	
Abril	hora	angulo	W/m2	MU/m2	W/m2	IO	lb	ld	Wh	W/m2		min	horas	min	hor	hor								
17-04-2014 00:00:01	0	-180	0,46285	-3,16579	-879,386	-0,00053	-6,1E-05	0,46291	0	0,673386	0	31,68814	0,528136	0,277703	0,004628	0,532764099	10,14858765	9,702401	-172,009	15	97,76002	-0,67211	-0,04341	0,064594
17-04-2014 01:00:00	1	-165	0,466111	-2,77606	-771,127	-0,0006	-7E-05	0,466181	0	0,678145	0	31,68814	0,528136	0,277703	0,004628	1,532764099	10,14858765	5,928875	-157,009	15	97,76002	-0,61732	-0,01044	0,016909
17-04-2014 02:00:01	2	-150	0,761342	-2,16187	-600,518	-0,00127	-0,00024	0,761582	0	1,107867	0	31,68814	0,528136	0,277703	0,004628	2,532764099	10,14858765	2,554623	-142,009	15	97,76002	-0,51322	0,052207	-0,10172
17-04-2014 03:00:00	3	-135	0,939357	-1,36508	-379,188	-0,00248	-0,00058	0,939936	0	1,367465	0	31,68814	0,528136	0,277703	0,004628	3,532764099	10,14858765	-0,1904	-127,009	15	97,76002	-0,36692	0,140253	-0,38224
17-04-2014 04:00:01	4	-120	0,815101	-0,43999	-122,219	-0,00667	-0,00135	0,816454	0	1,189274	0	31,68814	0,528136	0,277703	0,004628	4,532764099	10,14858765	-2,11914	-112,009	15	97,76002	-0,18838	0,2477	-1,31486
17-04-2014 05:00:00	5	-105	0,903058	0,550354	152,8762	0,005907	0,001328	0,901729	0	1,359678	0	31,68814	0,528136	0,277703	0,004628	5,532764099	10,14858765	-3,10014	-97,0085	15	97,76002	0,010222	0,367224	35,92644
17-04-2014 06:00:01	6	-90	1,5437	1,538464	427,3511	0,003612	0,001388	1,542312	0	2,24699	0	31,68814	0,528136	0,277703	0,004628	6,532764099	10,14858765	-3,06655	-82,0085	15	97,76002	0,215363	0,490681	2,278394
17-04-2014 07:00:01	7	-75	53,052	2,457001	682,5004	0,077732	1,026833	52,02517	0	77,35491	0	31,68814	0,528136	0,277703	0,004628	7,532764099	10,14858765	-2,02066	-67,0085	15	97,76002	0,413058	0,609657	1,475959
17-04-2014 08:00:00	8	-60	222,5061	3,24337	900,936	0,246972	13,68325	208,8228	0	322,4918	0	31,68814	0,528136	0,277703	0,004628	8,532764099	10,14858765	-0,03375	-52,0085	15	97,76002	0,589836	0,716044	1,213973
17-04-2014 09:00:01	9	-45	420,6256	3,843979	1067,772	0,393928	-212,213	632,8385	294	655,8011	0,056038	31,68814	0,528136	0,277703	0,004628	9,532764099	10,14858765	2,758773	-37,0085	15	97,76002	0,733648	0,802593	1,093975
17-04-2014 10:00:00	10	-30	601,228	4,217899	1171,639	0,513151	-290,141	891,3687	4	951,9371	0,000525	31,68814	0,528136	0,277703	0,004628	10,5327641	10,14858765	6,166612	-22,0085	15	97,76002	0,834695	0,863404	1,034395
17-04-2014 11:00:01	11	-15	753,9053	4,339648	1205,458	0,62541	-348,247	1102,153	0	1198,262	0	31,68814	0,528136	0,277703	0,004628	11,5327641	10,14858765	9,957525	-7,00854	15	97,76002	0,886089	0,894334	1,009305
17-04-2014 12:00:00	12	0	856,6141	4,200929	1166,925	0,734078	-378,563	1235,177	0	1356,206	0	31,68814	0,528136	0,277703	0,004628	12,5327641	10,14858765	13,87317	7,991461	15	97,76002	0,88433	0,893275	1,010116
17-04-2014 13:00:01	13	15	881,0821	3,811194	1058,665	0,832258	725,1305	155,9515	0	1090,412	0	31,68814	0,528136	0,277703	0,004628	13,5327641	10,14858765	17,64669	22,99146	15	97,76002	0,829536	0,860299	1,037086
17-04-2014 14:00:01	14	30	872,3984	3,197005	888,0568	0,982368	717,9839	154,4145	0	1124,508	0	31,68814	0,528136	0,277703	0,004628	14,5327641	10,14858765	21,02094	37,99146	15	97,76002	0,725441	0,797654	1,099543
17-04-2014 15:00:00	15	45	798,0296	2,400216	666,7266	1,196937	656,7784	141,2512	0	1111,228	0	31,68814	0,528136	0,277703	0,004628	15,5327641	10,14858765	23,76597	52,99146	15	97,76002	0,57914	0,709608	1,225278
17-04-2014 16:00:01	16	60	676,3703	1,475128	409,7577	1,650659	556,6528	119,7175	500	1096,493	0,057	31,68814	0,528136	0,277703	0,004628	16,5327641	10,14858765	25,6947	67,99146	15	97,76002	0,400603	0,602161	1,503137
17-04-2014 17:00:00	17	75	507,5924	0,484784	134,6622	3,769375	417,7485	89,84385	714	1193,086	0,074806	31,68814	0,528136	0,277703	0,004628	17,5327641	10,14858765	26,6757	82,99146	15	97,76002	0,201997	0,482637	2,389332
17-04-2014 18:00:01	18	90	302,3826	-0,50333	-139,813	-2,16277	-162,842	465,2245	0	19252,7	0	31,68814	0,528136	0,277703	0,004628	18,5327641	10,14858765	26,64212	97,99146	15	97,76002	-0,00314	0,35918	-114,227
17-04-2014 19:00:00	19	105	95,22024	-1,42186	-394,962	-0,24109	-5,71614	100,9364	0	152,7903	0	31,68814	0,528136	0,277703	0,004628	19,5327641	10,14858765	25,59623	112,9915	15	97,76002	-0,20084	0,240204	-1,196
17-04-2014 20:00:01	20	120	1,762489	-2,20823	-613,398	-0,00287	-0,00126	1,76375	0	2,565994	0	31,68814	0,528136	0,277703	0,004628	20,5327641	10,14858765	23,60932	127,9915	15	97,76002	-0,37762	0,133817	-0,35437
17-04-2014 21:00:01	21	135	0,202902	-2,80884	-780,234	-0,00026	-1,3E-05	0,202915	0	0,295182	0	31,68814	0,528136	0,277703	0,004628	21,5327641	10,14858765	20,81679	142,9915	15	97,76002	-0,52143	0,047268	-0,09065
17-04-2014 22:00:00	22	150	0,313162	-3,18276	-884,1	-0,00035	-2,8E-05	0,31319	0	0,455595	0	31,68814	0,528136	0,277703	0,004628	22,5327641	10,14858765	17,40896	157,9915	15	97,76002	-0,62248	-0,01354	0,021757
17-04-2014 23:00:01	23	165	1,000851	-3,30451	-917,919	-0,00109	-0,00027	1,001122	0	1,456281	0	31,68814	0,528136	0,277703	0,004628	23,5327641	10,14858765	13,61804	172,9915	15	97,76002	-0,67387	-0,04447	0,065997
17-04-2014 00:00:00	24	180	14,2841	2,035554	565,4315	0,025262	0,089851	14,19424	0	20,6681	0	31,68814	0,528136	0,277703	0,004628	24,5327641	10,14858765	9,702401	187,9915	15	97,76002	-0,67211	-0,04341	0,064594

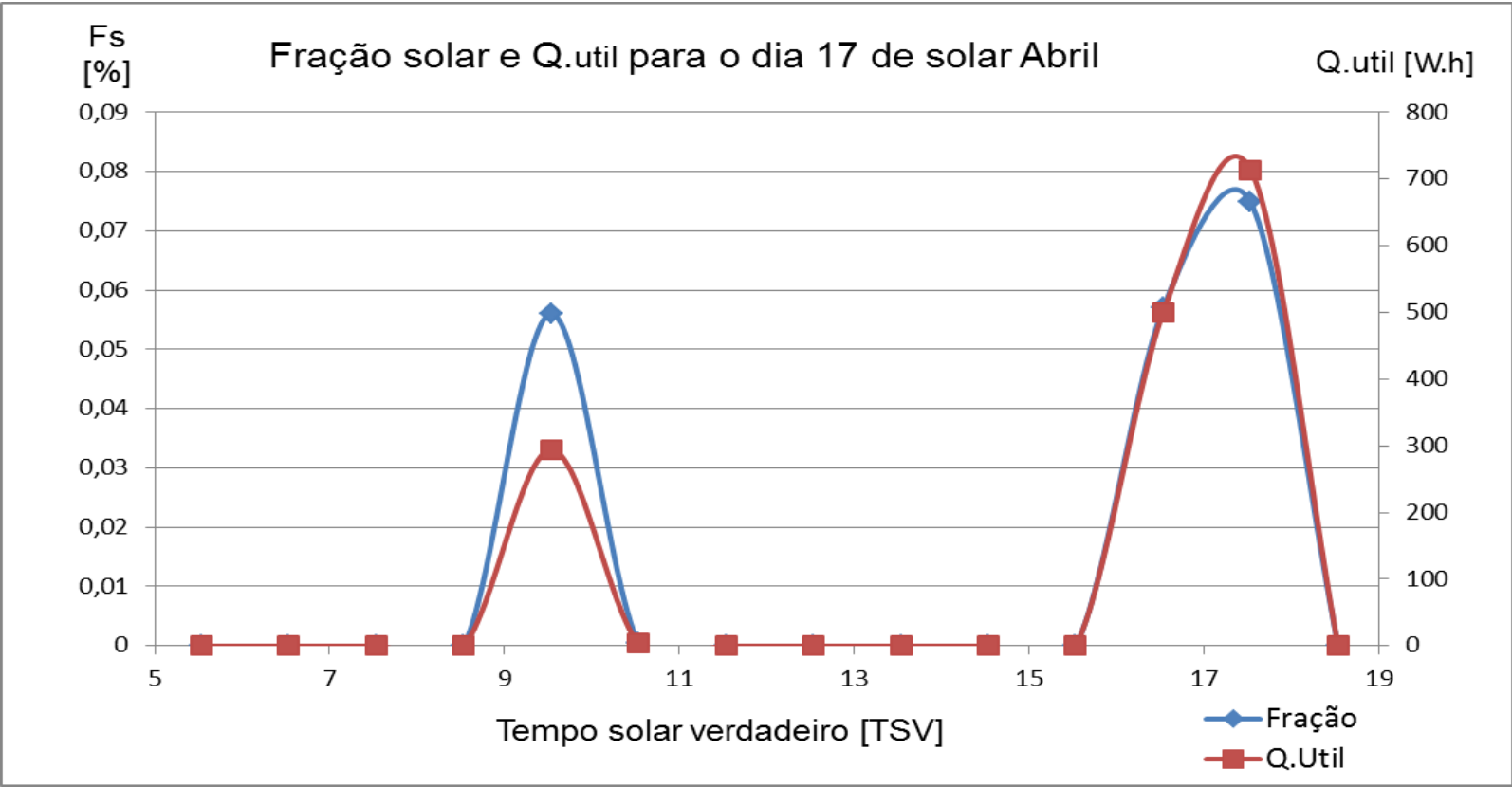


Gráfico 10 - Fração solar e Q<sub>util</sub> para o dia 17 de Abril



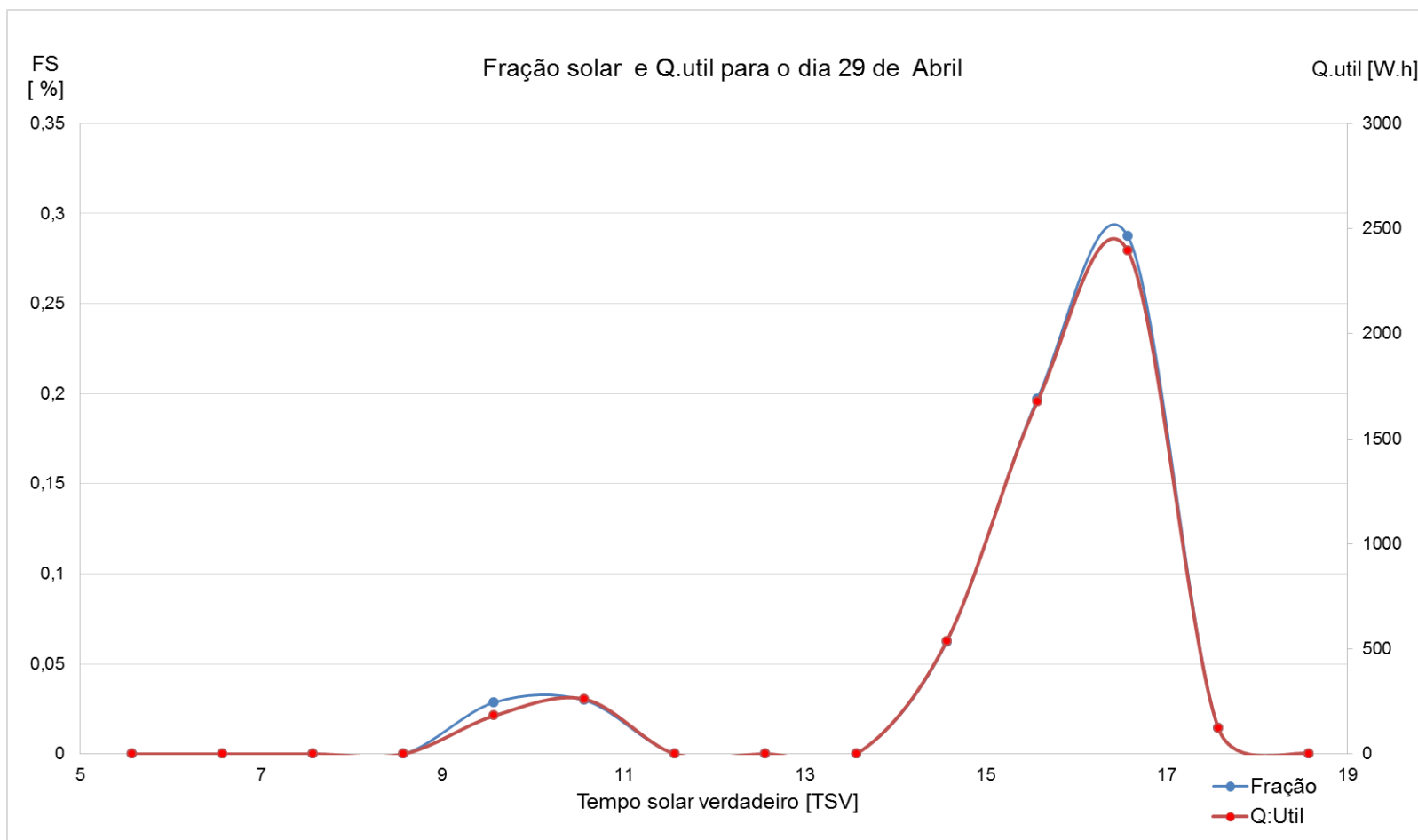


Gráfico 11 - Fração solar e Q<sub>útil</sub> para o dia 29 de Abril

Para uma base de cálculo diário da radiação solar global no plano inclinado foram também criadas tabelas com base nas correlações atrás descritas, para um mês juliano e observadas as evoluções diárias do calor absorvido pelo sistema solar térmico e armazenado no depósito de acumulação do circuito primário.

Tabela 7 - Fração solar e Q<sub>útil</sub> para o mês de Fevereiro

Fevereiro																	
plano horizontal																	
	H		HO					kt	Hdirecta	Hd/H	qutil dia	B	IT/ Sup inclinada	declinação	ws	w's	RB
dia	KJ/(m2. dia)	MJ/(m2. dia)	W.h/m2	MJ/m2	W/m2	H/HO	hb	ws<=81,4	Wh/dia		W/m2	fração	graus	graus	graus		
32	10761,13	10,76113	2989,202	28,50298	7917,495	0,377544	8388,389	2372,736764	0	30,57534	20391,44	0	-17,51649546	76,22712	76,22712	2,008131	
33	14737,09	14,73709	4093,637	28,52221	7922,837	0,516688	12552,88	2184,210085	0	31,56164	28464,19	0	-17,24552919	76,45807	76,45807	1,991027	
34	12204,4	12,2044	3390,112	28,54113	7928,092	0,427608	9795,049	2409,355216	0	32,54795	22989,46	0	-16,9694527	76,69246	76,69246	1,973825	
35	6120,587	6,120587	1700,163	28,55971	7933,252	0,214308	4494,846	1625,741311	0	33,53425	4784,394	0	-16,68834779	76,93017	76,93017	1,956537	
36	8335,952	8,335952	2315,542	28,57791	7938,309	0,291692	6251,462	2084,490114	0	34,52055	7272,778	0	-16,40229777	77,17111	77,17111	1,939175	
37	6018,732	6,018732	1671,87	28,59571	7943,253	0,210477	4416,908	1601,824666	194	35,50685	5591,591	0,004337	-16,11138739	77,41519	77,41519	1,921751	
38	14366,07	14,36607	3990,574	28,61308	7948,078	0,50208	12113,45	2252,614808	9200	36,49315	2522,034	0,455981	-15,81570286	77,6623	77,6623	1,904275	
39	5299,848	5,299848	1472,18	28,62999	7952,775	0,185115	3873,794	1426,054164	3505	37,47945	3515,911	0,124612	-15,5153318	77,91235	77,91235	1,886759	
40	2570,179	2,570179	713,9387	28,64641	7957,337	0,089721	1865,359	704,8200792	4	38,46575	2475,57	0,000202	-15,21036321	78,16525	78,16525	1,869212	
41	15475,27	15,47527	4298,685	28,66232	7961,756	0,539917	13396,68	2078,586481	9523	39,45205	6853,748	0,173682	-14,90088746	78,42091	78,42091	1,851644	
42	4075,437	4,075437	1132,066	28,6777	7966,027	0,142112	2965,737	1109,700189	2420	40,43836	2168,615	0,13949	-14,58699625	78,67922	78,67922	1,834065	
43	8385,939	8,385939	2329,427	28,69251	7970,14	0,292269	6290,245	2095,693433	0	41,42466	1043,754	0	-14,2687826	78,9401	78,9401	1,816484	
44	5799,989	5,799989	1611,108	28,70673	7974,091	0,202043	4250,155	1549,833636	0	42,41096	7476,02	0	-13,94634081	79,20346	79,20346	1,798909	
45	12311,71	12,31171	3419,92	28,72034	7977,873	0,428676	9887,75	2423,963143	1756	43,39726	1658,75	0,132329	-13,61976641	79,46922	79,46922	1,78135	
46	6835,299	6,835299	1898,694	28,73333	7981,48	0,237887	5044,983	1790,315267	0	44,38356	3509,144	0	-13,28915619	79,73728	79,73728	1,763814	
47	16552,43	16,55243	4597,898	28,74566	7984,905	0,575824	14688,35	1864,082331	0	45,36986	2374,206	0	-12,95460809	80,00756	80,00756	1,746309	
48	15721,63	15,72163	4367,121	28,75732	7988,144	0,5467	13674,31	2047,328659	10174	46,35616	5453,485	0,233199	-12,61622127	80,27998	80,27998	1,728841	
49	15162,15	15,16215	4211,709	28,76829	7991,191	0,527044	13008,43	2153,72227	240	47,34247	2812,214	0,010668	-12,27409599	80,55445	80,55445	1,711419	
50	16989,21	16,98921	4719,224	28,77855	7994,042	0,590343	15224,03	1765,17932	498	48,32877	7906,243	0,007874	-11,92833363	80,83089	80,83089	1,694048	
51	10036,67	10,03667	2787,963	28,78808	7996,69	0,34864	7709,005	2327,661544	223	49,31507	7345,602	0,003795	-11,57903665	81,10923	81,10923	1,676734	
52	11185,74	11,18574	3107,151	28,79688	7999,132	0,388436	8771,701	2414,040929	154	50,30137	6971,632	0,002761	-11,22630855	81,38938	81,38938	1,659485	
53	17870,38	17,87038	4963,996	28,80491	8001,363	0,620394	15915,76	1954,621059	466	51,28767	8026,445	0,007257	-10,87025385	81,67128	81,67128	1,642305	
54	14295,3	14,2953	3970,918	28,81217	8003,38	0,496155	11854,95	2440,356685	209	52,27397	4228,665	0,006178	-10,51097806	81,95483	81,95483	1,625199	
55	15741,53	15,74153	4372,648	28,81864	8005,179	0,546227	13424,72	2316,816308	380	53,26027	4768,53	0,009961	-10,14858765	82,23998	82,23998	1,608173	
56	10137,34	10,13734	2815,928	28,82432	8006,755	0,351694	7827,611	2309,730824	168	54,24658	8248,555	0,002546	-9,783189981	82,52665	82,52665	1,591232	
57	15296,86	15,29686	4249,127	28,82918	8008,106	0,530603	12930,36	2366,495332	186	55,23288	6272,874	0,003706	-9,414893347	82,81476	82,81476	1,574379	
58	10128,27	10,12827	2813,407	28,83322	8009,229	0,351271	7819,172	2309,092534	129	56,21918	6992,613	0,002306	-9,043806876	83,10425	83,10425	1,557672	
59	16500,64	16,50064	4583,511	28,83643	8010,12	0,572215	14284,42	2216,220985	0	57,20548	4243,315	0	-8,670040531	83,39505	83,39505	1,540957	

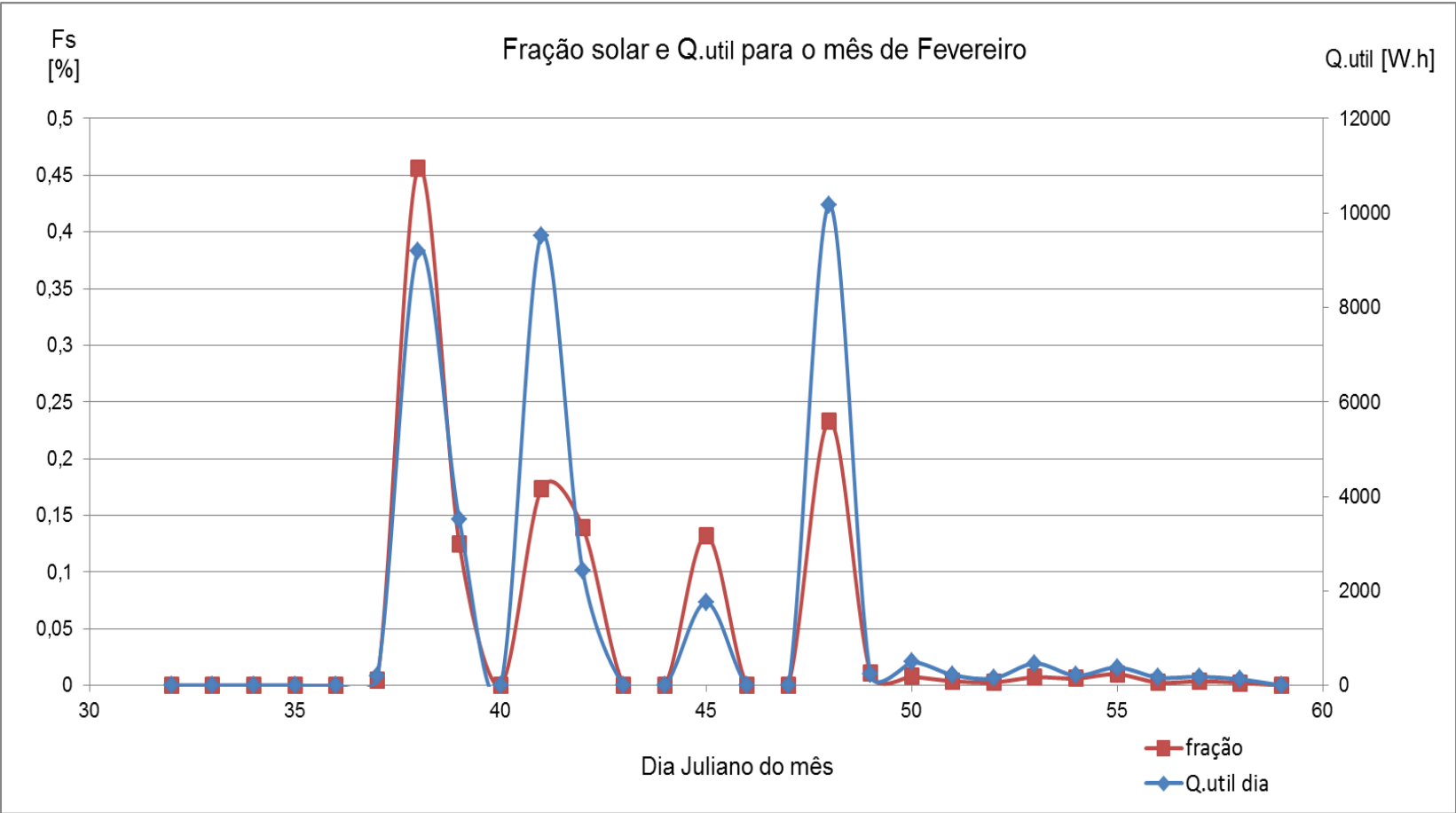


Gráfico 12 - Fração solar e Q<sub>util</sub> para o mês de Fevereiro

Tabela 8 - Fração solar e Q<sub>útil</sub> para o mês de Março

Março																
plano horizontal																
	H			HO		kt	Hdirecta	Hd/H		B	IT/ Sup inclinada		declinação	ws	w's	RB
dia	KJ/(m2.dia)	MJ/(m2.dia)	W.h/m2	MJ/m2	W/m2		hb	ws<=81,4	qutil dia	W/m2	fração	graus	graus	graus		
60	8444,4954	8,444495	2345,693	29,99	8330,484	0,281579	6342,824245	2101,671155	0	58,19178	12763,82	0	-8,293705065	83,6871	83,6871	1,524395
61	8517,3542	8,517354	2365,932	29,99	8331,003	0,283991	6403,025203	2114,328997	0	59,17808	12769,79	0	-7,914911995	83,98032	83,98032	1,507938
62	14311,621	14,31162	3975,45	29,99	8331,275	0,477172	11747,42989	2564,19111	0	60,16438	21469,52	0	-7,533773567	84,27465	84,27465	1,491587
63	13287,234	13,28723	3690,898	29,99	8331,298	0,443016	10713,47551	2573,758492	0	61,15068	3466,834	0	-7,150402718	84,57004	84,57004	1,475347
64	18679,339	18,67934	5188,705	29,99	8331,07	0,622814	16660,28054	2019,058463	0	62,13699	3493,829	0	-6,764913051	84,86641	84,86641	1,45922
65	19173,214	19,17321	5325,893	29,99	8330,59	0,639318	17270,68398	1902,530016	292	63,12329	6052,217	0,006031	-6,377418794	85,1637	85,1637	1,443208
66	19185,738	19,18574	5329,372	29,99	8329,856	0,639792	17286,88897	1898,849026	902	64,10959	5564,052	0,020264	-5,98803477	85,46187	85,46187	1,427315
67	19351,635	19,35164	5375,454	29,98	8328,866	0,6454	17495,30516	1856,329841	0	65,09589	8049,844	0	-5,596876363	85,76084	85,76084	1,411542
68	11180,105	11,18011	3105,585	29,98	8327,621	0,372926	8714,280334	2465,824666	0	66,08219	8234,765	0	-5,20405948	86,06056	86,06056	1,395891
69	20182,795	20,1828	5606,332	29,97	8326,12	0,673343	18557,7024	1625,092596	245	67,06849	8186,322	0,003741	-4,809700522	86,36097	86,36097	1,380364
70	20703,032	20,70303	5750,842	29,97	8324,361	0,690845	19239,7766	1463,255397	616	68,05479	8209,051	0,00938	-4,413916346	86,66202	86,66202	1,364964
71	18521,299	18,5213	5144,805	29,96	8322,344	0,618192	16473,84275	2047,456253	1668	69,0411	4578,485	0,045539	-4,016824231	86,96365	86,96365	1,349691
72	18803,47	18,80347	5223,186	29,95	8320,07	0,627782	16820,8649	1982,605099	476	70,0274	8471,912	0,007023	-3,618541845	87,2658	87,2658	1,334547
73	19534,635	19,53464	5426,288	29,94	8317,538	0,652391	17735,34229	1799,292712	622	71,0137	8640,442	0,008998	-3,219187206	87,56843	87,56843	1,319533
74	20777,859	20,77786	5771,628	29,93	8314,749	0,694143	19348,17059	1429,688409	1974	72	7635,288	0,032317	-2,818878653	87,87147	87,87147	1,304651
75	20157,459	20,15746	5599,294	29,92	8311,703	0,673664	18538,02059	1619,438409	2000	72,9863	7707,221	0,032437	-2,417734805	88,17487	88,17487	1,289902
76	20428,136	20,42814	5674,482	29,91	8308,401	0,682981	18893,63706	1534,498941	1989	73,9726	7961,218	0,03123	-2,01587453	88,47859	88,47859	1,275286
77	19116,416	19,11642	5310,116	29,90	8304,843	0,6394	17220,37334	1896,042663	452	74,9589	8412,286	0,006716	-1,613416909	88,78256	88,78256	1,260804
78	21502,981	21,50298	5973,05	29,88	8301,03	0,719555	20336,59182	1166,389178	452	75,94521	8101,535	0,006974	-1,210481196	89,08674	89,08674	1,246458
79	21558,736	21,55874	5988,538	29,87	8296,965	0,721775	20417,02094	1141,715062	955	76,93151	8148,64	0,01465	-0,807186793	89,39107	89,39107	1,232248
80	21328,99	21,32899	5924,719	29,85	8292,647	0,714455	20109,2177	1219,772296	919	77,91781	7587,752	0,01514	-0,403653202	89,69551	89,69551	1,218175
81	22098,533	22,09853	6138,481	29,84	8288,078	0,74064	22098,358	0,175	548	78,90411	8427,324	0,008128	-5,74595E-15	90	90	1,204239
82	22076,715	22,07672	6132,421	29,82	8283,261	0,740339	22076,54	0,175	2434	79,89041	8378,794	0,036312	0,403653202	90,30449	89,88446	1,190472
83	18553,184	18,55318	5153,662	29,80	8278,197	0,622559	16545,23995	2007,944054	766	80,87671	8229,483	0,011635	0,807186793	90,60893	89,76895	1,176907
84	21986,189	21,98619	6107,275	29,78	8272,888	0,738228	21986,014	0,175	524	81,86301	8336,314	0,007857	1,210481196	90,91326	89,65348	1,163542
85	22007,33	22,00733	6113,147	29,76241	8267,336	0,739434	22007,155	0,175	548	82,84932	8243,664	0,008309	1,613416909	91,21744	89,53808	1,150375
86	13688,302	13,6883	3802,306	29,74156	8261,544	0,460242	11135,64202	2552,659977	356	83,83562	7107,002	0,006261	2,01587453	91,52141	89,42277	1,137406
87	22321,926	22,32193	6200,535	29,71985	8255,514	0,751078	22321,751	0,175	1024	84,82192	8045,394	0,01591	2,417734805	91,82513	89,30757	1,124632
88	18149,424	18,14942	5041,507	29,6973	8249,249	0,611147	16075,56098	2073,86302	353	85,80822	7972,643	0,005535	2,818878653	92,12853	89,1925	1,112054
89	11930,501	11,9305	3314,028	29,67391	8242,751	0,402054	9426,274622	2504,226378	313	86,79452	5326,925	0,007345	3,219187206	92,43157	89,07759	1,099668
90	9664,0877	9,664088	2684,469	29,64969	8236,025	0,325942	7382,163549	2281,924151	173	87,78082	7926,998	0,002728	3,618541845	92,7342	88,96287	1,087474

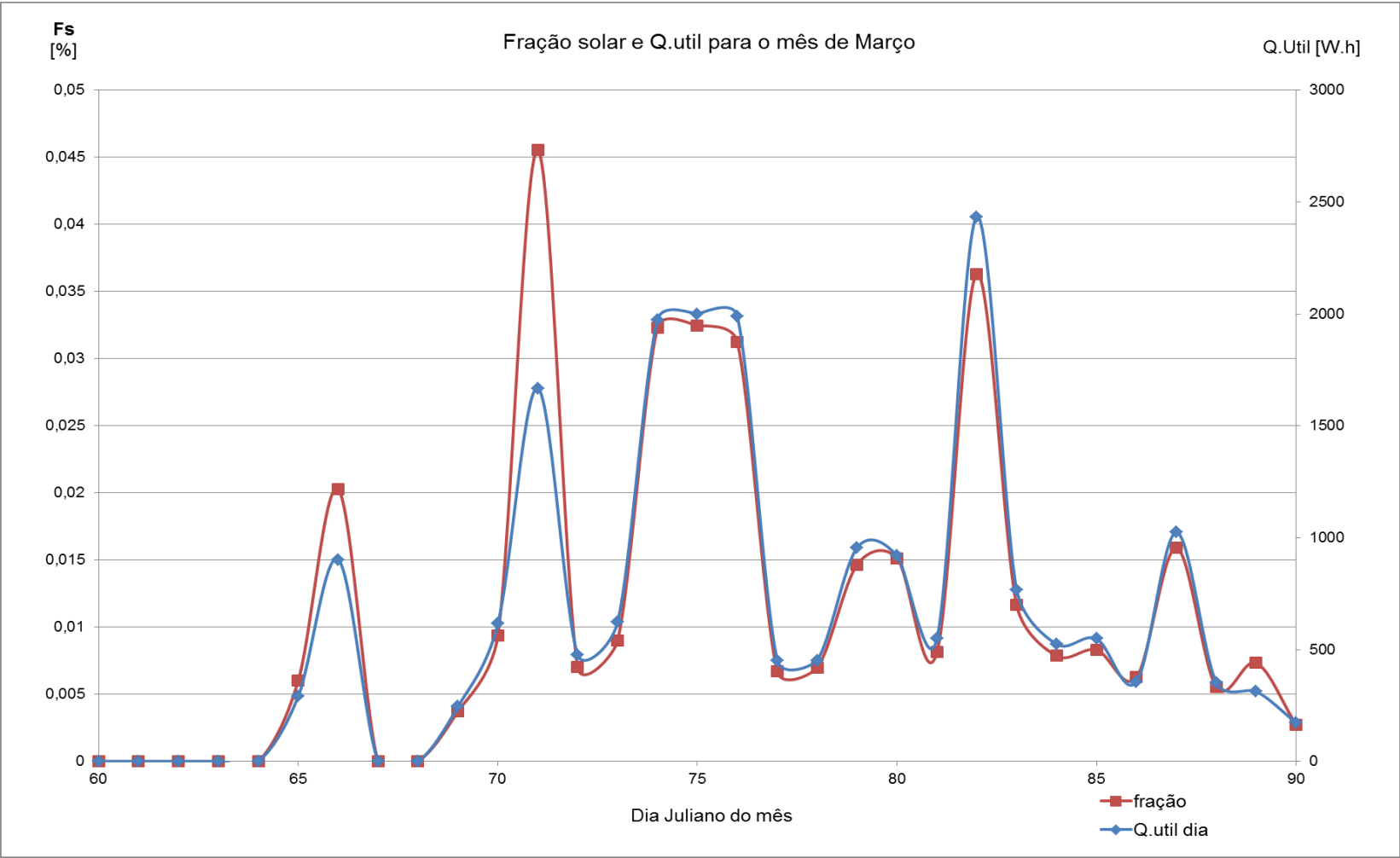


Gráfico 13 - Fração solar e  $Q_{util}$  para o mês de Março

Tabela 9 - Fração solar e Q<sub>útil</sub> para o mês de Abril

Abril																
plano horizontal																
	H			HO		kt	Hdirecta	Hd/H		B	IT/ Sup		declinação	ws	w's	RB
dia	KJ/(m2. dia)	MJ/(m2. dia)	W.h/m2	MJ/m2	W/m2		hb	ws<=81,4	quartil dia		W/m2	fração	graus	graus	graus	
91	4347,4624	4,3474624	1207,628	29,91538	8309,829	0,145325	3152,183	1195,279	96	88,76712	5130,759	0,002339	4,016824231	93,03635	88,84834	1,07547
92	21668,274	21,668274	6018,965	29,88979	8302,719	0,724939	21668,1	0,175	194	89,75342	23973,31	0,001012	4,413916346	93,33798	88,73404	1,063654
93	17238,95	17,23895	4788,597	29,8634	8295,388	0,57726	14967,47	2271,479	510	90,73973	19437,64	0,00328	4,809700522	93,63903	88,61999	1,052026
94	21360,234	21,360234	5933,398	29,83623	8287,841	0,715916	20156,68	1203,556	401	91,72603	1753,963	0,028578	5,20405948	93,93944	88,50622	1,040583
95	18512,334	18,512334	5142,315	29,80829	8280,08	0,621047	16493,92	2018,414	133	92,71233	7327,858	0,002269	5,596876363	94,23916	88,39274	1,029324
96	24638,902	24,638902	6844,139	29,7796	8272,111	0,827375	24638,73	0,175	1454	93,69863	6339,546	0,028669	5,98803477	94,53813	88,27958	1,018248
97	24696,933	24,696933	6860,259	29,75017	8263,937	0,830144	24696,76	0,175	1036	94,68493	7400,068	0,0175	6,377418794	94,8363	88,16677	1,007353
98	24312,979	24,312979	6753,605	29,72003	8255,563	0,818067	24312,8	0,175	623	95,67123	6632,167	0,011742	6,764913051	95,13359	88,05433	0,996637
99	12452,177	12,452177	3458,938	29,68917	8246,993	0,419418	9921,854	2530,323	88	96,65753	8021,712	0,001371	7,150402718	95,42996	87,94228	0,986099
100	20324,016	20,324016	5645,56	29,65763	8238,232	0,685288	18823,74	1500,277	561	97,64384	7965,863	0,008803	7,533773567	95,72535	87,83065	0,975738
101	24131,502	24,131502	6703,195	29,62543	8229,285	0,814554	24131,33	0,175	2032	98,63014	7769,653	0,032691	7,914911995	96,01968	87,71947	0,965551
102	19724,682	19,724682	5479,078	29,59257	8220,157	0,666542	18061,81	1662,867	473	99,61644	4739,409	0,012475	8,293705065	96,3129	87,60876	0,955539
103	21758,493	21,758493	6044,026	29,55907	8210,854	0,736102	21758,32	0,175	1156	100,6027	6864,72	0,02105	8,670040531	96,60495	87,49855	0,945698
104	16527,389	16,527389	4590,941	29,52497	8201,381	0,559777	14204,91	2322,481	371	101,589	7503,292	0,006181	9,043806876	96,89575	87,38887	0,936027
105	13244,474	13,244474	3679,021	29,49027	8191,743	0,449113	10712,48	2531,995	1292	102,5753	6652,457	0,024277	9,414893347	97,18524	87,27973	0,926526
106	23358,293	23,358293	6488,415	29,45501	8181,947	0,793016	23358,12	0,175	571	103,5616	6645,457	0,01074	9,783189981	97,47335	87,17118	0,917193
107	25381,035	25,381035	7050,288	29,41919	8171,998	0,862737	25380,86	0,175	1512	104,5479	5850,763	0,032303	10,14858765	97,76002	87,06323	0,908026
108	14306,843	14,306843	3974,123	29,38285	8161,903	0,486911	11805,12	2501,724	96	105,5342	4922,476	0,002438	10,51097806	98,04517	86,95591	0,899024
109	22590,789	22,590789	6275,219	29,34601	8151,668	0,769808	22590,61	0,175	1019	106,5205	6949,117	0,01833	10,87025385	98,32872	86,84926	0,890186
110	13388,293	13,388293	3718,97	29,30868	8141,3	0,456803	10872,04	2516,249	377	107,5068	7486,252	0,006295	11,22630855	98,61062	86,7433	0,881511
111	16757,304	16,757304	4654,807	29,2709	8130,806	0,57249	14508,93	2248,373	425	108,4932	5189,456	0,010237	11,57903665	98,89077	86,63806	0,872996
112	25906,798	25,906798	7196,333	29,23269	8120,192	0,886227	25906,62	0,175	628	109,4795	6551,318	0,011982	11,92833363	99,16911	86,53357	0,864642
113	23594,984	23,594984	6554,162	29,19408	8109,467	0,808211	23594,81	0,175	209	110,4658	4905,598	0,005326	12,27409599	99,44555	86,42986	0,856446
114	24801,931	24,801931	6889,425	29,15509	8098,636	0,85069	24801,76	0,175	653	111,4521	5741,644	0,014216	12,61622127	99,72002	86,32696	0,848407
115	27092,97	27,09297	7525,825	29,11575	8087,708	0,930526	27092,8	0,175	676	112,4384	7329,123	0,011529	12,95460809	99,99244	86,2249	0,840525
116	26973,674	26,973674	7492,687	29,07609	8076,691	0,927693	26973,5	0,175	1632	113,4247	6621,394	0,030809	13,28915619	100,2627	86,12372	0,832798
117	27686,774	27,686774	7690,771	29,03613	8065,593	0,953528	27686,6	0,175	2366	114,411	6904,713	0,042833	13,61976641	100,5308	86,02344	0,825225
118	27536,022	27,536022	7648,895	28,99592	8054,421	0,949652	27535,85	0,175	1336	115,3973	7483,198	0,022317	13,94634081	100,7965	85,9241	0,817805
119	27765,75	27,76575	7712,708	28,95546	8043,184	0,958912	27765,58	0,175	5175	116,3836	7392,353	0,087506	14,2687826	101,0599	85,82572	0,810536
120	27472,237	27,472237	7631,177	28,91481	8031,891	0,95011	27472,06	0,175	1352	117,3699	7529,541	0,022445	14,58699625	101,3208	85,72835	0,803419

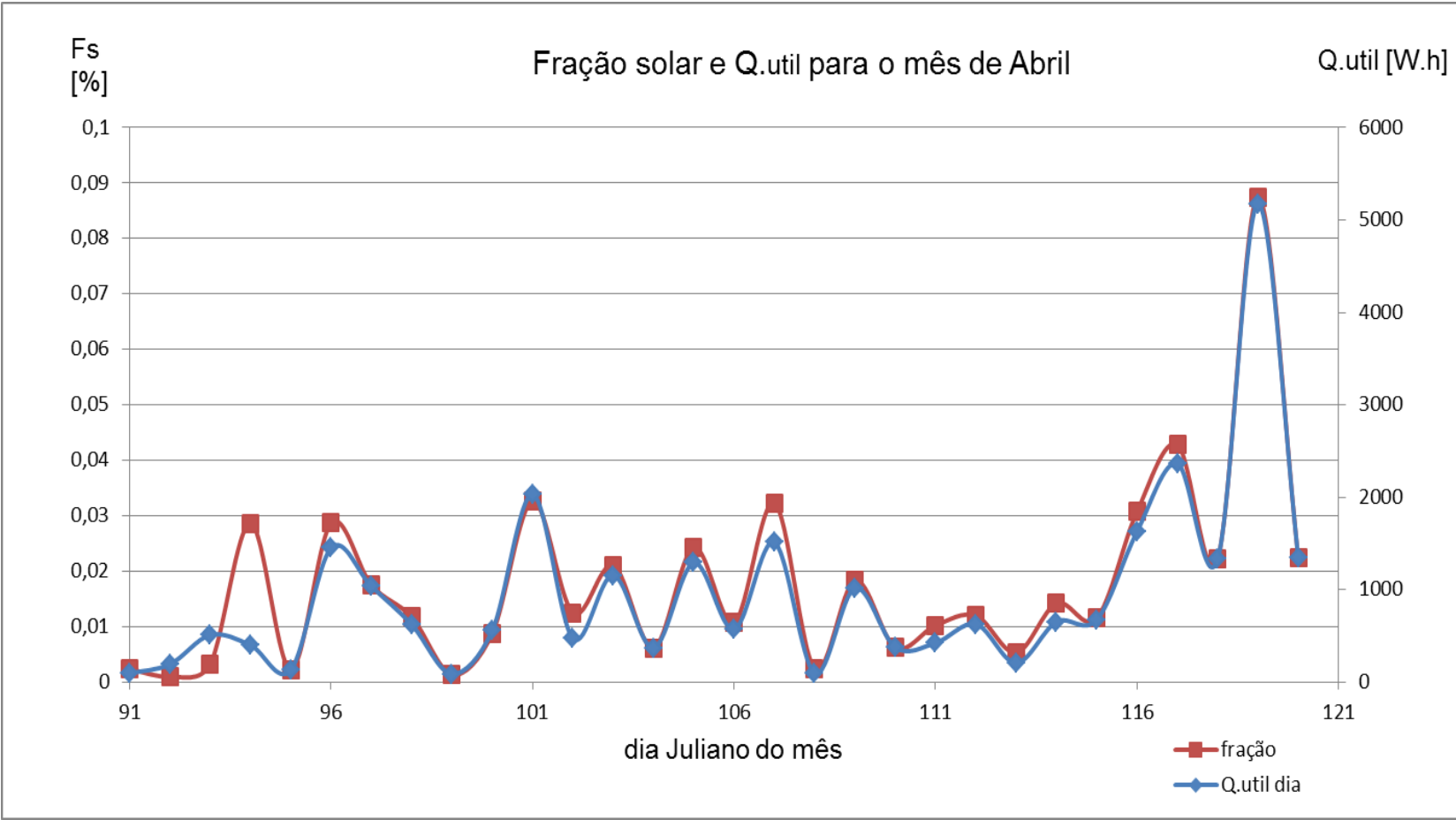


Gráfico 14 - Fração solar e Q<sub>útil</sub> para o mês de Abril

