

Projeto de AVAC e Acompanhamento de Obra de um Grande Edifício de Serviços – Unidade de Cuidados Continuados

Relatório de estágio apresentado para a obtenção do grau de Mestre em
Equipamentos e Sistemas Mecânicos

Autor
João Tiago Martins Arenga

Orientadores:
Pedro Miraldo
Professor Adjunto, ISEC

Gilberto Vaz
Professor Coordenador, ISEC

Supervisor na empresa:
Filipe Ribeiro
Engenheiro Eletrotécnico, Tecnórem S.A.

Coimbra, novembro, 2011

Agradecimentos

Aos orientadores de estágio, Professor Doutor Gilberto Vaz, Professor Pedro Miraldo e supervisor Engenheiro Filipe Ribeiro, pelo apoio prestado, pelos comentários e sugestões facultados na elaboração do presente relatório.

À empresa EnergiHotel pela oportunidade de realização deste estágio;

Ao Engenheiro Ulisses Branco pelo apoio e orientação ministrados durante todo o estágio;

A todos os elementos da EnergiHotel e Tecnorém, em especial ao departamento de Climatização e Hotelaria, pela cooperação dispensada e pela fácil integração proporcionada;

Aos meus pais, à minha irmã e à minha namorada, pelo apoio incondicional concedido ao longo da minha vida, sem o qual, a realização do presente mestrado nunca se teria concretizado.

Resumo

O presente trabalho relata as atividades desenvolvidas pelo aluno no âmbito do estágio curricular do Mestrado em Equipamentos e Sistemas Mecânicos, na especialização em Projeto, Instalação e Manutenção de Sistemas Térmicos, que decorreram na empresa EnergiHotel Lda, durante o ano letivo 2009/2010.

O trabalho desenvolvido insere-se no âmbito de projetos AVAC e acompanhamento de obra de grandes edifícios de serviços, onde foi analisado especificamente o caso de uma Unidade de Cuidados Continuados.

O estágio teve uma fase inicial em que o aluno se dedicou principalmente, a tarefas de orçamentação. O núcleo principal do trabalho correspondeu à elaboração do projeto AVAC, apresentado e descrito, detalhadamente, neste documento.

Na fase final do estágio foi efetuado um acompanhamento de obra relativo à implementação de um projeto anteriormente desenvolvido, tarefa que também se descreve neste relatório.

Palavras-chave: AVAC, AQS, Ventilação, VRF, Grande Edifício de Serviços

Abstract

The present work reports the developed activities by the student in the scope of the curricular internship of the Master in Mechanical Equipment and Systems, in the specialization of Project, Installation and Maintenance of Thermal System, in the facilities of the Company EnergiHotel Lda, during the school year of 2009/2010.

The work developed is inserted in the scope of HVAC project and the monitoring of work of large building services, where was analyzed specifically a case of a Continuous Care Unit.

The internship had an initial phase mostly dedicated to the student mostly tasks of budgeting.

The main core of the work corresponded to the elaboration of the HVAC project presented and described at great length in this document.

In the final stage of the internship it was made the accompaniment of the implementation in the building site of the project developed, task also described in this report.

Keywords : HVAC, HWS, VRF, Large Building Services

Índice

Índice de Figuras.....	v
Índice de Tabelas	vi
Simbologia e Siglas.....	vii
Simbologia.....	vii
Siglas	viii
Capítulo 1. Introdução.....	1
1.1. Âmbito.....	1
1.2. Apresentação da Empresa	2
1.2.1. Grupo Tecnórem.....	2
1.2.2. EnergiHotel, Lda.....	2
1.3. Objetivos	3
1.4. Organização do Relatório	4
Capítulo 2. Grandes edifícios de serviços	5
2.1. Âmbito de Aplicação do Regulamento.....	5
2.2. Sistemas de Climatização.....	7
2.2.1. Classificação dos sistemas de climatização em função da área climatizada.....	7
2.2.2. Classificação sistemas de climatização em função do fluido térmico usado	8
2.2.3. Sistemas de expansão direta	13
2.3. Eficiência da Ventilação	16
2.4. Produção de AQS.....	17
2.4.1. Circulação forçada	17
2.4.2. Interligação de coletores.....	18
2.4.3. Energia de apoio / armazenamento de água quente solar	19
2.4.4. Regulação das instalações solares	20
Capítulo 3. Trabalhos Realizados.....	22
3.1. Introdução	22
3.2. Orçamentação	23
3.3. Projeto AVAC e Acompanhamento de Obra de Unidade de Cuidados Continuados	24
3.3.1. Descrição do edifício	24
3.3.2. Condições de cálculo.....	28
3.3.3. Descrição do sistema	29
3.3.4. Determinação de caudais de ar novo	33
3.3.5. Soluções adotadas	35
3.3.6. Dimensionamento de condutas.....	39
3.3.7. Dimensionamento da tubagem	42
3.3.8. Aquecimento de Águas Quentes Sanitárias (AQS).....	44
3.3.9. Condições técnicas especiais.....	50
3.3.10. Acompanhamento de obra	76
Capítulo 4. Conclusões e trabalhos futuros	85
Capítulo 5. Referências bibliográficas	87

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Esquema de princípio de uma instalação "tudo-ar" de uma só zona (Miraldo, 2010).	9
Figura 2.2. Exemplo de esquema de aquecimento central (Grade, 2010).....	10
Figura 2.3. Ganhos e perdas de uma caldeira de condensação (Roca, 2010).....	11
Figura 2.4. Esquema de instalação bitubo (UPONOR, 2009).....	12
Figura 2.5. Tipologias de instalação de sistemas bitubo (Esquerda: Retorno direto; Direita: Retorno invertido) (UPONOR, 2009).....	12
Figura 2.6. Formas de ligação para entrada e saída de água (UPONOR, 2009).	13
Figura 2.7. Esquema de ligação do sistema VRV (Klimasatis, 2011).	15
Figura 2.8. Esquema do sistema VRV aplicado num edifício (Daikin Air Conditioning, 2011).	15
Figura 2.9. Tipos de eficiência de ventilação (Miraldo, 2010).	16
Figura 2.10. Esquema de um sistema de circulação forçada. (Portal das Energias Renováveis, 2011).	17
Figura 2.11. Diferentes tipos de ligações de coletores solares (Manual de projetistas de sistemas de Energia Solar Térmica, 2009).	19
Figura 3.1. Planta do piso 0 do edifício.	25
Figura 3.2. Planta do piso 1 e 2.	26
Figura 3.3. Esquema de princípio do sistema de aquecimento central.	31
Figura 3.4. Esquema de princípio do sistema de ventilação.	33
Figura 3.5. Exemplo de folha de cálculo usada no dimensionamento das condutas.	41
Figura 3.6. Exemplo de folha de cálculo usada no dimensionamento da tubagem.	43
Figura 3.7. Consumo diário segundo a tipologia do espaço em estudo.	44
Figura 3.8. Perfis de consumo de água quente.	45
Figura 3.9. Esquema de princípio do sistema solar.	47
Figura 3.10. Circuito de ligação de tubagem entre os coletores solares.	49
Figura 3.11. Curva característica e ponto de funcionamento da bomba 1.	54
Figura 3.12. Curva característica e ponto de funcionamento da bomba 2.	55
Figura 3.13. Curva característica e ponto de funcionamento da bomba 3.	55
Figura 3.14. Curva característica e ponto de funcionamento da bomba 4.	56
Figura 3.15. Curva característica e ponto de funcionamento da bomba 5.	56
Figura 3.16. Exemplo de prumadas de condutas de ar a passar através de blocos de betão leve e embebidas em parede de tijolo.	76
Figura 3.17. Exemplo de prumadas de ar a passar dentro das paredes.	77
Figura 3.18. Material para ser contabilizado após chegada a obra.	80
Figura 3.19. "Pescoço de cavalo".	81
Figura 3.20. Cruzamento de condutas.	82
Figura 3.21. Primeira situação de passagem da conduta de retorno.	83
Figura 3.22. Decisão tomada em projeto, com alteração do traçado da conduta de retorno.	84

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1. Âmbito de aplicação do SCE.....	6
Tabela 3.1. Espaços constituintes da área destinada a servir a Unidade de Cuidados Continuados.....	27
Tabela 3.2. Descrição do edifício quanto à área e ocupação.....	27
Tabela 3.3. Condições exteriores de projeto.	28
Tabela 3.4. Caudais mínimos de ar novo.	34
Tabela 3.5. Espaços em que cada UTAN opera.	36
Tabela 3.6. Características da caldeira.	51
Tabela 3.7. Características dos gases à saída da caldeira.	51
Tabela 3.8. Seleção da potência de cada elemento do radiador.	52
Tabela 3.9. Potência térmica da aglomeração de alguns aglomerados de elementos.....	52
Tabela 3.10. Características da Bombas.	53
Tabela 3.11. Características do coletor Solar.	58
Tabela 3.12. Características das unidades de tratamento de ar novo.....	61
Tabela 3.13. Características dos ventiladores.....	61
Tabela 3.14. Espessura das condutas retangulares.	69
Tabela 3.15. Espessura de condutas do tipo spiro.	69
Tabela 3.16. Dimensões mínimas das portas de visita para condutas circulares.....	70
Tabela 3.17. Dimensões mínimas das portas de visita para condutas retangulares.....	70
Tabela 3.18. Características do isolamento térmico.	73
Tabela 3.19. Espessura de isolamento para fluído interior quente.	73
Tabela 3.20. Espessura de isolamento para fluído interior frio.....	74

SIMBOLOGIA E SIGLAS

Simbologia

v- Velocidade do ar (m.s^{-1})

V – Caudal (m^3/h)

A – Área (m^2)

Pdc – Perda de Carga (Pa ou m.c.a)

ε – Eficiência da Ventilação

T – Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)

D – Diâmetro (mm)

Siglas

AVAC - Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado

AQS - Águas Quentes Sanitárias

HsC - Habitações Sem Climatização

HcC - Habitações Com Climatização

PESsC - Pequenos Edifícios de Serviços Sem Climatização

GES - Grandes Edifícios de Serviços

SCE - Sistema de Certificação Energética

FA – Fração Autónoma

RCCTE - Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios

RSECE - Regulamento dos Sistemas Energéticos e de Climatização nos Edifícios

QAI - Qualidade do Ar Interior

GD - Graus-dia

VAC - Volume de Ar Constante

VAV - Volume de Ar Variável

VRF - Volume de “Refrigerante” Variável

UTA - Unidade de Tratamento de Ar

UTAN - Unidade de Tratamento de Ar Novo

PQ – Perito Qualificado

VE – Ventilador de Extração

UTD – Unidade Terminal de Ventilação

AMSD – Alhetas Móveis de Simples Deflexão

NE – Nordeste

SW – Sudoeste

SSW – Sussudoeste

NNW – Nor-Noroeste

NNE – Nor-Nordeste

PCI – Poder Calorífico Inferior

PCS – Poder Calorífico Superior

Capítulo 1. INTRODUÇÃO

1.1. Âmbito

No âmbito da unidade curricular de Projeto/Estágio referente ao 2º ano do Mestrado em Equipamentos e Sistemas Mecânicos, na especialização em Projeto, Instalação e Manutenção de Sistemas Térmicos, foi proposta a elaboração de projeto ou estágio.

Na presente situação, optou-se pela realização de um estágio curricular, tendo sido apresentada uma proposta de estágio à empresa EnergiHotel Lda.

A proposta de estágio foi sugerida pelo Eng.º Gilberto Cordeiro Vaz e pelo Eng.º Pedro Miraldo, orientadores deste trabalho. Numa fase inicial de análise de condições de estágio o Eng.º Gilberto Vaz deslocou-se à empresa EnergiHotel. Deste modo, verificou que a empresa reunia as condições necessárias à realização de um estágio profissional.

Assim sendo, o estágio incidiu nas áreas de Aquecimento, Ventilação, Ar Condicionado (AVAC) e Aquecimento de Águas Sanitárias (AQS), coincidentes com as matérias lecionadas nas unidades curriculares do mestrado. O supervisionamento por parte da empresa EnergiHotel foi realizado pelo Eng.º Filipe Ribeiro.

O aluno optou por realizar o estágio nesta área (AVAC) sendo esta uma das áreas de trabalho que lhe desperta mais interesse.

1.2. Apresentação da Empresa

1.2.1. Grupo Tecnorém

A empresa onde decorreu o estágio foi fundada em 1989 pelos sócios gerentes Eng.º Carlos Alberto dos Santos Batista e Eng.ª Isabel Maria de Oliveira Frazão Batista e tem a sua sede em Moinho da Areia, Estrada Nacional n.º 113, 2490-087 Ourém. A 28 de setembro de 2007 a sua denominação foi alterada, passando a denominar-se Tecnorém – Engenharia e Construções, S.A.

Atualmente, o grupo Tecnorém possui seis empresas subsidiárias, entre as quais a empresa EnergiHotel – Equipamento Hoteleiro e Climatização, Lda., onde foi realizado o estágio do aluno.

1.2.2. EnergiHotel, Lda.

A EnergiHotel é uma empresa do setor das Instalações Especiais, cujo início de atividade remonta a 1 de junho de 2008.

Partindo de uma base de implantação, tem conseguido estabelecer-se no mercado com um crescimento regular e sustentado que permitiu à empresa responder aos mais ousados e diversificados desafios de mercado.

A articulação constante de fatores como, a experiência, a capacidade técnica, o cumprimento de prazos, a inovação e dinamismo, a garantia de elevados padrões éticos, o respeito pelo meio ambiente/higiene e a segurança no trabalho, são os aspetos em que assenta o crescente prestígio que a EnergiHotel tem granjeado no setor da Climatização.

O posicionamento da empresa no mercado, deve-se também à forma criteriosa como são selecionados todos os colaboradores. Um quadro técnico e dirigente composto por pessoas altamente motivadas e possuidoras de um forte espírito de equipa fazem da EnergiHotel uma empresa experiente, atual, cumpridora e competitiva.

A EnergiHotel tem uma intervenção vital no melhoramento de infraestruturas escolares, criando espaços funcionais e aprazíveis para que os profissionais ligados à educação possam lecionar e os alunos aprender nas melhores condições. Cria de igual forma espaços funcionais e aprazíveis também na área da saúde para que os profissionais ligados à medicina e áreas afins possam proporcionar aos seus utentes o bem-estar, físico e mental que necessitam.

É também um dos grandes objetivos da EnergiHotel desenvolver e dar forma a projetos de turismo, que privilegiam um enquadramento na paisagem, isto é, a melhor exposição solar, o equilíbrio das construções, a harmonia dos seus materiais e a funcionalidade das suas áreas. Deste modo, dá resposta aos mais exigentes clientes garantindo a satisfação dos mesmos.

1.3. Objetivos

O presente estágio teve como principal objetivo o aprofundamento, a consolidação e a aplicação dos conhecimentos adquiridos no curso superior de Engenharia Mecânica. Em contexto real de trabalho na empresa EnergiHotel foram delineados os seguintes objetivos gerais do estágio: executar projetos de AVAC; adquirir conhecimentos no programa de desenho AutocadTM; elaborar o traçado de ventilação, de redes hidráulicas e de todos os equipamentos inerentes aos mesmos. Mais especificamente, pretendia-se ainda que o aluno adquirisse conhecimentos relativos à elaboração de diagramas de princípio de funcionamento, nomeadamente, instalações de ventilação, instalações de ar condicionado e instalações de climatização. O aluno deveria também ganhar experiência na determinação de todos os caudais de ar e de água, bem como, as perdas de carga das instalações da climatização e ventilação. Numa fase posterior, o aluno deveria ser capaz de selecionar todos os equipamentos do sistema.

Para além da execução de projetos, pretendia-se ainda que adquirisse conhecimentos na elaboração de orçamentos para concursos públicos e inteirar-se de todo o tipo de equipamentos existentes no mercado.

Numa fase final pretendia-se que fosse realizado acompanhamento de obra. Nesta fase, o aluno deve ter capacidade de decisão relativa à execução do projeto em obra e eventuais alterações do mesmo. Deverá, neste sentido, ser capaz de liderar equipas de trabalho em obra, estando sempre disponível para esclarecer dúvidas, relativamente ao que é pretendido em projeto. Todo o equipamento adjudicado à realização de obra é de inteira responsabilidade do aluno, adquirindo deste modo conhecimentos na parte comercial, ganhando estofos negociais.

1.4. Organização do Relatório

No presente relatório descreve-se as atividades desenvolvidas durante o estágio. No capítulo 1 é efetuada uma introdução e apresentação dos objetivos do presente estágio, bem como da empresa de acolhimento e suas diversas áreas de atuação.

No capítulo 2 são apresentadas as bases teóricas e toda a legislação, em que baseou durante todo o estágio.

O capítulo 3 é destinado à descrição detalhada de todas as atividades desenvolvidas durante o período de estágio, assim como a elaboração de orçamentos de teor público, elaboração de projetos de AVAC e acompanhamento de obra. No capítulo 4 apresentavam-se as conclusões retiradas do trabalho durante o tempo de estágio.

Capítulo 2. GRANDES EDIFÍCIOS DE SERVIÇOS

2.1. Âmbito de Aplicação do Regulamento

Antes da elaboração de qualquer projeto de AVAC é necessário enquadrar o edifício quanto ao modelo de certificação, segundo o Artigo 2º do Despacho n.º10250/2008-SCE, designando-os como:

- Habitação sem climatização (HsC);
- Habitação com climatização (HcC);
- Pequenos Edifícios de Serviços sem Climatização (PESsC);
- Pequenos Edifícios de Serviços com Climatização (PEScC);
- Grandes edifícios de serviço (GES).

Cada uma das situações acima citadas ainda podem ser subdivididas em edifícios novos ou existentes.

Uma vez que o tema abordado recai sobre a vertente de grandes edifícios de serviço, estes serão objeto de um maior nível de detalhe.

Na tabela 2.1 pode-se observar onde cada edifício se insere a nível de regulamento.

Tabela 2.1. Âmbito de aplicação do SCE.

Edifícios de Habitação	Novos sem Sist. de Climatização - $P \leq 25\text{kW}$ (Hsc) \Rightarrow RCCTE	
	Novos com Sist. de Climatização - $P > 25\text{kW}$ (Hcc) \Rightarrow RCCTE(+) e RSECE simplif.	
	Existentes sem Sist. de Climatização - $P \leq 25\text{kW}$ \Rightarrow RCCTE simplificado	
	Existentes com Sist. de Climatização - $P > 25\text{kW}$ \Rightarrow RCCTE simplificado	
Edifícios de Serviços	Pequenos* (PES) $A_p < 1000 \text{ m}^2$	Novos com $P \leq 25\text{kW}$ \Rightarrow RCCTE
		Novos com $P > 25\text{kW}$ \Rightarrow RCCTE(+) e RSECE (E e QAI)
		Existentes com $P \leq 25\text{kW}$ \Rightarrow RCCTE simplificado
		Existentes com $P > 25\text{kW}$ \Rightarrow RSECE-Energia simplificado
	Grandes* (GES) $A_p \geq 1000 \text{ m}^2$	Novos (≤ 3 anos de uso) \Rightarrow RSECE-Energia e QAI
		Novos após 1ª AE (> 3 anos de uso) \Rightarrow RSECE-Energia e QAI
		Existentes \Rightarrow RSECE-Energia e QAI
Equipamentos e Sistemas de Climatização com $P > 25 \text{ kW}$	Novos \Rightarrow RSECE	
	Existentes \Rightarrow RSECE	

Grandes edifícios de serviços correspondem a edifícios de serviço ou frações autónomas que se destinam a serviços, tendo uma área útil superior a 1000 m^2 ou 500 m^2 no caso de centros comerciais, hipermercados e piscinas cobertas, independentemente de dispor ou não de sistemas de climatização. Para esta tipologia de edifícios, o presente Regulamento de Sistemas Energéticos de Climatização de Edifícios (RSECE), tem uma grande preponderância na execução de projeto e na manutenção dos sistemas de climatização tanto nos edifícios novos como nos existentes. Deste modo, necessitaram de ser certificados com o RSECE-QAI mais, concretamente, ao nível da qualidade do ar interior, bem como, o RSECE-Energia.

2.2. Sistemas de Climatização

De modo a conseguir caracterizar os sistemas de climatização, existem várias formas de os classificar: quanto à área servida pelo sistema, quanto ao fluido térmico usado.

2.2.1. Classificação dos sistemas de climatização em função da área climatizada

Os sistemas podem ser agrupados em centralizados ou individualizados.

Um sistema centralizado, é um sistema em que o equipamento necessário para a produção de frio ou de calor (e para a filtragem, a humidificação e a desumidificação, caso existam) se situa concentrado numa instalação e num local distinto dos espaços a climatizar, com acesso restrito ao pessoal responsável pela condução e manutenção do sistema. Sendo o frio ou calor (e a humidade), no todo ou em parte, transportado por um fluido térmico que circula no sistema secundário até aos locais a climatizar.

Um sistema individualizado, é na realidade um equipamento ou um conjunto de equipamentos diferentes que servem de forma individual cada espaço do edifício. Estão neste caso inseridos os equipamentos “split”.

Neste sentido, é importante tomar como suporte o RSECE, transcrevendo e interpretando o mesmo, que segundo n.º1 do artigo 14º, refere: “Em todos os edifícios de serviços novos, bem como, os existentes sujeitos a grande reabilitação, sempre que a soma das potências de climatização das frações autónomas num edifício, e para o mesmo tipo de uso, seja superior a 4 Pm (100kW), é obrigatoriamente adotado um sistema de climatização com produção térmica centralizada, aplicando-se as restrições da EN 378-1, a menos que existam dificuldades técnicas ou impedimentos de outra natureza, devidamente justificados e aceites pela entidade licenciadora, ou que seja demonstrada a não viabilidade económica na adoção de um sistema centralizado nesse edifício”.

Para além disto, o n.º8 do artigo 14º, refere que, “O recurso a unidades individuais de climatização para aquecimento ou arrefecimento em edifícios de serviços licenciados posteriormente à data da entrada em vigor do Decreto-Lei n.º118/98, de 7 de maio, ou em cada uma das suas frações autónomas, só é permitido nos espaços que apresentem cargas térmicas ou condições interiores especiais em relação às que se verificam na generalidade dos demais espaços da fração autónoma ou edifício, ou não ultrapassem 12kW de potencia

instalada de ar condicionado por edifício ou fração autónoma, ou quando houver dificuldades técnicas ou impedimentos fortes de outra qualquer natureza devidamente justificados e aceites pela entidade licenciadora”.

Interpretando estes dois pontos do artigo 14º, podemos dizer que o regulamento obriga:

A que o sistema seja sempre centralizado quando a soma das potências de aquecimento e arrefecimento do edifício seja superior a 100 kW, uma vez que o Pm corresponde a 25 kW. Sendo que a soma de potências para as frações autónomas devem ser feitas para o mesmo tipo de utilização. Especificamente, no caso da existência um edifício onde tenha dois tipos de frações autónomas (FA), habitação e escritório. Assim, têm dois tipos de uso distintos, uma vez que o período de ocupação apresenta-se de forma diferente, assim teria de haver a soma das potências para cada uma das FA.

O regulamento ainda obriga a que seja verificado o cumprimento da norma EN 378-1 aplicável “Sistemas frigoríficos e bombas de calor – Requisitos de segurança e proteção ambiental”

2.2.2. Classificação sistemas de climatização em função do fluido térmico usado

Os sistemas podem também ser classificados quanto ao fluido térmico, ou seja, quanto ao fluido secundário a ser usado. Este tipo de classificação é unicamente aplicado a sistemas centralizados.

Os sistemas podem dividir-se em três grupos distintos: tudo-ar, ar-água, e tudo-água.

Nesta secção apenas se descreve os sistemas tudo-ar, com volume de ar constante, uma vez que são os relevantes para este trabalho.

Os sistemas “tudo-ar” dividem-se em dois grandes grupos, os de conduta simples e os de dupla conduta. Os sistemas de conduta simples mais comuns são os de Volume de Ar Constante (VAC) e Volume de Ar Variável (VAV). No primeiro caso, estes podem ser ainda subdividido em dois grupos: uma só zona e várias zonas. Nos sistemas VAC, de uma só zona, fazem parte sistemas em que o ar é tratado numa UTA e distribuído por uma rede de condutas, numa ou mais divisões. Quando se tratam de várias zonas, todas recebem o ar no mesmo estado, como se pode verificar na Figura 2.1.

Estas instalações são sobretudo destinadas a locais de grande volume, salas de conferência, teatros cinemas, entre outros, mas também às construções com um grande número de divisões: escritórios, hospitais, entre outras. Nos edifícios de várias divisões o caudal de ar insuflado de cada divisão deverá ser proporcional à carga térmica.

Toda a instalação de climatização e tratamento de ar pode ser realizada de forma a assegurar o aquecimento dos locais tratados, inteiramente, em parte ou sem aquecimento. Também podemos distinguir estes tipos de instalação:

- Com aquecimento
- Com aquecimento parcial (aquecimento parcial local)
- Com aquecimento (aquecimento local)

Este tipo de instalações não permite o controlo da temperatura em cada divisão, nem permite adaptar-se às variações de carga térmica.

Relativamente ao sistema de controlo, é atuado nas baterias de aquecimento ou arrefecimento em função da temperatura do ar na conduta de retorno.

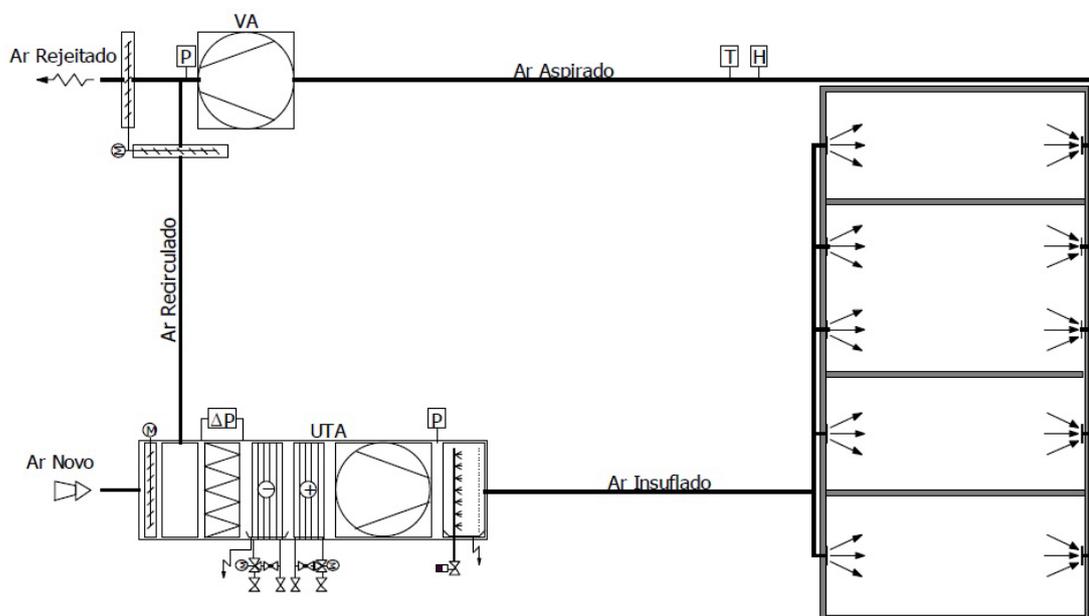


Figura 2.1 Esquema de princípio de uma instalação "tudo-ar" de uma só zona (Miraldo, 2010).

Sistemas de Aquecimento Central

O sistema de aquecimento central, tem a particularidade de ter um elemento produtor de calor para todos os locais, geralmente, localizados na cave ou numa sala das máquinas. O calor é produzido para os diferentes locais por intermédio de um fluido térmico, mais concretamente a água, vapor de água ou ar. Se bem que os diferentes sistemas de aquecimento central se repartem em aquecimento, a água quente, a vapor e a ar quente.

Os sistemas que usam água como fluido térmico, atingem temperaturas máximas de 110°C. A água é aquecida na caldeira e transportada até aos elementos terminais por intermédio de tubagem de distribuição até ao espaços a climatizar onde liberta o calor. A água regressa à caldeira onde a água volta a ser aquecida. Na Figura 2.2, pode-se observar um exemplo de um esquema de aquecimento central.

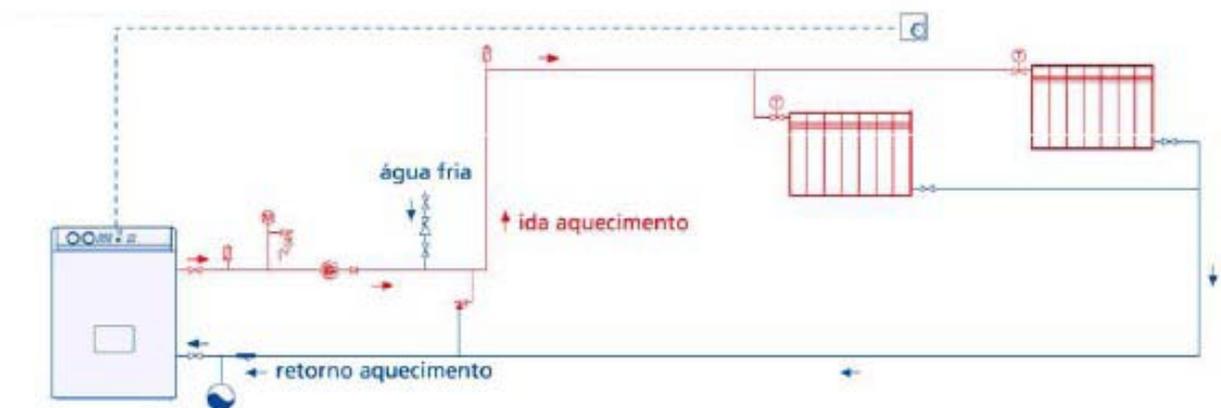


Figura 2.2. Exemplo de esquema de aquecimento central (Grade, 2010).

Existem caldeiras de dois tipos distintos, sem condensação ou com condensação. Nas caldeiras sem condensação, a água entra fria, e é aquecida pela combustão do combustível no queimador e os resultantes gases de exaustão são escoados pela chaminé, numa temperatura ainda bastante elevada. O rendimento deste tipo de caldeiras ronda os 80%.

Por sua vez, as caldeiras de condensação aproveitam os gases de exaustão para fazer um pré-aquecimento da água fria que entretando no queimador a uma temperatura mais elevada faz com que seja necessário dispendir menos energia para fazer chegar a água à temperatura pretendida. Este tipo de caldeiras conseguem atingir rendimentos bem mais elevados que as caldeiras sem condensação, isto porque, conseguem recuperar parte do calor latente associado à vaporização da água presente nos gases da combustão proveniente do ar. Para além disto os

gases de combustão são expelidos a temperaturas mais baixas e existem menos perdas de calor por todo o corpo da caldeira.

O rendimento deste tipo de caldeiras também depende da temperatura de retorno da água, ou seja, quanto mais baixa esta for, mais eficientes serão as caldeiras em funcionamento parcial.

Perante tais factos, o rendimento deste tipo de caldeiras pode superar 100%, uma vez que é calculado com base no Poder Calorífico Inferior (PCI) do combustível, ao invés de ser calculado com o Poder Calorífico Superior (PCS). Na Figura 2.3 pode-se observar os ganhos e perdas de energia de uma caldeira de condensação.

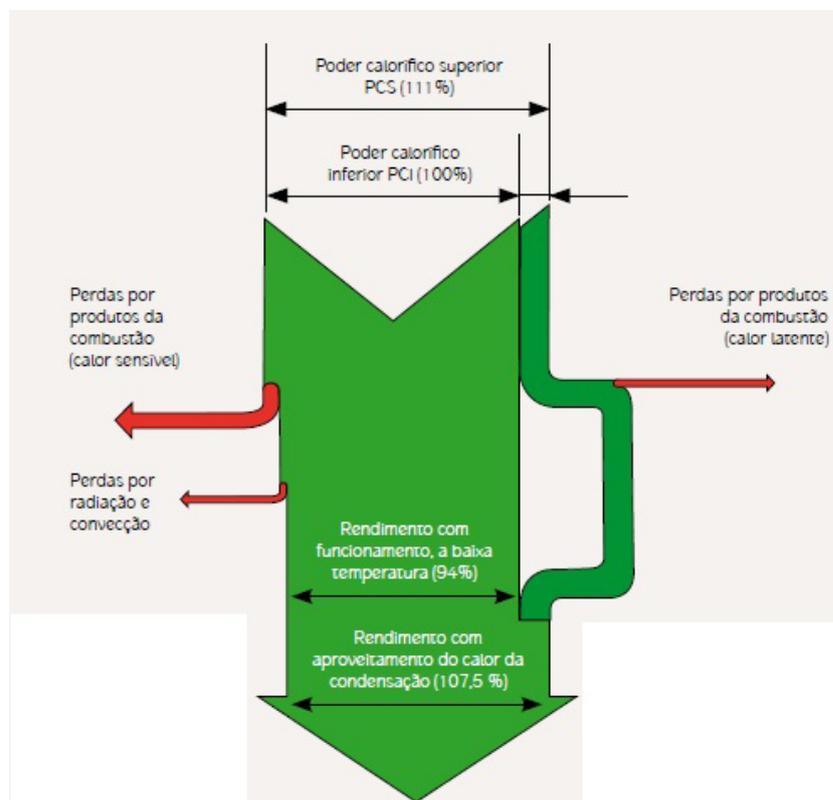


Figura 2.3. Ganhos e perdas de uma caldeira de condensação (Roca, 2010).

No que diz respeito a elementos terminais, existe nos dias de hoje uma enorme variedade deste tipo de sistemas. Os mais comuns são os radiadores em ferro fundido, chapa de aço ou alumínio. O facto de funcionarem com gamas de temperatura da água na ordem dos 80/90 °C limita a sua utilização visto estar associado a equipamentos térmicos com potências mais elevadas (caldeiras), com capacidade de aquecer mais a água. Os radiadores podem, no

entanto, ser divididos em diferentes tipos de instalação, como monotubo, bitubo, ou por coletores, apenas sendo abordada o segundo tipo de instalação, porque foi o usado neste projeto.

A instalação de radiadores em bitubo é o sistema tradicional de instalação de radiadores. Os radiadores estão montados em paralelo, assim, a água que chega a cada radiador a partir da caldeira regressa diretamente a ela. Neste tipo de instalações a temperatura de entrada em todos os radiadores é praticamente a mesma.

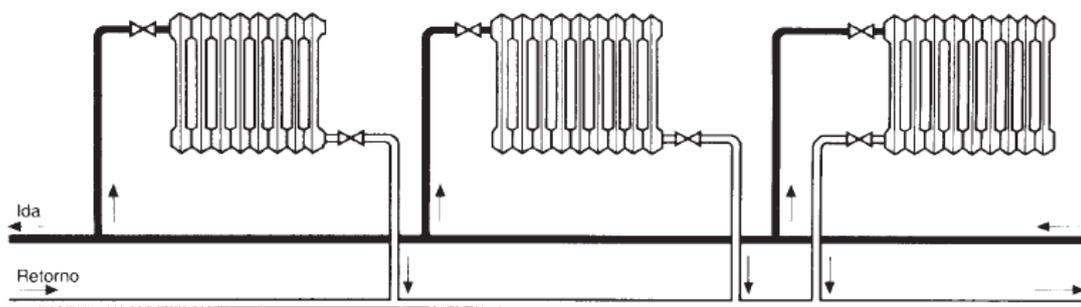


Figura 2.4. Esquema de instalação bitubo (UPONOR, 2009).

Como podemos observar na Figura 2.4, existem dois tipos de tubos principais, um de ida e outro de retorno, onde se vão ligando os diferentes radiadores. Como se irá ver a seguir na Figura 2.5, existem duas possibilidades: retorno direto e retorno invertido.

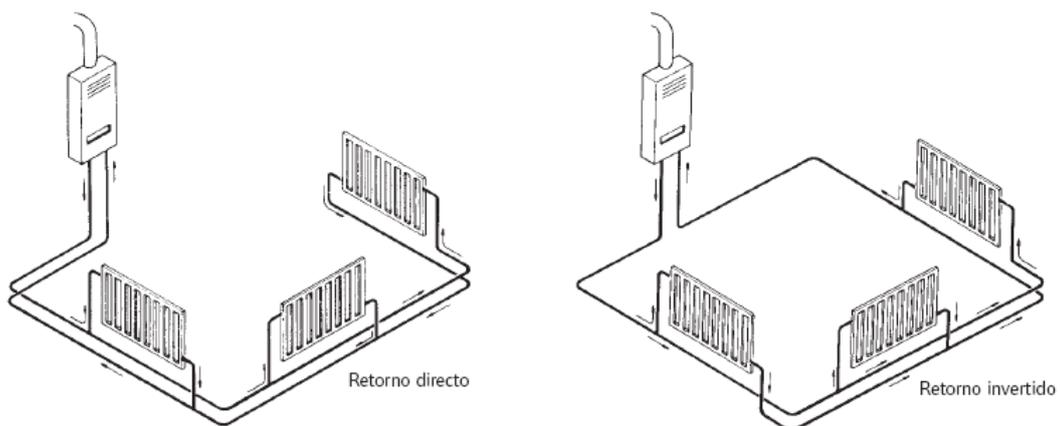


Figura 2.5. Tipologias de instalação de sistemas bitubo (Esquerda: Retorno directo; Direita: Retorno invertido) (UPONOR, 2009).

No primeiro, o tubo de retorno parte do radiador mais afastado e vai recolhendo a água dos diferentes radiadores até a devolver à caldeira. O trajeto da água é menor para o radiador mais próximo, pelo que a sua perda de carga é menor e existe a necessidade de regular o caudal de modo adequado.

Com retorno invertido o tubo de retorno parte do radiador mais próximo da caldeira e segue o sentido da alimentação, chegando até à caldeira. Os trajetos de cada radiador são idênticos em comprimento, pelo que não requer regulação de caudal.

A entrada de água no radiador deve efetuar-se sempre pela parte superior e a saída pela parte inferior tal como as soluções da Figura 2.6. Quando o comprimento do radiador supera os doze elementos é conveniente adotar a solução A para que o radiador não perca potência.

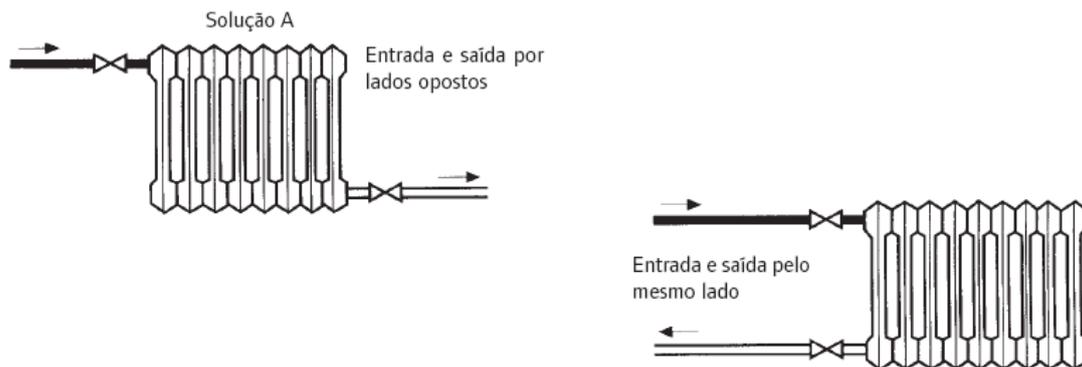


Figura 2.6. Formas de ligação para entrada e saída de água (UPONOR, 2009).

2.2.3. Sistemas de expansão direta

São sistemas em que o arrefecimento ou aquecimento é efetuado, através da expansão direta de um fluido frigorigénio, isto é, dos aparelhos de ar condicionado que libertam ou recebem calor diretamente de/ou para o espaço a climatizar.

Os principais componentes destes sistemas são: o evaporador, o compressor, condensador e válvula de expansão. Normalmente o compressor é acionado, por um motor elétrico mas, recentemente estão a surgir no mercado sistemas de compressão mecânica acionada por gás.

Nos dias de hoje, este tipo de máquinas, exceto alguns casos, são do tipo reversíveis, ou seja, são capazes de arrefecer durante o verão e capazes de aquecer durante o inverno. Para que

estas máquinas consigam ter um ciclo reversível é necessária uma válvula de inversão, caso contrário este tipo de sistemas realizam apenas frio ou calor.

É preciso ter em atenção que quando a tubagem de fluido frigorigénio contacta com zonas onde pode haver ocupação humana, tem que ser cumprida a norma NP EN 378, de modo a evitar possíveis problemas de intoxicação dos ocupantes por rutura da tubagem. O grau de segurança depende diretamente do fluido usado, já que, depende da classe de segurança do próprio fluido frigorigénio.

Como este tipo de sistemas apenas aquecem ou arrefecem o espaço, é necessário adotar sistemas complementares que tenham em conta a qualidade de ar interior (QAI). Deste modo, é necessário existir uma solução complementar que permita a insuflação de ar novo, assim como a extração de ar viciado.

Sistema VRF

Os sistemas VRF são muito semelhantes aos sistemas *multis-split*, permitindo, ao contrário do sistema anterior, ligar um maior número de unidades interiores à unidade exterior, podendo ultrapassar as 30 unidades. Neste caso em particular, existe a possibilidade de agrupar vários módulos, quando a potência da unidade exterior ultrapassa um determinado limite. Assim sendo, pode-se ligar a outras unidades exteriores, ficando agrupada por dois ou mais elementos, constituindo no entanto apenas uma unidade. É também permitido que as unidades interiores fiquem mais distanciadas da unidade exterior, desde que não ultrapassem um limite de 40 metros de comprimento de tubagem.

Os sistemas VRF integram um ou mais compressores de velocidade variável, fazendo variar o caudal de fluido frigorigénio em circulação, de modo a que, em cada momento se adapte à carga térmica do edifício, permitindo deste modo o aumento da eficiência do sistema.

Este tipo de sistemas também podem ter a capacidade de realizar aquecimento e arrefecimento em simultâneo, neste caso é portanto exigido a instalação de sistemas com mais de um tubo, quer isto dizer, que nestes sistemas deve-se acrescentar mais um tubo para que o aquecimento e o arrefecimento se efetue em simultâneo.

Através das Figura 2.7 e Figura 2.8, exemplos de ligações VRF.



Figura 2.7. Esquema de ligação do sistema VRV (Klimasatis, 2011).



Figura 2.8. Esquema do sistema VRV aplicado num edifício (Daikin Air Conditioning, 2011).

2.3. Eficiência da Ventilação

Contabilizar a eficiência de ventilação de um determinado espaço é bastante importante, uma vez que tem influência direta na determinação do caudal do ar a insuflar. A ventilação pode dividir-se em dois tipos, ventilação por mistura e por deslocamento. A ventilação por mistura pressupõe que o ar insuflado se misture com o ar do espaço tratado, de modo a que resulte uma diminuição da concentração, por diluição, dos poluentes inerentes ao ar ambiente. A eficiência de ventilação traduz a capacidade que os sistemas têm na realização da mistura, sem deixar zonas “mortas”, ou seja, impedindo que o ar que é insuflado no espaço saia sem que antes seja misturado com o ar ambiente.

No segundo caso de ventilação por deslocamento, o ar é insuflado junto ao chão e extraído junto ao teto. Deste modo o ar arrefecido que é insuflado, a baixa velocidade vai-se espalhando e à medida que aquece vai subindo é forçado a trazer consigo todo o ar viciado. Nesta situação a mistura com o ar ambiente é mínima, sendo usado todo o ar insuflado para renovar o ar ambiente. Apesar de ser a situação mais favorável, apresenta algumas desvantagens. Em primeiro lugar, este sistema apenas funciona se o ar insuflado for arrefecido, se for usado com ar aquecido irá funcionar como um sistema por mistura de baixa eficiência. O facto de o ar ter de ser insuflado a uma temperatura ligeiramente inferior à temperatura ambiente do espaço irá provocar desconforto térmico aos habitantes.

Na ausência de informação para que se possa determinar a eficiência de ventilação, recorre-se à Figura 2.9, uma vez que apresenta as várias situações possíveis para se insuflar e extrair o ar, escolhendo apenas a situação que mais se adequa à situação em causa.

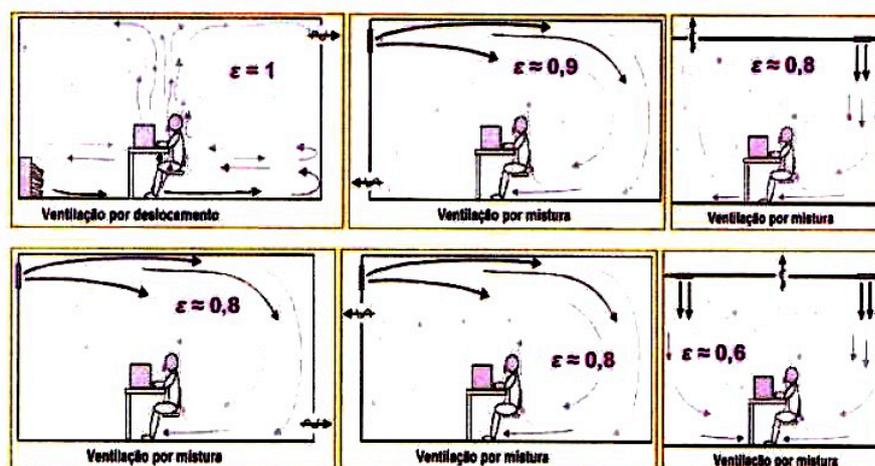


Figura 2.9. Tipos de eficiência de ventilação (Miraldo, 2010).

2.4. Produção de AQS

Quanto à circulação do fluido térmico solar, existem dois tipos distintos, circulação natural e circulação forçada. Como o edifício em causa é um grande edifício de serviços, e com uma grande necessidade de AQS, não interessa falar da circulação natural, uma vez que este não tem condições para suprir as necessidades requeridas. Portanto, apenas se irá detalhar o sistema de circulação forçada, apresentado em seguida. Esta secção apoia-se na seguinte referência bibliográfica, (Manual de projetistas de sistemas de Energia Solar Térmica, 2009).

2.4.1. Circulação forçada

Quando a circulação por termosifão não é possível, ou porque os coletores estão colocados a um nível superior ao do depósito, ou porque a diferença de densidades não é suficiente para vencer a resistência do atrito nas tubagens, recorre-se à circulação forçada do fluido por intermédio de uma bomba, conforme representado na Figura 2.10. Nesta situação a bomba deverá ser comandada por um sistema que mede as temperaturas da zona superior do coletor e da zona inferior do depósito, ligando a bomba sempre que a temperatura na zona superior do coletor for superior à temperatura da zona inferior do depósito. Este sistema de comando designa-se por termóstato diferencial.

A circulação por termosifão tem a vantagem de ser um sistema autorregulado, isento de órgãos mecânicos ou de controlo eletrónico, não consumidor de energia, nem sujeito a avarias. Em contrapartida tem o inconveniente de poder ocorrer a inversão do sentido da circulação do fluido durante a noite, o que traz como consequência o arrefecimento do fluido no depósito.

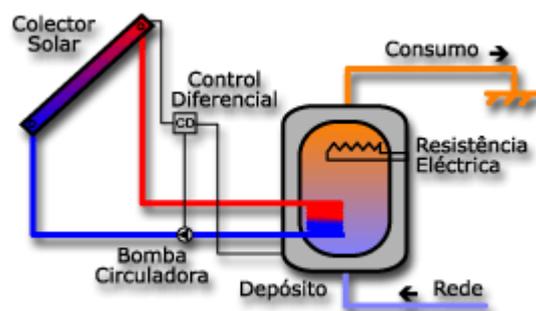


Figura 2.10. Esquema de um sistema de circulação forçada. (Portal das Energias Renováveis, 2011).

2.4.2. Interligação de coletores

O conjunto de captação é formado pelos coletores, respetivos elementos de fixação e demais acessórios. Num conjunto de captação todos os coletores deverão ser do mesmo modelo. O campo de coletores compreende o espaço físico onde se encontram, contando com as zonas que devem ficar livres para evitar sombras e facilitar a manutenção.

A limitação de superfície disponível, assim como a forma que esta pode ter, fazem com que haja necessidade de encontrar soluções engenhosas que permitem colocar o número de coletores necessários através de combinações serie – paralelo segundo a aplicação que se pretende dar à água quente. O normal é distribuir os coletores em paralelo, formando filas que por sua vez se interligam também em paralelo.

Como regra geral, para uma distribuição uniforme do caudal, é preciso que todas as filas de coletores tenham o mesmo número de coletores para assegurar perdas de carga iguais em todas elas, sem aumentar os custos com acessórios.

Os grupos de coletores podem interligar-se de 3 formas: serie, paralelo, paralelo de canais, como se pode observar na Figura 2.11.

Ligação em paralelo – A ligação de coletores em paralelo proporciona funcionamentos térmicos similares em todos eles sempre que o número em cada fila não supere os valores estabelecidos pelo fabricante. Fixar este número não é possível, mas a experiência mostra que pode ser admissível um número máximo de 10 coletores, embora raramente se exceda os 4 coletores.

A ligação em paralelo proporciona maior rendimento quando o caudal total é a soma dos caudais em todos os coletores, devendo-se ter em conta o comprimento e diâmetro das tubagens. Aumenta também o número de acessórios, da instalação de bombagem o que leva a um aumento do custo da instalação.

Deve-se dispor as ligações de forma a realizar a denominada alimentação ou retorno invertido, para que circuito resulte hidraulicamente equilibrado.

O traçado realizar-se-á de modo a que, o tubo geral de retorno pelo qual circula o fluido aquecido, tenha um percurso mais curto possível. Assim, é mais conveniente a alimentação invertida.

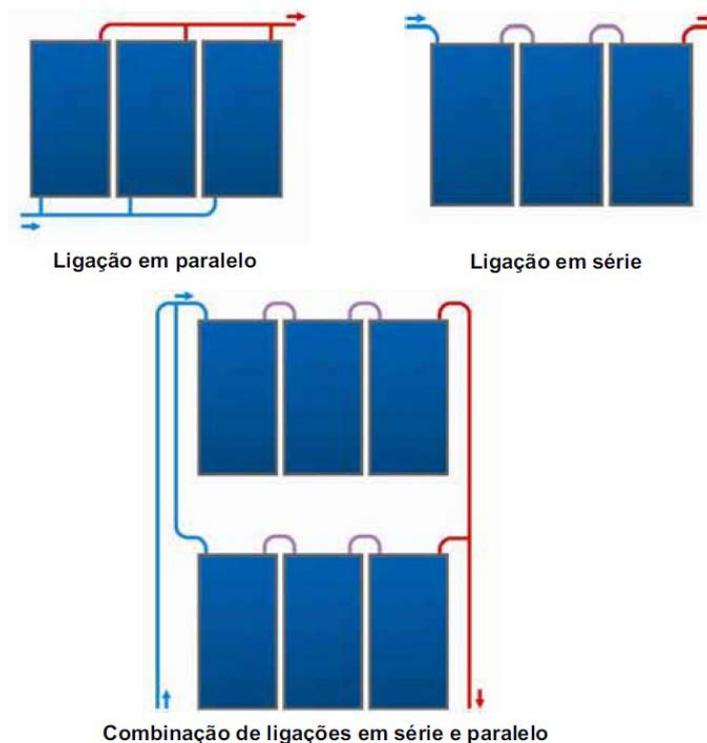


Figura 2.11. Diferentes tipos de ligações de coletores solares (Manual de projetistas de sistemas de Energia Solar Térmica, 2009).

2.4.3. Energia de apoio / armazenamento de água quente solar

Se a energia de apoio se aplicasse diretamente no acumulador, ter-se-ia um subsistema único apoio/armazenamento.

Se o permutador solar for interior, deverá estar situado na parte inferior do acumulador, enquanto a aplicação da energia auxiliar se fará na parte superior. Todavia este método tem dois graves inconvenientes:

Em primeiro lugar se os defletores interiores para a entrada e saída da água estiverem mal desenhados a água do acumulador agita-se e mistura-se cada vez que se usa a água quente solar, destruindo-se a estratificação, juntando assim a energia solar e auxiliar. Corre-se o risco de ter na realidade um sistema de aquecimento convencional, mas “mascarado de solar”. Com este tipo de desenho a rentabilidade da instalação só será conseguida regulando o termóstato para temperaturas baixas, tentando-se desta forma aproveitar ao máximo a energia solar, procurando minimizar o consumo quando a energia auxiliar esteja ativa. Para

evitar a destruição da estratificação alguns fabricantes separam, inteiramente, o acumulador em duas zonas, mediante a aplicação de uma placa perfurada no interior do depósito.

Se a estratificação for bem conseguida, quando a insolação for insuficiente, somente a parte superior do depósito contém água quente. A menos que o acumulador tenha sido previsto com uma capacidade muito superior à de um termoelétrico convencional, com o conseqüente encarecimento, correr-se-á o risco de em período de prolongada nebulosidade não se ter disponível a quantidade de água quente necessária para as necessidades de consumo diário.

2.4.4. Regulação das instalações solares

Uma instalação de coletores solares não se diferencia substancialmente dos sistemas de aquecimento e refrigeração clássicos. Ambos necessitam de um sistema de regulação eficaz, no que diz respeito à ação da fonte de energia, bem como, aos elementos de termo - transferência e apoio.

A regulação dos coletores (mais propriamente da circulação no circuito dos coletores), pode-se levar a cabo de diversas maneiras através da aplicação de diversos equipamentos como se detalhará de seguida.

Termóstatos elétricos

São reguladores do tipo “tudo ou nada”. A sua missão é manter uma temperatura constante. Ativa ou desativa um relé, contador ou qualquer outro dispositivo que faça funcionar uma bomba, resistências elétricas, válvulas, etc.

Comandos diferenciais

São aqueles em que existe uma relação de proporcionalidade linear e contínua entre o valor do parâmetro submetido ao controlo (por exemplo a temperatura) e a potência aplicada ao elemento regulador (resistência elétrica, bomba, etc.)

Os eletrocirculadores, por exemplo, devem apenas funcionar quando os coletores puderem ter um ganho útil, isto é, quando a temperatura à saída do coletor for superior à temperatura

na parte inferior do depósito. Se não fosse assim, a temperatura à saída do coletor poderia ser inferior à temperatura de entrada e o coletor funcionaria como um dissipador de energia.

Isto consegue-se através do uso de um termóstato diferencial e das sondas de temperatura de que está munido. Uma das sondas coloca-se na parte superior dos coletores e outra na parte inferior do acumulador. A última ligação realiza-se entre o comando e as bombas circuladoras. O comando diferencial compara as temperaturas da sonda 1 (situada na parte superior dos coletores) e a sonda 2 (na parte inferior do depósito) e coloca a bomba circuladora em funcionamento quando for útil.

Capítulo 3. TRABALHOS REALIZADOS

3.1. Introdução

Antes de realizar qualquer tipo de tarefa foi efetuada uma introdução aos procedimentos adotados no seio da empresa.

Numa fase inicial, as tarefas incidiram na elaboração de orçamentos para concurso público, de modo a haver uma familiarização com equipamentos e materiais usados na área de climatização, possibilitando, deste modo, um maior conhecimento de toda a nomenclatura inerente a estes. Nesta fase também foi introduzido o contacto com os fornecedores, com o objetivo de tomar conhecimento dos preços referentes aos materiais e equipamentos usados, assim como a integração no mercado de negócios da empresa. Orçamentação iria ser a tarefa mais frequente nos primeiros meses de integração na empresa.

Com o decorrer do tempo, houve uma maior integração na realização de projetos, tendo sido elaborados projetos ao nível de Ventilação, Aquecimento, Ar Condicionado (AVAC) e Águas Quentes Sanitárias (AQS) através de energia proveniente de fonte renovável. Esta fase surgiu para pôr em prática todos os conhecimentos adquiridos durante o Mestrado. Foi das fases mais importantes do estágio, se não a mais importante, uma vez que começámos a relacionar a componente prática, com a vertente teórica. Serviu ainda para uma maior integração no meio de obra e para esclarecer dúvidas que surgiam em fase de projeto.

Numa fase final do estágio foi solicitado um acompanhamento de obra. Não só das obras onde os projetos foram realizados, mas também de obras que foram ganhas pela empresa em concursos públicos. Durante esta etapa houve necessidade de resolver problemas que iam surgindo ao longo do tempo, assim como, todo o processo negocial, tal como a adjudicação de equipamentos e materiais para obra, o que acarreta uma maior responsabilidade. Foi necessário proceder a um levantamento dos caudais de ar. Esta medição foi elaborada pelo aluno, permitindo deste modo, aferir se os resultados obtidos em obras eram coincidentes com os valores apresentados em projeto.

3.2. Orçamentação

Como foi referido anteriormente, a elaboração de orçamentos para concursos públicos foi a atividade mais exigente no decorrer do estágio, juntamente com a realização de projetos.

Esta atividade foi bastante importante, na medida em que tem um papel preponderante dentro da empresa, isto porque, nos dias de hoje, muitas empresas vivem essencialmente da adjudicação de concursos públicos. Portanto, durante esta atividade foi necessário redobrar a atenção face à escolha de preços dados a cada equipamento e materiais requeridos no orçamento. Este não podia ser demasiado excessivo porque dificilmente o concurso seria adjudicado à empresa. Por outro lado, não podemos optar por valores demasiados baixos porque, apesar de existir uma maior oportunidade do concurso ser entregue à empresa, esta poderia trazer prejuízo à mesma. Portanto foi preciso encontrar um equilíbrio em todos os preços colocados no orçamento, havendo a capacidade de saber qual seria o valor de um equipamento, juntamente com a mão de obra colocando apenas a margem podendo, deste modo, baixar o valor do orçamento, se assim fosse necessário de modo a permitir a atribuição de obras.

Em muitos casos houve a necessidade de fazer o levantamento dos materiais e equipamentos através das peças desenhadas, uma vez que as quantidades não vinham referidas no mapa de quantidades. Este foi um trabalho bastante minucioso e demorado porque, apesar das quantidades muitas vezes não serem bem exatas quando contabilizada por pessoas diferentes, a diferença de valores não pode ser excessiva e tal situação pode influenciar o ganho ou a perda de uma obra.

Quando as quantidades ou as condições técnicas especiais não são iguais às que vêm referidas no mapa de quantidades, o que prevalece é o que vem descrito no mapa de quantidades.

Na grande parte dos concursos são solicitadas valias técnicas como todo o planeamento de obra.

Por fim, nos vários concursos públicos, foi necessário fazer o planeamento de obra, através do recurso ao programa Microsoft™ Project. O uso deste *software* deve-se ao facto de nos concursos ser necessário entregar valias técnicas, fator bastante importante na adjudicação ou não de um concurso público.

3.3. Projeto AVAC e Acompanhamento de Obra de Unidade de Cuidados Continuados

Numa primeira fase de projeto foi necessário proceder ao levantamento de informação global do edifício como, por exemplo, o tipo de serviço a que se destinava e a tipologia dos espaços que o integra.

Foi necessário efetuar o levantamento destes dados para que se pudesse elaborar a caracterização dos dados climáticos, regimes de funcionamento, entre outros. Outro aspeto essencial foi o levantamento dimensional do edifício e das soluções construtivas da sua envolvente, o número de ocupantes e outros dados necessários ao cálculo de cargas térmicas e de consumos nominais de energia.

Estes foram dados utilizados pelo Perito Qualificado (PQ), não só para determinar as cargas térmicas mas também para verificar a conformidade do edifício com os regulamentos em vigor e determinar a sua classe energética. Solicitar projetos de outras especialidades foi um passo primordial, na medida em que garantia a compatibilidade de projetos.

3.3.1. Descrição do edifício

Trata-se de um edifício de serviços, destinado a servir uma Unidade de Cuidados Continuados.

O edifício é constituído por um corpo único que se desenvolve em três pisos. O piso 0 será destinado ao serviço administrativo, ao *staff*, refeitórios e lavandarias.

Quanto ao piso 1 e 2, será destinado ao alojamento dos utentes, bem como espaços reservados ao convívio com familiares e amigos que os venham visitar.

Na Figura 3.1 e Figura 3.2, são apresentadas a planta do edifício em estudo.

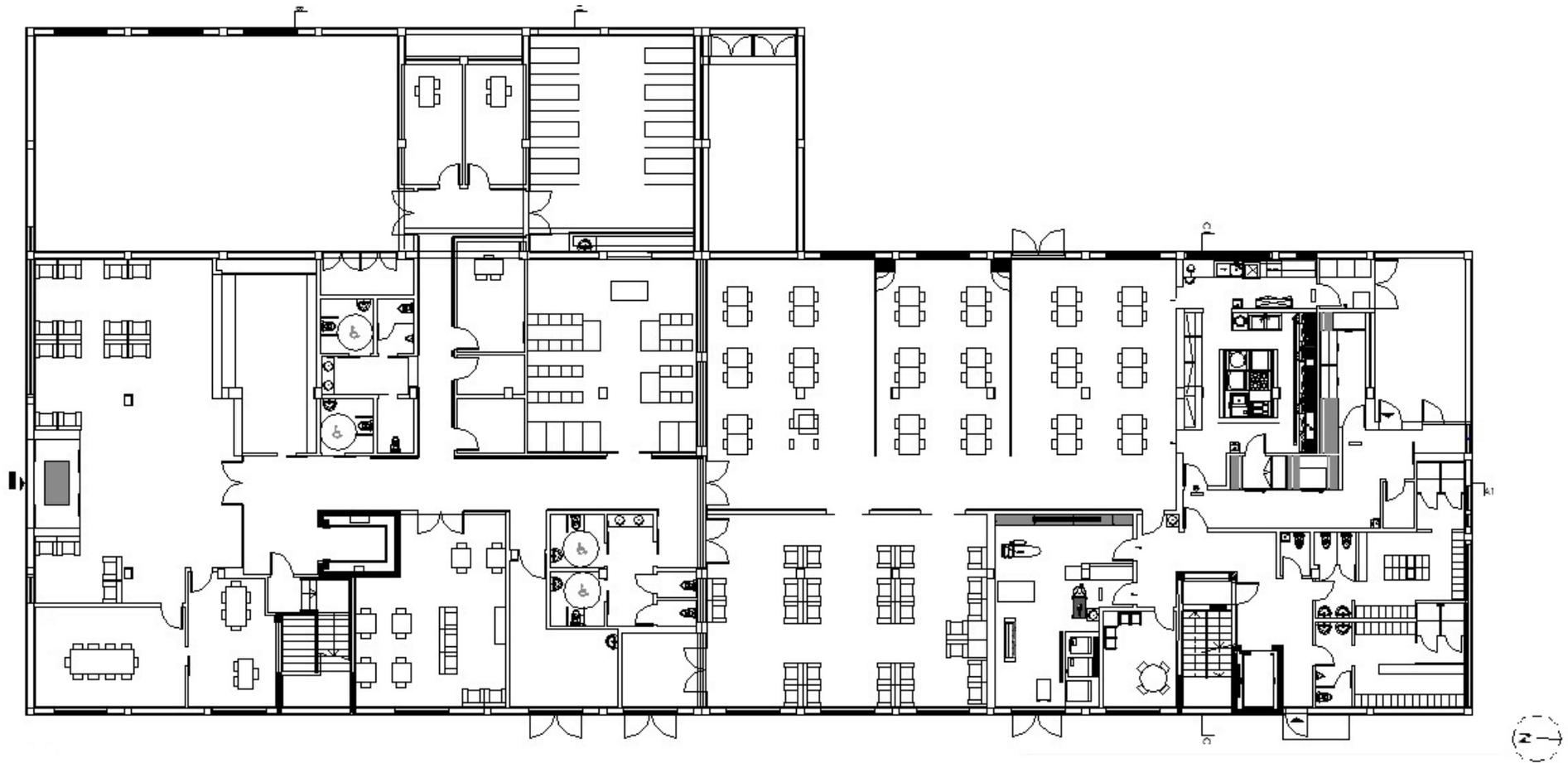


Figura 3.1. Planta do piso 0 do edifício.

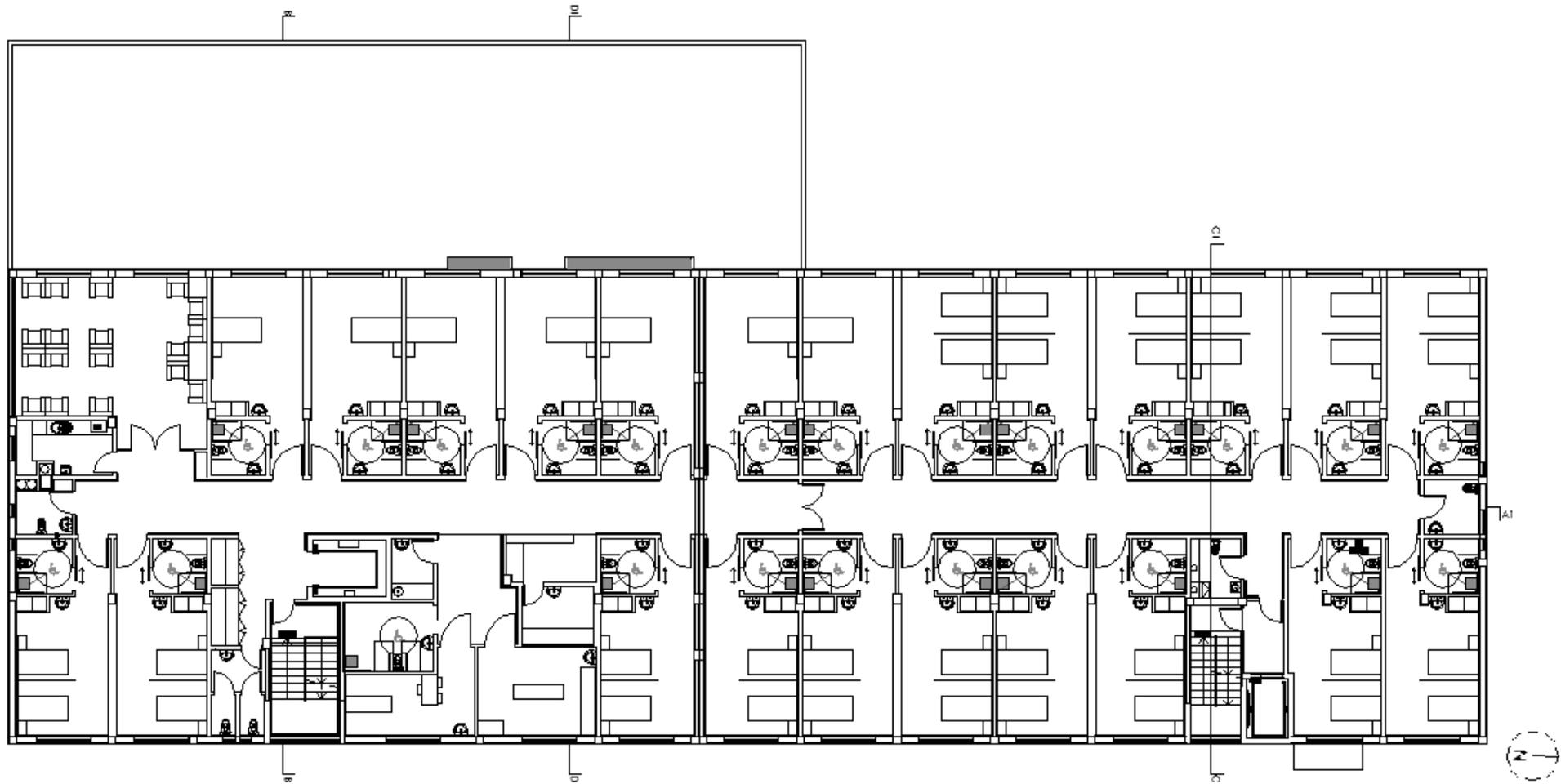


Figura 3.2. Planta do piso 1 e 2.

No edifício, cada espaço foi classificado quanto a sua área de utilização, como se pode observar na Tabela 3.1.

Tabela 3.1. Espaços constituintes da área destinada a servir a Unidade de Cuidados Continuados.

Unidade de Cuidados Continuados	
Área de Utilização	Espaços
Área de Serviços	Cozinha, Refeitório, Sala de descanso de pessoal, Lavandaria, Corredores e átrios, Banho assistido e respetivas instalações sanitárias
Área Administrativa	Sala de trabalho multidisciplinar, Sala de direção, Receção e Secretaria
Área de Atividades	Capela, Salas de estar/convívio/atividades
Área de Saúde	Gabinete médico/enfermagem, Salas de terapia da fala, Eletroterapia
Área de Quartos	Quartos individuais e duplos e respetivas instalações sanitárias
Área de Armazenamento	Salas de arrumos, Despensas, Câmaras frigoríficas, Sala de central térmica

O edifício encontra-se localizado no interior de uma zona rural, Ourém, a cerca de 42 km de distância da costa marítima, a uma altitude de 160 m. Mediante a localização, o edifício insere-se na zona climática I2-V2N segundo o anexo III do RCCTE.

Na Tabela 3.2 é apresentada uma descrição do edifício quanto à área e quanto à ocupação.

Tabela 3.2. Descrição do edifício quanto à área e ocupação.

	Grande Edifício de Serviços
Área de construção	3549,16 m ²
Área de implantação	1404,2 m ²
Número de ocupantes	78

3.3.2. Condições de cálculo

Condições exteriores

De modo a que se possam obter os elementos de caracterização climática da região onde se encontra o edifício é necessário recorrer ao RCCTE e à publicação do INMG/LNEC “Temperaturas Exteriores de Projeto e Números de Graus-Dias”, apresentados na Tabela 3.3.

Tabela 3.3. Condições exteriores de projeto.

	Inverno	Verão
Zonamento Climático	I2	V2
Temperaturas Exteriores de Projeto (°C)	0	33
Humidade Específica (g/kg Ar Seco)	4,9	18,6

Os rumos de vento mais comuns na localização da obra são os de Norte e de NE, que estão associados a intensidades de vento inferiores a 6 ms^{-1} . Os ventos fortes, superiores a 15 ms^{-1} , são muito pouco frequentes (0,025%) e estão associados aos rumos de SSW e SW.

Relativamente às velocidades médias mensais, os ventos médios do quadrante norte são os mais frequentes entre abril e setembro, com um pico de ocorrência registado em julho. Por sua vez, entre outubro e março os ventos predominantes são de NE, embora outubro registre um máximo na ocorrência de ventos de SW. As maiores velocidades médias mensais do vento estão associadas a ventos do quadrante SW, que registam picos máximos nos meses de outubro e novembro e, de uma maneira geral, ventos médios superiores a 4 ms^{-1} , também, entre dezembro e abril. De maio a setembro, a intensidade média do vento atinge valores máximos da ordem dos $3,5 \text{ m s}^{-1}$ e está essencialmente associada a ventos de NNW a NNE (valor máximo igual a $3,7 \text{ ms}^{-1}$ em julho associado a vento norte).

Condições Interiores

As necessidades energéticas foram calculadas de modo a obtermos as condições de temperatura interiores, no inverno de 20°C e no verão de 25°C .

As condutas de ar foram dimensionadas tendo em consideração os seguintes critérios adicionais:

- Perda de carga linear: $0,07 \text{ mm.c.a}$ ($0,7 \text{ Pa/m}$)
- Velocidade de ar nas condutas $<7,0 \text{ m/s}$

Para efeitos de cálculo térmico, e de acordo com as indicações da arquitetura, tomaram-se como base para os coeficientes de transmissão térmica, os valores definidos na Ficha de Caracterização da Envolvente apresentada no Processo RSECE.

3.3.3. Descrição do sistema

O presente estudo define, em linhas gerais, as Instalações e Equipamentos Mecânicos com que se pretende dotar a Unidade de Cuidados Continuados, tendo como principal objetivo, criar as condições termohigrométricas consideradas indispensáveis ao conforto dos utentes. Neste sentido, foi adotado um sistema centralizado de aquecimento central com UTAN. Para zonas com cargas térmicas especiais foi idealizado um sistema individual do tipo VRF.

Relativamente, ao sistema de aquecimento central, são utilizados como equipamentos terminais, radiadores de alumínio e um grupo térmico, constituído por três caldeiras de condensação ligadas em cascata. Este sistema alimenta também as baterias de aquecimento das UTAN's.

Quanto ao sistema VRF, este é constituído por dois módulos exteriores colocados na cobertura do edifício, conforme peças desenhadas que integram o Anexo G, que alimentam dezassete unidades interiores, quatro delas do tipo mural e as restantes treze do tipo cassette de 4 vias.

As soluções técnicas implementadas enquadram-se nos parâmetros de qualidade e de economia que se consideram mais favoráveis, tendo em conta as características estruturais e construtivas do edifício, as normas regulamentares para esta área de Instalações Especiais e ainda os condicionalismos impostos pela arquitetura.

Fazem parte das instalações e equipamentos mecânicos: aquecimento central, climatização e ventilação.

Aquecimento Central

O sistema deverá proporcionar as melhores condições ambientais sendo portanto, dotado de um grupo térmico produtor de água aquecida, rede de tubagens e radiadores.

Prevê-se aquecimento por radiadores no ginásio, eletroterapia, terapia da fala, salas de estar e de convívio, refeitório, balneários, quartos simples, quartos duplos, gabinete médico e de enfermagem, sala de observações e tratamentos e posto de enfermagem.

As unidades produtoras de água aquecida, denominadas "Caldeiras", serão instaladas numa divisão do R/Chão do edifício (casa das máquinas) ligada a uma chaminé vertical, que atravessa o edifício até uma altura mínima de 2 metros acima do seu ponto mais alto. A central possuirá coletores de ida e retorno de água aquecida, equipados com a respetiva bomba de circulação de água e com todos acessórios necessários ao bom funcionamento da instalação (válvulas de seccionamento, válvulas de retenção, filtros, etc.).

A partir dos coletores desenvolvem-se cinco circuitos, cada um deles alimentando os radiadores de um piso do edifício.

Na Figura 3.3 é apresentado o esquema de princípio do aquecimento central do edifício.

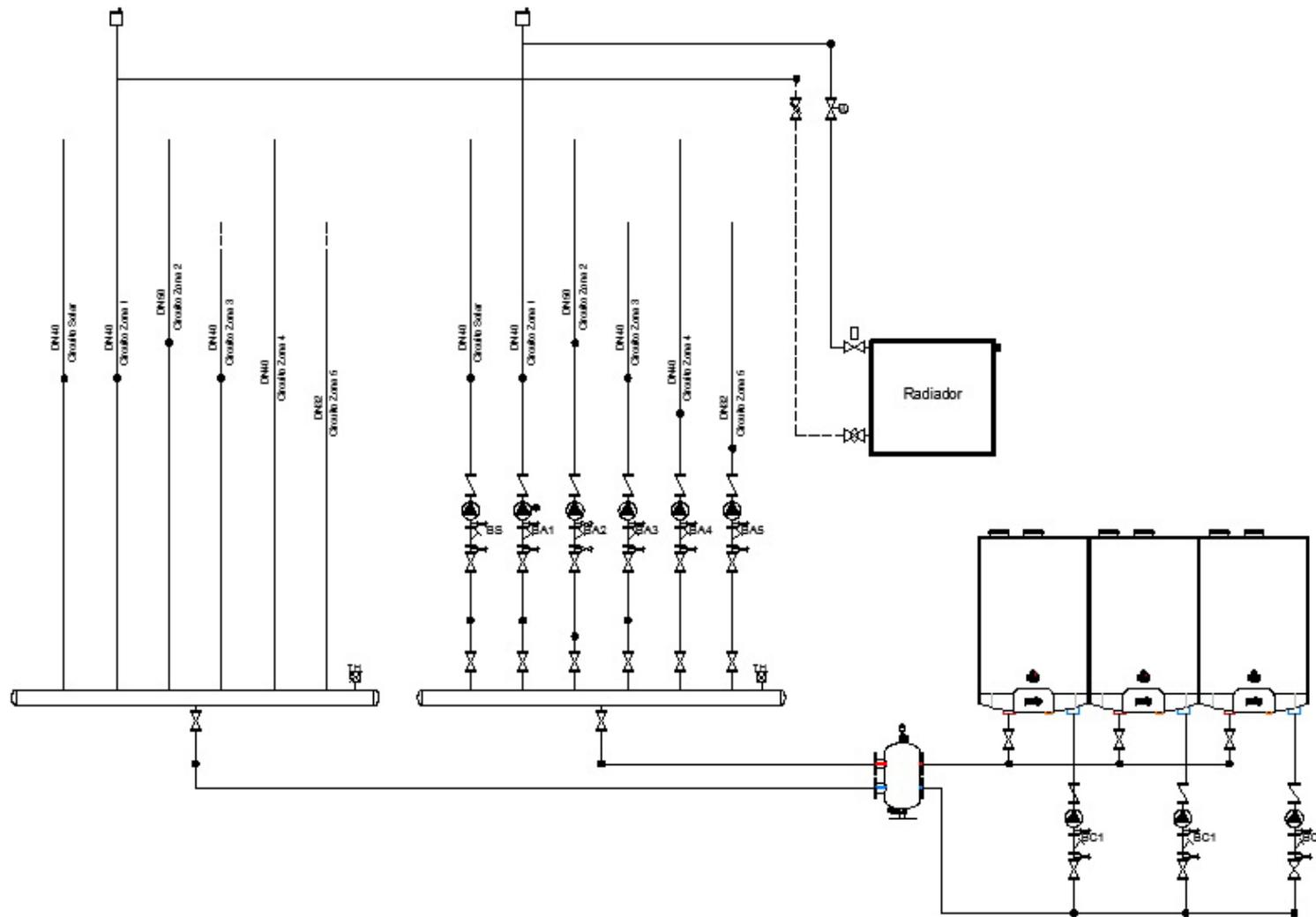


Figura 3.3. Esquema de princípio do sistema de aquecimento central.

Climatização

O sistema de climatização irá realizar o tratamento do ar das salas de trabalhos multidisciplinares, sala de direção, capela e recepção, sendo efetuada por unidades interiores do tipo de cassetes de 4 vias e murais, existindo em cada espaço um comando de controlo local, instalado na parede e ligado por cabo à unidade interior.

A rede de fluido frigorígeno de ligação à unidade exterior foi executada com tubo de cobre dimensionado com *software* próprio da marca dos equipamentos instalados.

A unidade exterior tem uma potência absorvida de aquecimento de 18,89 kW e uma potência absorvida de arrefecimento de 19,20 kW. No que diz respeito à eficiência da máquina, esta tem um COP de 3,97 e EER de 3,49.

Ventilação

Para conforto dos ocupantes e salubridade dos espaços foram previstos, em complemento dos sistemas anteriormente descritos, sistemas de insuflação de ar novo e de extração de ar viciado.

Em cumprimento do RSECE foram determinados os valores mínimos de ar novo a insuflar nos espaços normalmente ocupados, sendo este ar novo devidamente filtrado e aquecido (no inverno).

Os sistemas de exaustão irão extrair o ar viciado das instalações sanitárias e arrumos mantendo o equilíbrio de caudais de ar, com sobrepressão nas zonas “limpas” e depressão nas zonas “sujas”.

Grupos de insuflação/extração recuperam a energia térmica do ar extraído, transferindo-a para o ar novo insuflado, através de um recuperador que garante uma poupança de energia assinalável. As UTAN's estão equipadas com filtros e baterias de água aquecida

As admissões de ar novo estão a uma distância superior a 10 m, relativamente à exaustão de ar viciado das casas de banho e arrumos que teve em conta a direção dos ventos predominantes.

Não está previsto no interior do edifício qualquer espaço em que se possa desenrolar uma atividade que seja fonte de poluição atípica, nem a existência de MNEL's, pelo que não

houve necessidade de prever o funcionamento destes sistemas com um acréscimo de 50% do caudal. Na Figura 3.4 está representado o esquema de princípio do sistema de ventilação.

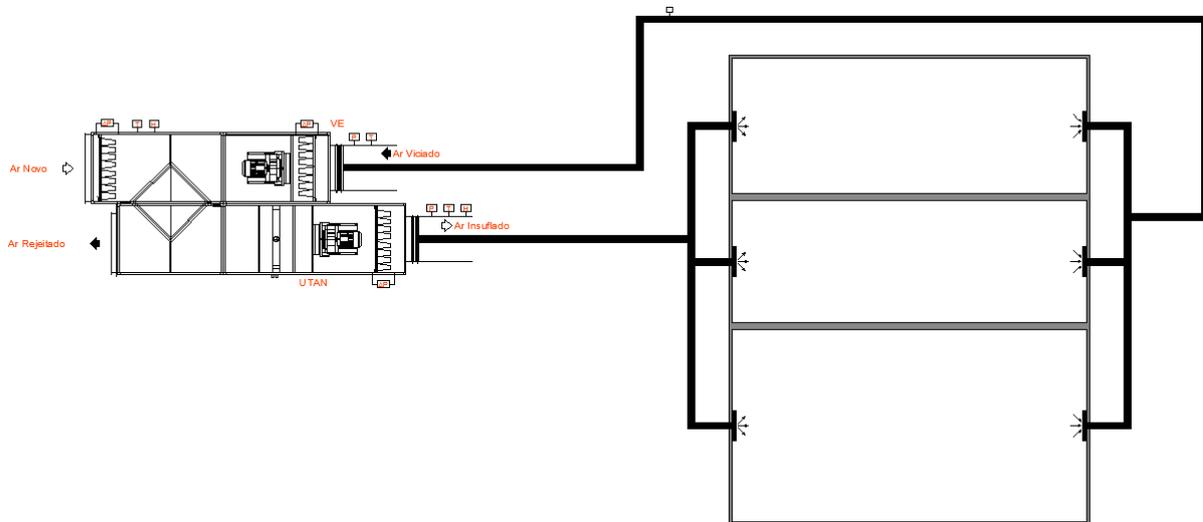


Figura 3.4. Esquema de princípio do sistema de ventilação.

3.3.4. Determinação de caudais de ar novo

A renovação de ar de um espaço tem um papel muito importante para o conforto dos habitantes, uma vez que a insuflação de ar novo garante a entrada de oxigénio para os utentes e ao mesmo tempo remove do espaço o ar viciado.

Por outro lado, a extração do ar tem como finalidade remover o ar viciado, de modo a que, quando conjugado simultaneamente com a entrada de ar, o ar dentro do edifício tenha condições higrométricas adequadas, tornando-se deste modo um ambiente de conforto para os habitantes.

Numa primeira fase foi preciso, como referido anteriormente, efetuar um levantamento do número de ocupantes por cada espaço e da área do espaço em questão.

De modo a obter os valores de referência de ar novo a ser insuflado em cada espaço, é necessário recorrer às recomendações no decreto-lei nº79/06 de 6 de abril - “RSECE”, valores esses apresentados na Tabela 3.4.

Tabela 3.4. Caudais mínimos de ar novo.

Espaços	Tipologia (RSECE)	CAUDAIS MÍNIMO DE AR NOVO	
		[m ³ /(h.ocupante)]	[m ³ /(h.m ²)]
Sala de trabalho multidisciplinar, salas de estar/convívio/atividades e sala de descanso de pessoal	Salas de Assembleia	30	20
Sala de estar	Sala de Estar	30	
Corredores e <i>Hall's</i>	Corredores e Átrios		5
Sala direção	Gabinetes	35	5
Receção e secretaria	Salas de Receção	30	15
Capela	Sala de Conferência	35	20
Ginásio	Ginásio	35	
Salas de terapia da fala e gabinetes médicos	Consultório Médico	35	
Eletroterapia	Área de Terapia	30	
Balneário masculino e feminino	Vestiário		10
Refeitório	Sala de Refeições	35	
Copa	Sala de prep. Refeições	30	
Quartos	Quartos (Hospitais)	45	

Posto isto, reunimos os elementos necessários para a determinação de caudais de ar novo respetivo à ocupação e à área, uma vez que estas se obtêm pela multiplicação dos caudais mínimos de ar novo pelo número de ocupantes, ou pela área do espaço. O valor final será o maior dos resultados, uma vez que se pretende uma situação mais desfavorável, que será designado de caudal de ar novo efetivo.

Sendo que, não será permitido fumar no edifício, deveremos apenas recorrer à tabela acima apresentada.

Deve-se ter sempre em conta a eficiência de ventilação. Todos os locais, exceto o gabinete médico, e sala de tratamentos, têm uma eficiência de ventilação de 80%, e os restantes locais

de 60%. Relativamente ao caudal de ar novo efetivo, é necessário dividi-lo pela eficiência, obtendo-se o caudal real de ar novo a insuflar.

Todavia, na presença de materiais ecologicamente não limpos, será necessário prever o funcionamento do sistema com um acréscimo de 50%. No entanto, esta situação não se verificou neste projeto.

Finalmente, o caudal a usar no projeto deverá ser pelo menos igual ao valor do caudal real de ar novo a insuflar, deste modo, este poderá ultrapassar o valor calculado.

3.3.5. Soluções adotadas

Perante os objetivos que se pretendem atingir, apresentam-se soluções que vão ao encontro dos requisitos pretendidos pelo dono de obra, bem como ao tipo de atividade que se irá desenvolver nos diversos locais. Devem contemplar, fundamentalmente, os aspetos de habitabilidade, de flexibilidade, de segurança, de gestão energética económica, de fiabilidade e de economia de construção.

As considerações anteriormente apresentadas levaram às soluções para os sistemas de AVAC que se apresentam de seguida.

Conceção Global do Sistema

O edifício será dotado de aquecimento e nalguns espaços também arrefecimento, com ventilação mecânica centralizada para a renovação do ar (insuflação e extração).

Por conseguinte, a climatização será feita através de sistemas de Volume de “Refrigerante” Variável (VRF) a dois tubos, com energia térmica produzida nas unidades exteriores, instaladas na cobertura.

No que diz respeito à ventilação mecânica, a insuflação de ar novo tratado e a extração de ar viciado estará a cargo de oito grupos, cada um deles constituído por uma UTAN e por um Ventilador de Extração (VE), com recuperador de calor do ar extraído para o ar novo. Na UTAN o ar será ainda devidamente filtrado e aquecido a 20°C (no inverno) por intermédio de bateria de água aquecida.

Cada UTAN servirá uma zona com vários espaços, exceto a capela e o refeitório, onde para cada um destes espaços existe exclusivamente uma UTAN a insuflar o ar novo e a extrair o ar viciado.

Tratamento de ar

A ventilação do edifício teve de ser dividida em várias zonas, logo a necessidade de se utilizarem oito UTAN's, para insuflar o ar novo. Na Tabela 3.5 pode-se verificar quais são as zonas em que as UTAN's estão a tratar.

Tabela 3.5. Espaços em que cada UTAN opera.

ZONA	UTAN	ESPAÇOS
ZONA 1	UTAN 1	Ginásio, Terapia da fala 1 e 2, eletroterapia
ZONA 2	UTAN 2	Sala de trabalho multidisciplinar, sala de estar 1, sala de direção, corredor 1, sala de estar 2, receção e secretaria, sala de convívio/atividades, terapia da fala 3
ZONA 3	UTAN 3	Capela
ZONA 4	UTAN 4	Refeitório
ZONA 5	UTAN 5	Sala de estar/convívio/atividades, sala de descanso pessoal, corredor 2, balneário masculino, balneário feminino
ZONA 6	UTAN 6	Quartos duplos, quartos individuais, corredor 3, gabinete médico 1, sala de observações e tratamentos 1, posto de enfermagem 1, sala de estar/convívio/atividades 2
ZONA 7	UTAN 7	Quartos duplos, quartos individuais, corredor 5, gabinete médico 2, sala de observações e tratamentos 2, posto de enfermagem 2, sala de estar/convívio/atividades 3
ZONA 8	UTAN 8	Quartos duplos, quartos individuais, corredor 4 e 6

Ginásio, eletroterapia, balneário masculino e feminino

O sistema preconizado para estes locais consiste na renovação de ar através da insuflação de ar novo da UTAN por meio de grelhas encastradas no teto falso. A extração do ar é feita de forma similar à insuflação, sendo a grelha colocada na extremidade oposta à de insuflação, garantindo assim uma boa remoção do ar viciado.

Ventilação e Climatização

Na zona da capela a insuflação de ar novo é efetuada pela UTAN, com difusores lineares e a extração também feita por grelhas de modo idêntico aos espaços anteriores. Para climatizar o espaço tem-se uma unidade interior do tipo cassete de 4 vias encastrada e centrada no teto falso da sala, de modo a que a distribuição de calor/frio seja uniforme para todo o espaço.

Zona 2 (exceto: sala de convívio, corredor 1 e terapia da fala 3), refeitório, sala de estar 3, sala de atividades, gabinete médico e sala de tratamentos

O sistema de renovação de ar destes espaços é igual ao usado no ginásio, exceto o gabinete médico e a sala de observações e sala de tratamentos. Nestes dois espaços a insuflação de ar foi prevista por uma UTAN, por intermédio de grelhas encastradas na parede, isto porque, como não existe teto falso e como o dono de obra não pretendia ter tubagem à vista, esta foi a solução adotada. A extração de ar será feita por intermédio de grelhas encastradas na parede tal como na insuflação, variando apenas ao facto de estas estarem localizadas na extremidade oposta, referimo-nos neste caso à insuflação de ar. Também difere na sala de trabalho multidisciplinar e na sala de estar 1, em que o sistema de renovação de ar é igual ao usado na capela.

Quanto à climatização dos espaços, todos eles são dotados de aquecimento por radiadores de alumínio, instalados nas paredes. O controlo é realizado através de válvulas de regulação termoestáticas.

Para além do aquecimento por radiadores, também estão previstas 16 (dezasseis) unidades interiores VRV, ligadas a um sistema de dois tubos. Sete das dezasseis unidades interiores serão do tipo mural, para espaços como a sala de trabalho multidisciplinar, gabinete médico, receção e secretaria, sala de observações e tratamentos. A localização no espaço será na parede junto ao teto, de modo a que a distribuição de calor/frio seja o mais uniforme possível. As restantes nove unidades interiores VRV serão do tipo de cassete de 4 vias. Para espaços de maior área, como o refeitório ou sala de convívio e atividade, será necessário mais que uma unidade interior.

Por sua vez, as dezasseis unidades interiores estão ligadas a um grupo de duas unidades exteriores localizadas na cobertura do edifício.

Restantes espaços

Para espaços como os quartos, sala de descanso de pessoal, corredores, entre outros, o sistema de renovação de ar será idêntico ao apresentado para o ginásio, a insuflação do ar será feita por uma UTAN por intermédio de grelhas encastradas no teto numa extremidade do espaço, e o retorno é feito do mesmo modo, apenas variando na localização da grelha, que estará localizada na outra extremidade do espaço, de modo a garantir uma boa mistura de ar.

Quanto à climatização destes espaços, todos eles são dotados de aquecimento por radiadores de alumínio, tal como referido anteriormente, instalados nas paredes dos espaços a climatizar. O controlo será através de válvulas termostáticas e, por cada circuito, existirá um termóstato, possibilitando o controlo da temperatura pretendida para cada circuito.

Extração

Arrumos e Instalações Sanitárias

A extração de ar para estes espaços será independente de todos os espaços referidos anteriormente. Nestes espaços existe a libertação de odores e no caso de se utilizar o ar destas divisões para recirculação, como os permutadores não são totalmente estanques, iria haver a contaminação do ar novo a insuflar.

Para extração do ar viciado nas instalações sanitárias foi preconizado um sistema de exaustão por intermédio de ventiladores de extração dedicados (VE1, VE2, VE3, VE4, VE5 e VE6), instalados ao nível da cobertura, conforme peças desenhadas no Anexo E.

Deste modo, o ar de extração é captado por intermédio de bocas de extração metálicas autorreguláveis e encaminhado por intermédio de condutas de aço galvanizado até aos respetivos ventiladores de extração.

3.3.6. Dimensionamento de condutas

Esta foi uma fase bastante importante no período da execução de projeto. No que diz respeito ao dimensionamento de condutas houve alguns fatores a ter em conta, tais como: iluminação, canalização e arquitetura. Isto porque, antes de se começar a desenhar o traçado de condutas, foi necessário ter em atenção o espaço no teto falso, uma vez que é por lá que irão passar as condutas, limitando assim a um diâmetro máximo de 400 mm. Sempre que se ultrapassar esta dimensão será essencial transformar a conduta do tipo spiro, para conduta retangular. O projeto de iluminação colocou restrições na passagem das condutas, já que foi necessário ter em atenção a localização das luminárias, no caso de surgir a necessidade de passar uma conduta sobre uma luminária, o espaço existente seria menor, havendo a necessidade de em certas situações recorrer a condutas retangulares. O mesmo se passou com a canalização e esgotos porque as prumadas, vindas das instalações sanitárias de pisos superiores, poderiam entrar em conflito com a passagem das condutas.

Depois de se ter idealizado um traçado de condutas processou-se o dimensionamento das condutas. O método adotado, foi o da perda de carga constante. Neste caso, fixou-se a perda de carga em 0,07 mm.c.a/m e variaram então os valores da dimensão da conduta, obtendo-se a velocidade do escoamento, impondo-se limites para a velocidade. Para troços de insuflação terminais, a velocidade não pode exceder os 2,5 m/s, para troços terminais de extração a velocidade do ar não pode ser inferior a 3,0 m/s, para troços intermédios a velocidade do ar não pode exceder os 5,0 m/s e para troços principais não pode exceder os 7,0 m/s. Perante tais valores, recorreu-se a uma folha de cálculo onde, por aproximação e por valores pré-estabelecidos da velocidade como verificado anteriormente, se determinaram as dimensões das condutas, quer spiro quer retangular, para cada situação. Processou-se então ao traçado das condutas de insuflação, retorno e da extração das instalações sanitárias, conforme peças desenhadas no Anexo G.

Após a determinação da dimensão e traçado das condutas efetuou-se o cálculo da perda de carga. Para que fosse possível determinar a perda de carga foi necessário analisar o projeto e por fim constatar, qual o troço que apresentava o trajeto mais desfavorável, isto é, aquele que tivesse maior comprimento, mais acessórios, como curvas, reduções de secção, tês, registos de caudal, entre outros. Depois de definido qual o troço mais desfavorável, mediu-se cada um dos troços, correspondentes ao troço total mais desfavorável. Como a perda de carga é de

0,07 mm.c.a/m, ao multiplicar-se este valor pelo comprimento já determinado, obtém-se uma perda de carga linear, como se pode verificar na Figura 3.5. A esta é necessário adicionar a perda de carga localizada relativa a todos os acessórios presentes neste troço, assim como, adicionar a perda de carga induzida pela grelha ou difusor e a perda de carga induzida pelo filtro na UTAN.

Trabalhos Realizados

Insuflação ar novo - UTAN 2			Condutas Circulares		Condutas Rectangulares								
Troço	Caudal (m3/h)	ΔP (Pa/m)	comercial (mm)	Φ interno (mm)	L (mm)	H (mm)	Φequiv (mm)	Perímetro (m)	Comp. troço (m)	Area de Chapa (m2)	Velocidade (m/s)	carga no troço (Pa)	Crítico (marcar com x)
i1	167	0,7	160	158,4				0,00	7,56		2,30	5,292	x
i2	550	0,7	315	313,4				0,00	5,26		1,96	3,682	
i3	550	0,7	315	313,4				0,00	1,04		1,96	0,728	
i4	1100	0,7	315	313,4				0,00	2,5		3,92	1,75	
i5	1267	0,7	315	313,4				0,00	1,06		4,52	0,742	x
i6	170	0,7	160	158,4				0,00	7,05		2,35	4,935	
i7	167	0,7	160	158,4				0,00	0,38		2,30	0,266	
i8	337	0,7	160	158,4				0,00	0,66		4,65	0,462	
i9	1603	0,7	355	353,4				0,00	4,66		4,50	3,262	x
i10	167	0,7	160	158,4				0,00	0,56		2,30	0,392	
i11	1770	0,7	355	353,4				0,00	1,17		4,97	0,819	x
i12	500	0,7	315	313,4				0,00	0,71		1,78	0,497	
i13	2270	0,7	400	398,4				0,00	4,29		5,02	3,003	x
i14	305	0,7	250	248,4				0,00	2,55		1,73	1,785	
i15	305	0,7	250	248,4				0,00	0,37		1,73	0,259	
i16	610	0,7	250	248,4				0,00	1,69		3,45	1,183	
i17	400	0,7	250	248,4				0,00	3,46		2,26	2,422	
i18	150	0,7	160	158,4				0,00	0,95		2,07	0,665	
i19	1160	0,7	300	298,4				0,00	5,33		4,56	3,731	
i20	3430	0,7			600	400	533	2,00	2,54	5,08	4,28	1,778	x
i21	550	0,7	315	313,4				0,00	3,56		1,96	2,492	
i22	550	0,7	315	313,4				0,00	0,95		1,96	0,665	
i23	1100	0,7	315	313,4				0,00	6,93		3,92	4,851	
i24	4530	0,7			500	400	488	1,80	2,51	4,52	6,73	1,757	x
i25	4530	0,7			500	400	488	1,80	7,5	13,50	6,73	5,25	x
		0,7						0,00			#VALOR!	0	
		0,7						0,00			#VALOR!	0	
		0,7						0,00			#VALOR!	0	
		0,7						0,00			#VALOR!	0	
		0,7						0,00			#VALOR!	0	
TOTAL ÁREA DE CHAPA											23,10	21,903 Pa	Perda de carga, Caminho crítico

Figura 3.5. Exemplo de folha de cálculo usada no dimensionamento das condutas.

3.3.7. Dimensionamento da tubagem

Tal como efetuado no dimensionamento das condutas, antes de se proceder ao cálculo da dimensão da tubagem foi necessário elaborar um esboço, de modo a verificar se não entraria em conflito com nenhuma das outras especialidades. O cálculo da dimensão das tubagens de aquecimento está diretamente relacionado com as cargas térmicas calculadas e determinadas por um perito qualificado que fez o acompanhamento de todo o projeto. Para cada espaço coloca-se a potência do radiador nele inserido, podendo um espaço conter mais de um radiador, uma vez que se optou por trabalhar apenas com radiadores com um máximo de 12 elementos. Em casos onde os espaços a ser climatizados necessitassem de potências maiores do que a de radiadores de 12 elementos, foi necessário acrescentar mais radiadores a esses espaços. Para o cálculo da tubagem foram também impostas algumas restrições, tais como: a velocidade da água do circuito estar compreendida entre 0,8 e 1,2 m/s, e a perda de carga não ultrapassar os 40 mm.c.a/m. O diâmetro mínimo estabelecido foi o diâmetro de saída, quer dos radiadores quer dos toalheiros, para que não fossem usadas mais reduções ou aumentos de secção de modo a não induzir mais perdas de carga, ou mesmo encarecer o projeto. Tal como aconteceu no dimensionamento da tubagem, o cálculo do diâmetro da tubagem de aquecimento foi efetuado por aproximação, tentando sempre cumprir as restrições impostas acima referidas.

Depois do cálculo da dimensão da tubagem, processou-se ao traçado do circuito hidráulico, sendo este dividido em cinco zonas, de modo a não ter de se recorrer a bombas mais potentes e que encarecessem o sistema.

Como o sistema foi dividido em cinco circuitos hidráulicos, partiu-se para o cálculo da perda de carga. Fez-se um levantamento do troço mais desfavorável, contabilizou-se todo o comprimento total da tubagem que foi multiplicado pela perda de carga. É importante não esquecer, que foi necessário duplicar o valor da perda de carga uma vez que corresponde ao troço de ida de retorno para se obter a perda de carga linear final. Tal como no dimensionamento das condutas, foi necessário determinar a perda de carga localizada de cada acessório, caso estivesse presente no troço mais desfavorável. No final somou-se a perda de carga linear à perda de carga localizada de cada acessório, obtendo assim a perda de carga do circuito. Na Figura 3.6 é apresentado a folha de cálculo usada para esta situação.

Trabalhos Realizados

Circuito 1 – Piso 0

Circuito	C.T. (KW) Aq. Amb	Caudal (Kg/h) Quente Fria		Quente		v (m/s) Quente	Re Quente	Perda carga		L (m) Quente	Perda carga		Caminho Critico Quente - Marcar com X
				φ (")	φ (mm)			Quente	Quente		(Pa)	(mmca)	
								(Pa)	(mmca)				
a1	1,5	86	143	3/8	9	0,38	7770	262	27	6,0	1571	160	x
b1	0,4	20	0	1/2	11	0,06	1513	7	1	0,0	0	0	
c1	1,9	107	0	5/8	14	0,19	6184	47	5	2,8	131	13	x
d1	1,5	86	0	5/8	14	0,16	4995	32	3	0,0	0	0	
e1	0,4	20	0	1/2	11	0,06	1513	7	1	0,0	0	0	
f1	1,9	107	0	5/8	14	0,19	6184	47	5	0,0	0	0	
g1	3,7	213	0	5/8	14	0,39	12367	156	16	1,5	233	24	x
h1	1,8	100	0	5/8	14	0,18	5827	42	4	0,0	0	0	
j1	5,5	313	0	5/8	14	0,57	18195	306	31	2,4	735	75	x
l1	1,5	86	0	5/8	14	0,16	4995	32	3	0,0	0	0	
m1	0,4	20	0	1/4	5	0,29	3329	357	36	0,0	0	0	
r1	9,2	527	0	3/4	17	0,65	25169	303	31	1,4	424	43	x
s1	1,5	86	0	5/8	14	0,16	4995	32	3	0,0	0	0	
t1	0,4	20	0	1/2	11	0,06	1513	7	1	0,0	0	0	
u1	1,9	107	0	5/8	14	0,19	6184	47	5	0,0	0	0	
v1	11,0	633	0	3/4	17	0,78	30261	419	43	6,5	2725	278	x
x1	1,5	86	0	5/8	14	0,16	4995	32	3	0,0	0	0	
z1	0,4	20	0	1/2	11	0,06	1513	7	1	0,0	0	0	
ae1	14,7	846	0	7/8	21	0,68	32742	255	26	1,4	357	36	x
am1	18,5	1062	0	7/8	21	0,85	41082	382	39	6,5	2483	253	x
av1	24,1	1383	0	7/8	21	1,11	53514	612	62	3,9	2388	244	x
bf1	27,9	1601	0	1 1/8	27	0,78	48183	238	24	1,0	238	24	x
bn1	31,7	1819	0	1 1/8	27	0,88	54745	299	31	8,0	2394	244	x
												1394,88	
Bomba – Piso 0											Quente		
Perda de carga em linha (mmca)											3487,21		

Figura 3.6. Exemplo de folha de cálculo usada no dimensionamento da tubagem.

3.3.8. Aquecimento de Águas Quentes Sanitárias (AQS)

O projeto do sistema solar térmico foi concebido pela empresa à qual foi adjudicado a solução. No entanto, o aluno efetuou a verificação deste projeto recorrendo ao *software* Solterm V5.1. Os dados à elaboração do projeto foram os seguintes:

- Localização: Concelho de Ourém;
- Obstruções do horizonte: 3°
- Tipo de Sistema: Circulação forçada com acumulação
- Consumo diário: 55 l/cama, para um hospital e clínica, valor este retirado da tabela de perguntas e respostas do RCCTE, como se pode verificar na Figura 3.7.

Tipologia do Espaço	Consumo diário de referência a 60°C
Hospital e Clínica	55 l/cama
Hotel *****	70 l/cama
Hotel ***	55 l/cama
Hotel/Residencial **	40 l/cama
Residencial/Pensão *	35 l/cama
Campismo	40 l/cama
Lar de Idosos ou Estudantes	55 l/cama
Escola	3 l/aluno (só refeição)
Quartel	20 l/pessoa
Fábrica ou Oficina	15 l/pessoa
Escritório	3 l/pessoa
Ginário	20~25 l/pessoa
Lavandaria	3~5 l/kg roupa
Restaurante	5~10 l/refeição
Cafetaria	1 l/pequeno almoço

Figura 3.7. Consumo diário segundo a tipologia do espaço em estudo.

- O perfil de consumo da Unidade de Cuidados Continuados é apresentado na Figura 3.8

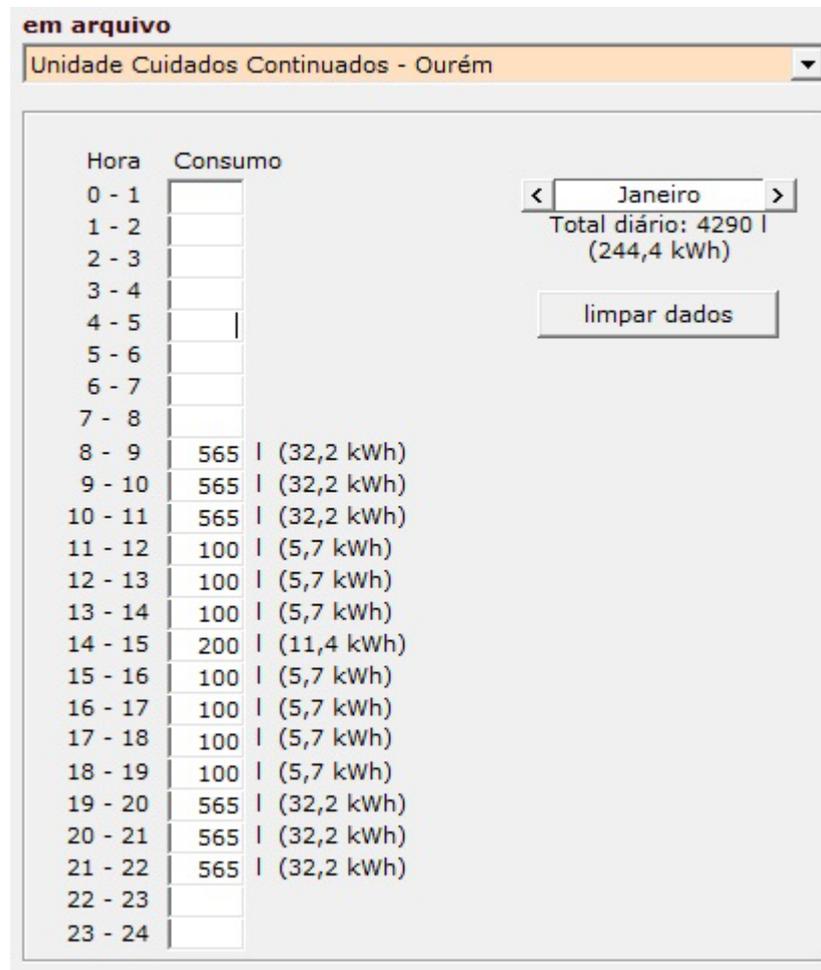


Figura 3.8. Perfis de consumo de água quente.

- Comprimento total de tubagem: 70 m
- Comprimento interior de Tubagem: 25 m
- Comprimento exterior de tubagem: 45 m
- Temperatura nominal de acumulação: 60°C;
- Sistema de apoio: Gás Natural ou Gás Propano;

Caracterização Geral da Solução

O sistema solar térmico tem como objetivo a produção e fornecimento de forma centralizada de Água Quente Sanitária (AQS), captando a energia proveniente da radiação solar, acumulando essa energia em dois depósitos situados na central térmica, para alimentação de rede de distribuição de AQS. Desta forma, assegura-se uma economia na utilização do sistema convencional de apoio, que fica reservado para complemento de energia na preparação de AQS, quando a radiação solar disponível não for suficiente.

Uma vez que se optou por um coletor marca *Solarline 2.6* ou equivalente, obteve-se a seguinte solução:

- Número de coletores solares: 24
- Inclinação: 40°
- Orientação: Sul
- Fração solar: 59,3 %

Na Figura 3.9 pode-se verificar o esquema de princípio adotado.

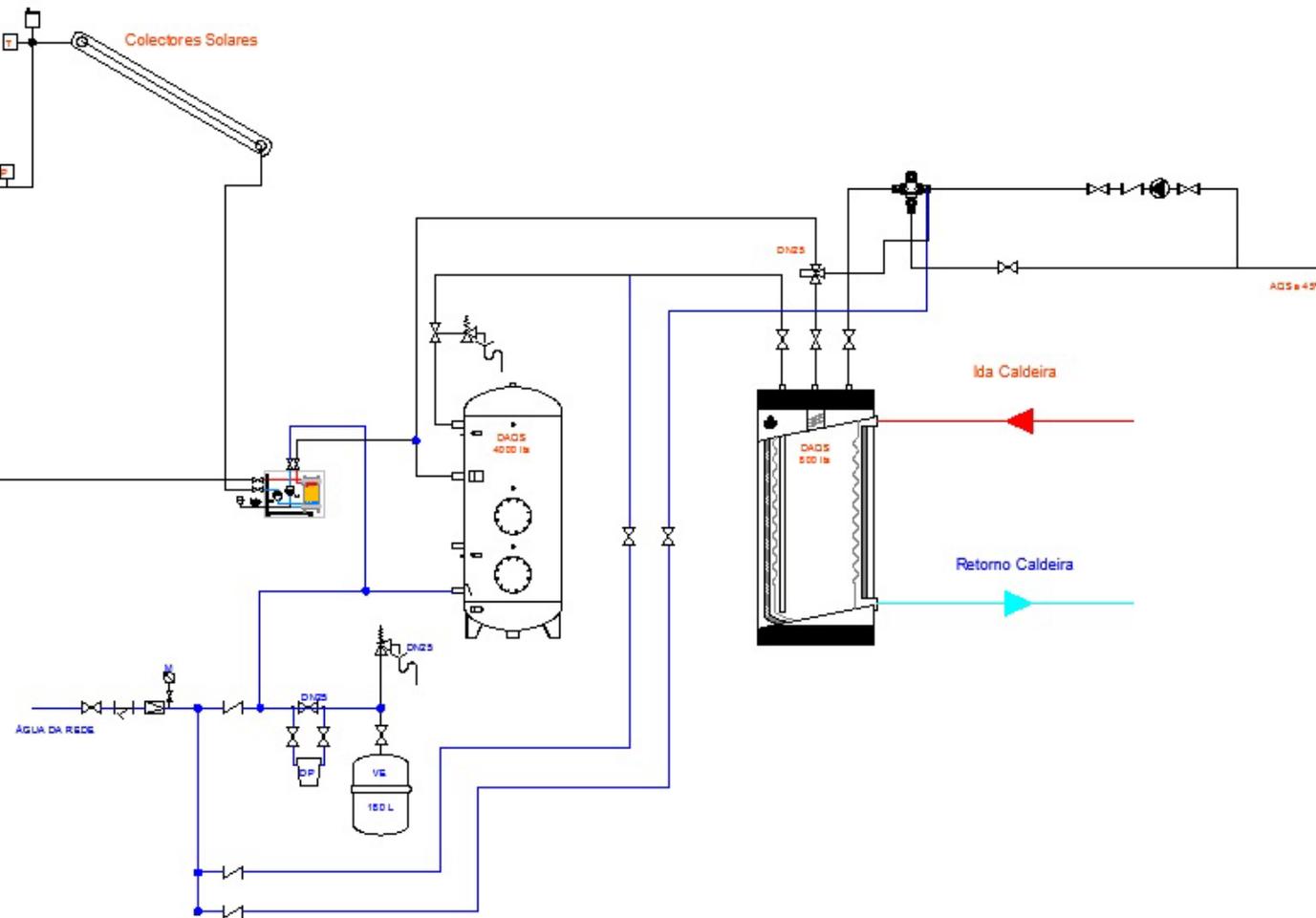


Figura 3.9. Esquema de principio do sistema solar.

Captação de Energia Solar

A energia será transferida para o fluido solar, que deverá conter as proporções de água e sua dureza e dos inibidores de corrosão adequados e anticongelante (glicol) de acordo com as temperaturas mínimas registadas no local onde serão instalados, de modo a proteger convenientemente a instalação hidráulica.

Cada bateria de 6 (seis) coletores deverá incorporar os necessários acessórios hidráulicos (purgador automático, válvula de segurança e, se necessário, regulador de caudal), de modo a garantir o equilíbrio hidráulico do campo de coletores, assegurando um rendimento adequado e protegendo a instalação.

Devem ser observadas as especificações no manual de instalação respeitantes às exigências de fixação de acordo com as condições de vento e cargas de neve, caso sejam aplicáveis.

Circuito Hidráulico Solar

O circuito primário onde circula o fluido solar que transporta a energia será em anel fechado, com retorno à bateria de coletores solares (Figura 3.10). Estando contemplados os correspondentes grupo de circulação e de segurança, assegurando assim o bom funcionamento da instalação.

A tubagem, isolamento térmico e acessórios hidráulicos deverão estar preparados para funcionar, corretamente, no campo de temperaturas máximas a que o circuito hidráulico estará sujeito.

O controlo deverá fazer uma medição diferencial dos pontos de maior e menor temperatura do circuito, atuando a bomba de circulação somente quando a energia solar disponível assim se justificar. Deverá ainda prever um sistema eletrónico de segurança, de modo a minimizar os efeitos prejudiciais de condições meteorológicas extremas de congelação da instalação no exterior do edifício.

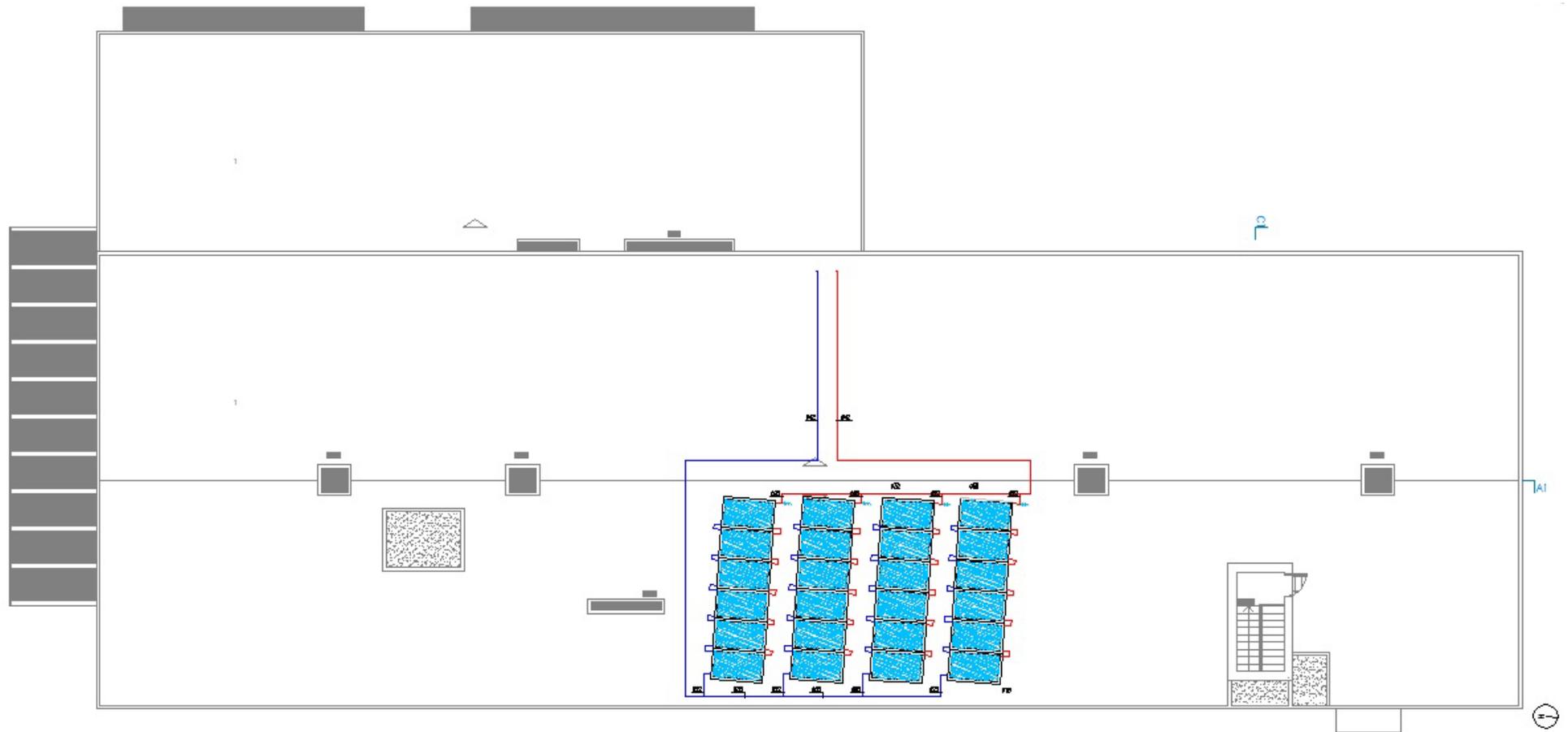


Figura 3.10. Circuito de ligação de tubagem entre os coletores solares.

Acumulação e Produção de AQS

O sistema preconizado para produção de águas quentes sanitárias consiste na utilização de um depósito de 4000l, aquecido através de permutador de placas ligado ao sistema solar térmico e um depósito de 800l sistema de permutador de camisa, recebendo o apoio do grupo de caldeiras, garantindo sempre desta forma a disponibilidade de água quente sanitária sempre que necessário.

3.3.9. Condições técnicas especiais

Todos os equipamentos foram transportados, armazenados e instalados com as aberturas devidamente tamponadas, com filme de polietileno, de modo a evitar a entrada de poeiras e de outro tipo de sujidade.

No armazenamento com sobreposição teve-se em atenção a possibilidade de deformação provocado nos materiais colocados inferiormente (por exemplo, condutas) pelo peso dos que são colocados por cima destes.

I. Caldeiras

A seleção da caldeira foi baseada nas cargas térmicas totais do edifício e na potência de aquecimento necessária para a preparação de AQS, tendo sido previsto o funcionamento prioritário para preparação AQS de modo a evitar um sobredimensionamento exagerado.

As caldeiras serão do tipo modular, a gás natural ou propano, de condensação, para instalação de chão, capazes de serem ligadas em cascata, com elevado rendimento (108%).

As caldeiras possuirão uma envolvente em aço, sujeita a decapagem e fosfatação antes de ser pintada e cozida num forno a 220°C. A face interna da envolvente é recoberta de uma camada de isolamento térmico e acústico.

As caldeiras contêm queimador modulante com uma pré-mistura ar/gás, assegurando um funcionamento seguro e silencioso, mantendo os níveis de emissões poluentes (NOx e CO) o mais baixo possível.

As caldeiras vêm inicialmente equipadas com um controlador de base, que controla todas as funções de segurança (ignição, detecção de chama, limitação de temperatura, segurança de falta de água etc..) bem como, a regulação da temperatura de água da caldeira.

O controlador atua também sobre o queimador (regulando a potência) consoante a análise das 3 sondas: temperatura de ida, temperatura de retorno e temperatura dos gases.

As caldeiras terão também como acessórios: pressóstatos de falta de água, purgadores, válvulas de segurança 4bar, manómetros de 0-4 bar, sifão e quatro sondas NTC.

Através da Tabela 3.6 e Tabela 3.7, pode-se observar as características da caldeira e dos gases à saída da mesma.

Tabela 3.6. Características da caldeira.

Características técnicas:	
Potência calorífica máxima (Input):	120,0kW (propano 126,0kW)
Potência calorífica mínima (Input):	22,0kW (propano 31,0kW)
Potência útil máxima 80/60°C:	116,8kW (propano 122,6kW)
Potência útil mínima 80/60°C:	21,6kW (propano 30,4kW)
Rendimento útil a 30% da carga:	108%
Capacidade da caldeira:	17 litros
Temperatura máxima de trabalho:	90°C

Tabela 3.7. Características dos gases à saída da caldeira.

Gases:	
Emissões de CO (potência Max./min) :	77 / 27 mg/kWh
Emissões de NOx (potência Max./min) :	70 / 20 mg/kWh
Classe NOx:	5
Temperatura dos gases:	
Potencia Max. 80/60°C	83°C
Potencia Max. 50/30°C	65°C

II. Radiadores

A seleção dos radiadores teve em conta a temperatura de entrada e saída do radiador, assim como a temperatura pretendida no espaço, de modo a calcular o diferencial de temperatura e poder-se, então, determinar o diferencial térmico.

$$\Delta T = \frac{T_e + T_s}{2} - T_{amb} \quad (1)$$

Considerando a temperatura de entrada (T_e) no radiador de 90°C , a temperatura de saída de 70°C e a temperatura ambiente de 20°C , substituindo em (1), obtém-se:

$$\Delta T = \frac{90 + 70}{2} - 20 = 60^\circ\text{C}$$

Obtendo este valor, processou-se à determinação da potência de cada elemento do radiador através da Tabela 3.8.

Tabela 3.8. Seleção da potência de cada elemento do radiador.

TIPO	Dimensões mm.		Conexões \varnothing	Conteúdo água l.	Peso kg.	Emissão térmica segundo UNE EN 442			
	A	B				$\Delta t = 50^\circ\text{C}$		$\Delta t = 60^\circ\text{C}$	
						W.	kcal/h.	W.	kcal/h.
<i>XIAN 450 N</i>	431	350	1"	0.310	1,040	90,7	78,0	115,1	99,0
<i>XIAN 600 N</i>	581	500	1"	0.390	1,360	122,9	105,7	156,2	134,3
<i>XIAN 700 N</i>	700	600	1"	0.450	1,600	142,2	122,3	181,4	156,0
<i>XIAN 800 N</i>	800	700	1"	0.500	1,830	160,2	137,7	204,3	175,7

Apresentamos o que foi utilizado em projeto: radiadores com elementos compreendidos entre sete e doze elementos exibidos na Tabela 3.9 com o valor das respetivas potências.

Tabela 3.9. Potência térmica da aglomeração de alguns aglomerados de elementos.

ELEMENTOS	POTÊNCIA [kW]	MARCA E MODELO DE REFERÊNCIA
7	1,3	HIPERCLIMA XIAN 700 N
8	1,5	
9	1,6	
10	1,8	
11	2,0	
12	2,2	

Os radiadores serão constituídos por elementos de liga de alumínio de alto grau de pureza. Obtidos por fundição injetada e possuirão uma boa superfície de permuta através das alhetas dispostas verticalmente, o que lhe conferirá um bom efeito de convecção.

Possibilitarão a ligação dos circuitos de ida e retorno do mesmo lado ou em lados opostos, através de tampões amovíveis.

Os elementos ficarão ligados interiormente entre si através de casquilhos roscados e juntas de silicone que evitam os ruídos aquando das dilatações térmicas.

Cada radiador será equipado com: uma válvula de regulação termoestática, uma válvula de fecho com junção (reta ou esquadra), um purgador de ar manual e suportes metálicos.

III. Bombas Circuladoras

A seleção das bombas foi feita com base no cálculo da perda de carga e na determinação do caudal de cada circuito, descrito no ponto 3.3.7 dimensionamento da tubagem. Na Tabela 3.10 podem-se verificar as características das bombas.

Tabela 3.10. Características da Bombas.

Referência	Circuito	Q [m ³ /h]	ΔP [m.c.a]
B1	1	2,09	3,18
B2	2	1,82	3,49
B3	3	1,35	3,15
B4	4	1,82	3,52
B5	5	1,35	3,21

Para além do caudal e pressão de cada bomba, houve alguns requisitos a ter em conta. As bombas foram dimensionadas de forma a ter uma eficiência classe A, reduzindo deste modo os consumos elétricos. Pretende-se que as bombas sejam fáceis de instalar, de modo a não criar problemas, aquando da instalação das mesmas, reduzindo o tempo dispendido pelos funcionários durante a instalação. Todas as bombas terão um controlo automático da pressão

diferencial, através da adaptação do seu funcionamento aos requisitos efetivos de aquecimento, sem ser necessário ligar a componentes externos.

Relativamente, ao controlo da bomba, deverão ter um controlo do tipo AUTOADAPT, isto é, uma regulação automática de “uma curva de pressão proporcional para a outra curva”, de modo a reduzir ao mínimo o consumo de energia. As curvas que caracterizam o funcionamento das bombas estão representadas na Figura 3.11, Figura 3.12, Figura 3.13, Figura 3.14 e Figura 3.15.

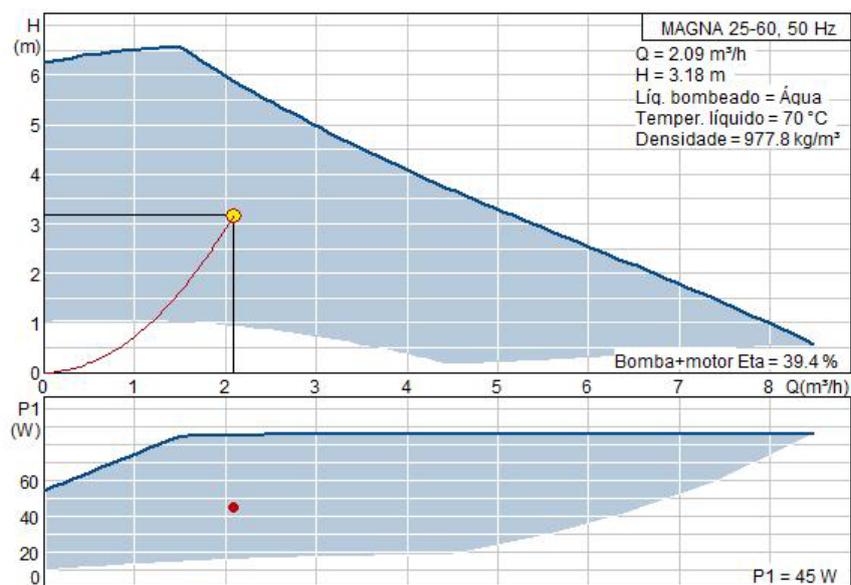


Figura 3.11. Curva característica e ponto de funcionamento da bomba 1.

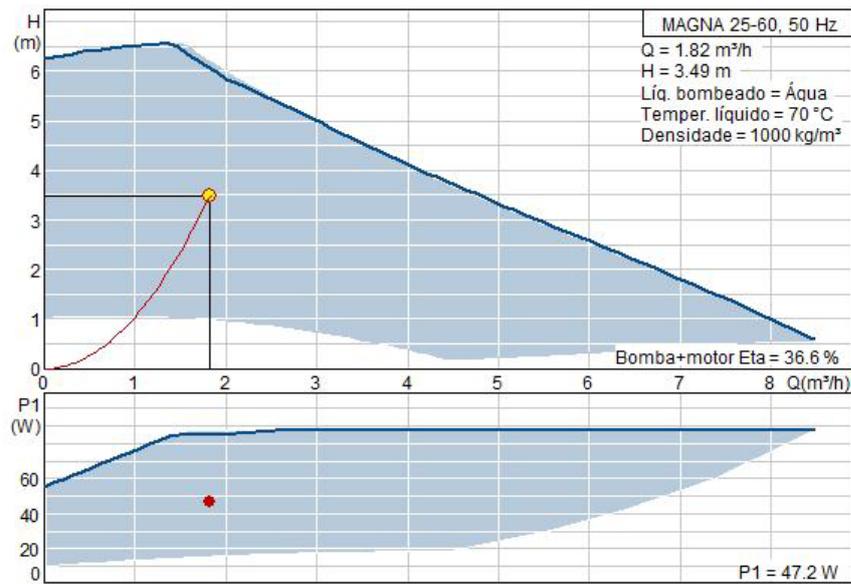


Figura 3.12. Curva característica e ponto de funcionamento da bomba 2.

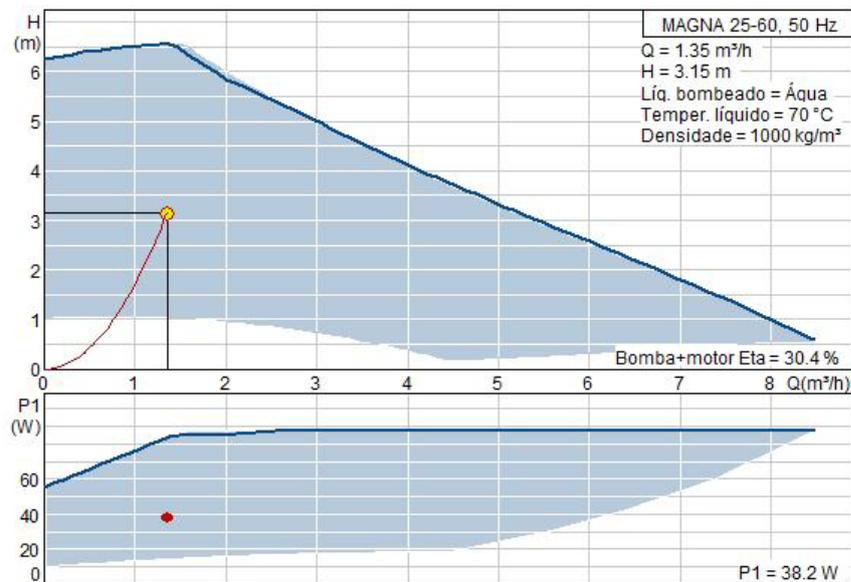


Figura 3.13. Curva característica e ponto de funcionamento da bomba 3.

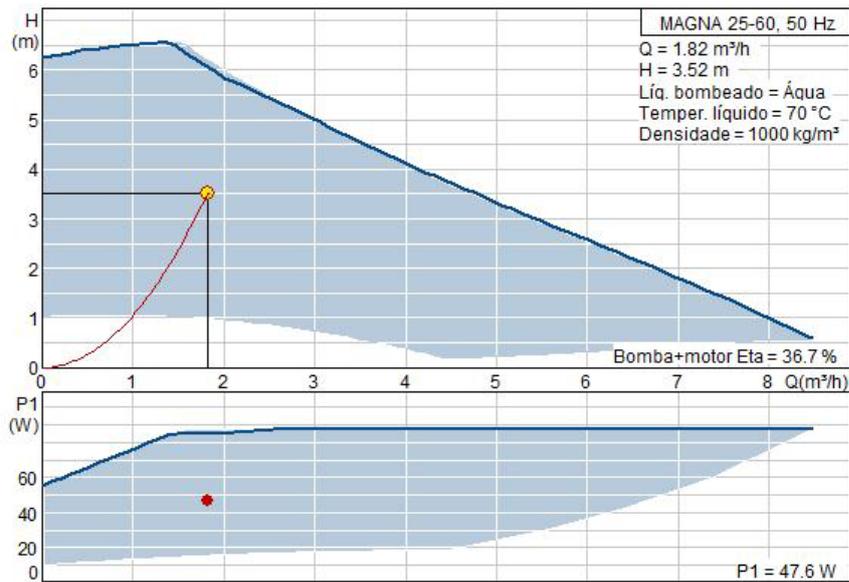


Figura 3.14. Curva característica e ponto de funcionamento da bomba 4.

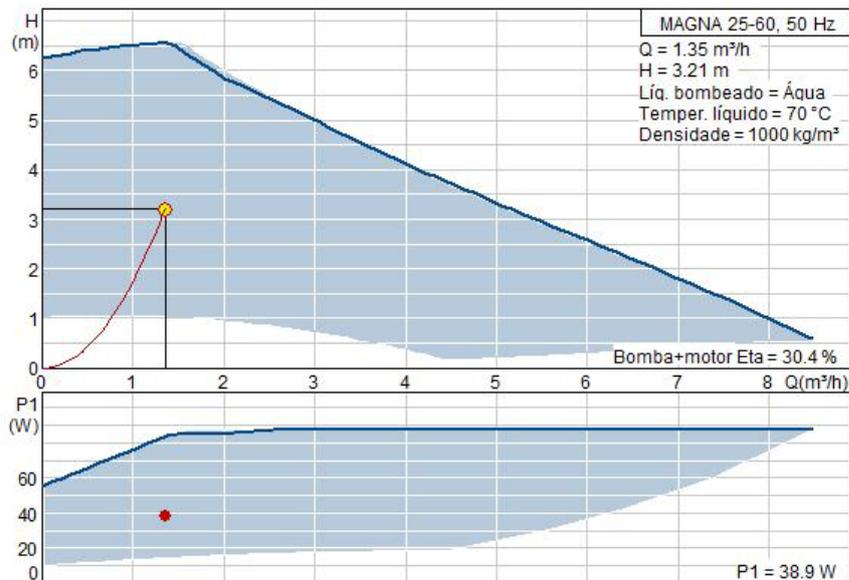


Figura 3.15. Curva característica e ponto de funcionamento da bomba 5.

IV. Coletores Solares

Aspetos Construtivos

Os coletores solares planos da gama *Solarline 2.6* são desenvolvidos para captar a energia solar em instalações solares térmicas de produção de águas quentes sanitárias ou de aquecimento central com elevado rendimento, otimizando o retorno do investimento no sistema solar térmico.

O seu desempenho energético e facilidade de instalação são assegurados pelas seguintes características técnicas:

O absorvedor está fabricado numa só peça e é totalmente em cobre. É constituído por dois tubos coletores de 22 mm de diâmetro e 8 ou 10 tubos (de acordo com o modelo do coletor) de 8 mm diâmetro. A soldadura realiza-se, de forma automática, por indução e a união dos tubos de 8 mm com os de 22 mm, faz-se através de uma interseção flangeada dos dois tubos, conseguindo-se assim uma maior superfície de soldadura por capilaridade e uma superior rigidez mecânica da grelha de tubos.

A base da absorção é constituída por uma chapa de cobre de 0,20 mm de espessura com um revestimento seletivo de elevada eficiência. Esta possui uma absorvidade superior a 95% e emissividade inferior a 5%. A aplicação do tratamento seletivo realiza-se por *sputtering* (projeção em vácuo). A soldadura da chapa do absorvedor (uma só peça) à grelha de tubos realiza-se por *ultrasons*, numa instalação automática, para garantir uma melhor transmissão de calor do absorvedor ao fluido transportador de calor.

O absorvedor apoia-se na carcaça de alumínio do coletor, mediante uniões de borracha EPDM, que fornecem maior elasticidade ao apoio e, assim, absorvem possíveis dilatações produzidas por um diferencial dos coeficientes de dilatação dos diferentes materiais que constituem os elementos de união (alumínio e cobre). Por outro lado, as uniões de borracha evitam o contacto direto alumínio-cobre, eliminando possíveis pares galvânicos potenciadores de oxidações.

A cobertura é fabricada num vidro de segurança, com elevada resistência, com 3,2 mm de espessura e tratamento antirreflexo. O rendimento é assegurado pela elevada transumância do vidro.

As ligações são facilitadas pelas ligações em borracha EPDM, com instalação e apertos sem necessidade de recorrer a ferramentas. Estas ligações asseguram rapidez e economia de instalação do sistema solar térmico, são resistentes à degradação causada pela radiação UV, tendo sido comprovada a sua eficácia com a utilização desde há 15 anos na indústria automóvel. Os vedantes são resistentes à água e glicol com elevada temperatura, tendo toda a estrutura de ligações uma pressão de operação assegurada até 6 bar.

Na Tabela 3.11 podem-se verificar as características dos coletores solares usados.

Tabela 3.11. Características do coletor Solar.

Tipo de painel	Área Bruta	Rendimento ótico	Coefficiente de perdas térmicas
-	m ²	(%)	(W/m ² .K)
Plano Seletivo	2,75	74,8	a1 = 3,44 a2 = 0,015

Modo de instalação

Os coletores solares deverão ser protegidos, após a sua instalação, com uma folha de cartão sobre a superfície, até serem colocados em funcionamento.

Depois de feita a instalação deverá ser feito o enchimento do circuito primário com líquido anticorrosivo e anticongelante próprio para instalações solares e com percentagem de anticongelante adequada à localização.

Suportes dos coletores solares

Os suportes dos coletores solares serão do tipo terraço, em perfis de alumínio anodizado com acabamento acetinado natural, acessórios de fixação em aço inox e possibilidade de variar a inclinação do coletor, relativamente, ao plano da cobertura (horizontal) e a sua orientação a Sul, de modo a maximizar a energia captada.

A estrutura e respectivas fixações foram devidamente dimensionadas pelo fornecedor tendo em consideração as solicitações de carga, mas também, as ações externas a que serão sujeitas.

Líquido dos coletores solares

Foi utilizado um concentrado de *propylenglicol* com aditivos anticorrosivos (CAS – Nr: 57-55-6) que protege e mantém todos os materiais metálicos no circuito solar contra efeitos da corrosão.

Consoante a mistura efetuada com água, o concentrado protege o sistema contra congelamento e aumenta o ponto de vaporização até 170°C. É um líquido higroscópio praticamente sem cheiro, não tóxico, sem nitritos, fosfatos ou amónios e é biodegradável.

V. Grupos de insuflação e extração

Os grupos de insuflação e extração têm estrutura em perfil de alumínio anodizado, com cantos em material plástico reforçados. Painéis de dupla parede com isolamento (térmico e acústico) de lã de rocha com 25 mm de espessura (classificação ao fogo M0). Os painéis são desmontáveis, em aço pré-pintado no exterior e aço galvanizado no interior.

Os ventiladores serão centrífugos de dupla aspiração com rotores com pás avançadas com motor diretamente acoplado. São montados e fixados nos painéis de insuflação para fácil acesso nas intervenções de manutenção. São dotados de permutador de fluxos cruzados em alumínio, extraível pelos painéis inferior ou superior. Tem uma eficiência até 60%, em função dos modelos e das condições de utilização.

As baterias de água aquecida serão em tubo de cobre com alhetas de alumínio, fornecidas com termóstato de segurança antigelo de rearme automático e montadas sobre calhas e extraíveis lateralmente.

Os motores dos ventiladores das unidades de tratamentos de ar deverão ter classificação mínima EFF2, de acordo com o definido no RSECE (Decreto-Lei nº 79/2006 de 4 de abril).

Cada ventilador incluirá os respetivos suportes e apoios antivibráticos e será apoiado sobre um maciço independente de betão com isolamento intermédio, para amortecimento de vibrações, em material elástico com uma espessura mínima de 20 mm.

Estes grupos serão dotados de pré-filtros F5 na saída do ar viciado e na entrada de ar novo na UTAN. Terá também um filtro do tipo F7 antes de o ar ser distribuído pelos respetivos espaços.

A montagem será feita de modo a proporcionar baixo ruído de funcionamento, evitar a transmissão e propagação de vibrações e ruídos, quer às condutas, quer a elementos estruturais e facilitar a manutenção, garantindo os espaços necessários para retirar quaisquer elementos, designadamente, filtros e ventiladores, conforme as especificações da marca dos equipamentos.

As ligações entre ventiladores a condutas serão executadas através de gola flexível, desmontável e imputrescível, com comprimento máximo de 200 mm.

Todos os ventiladores, serão equipados com dispositivo térmico de corte automático da alimentação de energia elétrica em caso de sobreaquecimento, comutador de corte local de energia elétrica e placa de identificação onde estão expressas as principais características técnicas, nomeadamente: os caudais de ar, pressões estáticas dos ventiladores e as potências elétricas dos respetivos motores.

As UTAN's e ventiladores, para os locais onde será realizada a ventilação apresentam as características, exibidas na Tabela 3.12 e Tabela 3.13, respetivamente.

Tabela 3.12. Características das unidades de tratamento de ar novo.

REFERÊNCIA		CAUDAL INSUFLAÇÃO [m ³ /h]	CAUDAL RETORNO [m ³ /h]	PERDA DE CARGA [Pa]	FILTROS DE AR	MODELO/MARCA DE REFERÊNCIA
GRUPO 1	UTAN 1	1885	-----	110	F5+F7	RELOPA
	VE 1	-----	1697	90	F5	REC IB H 2700 BP
GRUPO 2	UTAN 2	4530	-----	100	F5+F7	RELOPA
	VE 2	-----	4077	120	F5	REC IB H 5100 BP
GRUPO 3	UTAN 3	1575	-----	90	F5+F7	RELOPA
	VE3	-----	1418	80	F5	REC IB H 2700 BP
GRUPO 4	UTAN 4	3150	-----	90	F5+F7	RELOPA
	VE 4	-----	2835	70	F5	REC IB H 3700 BP
GRUPO 5	UTAN 5	3975	-----	100	F5+F7	RELOPA
	VE 5	-----	3578	110	F5	REC IB H 5100 BP
GRUPO 6	UTAN 6	2885	-----	100	F5+F7	RELOPA
	VE 6	-----	2597	140	F5	REC IB H 3700 BP
GRUPO 7	UTAN 7	2885	-----	100	F5+F7	RELOPA
	VE 7	-----	2597	140	F5	REC IB H 3700 BP
GRUPO 8	UTAN 8	4360	-----	100	F5+F7	RELOPA
	VE 8	-----	3924	170	F5	REC IB H 5100 BP

Para a extração das casas de banho, balneários, arrumos de limpeza, despensa do dia, despensa de refrigeração e antecâmara de acesso ao exterior os ventiladores têm as características que se apresentam na tabela 3.13:

Tabela 3.13. Características dos ventiladores.

REFERÊNCIA	CAUDAL EXTRAÇÃO [m ³ /h]	CAUDAL INSUFLAÇÃO [m ³ /h]	PERDA DE CARGA [Pa]	MODELO/MARCA DE REFERÊNCIA
VENTILADOR 1	200	-----	130	SV-125/H
VENTILADOR 2	400	-----	130	SV-150/H
VENTILADOR 3	500	-----	130	SV-200/H
VENTILADOR 4	600	-----	130	SV-250/H
VENTILADOR 5	1200	-----	130	SV-315/H
VENTILADOR 6	1400	-----	130	SV-350/H

As curvas características das UTAN's e dos ventiladores encontram-se no Anexo D e Anexo E, respetivamente.

VI. Sistemas VRF

O dimensionamento dos equipamentos de VRF, foi efetuado com base nos elementos presentes no Anexo B e recorrendo ao *software* da marca dos equipamentos instalados.

A norma EN 378-1 estabelece que, em caso de fuga do sistema, a concentração de gás (R410a) no compartimento deverá ser inferior a $0,3 \text{ kg/m}^3$. Para verificação do cumprimento da norma, supôs-se que em cada local era libertado a quantidade total de fluido do sistema, cujos tubos passam nesse local. Por conseguinte, analisou-se a razão entre essa carga e o volume de ar que é renovado por hora, averiguando-se se era inferior aos $0,3 \text{ kg/m}^3$. Caso passem tubos de mais do que um sistema considera-se o mais gravoso, isto é, do que tem maior carga total de gás.

Em todos os espaços foi aplicada esta metodologia, verificando-se que cumpre a norma.

Unidade Exterior

A unidade exterior será uma Bomba de Calor, do tipo de expansão direta, constituída por dois módulos exteriores, sendo cada um deles do tipo VRF com fluido R410a. Este módulos são próprios para a montagem exterior e cada um deles está dotado de um permutador de fluído frigoriféneo-ar, em tubo de cobre alhetado a alumínio com tratamento cromático de proteção. Cada módulo é equipado com um ou dois ventiladores axiais de descarga vertical, diretamente acoplado a um motor elétrico de velocidade variável com pressão estática disponível de 80 Pa.

Os módulos exteriores estão ainda equipados com dois ou três compressores do tipo *Scroll* hermético. Um deles será sempre do tipo *inverter* (velocidade variável) e os outros serão do tipo *On/Off*, sendo que a combinação de funcionamento dos compressores possibilita uma variação de capacidade da unidade exterior entre 6 e 100%, em 46 escalões de capacidade.

Para que seja possível a correta lubrificação em qualquer regime de funcionamento, os módulos que constituem a unidade exterior, estão dotados de um sistema de equalização e recolha de óleo.

O comprimento máximo da tubagem frigorífica entre a unidade exterior e a unidade interior mais afastada deverá ser inferior a 165 m, permitindo interligar até 52 unidades interiores.

Para proteção e controlo esta unidade está equipada com um sistema de arranque progressivo dos compressores, evitando assim picos no arranque, constituído por temporizadores de arranque, pressostato de alta pressão, proteção térmica dos compressores e ventiladores, controlo de fluido através de uma válvula de expansão eletrónica e controlo das pressões de aspiração e descarga, em função do seu regime de funcionamento. Tanto as ligações de tubagem no interior como as ligações à tubagem de distribuição de fluido frigorígeno são soldadas.

A potência total das unidades interiores em relação à da unidade exterior deverá estar situada entre os 50 e os 130% da sua capacidade nominal, o que foi verificado.

No Anexo F encontra-se as características referentes à unidade exterior.

Unidades Interiores

As unidades interiores utilizadas neste projeto podem dividir-se em dois tipos: tipo mural, ou cassette. As unidades do tipo mural são para montagem na parede. Estas são dotadas de permutador fluido frigorígeno-ar em tubo de cobre alhetado a alumínio, otimizado para funcionar com gás refrigerante R410a. Possuem também ventilador do tipo centrífugo tangencial, acoplado a um motor elétrico de duas velocidades de funcionamento, eletricamente protegido. São dotadas de filtro de ar do tipo lavável.

O controlo deste tipo de unidades é efetuado por um microprocessador do tipo P.I.D. (Proporcional, Integral e Derivativo), atuando sobre a válvula eletrónica de expansão, de controlo linear de passagem de fluido frigorígeno, entre os 40 % e 100 % da sua abertura. Para o posicionamento da válvula esta unidade é dotada de várias sondas de temperatura, o que lhe permite responder individualmente às solicitações térmicas do ambiente onde está instalada, informando a unidade exterior do seu posicionamento para que esta se ajuste às necessidades térmicas da instalação.

O controlo anteriormente referido comunica também com o comando remoto desta unidade, providenciando informações sobre o seu estado de funcionamento e fazendo um auto-diagnóstico de avarias, de forma a facilitar as intervenções de manutenção preventiva. Atua também sobre o dispositivo automático de variação da direção do ar insuflado (*Auto-Swing*), facilitando a sua fixação na posição pretendida.

As unidades do tipo de cassette são para montagem encastrada em teto falso, dotadas de permutador fluido frigorigéneo-ar em tubo de cobre alhetado a alumínio, otimizado para funcionar com o gás frigorigéneo R410a. Possuem ventilador do tipo centrífugo, acoplado a motor elétrico, eletricamente protegido e são dotadas de filtro de ar do tipo lavável e bomba de condensados. O painel decorativo (Grelha) é de insuflação periférica a 360° e retorno central.

O controlo deste tipo de equipamentos é feito da mesma forma que as do tipo mural, descrita anteriormente.

Para insuflação de ar novo são dotadas de acessórios específicos que possibilitam a ligação à rede de ar novo através de duas aberturas de 150 mm de diâmetro.

No Anexo F encontram-se as características referentes a cada unidade interior usada.

VII. Grelhas e Difusores (UTD's)

Grelhas de Insuflação

As grelhas para insuflação do ar são de dupla fiada de alhetas orientáveis e permitem a regulação do ângulo de divergência do ar primário bem como do alcance. São fornecidas com um dispositivo de regulação de caudal (registo de caudal) caso não exista registo de caudal no troço de conduta de ligação à respetiva grelha. Para os registos localizados na grelha a regulação do registo é feita a partir do exterior da grelha por meio de uma chave de fendas.

A fixação é feita por intermédio de parafusos não visíveis no exterior. Caso a regulação seja feita através de registo de regulação de caudal na conduta deverá ser previsto um alçapão de acesso.

Não será utilizada a soldadura como meio de construção da grelha. Esta é construída com perfis de alumínio de boa qualidade, apresentando acabamentos perfeitos, nomeadamente nas junções que formam os cantos do respetivo aro.

As alhetas têm configuração adequada para defletir o ar de 0 a 60 graus quer na horizontal quer na vertical. A sua configuração é construída para que a perda de pressão no fluxo de ar que por elas passe seja mínima; o nível de ruído será inferior a NC 30 para velocidades inferiores a 2,5 m/s.

Marca e modelo de referência: GAC da France-Air, ou equivalente.

Grelhas de retorno de ar móvel com/sem registo

As grelhas de tipo retorno de ar móvel com/sem registo foram utilizadas para assegurar a extração do ar. São do tipo de alhetas fixas exceto quando marcado o contrário nas peças desenhadas, grelhas essas assinaladas por AMSD (Alhetas Moveis de Simples Deflexão), que neste caso serão todas as grelhas de retorno dos quartos.

A grelha dispõe de um sistema de fixação oculta, através de parafusos não visíveis do exterior. A soldadura não será usada como meio de construção da grelha. Esta é construída com perfis de alumínio de boa qualidade, devendo apresentar acabamentos perfeitos, nomeadamente, nas junções que formam os cantos do respetivo aro. As grelhas serão construídas em alumínio anodizado.

As alhetas têm configuração adequada para defletir o ar de 0 a 60 graus quer na horizontal quer na vertical. A sua configuração, é construída para que a perda de pressão no fluxo de ar que por elas passe seja mínima; o nível de ruído será inferior a NC 20 para velocidades inferiores a 2,5 m/s.

As grelhas, registos de caudal e caixilhos de instalação são fornecidas pelo mesmo fabricante.

Marca e modelo de referência: GAC da France-Air, ou equivalente.

Difusores de teto circulares

Difusores circulares, próprios para insuflação, com descarga horizontal de elevada indução, conseguindo-se uma rápida redução no diferencial de temperatura e velocidade, mantendo um nível de ruído baixo.

O difusor permite o uso tanto em sistemas de caudal constante como em sistemas de caudal variável, mantendo uma aceitável performance para variações de caudal de 100% a 25%.

Composto por uma placa frontal em chapa de aço galvanizada, estampada, com multicones fixos. A face do difusor poderá ser montada ou desmontada, através de um parafuso central, cuja cabeça é tapada com uma tampa plástica na mesma cor do difusor. O acabamento standard será em RAL 9010, ou outro a definir pela arquitetura.

As dimensões apresentadas nas peças desenhadas dizem respeito aos diâmetros interiores. O nível de ruído será inferior a NC 20 para velocidades inferiores a 2,5 m/s.

No caso de montagem com pleno, este deverá ser do mesmo fabricante que o difusor.

Marca e modelo de referência: DAU 43 da France-Air ou equivalente.

Difusores de teto quadrados

Difusor quadrado em alumínio próprio para montagem em teto falso com difusão fixa. Permitem insuflar ar com um diferencial de temperatura em relação ao ar. Dispõem de um conjunto de acessórios de modo a flexibilizar a montagem em qualquer tipo de teto. Caixilho exterior e núcleo em perfis de alumínio extrudido encaixado, núcleo amovível, acabamento a definir pela fiscalização, fixação oculta por parafusos laterais no colarinho, com pleno de ligação para interligação com conduta circular.

O nível de ruído será inferior a NC 20 para velocidades inferiores a 2,5 m/s.

As dimensões dos difusores apresentados nas peças desenhadas correspondem as dimensões da difusão (LxH).

No caso de montagem com pleno, este deverá ser do mesmo fabricante que o difusor.

Marca e modelo de referência: DAU 40 da France-Air ou equivalente.

Difusores lineares

Estes difusores lineares de jato horizontais ou verticais orientáveis a 180° são constituídos por aro, corpo e defletores reguláveis individualmente, construídos em alumínio extrudido. São especialmente concebidos para instalação em teto ou parede e difundirão, o ar verticalmente ou horizontalmente em uma ou duas direções. Poderão ter até seis fendas e quatro comprimentos de fenda. Os difusores poderão ser fornecidos ao metro linear e sua fixação será efetuada por parafusos não visíveis.

O acabamento será em alumínio anodizado à cor natural acetinado.

Marca e modelo de referência: LAU 272 da France-Air.

Válvulas de extração de ar

Estas válvulas são utilizadas para a extração do ar das instalações sanitárias ou arrumos.

São construídas em material plástico (PVC), fornecidas com aro de fixação quando se destinam a ser montadas em elementos de teto falso, compostas por um aro cilíndrico, provido de uma flange com furação para a ligação direta a condutas ou dispõem de aro de fixação, por meio roscado e um braço em aço inoxidável. Este braço é provido de um casquilho roscado.

A rotação do disco faz variar a área de passagem do ar e permite portanto regular a válvula para o caudal de extração desejado.

Em funcionamento não devem produzir níveis de ruído superiores a 30 dB(A).

Marca e modelo de referência: AUSTRALE da France-AIR, ou equivalente.

Ventiladores helicoidais de pequeno caudal

Estes ventiladores com envolvente em plástico ABS branco serão particularmente apropriados para realizar extração das instalações sanitárias e arrumos. Possuem uma grelha amovível na aspiração e um registo antirretorno na descarga.

A turbina incorporada será do tipo centrífugo ou helicoidal e encontra-se acoplada diretamente ao motor elétrico monofásico 230V - 50Hz, com índice de proteção IP22/24.

Os ventiladores permitem instalação horizontal ou vertical, e poderão ter os seguintes módulos de comando intermodificáveis:

- Interruptor com cordão; arranque através de cordel
- Temporizador regulável; comandado por um interruptor (regulável de 5 a 40 min)
- Higrostato; dispara em função da taxa de humidade relativa, (regulável de 70 a 90% HR)

As unidades serão do tipo ENERGY 100/150/200 da France-Air.

VIII. Conduitas

Esta especificação serve para todas as conduitas destinadas às instalações de AVAC. Construídas a partir de bobinas ou chapas de aço galvanizadas. As características mecânicas do tratamento superficial e do aço de base estão conforme a Norma AFNOR A 36-321. As chapas a utilizar são da classe 01 (Comercial) com revestimento de zinco não inferior a 275 g/m².

As conduitas e acessórios são construídos em conformidade com as normas SMACNA (Sheet Metal and Air Conditioning Contractors National Association), para redes de baixa velocidade. A execução e instalação das redes de conduitas foi feita em conformidade com o que se encontra indicado nas peças desenhadas, no que respeita, ao traçado, a dimensões e a caudais.

Os troços das redes de conduta que possuem registos de caudal, ou outros equipamentos que necessitem de um serviço de inspeção regular, disporão de portas de inspeção de acordo com as Normas SMACNA. Estas serão perfeitamente acabadas, estanques, lisas e sem arestas vivas.

As conduitas de secção retangular foram construídas em chapa de aço galvanizado, com as espessuras, apresentadas na Tabela 3.14.

Tabela 3.14. Espessura das condutas retangulares.

Lado Maior da Secção [mm]	Espessura da Chapa Galvanizada [BG]	Espessura da Chapa Galvanizada [mm]
Até 1100	24	0,63
1101 até 1300	22	0,80
1301 até 1800	20	1,00
1801 até 2300	18	1,25
> 2300	16	1,50

As condutas de secção circular tipo SPIRO deverão ser contraídas em chapa de aço galvanizado, com as seguintes espessuras indicadas na Tabela 3.15.

Tabela 3.15. Espessura de condutas do tipo spiro.

Diâmetro [mm]	Espessura da Chapa Galvanizada [BG]	Espessura da Chapa Galvanizada [mm]
até 400	26	0,50
450 até 630	24	0,63
710 até 900	22	0,80
≥ 1000	20	1,00

Todas as condutas isoladas instaladas no exterior, áreas técnicas e à vista foram dotadas com forra mecânica. Esta foi executada em chapa de alumínio de pelo menos 0,5 mm de espessura.

IX. Portas de visita

As condutas, tanto as circulares como as retangulares, possuem portas de visita que permitem a inspeção, limpeza e manutenção das redes. Estas são constituídas em chapa de aço galvanizado com uma junta de estanquidade em neoprene e fecho por parafuso “estrela”.

As portas de visita regem-se segundo as normas Europeias EN 13779 e a EN 12097 de 2006.

Nos locais onde se encontram as portas de visitas nas condutas existem alçapões construídos nos tetos falsos de modo a que se aceda às portas. As dimensões mínimas das portas de visita para condutas circulares são as apresentadas na Tabela 3.16 e para condutas retangulares, as apresentadas na Tabela 3.17.

Tabela 3.16. Dimensões mínimas das portas de visita para condutas circulares.

Diâmetro Nominal da Conduto , D [mm]	Dimensões Mínimas da Porta de Visita [mm]
$100 \leq D < 200$	180 x 80
$200 \leq D \leq 315$	200 x 100
$315 < D \leq 500$	300 x 200
$500 < D$	400 x 300

Tabela 3.17. Dimensões mínimas das portas de visita para condutas retangulares.

Dimensão da conduta a instalar a Porta de Visita, S [mm]	Dimensões Mínimas da Porta de Visita [mm]
$S \leq 200$	300 x 100
$200 < S \leq 500$	400 x 200
$500 < S$	500 x 400

X. Registo de Caudal

Este tipo de registo é utilizado para regular o caudal de ar e são ajustados por ação manual. Um quadrante deverá indicar a posição das lâminas de registo.

Os registos para as condutas retangulares consistem, num caixilho de aço galvanizado e num conjunto de lâminas paralelas de perfil em losango rodando em torno de eixos paralelos. Este conjunto completo deve apresentar uma pequena perda de carga quando aberto e reduzidos caudais de fuga quando fechado e é apropriado para intercalar no interior de condutas retangulares.

Os eixos, alavancas e hastes são em aço. Este mecanismo de comando fica instalado fora das condutas, de forma a facilitar o seu acesso para manutenção após a instalação. Os eixos das lâminas são apoiados em casquilhos autolubrificantes e os eixos interligados funcionando em sentidos opostos. Uma das arestas das lâminas tem uma reentrância onde uma fita de perfil apropriado em neoprene assegura a estanquidade entre lâminas na posição de fecho.

As lâminas interligadas por rodas funcionarão em sentidos opostos e serão atuadas por ação manual.

Os registos de caudal circulares permitem o fecho total e o equilíbrio das redes de condutas onde estarão inseridos. A sua envolvente será constituída por corpo e lâmina em aço galvanizado, junta de estanqueidade no lado exterior para ligação á conduta e suporte em aço galvanizado para montagem de motorização. O comando poderá ser manual ou motorizado.

XI. Condutas Flexíveis

Este tipo de conduta deverá ser isolada e foi utilizada para ligação dos plenos de insuflação de grelhas ou difusores aos ramais de derivação instalados nas condutas e quando aqueles equipamentos forem instalados em teto falso.

O comprimento destes troços flexíveis tem um comprimento máximo de um metro e foram utilizados para realizar as ligações. Quando foi necessário realizar curvas com a conduta flexível, o raio de curvatura foi no mínimo duas vezes o diâmetro da conduta.

Na ligação das extremidades das condutas às golas dos plenos, registos de caudal ou derivações, foi feita uma sobreposição mínima de 25mm. O aperto foi feito por intermédio

de abraçadeiras próprias, em material sintético, as quais foram ajustadas com alicates próprios, não dando o aperto originar quaisquer perfurações na parede da conduta.

O suporte das condutas foi feito por meio de abraçadeiras metálicas em chapa galvanizada, com a largura mínima de 25 mm. As arestas são arredondadas a fim de evitar a perfuração da parede da conduta flexível ou o revestimento do isolamento térmico.

A suspensão destas abraçadeiras foi feita, por fita metálica, com a mesma largura e espessura das abraçadeiras. Arames galvanizados poderão eventualmente ser utilizados com esta finalidade.

O espaçamento entre abraçadeiras não é superior a 1,5 m e a flecha de deflexão da conduta não ultrapassa os 50mm.

Os remates e o recobrimento das condutas foram feitos, com fita autoadesiva de alumínio, com a largura mínima de 50 mm fornecida pelo fabricante das condutas.

XII. Tubagem

Toda a tubagem de água quente foi efetuada em cobre, devidamente tratada exteriormente, não sendo aceitável a interligação de dois metais de constituição diferente sem existir uma junta de ligação flexível ou acessório anticorrentes galvânicas.

As secções da tubagem são as que se indicam nas peças desenhadas no Anexo G.

As tubagens de ligação entre os evaporadores e a respetiva unidade de condensação serão em cobre, previstas para que não se produzam perdas de carga superiores as que correspondem respetivamente a diferença de 1 °C e 0,5 °C.

As tubagens de cobre dos sistemas VRF foram instaladas no interior dos tetos falsos, em calha técnica metálica. Nos percursos à vista no exterior e na cobertura, a tubagem isolada foi protegida com forra mecânica.

Embora referidas nos desenhos, as dimensões das tubagens, assim como os acessórios de montagem deverão estar de acordo com as diretivas do representante dos equipamentos, devendo o instalador, antes de executar a instalação, confirmar as dimensões referidas nos desenhos.

XIII. Isolamento térmico da tubagem

O isolamento térmico das tubagens foi feito, empregando mangas de espuma de polietileno flexível ou borracha sintética de célula fechada, constituindo a barreira de vapor. A camada exterior é, endurecida de forma a oferecer boa proteção contra a humidade e a poeira e com possibilidade de receber pintura.

Este isolamento apresenta as características técnicas indicadas na Tabela 3.18

Tabela 3.18. Características do isolamento térmico.

Coefficiente de condutibilidade térmica (efetivo a 20° C)	0,040 W/m °C
Campo de utilização	-20 a +120 °C
Densidade mínima	45 kg/m ³
Permeabilidade ao vapor	1,6 g/h.m ² .mmhg

Em cumprimento do RSECE as espessuras mínimas do isolamento térmico utilizado foram as apresentadas na Tabela 3.19 e Tabela 3.20.

Tabela 3.19. Espessura de isolamento para fluido interior quente.

FLUÍDO INTERIOR QUENTE		
Diâmetro Exterior da Tubagem	Espessura do isolamento térmico [mm]	
	40 a 65 °C	65 a 100°C
Até 1 ¼" (35 mm)	20	20
de 1 ¼" a 2 ½" (35 a 60 mm)	20	30

Tabela 3.20. Espessura de isolamento para fluido interior frio.

FLUÍDO INTERIOR FRIO		
Diâmetro Exterior da Tubagem	Espessura do isolamento térmico [mm]	
	0 a 10 °C	>10 °C
Até 1 ¼ ” (35 mm)	20	20
de 1 ¼” a 2 ½” (35 a 60 mm)	30	20

No caso de as tubagens instaladas no exterior, a espessura foi aumentada em pelo menos 10mm para o fluido quente e 20mm para o fluido frio, sendo ainda protegidas com forra mecânica, constituída por chapa de alumínio com 0,5 mm de espessura.

Devido à forma cilíndrica, a montagem das mangas foi feita por enfiamento e, quando isso não foi possível, aplicou-se o isolamento cortando, longitudinalmente, os elementos tubulares, com aplicação de cola sobre cada face do corte e comprimindo as juntas para garantir uma boa aderência.

As juntas entre elementos tubulares e entre estes e o isolamento de acessórios e válvulas, foram realizadas por aplicação de cola em ambas as faces, comprimindo-as fortemente topo a topo após breve arejamento.

XIV. Isolamento de condutas

Regra geral, as redes de condutas de ar, insuflação, extração e retorno ligadas às unidades de tratamento de ar são providas de isolamento térmico e barreira de vapor.

As condutas de extração dos locais não climatizados, instaladas por cima dos tetos falsos e dentro dos espaços climatizados não são providas de isolamento térmico.

O material utilizado como isolante térmico foi manta de lã de rocha aglomerada com resinas e coladas a papel *Kraft* de alumínio com 20 mm ou 30 mm de espessura, condutividade térmica não superior a 0,004 W/mK e densidade não inferior a 12 kg/m³.

A espessura de 30 mm é utilizada, nas condutas de insuflação e retorno instaladas por dentro do edifício. Nas condutas de insuflação e retorno localizadas no exterior foi utilizada a espessura de 40 mm, protegidas com forra mecânica, constituída por chapa galvanizada e pintada com espessura mínima de 0,5 mm.

O isolamento apresenta uma forma contínua independentemente da existência de suportes, travessias de paredes ou tetos.

Foi instalada uma barreira de vapor quando as condutas se cruzavam com tubagens de fluidos a temperatura inferior à ambiente.

A barreira de vapor foi executada de modo a formar uma camada contínua sobre o isolamento térmico, não apresentando perfurações, interrupções ou espaços vazios.

As juntas ou aberturas onde a barreira de vapor apresenta perfurações por pinos ou agrafos foram recobertas por pincelagem de material betuminoso numa extensão com cerca de 5cm x 5 cm.

3.3.10. Acompanhamento de obra

Neste ponto, aborda-se o trabalho realizado no acompanhamento desta obra em específico, onde tiveram que ser desempenhadas várias funções ao longo do tempo em que decorreu a obra.

Localização das prumadas de ar

Numa fase inicial da obra, mais concretamente durante o período de construção da laje do edifício e estrutura, surgiu a necessidade de marcar onde iriam ficar situadas as prumadas de ar de insuflação, retorno e extração de ar viciado. Isto porque se pretendia que as prumadas de ar ficassem situadas nos blocos de betão leve, evitando deste modo as nervuras que estão colocadas entre os blocos, de modo a não pôr em causa a estabilidade do edifício, uma vez que esta laje é do tipo fungiforme. Isto nem sempre se verificou, uma vez que, para os caudais que se pretendia insuflar uma determinada zona, era de todo impossível reduzir ainda mais a dimensão da conduta, mesmo havendo já a transformação de spiro para conduta retangular, conforme Figura 3.16.



Figura 3.16. Exemplo de prumadas de condutas de ar a passar através de blocos de betão leve e embebidas em parede de tijolo.

Outra situação que teve de ser resolvida foi o facto de um dos lados do edifício a laje se apresentar já construída, o que fez com que houvesse alteração da localização das prumadas de ar, assim como de todo o traçado da zona em alteração. Houve a necessidade de fazer passar estas prumadas entre as paredes, já que no edifício não havia possibilidade de criar *corettes* para a passagem das mesmas. Ao terem de passar pelo meio das paredes, as prumadas de ar ficaram limitadas quanto ao formato, ou seja, teriam normalmente de ser retangulares e de qualquer forma não podiam ter uma largura superior a 200 mm. Houve algumas situações onde também houve a necessidade de passar condutas circular pelo meio das paredes uma vez que não existia a possibilidade de criar *corettes* para a sua passagem. Este tipo de situação aparece apresentado na Figura 3.17.



Figura 3.17. Exemplo de prumadas de ar a passar dentro das paredes.

Gestão de Obra

Depois de finalizado o projeto, existem alguns fatores a ter em conta, entre os quais, a consulta de preço de equipamentos, a comparação, a aprovação e a adjudicação.

Numa primeira fase, faz-se um levantamento de todos os equipamentos necessários ao projeto. Após esta fase, elaborou-se um pedido de cotação a empresas que trabalhassem na mesma área de atuação, de forma a obter preços, condições de pagamento e informações relativamente ao equipamento. Estes pedidos são, por norma, feitos a empresas da inteira confiança da EnergiHotel. Apenas serão feitos pedidos de cotação fora deste conjunto de empresas, caso haja alguma necessidade específica que estas não consigam suprir.

Posteriormente, partiu-se para a comparação de preços referentes ao mesmo tipo de material. Através de uma folha de cálculo, as várias empresas em questão foram separadas em diferentes células e apresentado no final o preço correspondente a cada uma delas. Apesar de no final da avaliação se verificar o que é mais vantajoso economicamente, é necessário ter também em atenção a qualidade dos equipamentos, já que podem não suprir as especificações impostas em projeto. Também é importante ter em atenção as condições de pagamento, uma vez que um equipamento poder ser relativamente, mais caro mas ter um prazo de pagamento superior o que poderá a levar a obter-se por este.

Na fase seguinte, a folha de cálculo é apresentada ao responsável pela secção, de modo a que se possa aferir qual o equipamento que se pretende adjudicar. Pode surgir a situação de os preços serem renegociados, ou seja, como se pretende trabalhar com um determinado tipo de empresas, é-lhe facultado pela EnergiHotel qual o preço mais baixo e caso queiram que o material lhes seja adjudicado, a revisão de preço pode ser efetuada.

Finalmente, após a decisão tomada, parte-se para adjudicação dos equipamentos através de um documento enviado por fax, onde se refere a data de entrega pretendida, bem como o local.

Controlo de material em obra

Durante a orçamentação de material a ser adjudicado não são contabilizados pequenos materiais, como porcas, buchas, silicone, parafusos autoroscantes, entre outros. O levantamento deste material é feito junto de encarregado de obra, uma vez que a experiência em obra permite-lhe estimar de uma forma mais precisa a quantidade deste tipo de material a ser comprado.

Mas nem todo o material entra em obra ao mesmo tempo, mesmo que já tenha chegado à empresa, já que para se ter um controlo de material em obra, apenas se coloca o material essencial para a fase em que se encontra a obra.

Após o material chegar à obra, todo ele tem de ser contabilizado e comparado, tanto com a requisição feita pela EnergiHotel, como com a guia de transporte feita pela empresa à qual o material foi adjudicado, de forma a verificar se todo o material requisitado foi entregue em conformidade com a encomenda. Posteriormente, deve-se aferir se não há enganos nas peças requisitadas, conforme se pode verificar na Figura 3.18.

Este material teve de ser limpo, tamponado e convenientemente armazenado para cumprir as determinações do RSECE. Numa situação normal todo ele deveria vir devidamente embalado de fábrica.



Figura 3.18. Material para ser contabilizado após chegada a obra.

Alterações de projeto

Na fase de realização do projeto é pertinente avaliar e sobrepor projetos de outras áreas, de igual modo importantes. Neste caso, referimo-nos a projetos de canalização e de eletricidade. Neste caso, houve cruzamento de elementos de outras especialidades.

Nesta situação específica e tendo em conta que o teto falso apenas teria disponível 440 mm, as condutas ao passarem nesse espaço teriam um diâmetro de 315 mm. Ao ter de passar as esteiras que transportavam os cabos elétricos e a tubagem de canalização, verificámos que o espaço no teto falso, não teria a altura suficiente para comportar o cruzamento todos os elementos. Devido a este facto recorremos a um acessório de conduta “pescoço de cavalo”, que permitiu a diminuição da altura, aumentando a largura, de modo a compreender as dimensões pretendidas. Figura 3.19.



Figura 3.19. “Pescoço de cavalo”.

Durante a fase de projeto houve o cuidado deixar que existisse cruzamento de condutas, pois o espaço no teto falso limitava a passagem, simultaneamente, das condutas de insuflação e de extração. Caso isto se verificasse, haveria a necessidade de recorrer a condutas retangulares, conseguindo um maior espaço no teto falso mas, por outro lado, o sistema ficaria encarecido, uma vez que as condutas retangulares são bem mais caras do que as do tipo spiro. Por outro lado, caso o espaço não fosse suficiente, haveria sempre a possibilidade de recorrer a um “pescoço de cavalo”, de modo a possibilitar a passagem simultânea das condutas. Este tipo de acessório, para além de ser bem mais caro, ainda tem a particularidade de induzir uma maior perda de carga, o que fará com que a potência ao transportar o ar através da conduta tivesse de ser maior para poder suprir esta perda de carga.

Em obra, verificámos que em algumas situações havia a possibilidade de cruzamentos de condutas, sem nunca comprometer o espaço existente no teto falso, evitando assim, um gasto

maior em conduta, porque o trajeto feito pela conduta aquando da passagem por baixo de outra, é bastante menor do que projetado inicialmente, como se pode constatar na Figura 3.20.



Figura 3.20. Cruzamento de condutas.

Outra alteração efetuada em obra foi a conduta de extração que, inicialmente, na fase de projeto, foi idealizada de forma a poder circundar as escadas, no entanto, e pelo facto de não existir teto falso, as condutas ficariam visíveis, conforme se pode verificar na Figura 3.21.

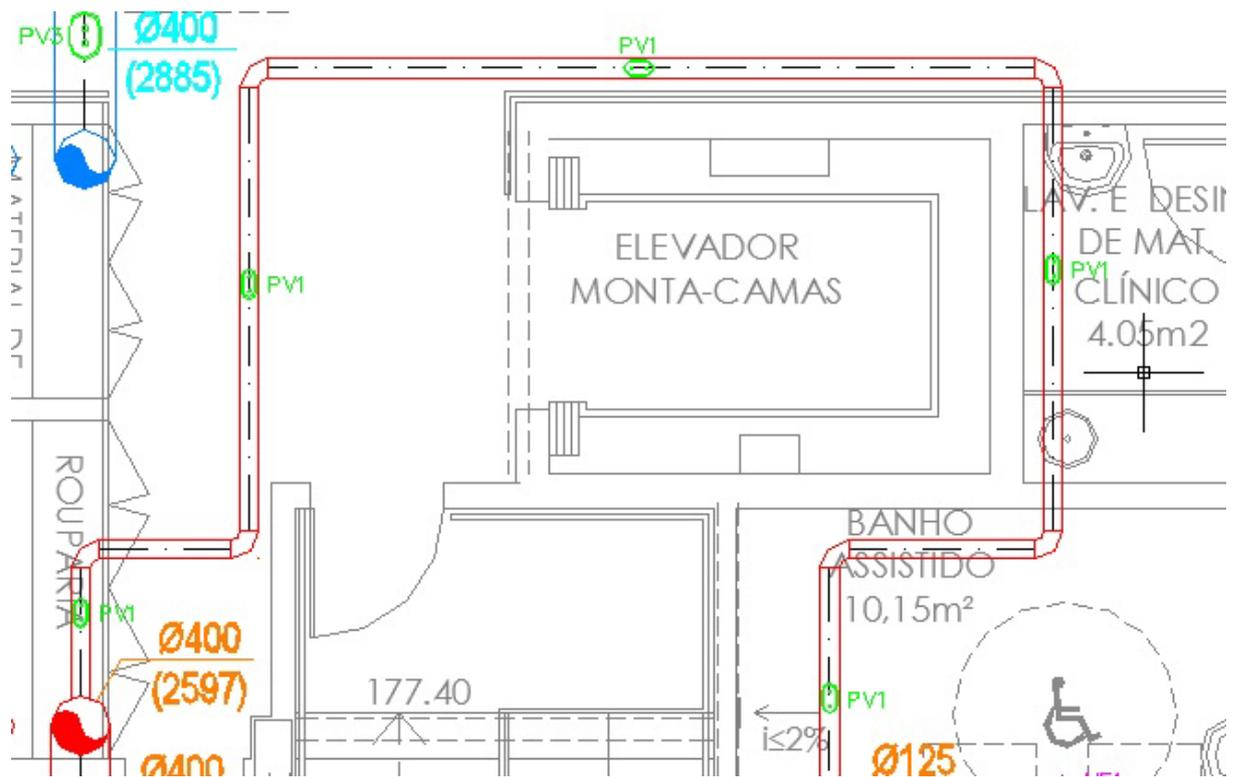


Figura 3.21. Primeira situação de passagem da conduta de retorno.

Todavia, tendo em conta o tamanho reduzido da conduta de retorno, optou-se por fazer passar a conduta através das escadas, reduzindo deste modo o custo, uma vez que houve uma redução drástica no comprimento da conduta. Para a conduta não ficar à vista, será tapada com *pladur*, uma vez que a conduta passa rente à parede, sendo o remate fácil de fazer. Através da Figura 3.22 pode-se averiguar as alterações efetuadas.

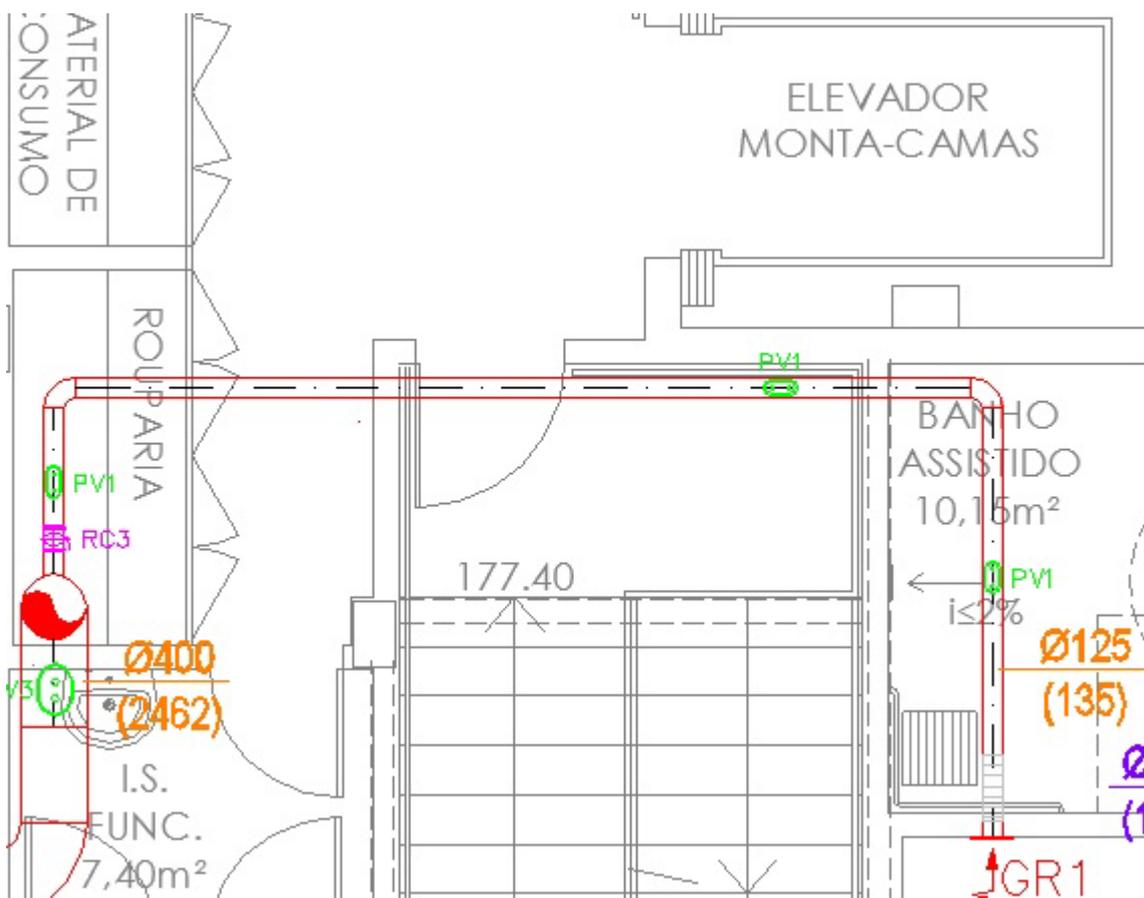


Figura 3.22. Decisão tomada em projeto, com alteração do traçado da conduta de retorno.

Auto de Medição

Após a adjudicação de material foi efetuada uma supervisão de todos os trabalhos realizados pelos funcionários na obra, conforme referido anteriormente. Após o acompanhamento de obra, no final de cada mês é necessário fazer um levantamento de todo o material que entrou em obra, assim como, estimar percentualmente, qual é o desenvolvimento de cada tarefa. Isto quando se pretende que no final de cada mês, a empresa receba o valor dos trabalhos elaborados e do material em obra. Na base destes preços está o orçamento elaborado antes de a obra ser adjudicada. Ou seja, o dinheiro a receber está, diretamente, relacionado com a percentagem de cada trabalho apresentado no orçamento, multiplicando esse valor pela percentagem do serviço realizado durante esse mês.

Este processo é realizado no fim de todos os meses, enquanto se estiver a fazer o acompanhamento de obra, até que esta fique completa.

Capítulo 4. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Os objetivos estabelecidos, no início do estágio foram atingidos com sucesso, uma vez que o aluno foi capaz de elaborar orçamentos, efetuar projetos de AVAC de um grande edifício de serviços e posteriormente efetuar acompanhamento de obra.

Na primeira fase do estágio, o aluno elaborou orçamentos para projetos referentes a concursos públicos, que consistiu em essencialmente adquirir conhecimentos sobre os materiais usados em obra.

Nesta fase surgiram algumas dificuldades, na medida em que, nem sempre havia a certeza do valor que se deveria acrescentar ao preço dos materiais e equipamentos, isto para ter em conta a mão-de-obra necessária e o lucro. Assim, recorremos a conhecimentos relativos aos custos de outras obras para podermos implementar nos orçamentos elaborados.

Quanto à elaboração de projeto de AVAC para um grande edifício de serviços, o aluno adquiriu conhecimentos a nível de desenho, mais concretamente, utilização do programa AutocadTM. Aplicando estes conhecimentos adquiridos, o aluno elaborou todo o traçado das instalações de ventilação, de climatização, de ar condicionado e de todos os equipamentos necessários. Elaborou também os diagramas de princípio de ventilação, ar condicionado e aquecimento central. Adquiriu conhecimentos relacionados com funcionamento de todo o sistema. Ao nível de cálculo o aluno efetuou o cálculo dos caudais de ar e água, das perdas de carga e efetuou a seleção dos equipamentos do sistema.

Tal como na fase de orçamentação, surgiram alguns obstáculos ao nível de desenho, uma vez que o aluno não dominava algumas ferramentas do programa de desenho AutocadTM.

A seleção de grelhas de insuflação para o teto falso foi uma decisão pouco correta, uma vez que o ar a insuflar no espaço incide diretamente para os ocupantes, tendo uma velocidade superior a 0,2 m/s causando desconforto. A melhor solução seria instalar as grelhas na vertical, isto é, na parede, de modo a que o ar não seja insuflado diretamente para os ocupantes. Quanto aos espaços que possibilitam a existência de aquecimento central e VRF coube ao dono de obra a imposição desta solução.

Numa fase final do estágio, o aluno efetuou o acompanhamento de obra, onde foi capaz de tomar decisões em obra, onde liderou e orientou equipas de trabalho, ajudando-as a resolver problemas que iam surgindo no decorrer da obra. Esta foi uma fase mais delicada, deparando-

se com uma situação nunca antes enfrentada, no entanto, todos os elementos da equipa em obra ajudaram o aluno a solucionar os problemas e a adquirir experiência no “terreno”.

Algumas situações menos boas não deveriam ter acontecido, visto não se encontrarem em conformidade com RSECE, especificamente, no caso de condutas e acessórios. Estas deveriam ter vindo tamponadas e devidamente embaladas de fábrica, de modo a evitar o assentamento de poeiras e outras sujidades. Não deveriam ter sido empilhadas, uma vez que pode causar a deformação das condutas sendo posteriormente impróprio o seu uso.

De um modo geral, o estágio realizado conferiu ao aluno experiência prática, impossível de adquirir em período de estudo na escola. Assim, no terreno e em real contexto de trabalho, aprendeu a lidar com situações de diversos tipos. Situações que surgiram tanto a nível de projeto, como a nível de acompanhamento de obra. Esta integração contribuiu claramente, para o desenvolvimento do aluno, conseguindo fazer a conjugação da componente teórica com a prática.

Capítulo 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Água Quente Solar. (2011). Obtido em outubro de 2011, de <http://www.aguaquentesolar.com/FAQ/questao.asp?id=17>
- AIR CLEAN - Ar Condicionado Lda. (2011). Obtido em setembro de 2011, de http://airclean-ro.com/hp_produtos_dentro.php?id=46
- Daikin Air Conditioning. (2011). Obtido em setembro de 2011, de <http://www.daikinac.com/commercial/productsUnits4.asp?sec=products&page=55>
- Daikin. (2011). *Multi Room Systems*. Obtido em setembro de 2011, de <http://daikindifference.com/systems/multirroom/>
- Grade, A. (2010). Apontamentos de Equipamentos Térmicos. Manual de projetistas de sistemas de Energia Solar Térmica. Instituto de Soldadura e Qualidade, I. (2009).
- Klimasatis. (2011). Obtido em setembro de 2011, de <http://klimasatis.net/vrv-vrf-avantajlari>
- Miraldo, P. (2010). Apontamentos de AVAC - Sistemas de Climatização.
- Portal das Energias Renováveis. (2011). Obtido em outubro de 2011, de http://www.energiasrenovaveis.com/DetalheConceitos.asp?ID_conteudo=42&ID_area=8&ID_sub_area=26
- Recknagel. (1986). *Manual pratique du génie climatique*. Paris: pyc.
- Roca. (2010). *Caldeiras Murais de Condensação*. Obtido de www.engitermica.com/caldeiras/roca-condensacao-murais.pdf
- Roriz, L. (2007). *Climatização - conceção, instalação e condução de sistemas*. Alfragide: Edições Orion.
- UPONOR. (2009). *Manual Técnico Sistema Uponor para Instalação de Aquecimento por Radiadores Embebidos*. Obtido de www.sarugo.pt/MANUALINSTALAÇÕES%20RADIADORES.pdf

Anexo A. Caudais Ar Novo

RSECE – caudais reais de ar novo																
Piso	Divisão nº	Espaço	Nº Ocup.	Área (m ²)	Pd (m)	m ³ /(h.ocup.)	m ³ /(h.m ²)	Ar novo Devido à Ocup.	Ar novo Devido à Área	Ar novo Efectivo – DCR	Espaços onde é permitido o fumar	Eficiência de Ventilação	MEL/MNEL	Caudal real ar novo a insuflar (m ³ /h)	Caudal a colocar no proj. De AVAC (sugestão)	Diferença
0	1	SALA TRABALHO MULTIDISCIPLINAR	10	24,30	3,00	30	20	300	486	486	N	0,8	1	608	610	2,50
	2	SALA DE ESTAR	4	13,00	3,00	30	0	120	0	120	N	0,8	1	150	150	0,00
	3	SALA ESTAR/CONVÍVIO/ACTIVIDADES	14	42,10	3,00	30	20	420	842	842	N	0,8	1	1053	1100	47,50
	4	HALL / CORREDOR 1	-	79,25	3,00	0	5	0	396	396	N	0,8	1	495	500	4,69
	5	SALA DA DIRECÇÃO	9	19,25	3,00	35	5	315	96	315	N	0,8	1	394	400	6,25
	6	RECEPÇÃO E SECRETARIA	4	24,10	3,00	30	15	120	362	362	N	0,8	1	452	500	48,13
	7	CAPELA	36	53,60	3,00	35	20	1260	1072	1260	N	0,8	1	1575	1575	0,00
	11	GINÁSIO/FISIOTERAPIA	25	134,10	3,00	35	0	875	0	875	N	0,8	1	1094	1100	6,25
	12	TERAPIA DA FALA 1	3	12,00	3,00	35	0	105	0	105	N	0,8	1	131	135	3,75
	13	TERAPIA DA FALA 2	3	12,00	3,00	35	0	105	0	105	N	0,8	1	131	150	18,75
	14	TERAPIA DA FALA 3	3	12,20	3,00	35	0	105	0	105	N	0,8	1	131	170	38,75
	15	CORREDOR 2	10	22,28	3,00	0	5	0	111	111	N	0,8	1	139	375	235,75
	16	ELECTROTERAPIA	-	58,76	3,00	30	0	0	0	0	N	0,8	1	0	500	500,00
	19	REFEITÓRIO (ZONAS A, B e C)	72	195,45	3,00	35	0	2520	0	2520	N	0,8	1	3150	3150	0,00
	23	SALA CONVÍVIO/ACTIVIDADES	8	42,30	3,00	30	20	240	846	846	N	0,8	1	1058	1100	42,50
	24	SALA ESTAR/CONVÍVIO/ACTIVIDADES	29	91,05	3,00	30	20	870	1821	1821	N	0,8	1	2276	2300	23,75
	25	SALA DESCANSO DO PESSOAL	-	11,80	3,00	30	20	0	236	236	N	0,8	1	295	300	5,00
26	CORREDOR 3	-	24,54	3,00	0	5	0	123	123	N	0,8	1	153	200	46,63	
30	COZINHA + COPA SUJA	5	41,80	3,00	30	0	150	0	150	N	0,8	1	188	200	12,50	
1	31	QUARTO DUPLO 101 + I.S.	2	24,69	2,60	45	0	90	0	90	N	0,8	1	113	120	7,50
	32	QUARTO DUPLO 102 + I.S.	2	24,69	2,60	45	0	90	0	90	N	0,8	1	113	120	7,50
	36	GABINETE MÉDICO/ENFERMAGEM	3	14,25	3,10	35	0	105	0	105	N	0,8	1	131	150	18,75
	39	SALA OBSERVAÇÕES E TRATAMENTOS	2	16,60	3,10	30	0	60	0	60	N	0,8	1	75	75	0,00

Anexo A

Piso	Divisão nº	Espaço	Nº Ocup.	Área (m2)	Pd (m)	RSECE – caudais reais de ar novo				Ar novo Efetivo – DCR	Espaços onde é permitido o fumar	Eficiência de Ventilação	MEL/MNEL	Caudal real ar novo a insuflar (m3/h)	Caudal a colocar no proj. De AVAC (sugestão)	Diferença
						m3/(h.ocup.)	m3/(h.m2)	Ar novo Devido à Ocup.	Ar novo Devido à Área							
1	40	MAT. CLÍNICO + POSTO DE ENFERMAGEM	2	12,30	3,10	30	0	60	0	60	N	0,8	1	75	75	0,00
	41	QUARTO DUPLO 103 + I.S.	2	24,69	2,60	45	0	90	0	90	N	0,8	1	113	120	7,50
	42	QUARTO DUPLO 104 + I.S.	2	24,69	2,60	45	0	90	0	90	N	0,8	1	113	120	7,50
	43	QUARTO DUPLO 105 + I.S.	2	24,69	2,60	45	0	90	0	90	N	0,8	1	113	120	7,50
	44	QUARTO DUPLO 106 + I.S.	2	24,69	2,60	45	0	90	0	90	N	0,8	1	113	120	7,50
	45	QUARTO DUPLO 107 + I.S.	2	24,69	2,60	45	0	90	0	90	N	0,8	1	113	120	7,50
	46	QUARTO DUPLO 108 + I.S.	2	24,69	2,60	45	0	90	0	90	N	0,8	1	113	120	7,50
	48	QUARTO DUPLO 109 + I.S.	2	24,69	2,60	45	0	90	0	90	N	0,8	1	113	120	7,50
	49	QUARTO DUPLO 110 + I.S.	2	24,34	2,60	45	0	90	0	90	N	0,8	1	113	120	7,50
	51	QUARTO DUPLO 111 + I.S.	2	24,69	2,60	45	0	90	0	90	N	0,8	1	113	120	7,50
	52	QUARTO DUPLO 112 + I.S.	2	24,69	2,60	45	0	90	0	90	N	0,8	1	113	120	7,50
	53	QUARTO DUPLO 113 + I.S.	2	24,69	2,60	45	0	90	0	90	N	0,8	1	113	120	7,50
	54	QUARTO DUPLO 114 + I.S.	2	24,69	2,60	45	0	90	0	90	N	0,8	1	113	120	7,50
	55	QUARTO DUPLO 115 + I.S.	2	24,69	2,60	45	0	90	0	90	N	0,8	1	113	120	7,50
	56	QUARTO DUPLO 116 + I.S.	2	24,69	2,60	45	0	90	0	90	N	0,8	1	113	120	7,50
	57	QUARTO INDIVIDUAL 117 + I.S.	1	24,69	2,60	45	0	45	0	45	N	0,8	1	56	60	3,75
	58	QUARTO INDIVIDUAL 118 + I.S.	1	24,69	2,60	45	0	45	0	45	N	0,8	1	56	60	3,75
	59	QUARTO INDIVIDUAL 119 + I.S.	1	24,69	2,60	45	0	45	0	45	N	0,8	1	56	60	3,75
	60	QUARTO INDIVIDUAL 120 + I.S.	1	24,69	2,60	45	0	45	0	45	N	0,8	1	56	60	3,75
	61	QUARTO INDIVIDUAL 121 + I.S.	1	24,69	2,60	45	0	45	0	45	N	0,8	1	56	60	3,75
62	QUARTO INDIVIDUAL 122 + I.S.	1	24,69	2,60	45	0	45	0	45	N	0,8	1	56	60	3,75	
63	QUARTO INDIVIDUAL 123 + I.S.	1	24,69	2,60	45	0	45	0	45	N	0,8	1	56	60	3,75	
64	SALA ESTAR/CONVÍVIO/ATIVIDADES	18	46,85	2,60	30	20	540	937	937	N	0,8	1	1171	1350	178,75	
65	COPA	-	8,00	2,60	30	0	60	0	60	N	0,8	1	75	75	0,00	
67	CORREDOR 4	-	155,39	2,60	0	5	0	777	777	N	0,8	1	971	1000	28,81	
2	68	QUARTO DUPLO 201 + I.S.	2	24,69	2,60	45	0	90	0	90	N	0,8	1	113	120	7,50
	69	QUARTO DUPLO 202 + I.S.	2	24,69	2,60	45	0	90	0	90	N	0,8	1	113	120	7,50
	73	GABINETE MÉDICO/ENFERMAGEM	3	14,25	3,10	35	0	105	0	105	N	0,8	1	131	150	18,75
	76	SALA OBSERVAÇÕES E TRATAMENTOS	2	16,60	3,10	30	0	60	0	60	N	0,8	1	75	75	0,00
	77	MAT. CLÍNICO + POSTO DE ENFERMAGEM	2	12,30	3,10	30	0	60	0	60	N	0,8	1	75	75	0,00
78	QUARTO DUPLO 203 + I.S.	2	24,69	2,60	45	0	90	0	90	N	0,8	1	113	120	7,50	

Anexo A

Piso	Divisão nº	Espaço	Nº Ocup.	Área (m2)	Pd (m)	RSECE – caudais reais de ar novo				Ar novo Efetivo – DCR	Espaços onde é permitido o fumar	Eficiência de Ventilação	MEL/MNEL	Caudal real ar novo a insuflar (m3/h)	Caudal a colocar no proj. De AVAC (sugestão)	Diferença
						m3/(h.ocup.)	m3/(h.m2)	Ar novo Devido à Ocup.	Ar novo Devido à Área							
2	79	QUARTO DUPLO 204 + I.S.	2	24,69	2,60	45	0	90	0	90	N	0,8	1	113	120	7,50
	80	QUARTO DUPLO 205 + I.S.	2	24,69	2,60	45	0	90	0	90	N	0,8	1	113	120	7,50
	81	QUARTO DUPLO 206 + I.S.	2	24,69	2,60	45	0	90	0	90	N	0,8	1	113	120	7,50
	82	QUARTO DUPLO 207 + I.S.	2	24,69	2,60	45	0	90	0	90	N	0,8	1	113	120	7,50
	83	QUARTO DUPLO 208 + I.S.	2	24,69	2,60	45	0	90	0	90	N	0,8	1	113	120	7,50
	85	QUARTO DUPLO 209 + I.S.	2	24,69	2,60	45	0	90	0	90	N	0,8	1	113	120	7,50
	86	QUARTO DUPLO 210 + I.S.	2	24,34	2,60	45	0	90	0	90	N	0,8	1	113	120	7,50
	88	QUARTO DUPLO 211 + I.S.	2	24,69	2,60	45	0	90	0	90	N	0,8	1	113	120	7,50
	89	QUARTO DUPLO 212 + I.S.	2	24,69	2,60	45	0	90	0	90	N	0,8	1	113	120	7,50
	90	QUARTO DUPLO 213 + I.S.	2	24,69	2,60	45	0	90	0	90	N	0,8	1	113	120	7,50
	91	QUARTO DUPLO 214 + I.S.	2	24,69	2,60	45	0	90	0	90	N	0,8	1	113	120	7,50
	92	QUARTO DUPLO 215 + I.S.	2	24,69	2,60	45	0	90	0	90	N	0,8	1	113	120	7,50
	93	QUARTO DUPLO 216 + I.S.	2	24,69	2,60	45	0	90	0	90	N	0,8	1	113	120	7,50
	94	QUARTO INDIVIDUAL 217 + I.S.	1	24,69	2,60	45	0	45	0	45	N	0,8	1	56	60	3,75
	95	QUARTO INDIVIDUAL 218 + I.S.	1	24,69	2,60	45	0	45	0	45	N	0,8	1	56	60	3,75
	96	QUARTO INDIVIDUAL 219 + I.S.	1	24,69	2,60	45	0	45	0	45	N	0,8	1	56	60	3,75
	97	QUARTO INDIVIDUAL 220 + I.S.	1	24,69	2,60	45	0	45	0	45	N	0,8	1	56	60	3,75
	98	QUARTO INDIVIDUAL 221 + I.S.	1	24,69	2,60	45	0	45	0	45	N	0,8	1	56	60	3,75
	99	QUARTO INDIVIDUAL 222 + I.S.	1	24,69	2,60	45	0	45	0	45	N	0,8	1	56	60	3,75
	100	QUARTO INDIVIDUAL 223 + I.S.	1	24,69	2,60	45	0	45	0	45	N	0,8	1	56	60	3,75
101	SALA ESTAR/CONVÍVIO/ACTIVIDADES	18	46,85	2,60	30	20	540	937	937	N	0,8	1	1171	1350	178,75	
102	COPA	2	8,00	2,60	30	0	60	0	60	N	0,8	1	75	75	0,00	
104	CORREDOR 5	-	155,39	2,60	0	5	0	777	777	N	0,8	1	971	1000	28,81	
													TOTAL	25445		

Anexo B. Cargas Térmicas

Cargas térmicas – edifício TMG 2				Condições Reais			
Piso	Espaço	Área Útil (m ²)	Zonamento Energético	Aquecimento (kW)	Aquecimento Máx. (kW) x1,4	Arrefecimento (kW)	Arrefecimento Máx. (kW) x1,4
0	1 SALA TRABALHO MULTIDISCIPLINAR	24,30	Z01	4,26	5,97	4,79	6,70
	2 SALA DE ESTAR	13,00	Z02	9,59	13,43	7,38	10,34
	3 SALA ESTAR/CONVÍVIO/ACTIVIDADES	42,10	Z03	15,61	21,85	14,47	20,26
	4 HALL / CORREDOR 1	79,25	Z04	5,03	7,04	4,62	6,46
	5 SALA DA DIRECÇÃO	19,25	Z05	3,41	4,77	4,37	6,11
	6 RECEPÇÃO E SECRETARIA	24,10	Z06	4,03	5,64	3,32	4,65
	7 CAPELA	53,60	Z07	11,45	16,03	11,78	16,50
	8 ARRUMOS 1	5,10	Z08	1,20	1,68	1,27	1,78
	9 ARRUMOS 2	6,45					
	10 ARRUMOS DE CADEIRAS DE RODAS	5,25					
	11 GINÁSIO/FISIOTERAPIA	134,10	Z09	11,05	15,47	14,08	19,71
	12 TERAPIA DA FALA 1	12,00	Z10	9,47	13,26	10,28	14,40
	13 TERAPIA DA FALA 2	12,00					
	14 TERAPIA DA FALA 3	12,20					
	15 CORREDOR 2	22,28	Z11	3,44	4,81	3,66	5,12
	16 ELECTROTERAPIA	58,76	Z12	4,72	6,60	5,15	7,21
	17 I.S. E BALNEÁRIO FEMININO	25,27	z13	10,43	14,60	7,71	10,79
	18 I.S. E BALNEÁRIO MASCULINO	22,25					
	19 REFEITÓRIO (ZONAS A, B e C)	195,45	Z14	21,79	30,50	23,49	32,89
	20 II.S. UTENTES 1	21,25	z15	1,20	1,69	2,77	3,88
	21 II.S. UTENTES 2	23,40					
	22 IANTE-CÂMARA DE ACESSO AO EXTERIOR	10,80					
	23 SALA CONVÍVIO/ACTIVIDADES	42,30	z16	4,57	6,39	9,96	13,95
	24 SALA ESTAR/CONVÍVIO/ACTIVIDADES	91,05					
	25 SALA DESCANSO DO PESSOAL	11,80					
	26 CAIXA DE ESCADAS 1	15,81	z17	2,01	2,82	3,04	4,26
	27 CAIXA DE ESCADAS 2	10,49					
	28 ELEVADOR MONTA-CAMAS	7,13					
	29 DEPÓSITO DE CADÁVERES	20,50					
	30 ELEVADOR	5,45	z18	1,79	2,51	2,03	2,84
	31 CORREDOR 3	24,54					
	32 IDESPENSA DO DIA	3,00					
	33 IDESPENSA DE REFRIG./ARRUMOS	2,80	z19	0,58	0,81	0,52	0,73
	34 LIMPEZA/DESCARTINAGEM	2,80					
	COZINHA + COPA SUJA	41,80	z20	2,16	3,02	2,92	4,09

Anexo B

Cargas térmicas – edifício TMG 2				Condições Reais				
Piso	Espaço	Área Útil (m ²)	Zonamento Energético	Aquecimento (kW)	Aquecimento Máx. (kW) x1,4	Arrefecimento (kW)	Arrefecimento Máx. (kW) x1,4	
1	35	QUARTO DUPLO 101 + I.S.	24,69	z21	16,20	22,68	22,49	31,48
	36	QUARTO DUPLO 102 + I.S.	24,69					
	45	QUARTO DUPLO 103 + I.S.	24,69					
	46	QUARTO DUPLO 104 + I.S.	24,69					
	47	QUARTO DUPLO 105 + I.S.	24,69					
	48	QUARTO DUPLO 106 + I.S.	24,69					
	49	QUARTO DUPLO 107 + I.S.	24,69					
	50	QUARTO DUPLO 108 + I.S.	24,69					
	52	QUARTO DUPLO 109 + I.S.	24,69					
	53	QUARTO DUPLO 110 + I.S.	24,34					
	37	I.S. FUNCIONÁRIOS	7,40	z22	1,00	1,40	1,98	2,77
	38	ROUPARIA	2,55					
	39	MATERIAL DE CONSUMO	2,00					
	40	GABINETE MÉDICO/ENFERMAGEM	14,25					
	41	BANHO ASSISTIDO	10,15	z23	0,27	0,38	0,48	0,68
	42	LAV. DESINF. MAT. CLÍNICO	4,05					
	43	SALA OBSERVAÇÕES E TRATAMENTOS	16,60	z24	1,76	2,46	2,66	3,72
	44	MAT. CLÍNICO + POSTO DE ENFERMAGEM	12,30					
	51	LAV. DESINF. ARRAST.	4,80	z25	0,24	0,34	0,36	0,5
	54	SUJOS	4,84					
	55	QUARTO DUPLO 111 + I.S.	24,69	z26	17,82	24,95	41,73	58,43
	56	QUARTO DUPLO 112 + I.S.	24,69					
	57	QUARTO DUPLO 113 + I.S.	24,69					
	58	QUARTO DUPLO 114 + I.S.	24,69					
	59	QUARTO DUPLO 115 + I.S.	24,69					
	60	QUARTO DUPLO 116 + I.S.	24,69					
	61	QUARTO SIMPLES 117 + I.S.	24,69					
	62	QUARTO SIMPLES 118 + I.S.	24,69					
	63	QUARTO SIMPLES 119 + I.S.	24,69					
	64	QUARTO SIMPLES 120 + I.S.	24,69					
65	QUARTO SIMPLES 121 + I.S.	24,69						
66	QUARTO SIMPLES 122 + I.S.	24,69						
67	QUARTO SIMPLES 123 + I.S.	24,69						
68	SALA ESTAR/CONVÍVIO/ATIVIDADES	46,85	z27	10,12	14,17	9,32	13,05	
69	COPA	8,00						
70	ARRUMOS DE LIMPEZA – PISO 1	4,10	z29	0,14	0,2	0,15	0,21	
71	CORREDOR 4	155,39						z30

Cargas térmicas – edifício TMG 2					Condições Reais			
Piso	Espaço	Área Útil (m ²)	Zonamento Energético	Aquecimento (kW)	Aquecimento Máx. (kW) x1,4	Arrefecimento (kW)	Arrefecimento Máx. (kW) x1,4	
2	72	QUARTO DUPLO 201 + I.S.	24,69	z31	19,22	26,91	31,3	43,83
	73	QUARTO DUPLO 202 + I.S.	24,69					
	82	QUARTO DUPLO 203 + I.S.	24,69					
	83	QUARTO DUPLO 204 + I.S.	24,69					
	84	QUARTO DUPLO 205 + I.S.	24,69					
	85	QUARTO DUPLO 206 + I.S.	24,69					
	86	QUARTO DUPLO 207 + I.S.	24,69					
	87	QUARTO DUPLO 208 + I.S.	24,69					
	89	QUARTO DUPLO 209 + I.S.	24,69					
	90	QUARTO DUPLO 210 + I.S.	24,34					
	74	I.S. FUNCIONÁRIOS	7,40	z32	0,29	0,4	0,67	0,93
	75	ROUPARIA	2,55					
	76	MATERIAL DE CONSUMO	2,00	z33	1,47	2,06	2,41	3,38
	77	GABINETE MÉDICO/ENFERMAGEM	14,25					
	78	BANHO ASSISTIDO	10,15	z34	0,43	0,6	0,95	1,33
	79	LAV. DESINF. MAT. CLÍNICO	4,05					
	80	SALA OBSERVAÇÕES E TRATAMENTOS	16,60	z35	2,06	2,88	3,49	4,88
	81	MAT. CLÍNICO + POSTO DE ENFERMAGEM	12,30					
	88	LAV. DESINF. ARRAST.	4,80	z36	0,37	0,51	0,69	0,97
	91	ISUJOS	4,84					
	92	QUARTO DUPLO 211 + I.S.	24,69	z37	21,78	30,5	32,69	45,77
93	QUARTO DUPLO 212 + I.S.	24,69						
94	QUARTO DUPLO 213 + I.S.	24,69						
95	QUARTO DUPLO 214 + I.S.	24,69						
96	QUARTO DUPLO 215 + I.S.	24,69						
97	QUARTO DUPLO 216 + I.S.	24,69						
98	QUARTO SIMPLES 217 + I.S.	24,69						
99	QUARTO SIMPLES 218 + I.S.	24,69						
100	QUARTO SIMPLES 219 + I.S.	24,69						
101	QUARTO SIMPLES 220 + I.S.	24,69						
102	QUARTO SIMPLES 221 + I.S.	24,69						
103	QUARTO SIMPLES 222 + I.S.	24,69						
104	QUARTO SIMPLES 223 + I.S.	24,69						
105	SALA ESTAR/CONVÍVIO/ATIVIDADES	46,85	z38	9,52	13,33	9,99	13,99	
106	COPA	8,00	z39	0,86	1,2	1,16	1,62	
107	ARRUMOS DE LIMPEZA – PISO 2	4,10	z40	0,19	0,27	0,31	0,43	
108	CORREDOR 5	155,39	z41	14,19	19,86	15,91	22,27	
		2820,43		258,53	361,92	327,94	459,14	

Anexo C. Relatório Solar (Solterm vs 5.1)

 SolTerm 5.1

Estimativa de desempenho de sistema solar térmico

Campo de coletores

Modelo de coletor: ACV_Boilernox Solarline 2.6
 24 módulos (60,2 m²)
 Inclinação 40° - Azimute Sul

Coeficientes de perdas térmicas: a1= 3,440 W/m²/K a2= 0,015 W/m²/K²

Rendimento ótico: 74,8%

Modificador de ângulo transversal: a	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°	65°	70°
75°	80°	85°	90°												
				1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,99	0,98	0,96	0,94	0,91	0,87	0,83
0,51	0,34	0,17	0,00												

Modificador de ângulo longitudinal: a	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°	65°	70°
75°	80°	85°	90°												
				1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,99	0,98	0,96	0,94	0,91	0,87	0,83
0,51	0,34	0,17	0,00;												

Permutador

Externo, com eficácia 75%

Caudal no grupo painel/permutador: 39,8 l/m² por hora (=0,67 l/s)

Depósito

Modelo: SUNTANK S0R4000+XXL

Volume: 4000 l

Área externa: 22,14 m²

Material: médio condutor de calor - vitrificado

Posição vertical

Defletores interiores

Coefficiente de perdas térmicas: 22,14 W/K

Um conjunto depósito/permutador

Tubagens

Comprimento total: 70,0 m

Percurso no exterior: 50,0 m com proteção mecânica

Diâmetro interno: 42,0 mm

Espessura do tubo metálico: 1,5 mm

Espessura do isolamento: 43,0 mm

Condutividade térmica do metal: 380 W/m/K

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

Carga térmica: segunda a sexta

Anexo C

4290 l água nova 60C

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

Temperaturas de abastecimento ao depósito (°C):

Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
13	13	14	15	16	17	19	19	18	16	14	13

Perfis de consumo (l)

hora	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
01												
02												
03												
04												
05												
06												
07												
08	565	565	565	565	565	565	565	565	565	565	565	565
09	565	565	565	565	565	565	565	565	565	565	565	565
10	565	565	565	565	565	565	565	565	565	565	565	565
11	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
12	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
13	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
14	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
15	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
16	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
17	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
18	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
19	565	565	565	565	565	565	565	565	565	565	565	565
20	565	565	565	565	565	565	565	565	565	565	565	565
21	565	565	565	565	565	565	565	565	565	565	565	565
22												
23												
24												
diário	4290	4290	4290	4290	4290	4290	4290	4290	4290	4290	4290	4290

Anexo C

 Carga térmica: fim de semana

4290 l água nova 60C

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

Temperaturas de abastecimento ao depósito (°C):

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
	13	13	14	15	16	17	19	19	18	16	14	13

Perfis de consumo (l)

hora	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
01												
02												
03												
04												
05												
06												
07												
08	565	565	565	565	565	565	565	565	565	565	565	565
09	565	565	565	565	565	565	565	565	565	565	565	565
10	565	565	565	565	565	565	565	565	565	565	565	565
11	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
12	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
13	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
14	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
15	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
16	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
17	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
18	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
19	565	565	565	565	565	565	565	565	565	565	565	565
20	565	565	565	565	565	565	565	565	565	565	565	565
21	565	565	565	565	565	565	565	565	565	565	565	565
22												
23												
24												
diário	4290	4290	4290	4290	4290	4290	4290	4290	4290	4290	4290	4290

 Localização, posição e envolvente do sistema

Concelho de Vila Nova de Ourém

Coordenadas nominais: 39,7°N, 8,6°W

TRY para RCCTE/STE e SOLTERM (LNEG(2009) www.lneg.pt solterm.suporte@lneg.pt)

Obstruções do horizonte: por defeito

Orientação do painel: inclinação 40° - azimute 0°

 Balanço energético mensal e anual

	Rad.Horiz. kWh/m ²	Rad.Inclin. kWh/m ²	Desperdiçado kWh	Fornecido kWh	Carga kWh	Apoio kWh
janeiro	59	98	,	2891	7322	4431
fevereiro	76	112	,	3144	6559	3415
março	111	136	,	3645	7155	3510
abril	152	160	,	4147	6772	2626
maio	188	178	,	4489	6792	2302
junho	201	181	,	4456	6363	1907
julho	217	200	,	5029	6395	1365
agosto	200	204	,	5290	6391	1102
setembro	140	164	,	4506	6292	1786
outubro	104	144	,	4139	6757	2619
novembro	69	115	,	3349	6886	3536
dezembro	56	100	,	2966	7326	4361
Anual	1572	1791	,	48050	81011	32961

Fração solar: 59,3%

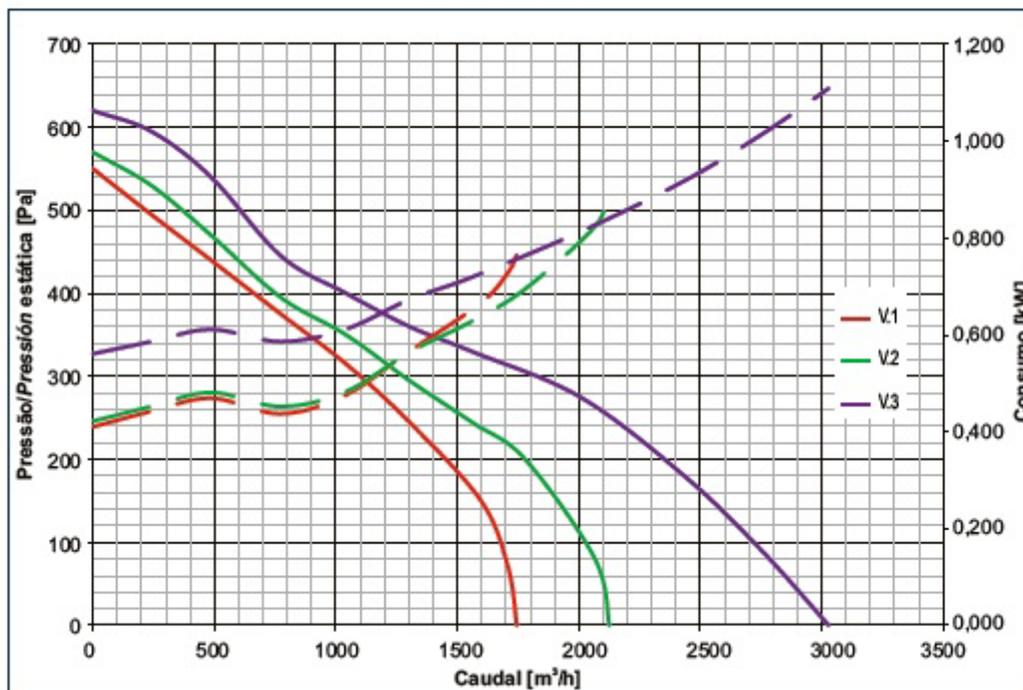
Rendimento global anual do sistema: 45%

Produtividade: 798 kWh/[m² coletor]

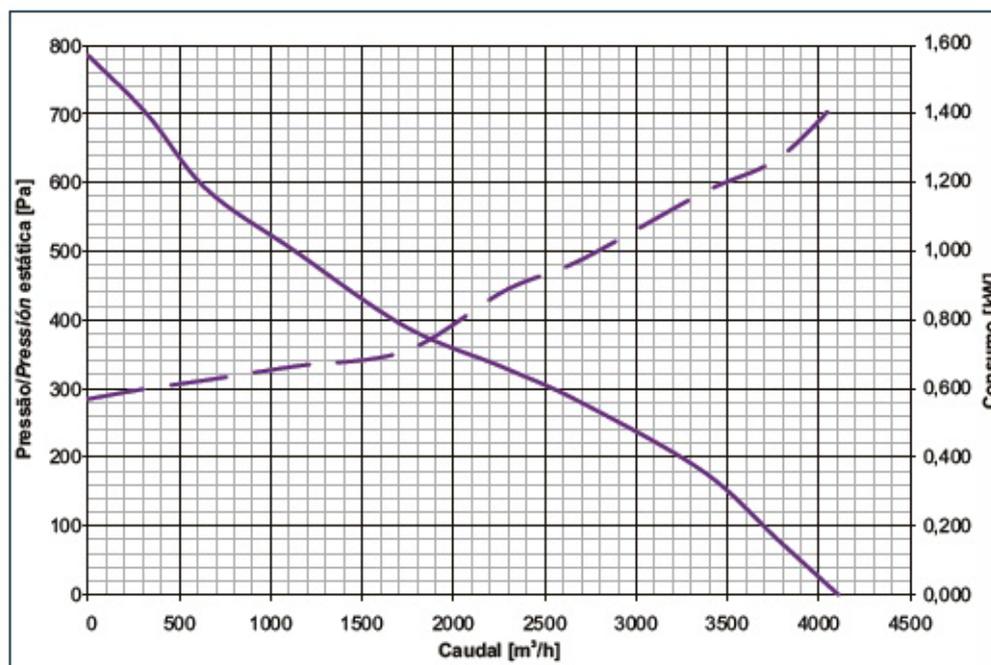
N.B. 'Fornecido' é designado 'E solar' nos Regulamentos Energéticos (DLs 78,79,80/06)

Anexo D. Curvas Características Recuperadores

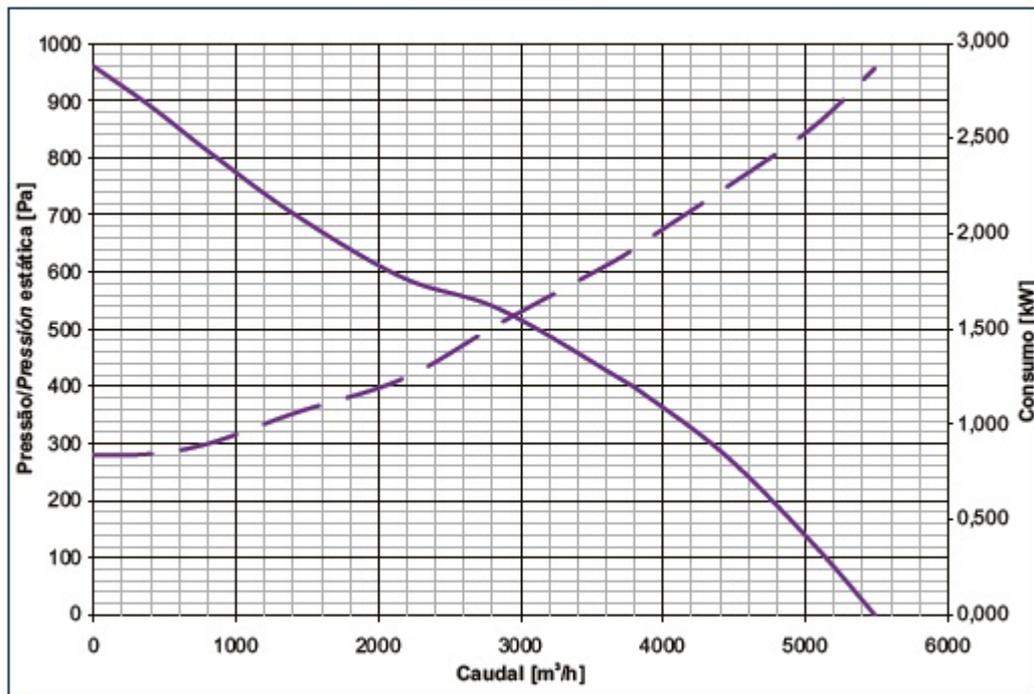
REC IB 2700



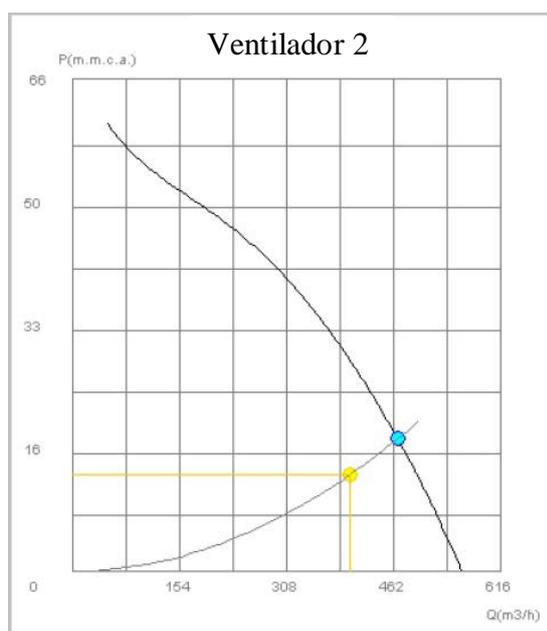
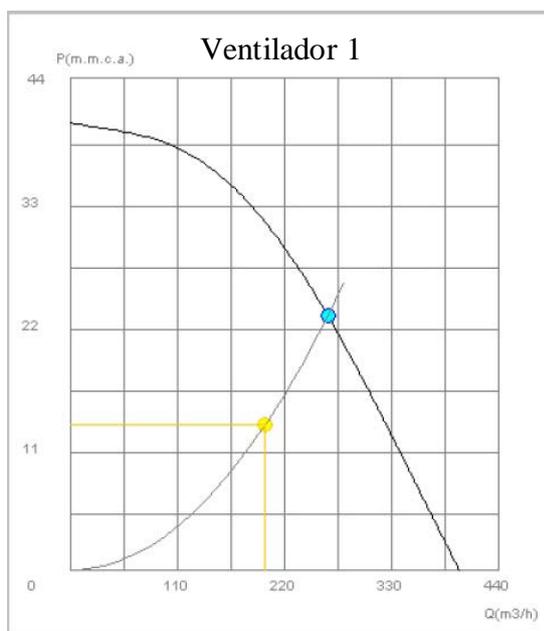
REC IB 3700

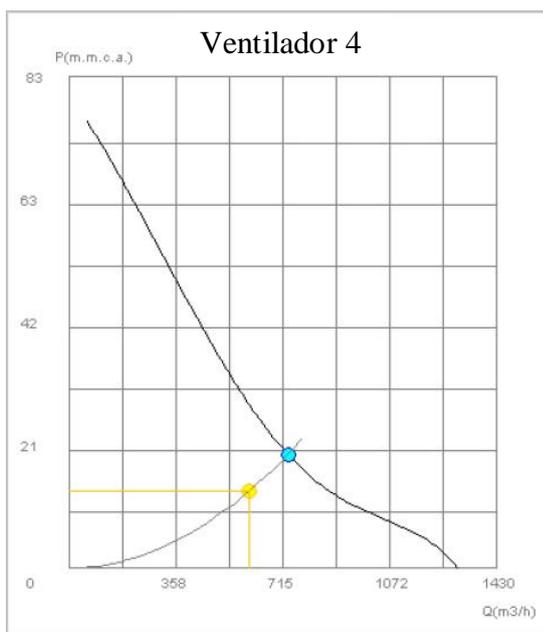
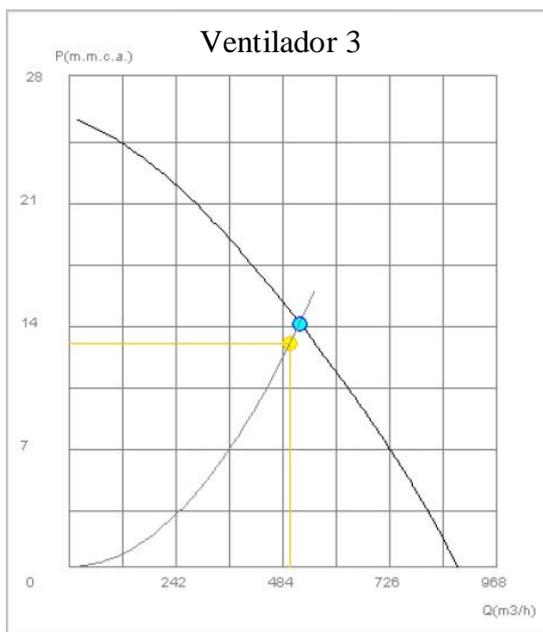


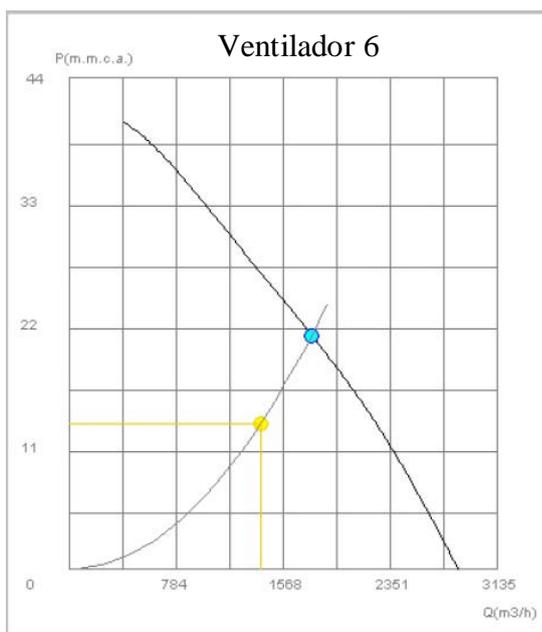
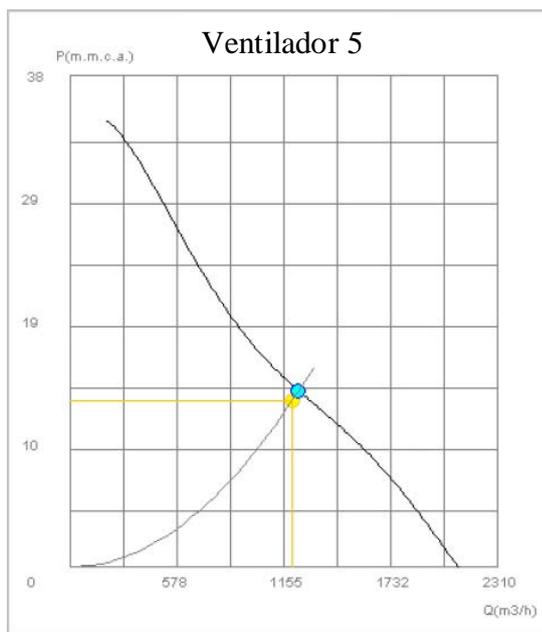
REC IB 5100



Anexo E. Curvas de funcionamento dos ventiladores







Anexo F. Ar Condicionado

Unidade Exterior

Sistema exterior				*12	*16	*18	*20	*22	*24	*26	*28	*30	*32	*34	*36
Sistema	Módulo da unidade exterior 1			RXYHQ12P9W1B	RXYQ8P9W1B			RXYQ10P9W1B	RXYQ8P9W1B			RXYHQ12P9W1B		RXYHQ12P9W1B	
	Módulo da unidade exterior 2			-	RXYQ8P9W1B	RXYQ10P9W1B	RXYHQ12P9W1B		RXYQ8P9W1B			RXYQ10P9W1B		RXYHQ12P9W1B	
	Módulo da unidade exterior 3			-			RXYQ8P9W1B			RXYQ10P9W1B		RXYHQ12P9W1B			
Gama de capacidades	CV			12	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36
Capacidade de arrefecimento	Nom.			33,5	45,00	49,00	55,90	61,50	67,00	71,40	77,00	82,50	89,00	94,00	98,00
Capacidade de aquecimento	Nom.			37,50	50,00	56,50	62,50	69,00	75,00	81,50	88,00	94,00	102,00	107,00	113,00
Potência absorvida - 50 Hz	Arrefecimento	Nom.		8,61	10,49	12,25	13,80	16,02	15,62	17,46	18,69	20,83	22,31	24,42	25,19
				8,58	11,11	13,23	14,14	16,27	16,67	18,78	19,82	21,81	23,18	24,94	25,86
EER	Aquecimento	Nom.		3,89	4,29	4,00	4,05	3,84	4,29	4,09	4,12	3,96	3,99	3,85	3,89
				4,37	4,50	4,27	4,42	4,24	4,50	4,34	4,44	4,31	4,40	4,29	4,37
COP				26	34	39	43	47	52	56	60	64			
Número máximo de unidades interiores possíveis ligar				80	82		83			83		85		85	
Nível de potência sonora	Arrefecimento	Nom.	dBa	60		61	62			63		64	65		
Nível de pressão sonora	Arrefecimento	Nom.	dBa	60		61	62			63		64	65		
Limites de funcionamento	Arrefecimento	Min.~Máx.	°CBs	-5,0~-43,0											
		Aquecimento	Min.~Máx.	°CBh	-20,0~-15,0										
Fluido frigorígeno	Tipo			R-410A											
Ligações das tubagens	Líquido	DE	mm	12,7		15,9					19,1				
	Gás	DE	mm	28,6						34,9		41,3			
	Comprimento total da tubagem	Sistema	Real	1.000											
	Diferença de nível UE - UI				50 (unidade exterior na posição mais alta) (opcional: 90)										
Alimentação eléctrica	Fase/Frequência/Tensão			3N~/ 50 / 400											

Módulo de unidade exterior				RXYQ8P9	RXYQ10P9	RXYHQ12P9
Dimensões	Unidade	Altura/Largura/Profundidade	mm	1.680x930x765		1.680x1.240x765
Peso	Unidade		kg	187	240	281
Nível de potência sonora	Arrefecimento	Nom.	dBa	78		80
Nível de pressão sonora	Arrefecimento	Nom.	dBa	57	58	60
Limites de funcionamento	Arrefecimento	Min.~Máx.	°CBs	-5,0~-43,0		
		Aquecimento	Min.~Máx.	°CBh	-20,0~-15,0	
Fluido frigorígeno	Tipo			R-410A		
Alimentação eléctrica	Fase/Frequência/Tensão			3N~/ 50 / 400		

*Nota: as células a cinzento contêm dados preliminares



Unidades Interiores

Unidades interiores				FXAQ20P	FXAQ25P	FXAQ32P	FXAQ40P	FXAQ50P	FXAQ63P		
Capacidade de arrefecimento	Nom.		kW	2,2	2,8	3,6	4,5	5,6	7,1		
Capacidade de aquecimento	Nom.		kW	2,5	3,2	4,0	5,0	6,3	8,0		
Potência absorvida - 50 Hz	Arrefecimento	Nom.	kW	0,019	0,028	0,030	0,020	0,033	0,050		
	Aquecimento	Nom.	kW	0,029	0,034	0,035	0,020	0,039	0,060		
Cor da estrutura				Branco (3.0Y8.5/0.5)							
Dimensões	Unidade	Altura/Largura/Profundidade	mm	290x795x238			290x1.050x238				
	Unidade		kg	11			14				
Ventilador - Caudal de ar - 50 Hz	Arrefecimento	Alto/Baixo	m³/min	7,5/4,5	8/5	8,5/5,5	12/9	15/12	19/14		
Nível de potência sonora	Arrefecimento	Nom.	dB(A)	-							
Nível de pressão sonora	Arrefecimento	Alto/Baixo	dB(A)	35 / 29	36 / 29	37 / 29	39 / 34	42 / 36	46 / 39		
Fluido frigoriférico				R-410A							
Ligações das tubagens				Líquido/Gás/Condensados					mm		
				6,35 / 12,7 / VP13 (D.I. 13/D.E. 18)					9,52 / 15,9 / VP13 (D.I. 13/D.E. 18)		
Alimentação eléctrica				Fase/Frequência/Tensão						Hz/V	
				1~ / 50 / 220-240							

Unidades interiores				FXFQ20P9	FXFQ25P9	FXFQ32P9	FXFQ40P9	FXFQ50P9	FXFQ63P9	FXFQ80P9	FXFQ100P9	FXFQ125P9	
Capacidade de arrefecimento	Nom.		kW	2,2	2,8	3,6	4,5	5,6	7,1	9,0	11,2	14,0	
Capacidade de aquecimento	Nom.		kW	2,5	3,2	4,0	5,0	6,3	8,0	10,0	12,5	16,0	
Potência absorvida - 50 Hz	Arrefecimento	Nom.	kW	0,053			0,063	0,083	0,095	0,120	0,173	0,258	
	Aquecimento	Nom.	kW	0,045			0,055	0,067	0,114	0,108	0,176	0,246	
Dimensões	Unidade	Altura/Largura/Profundidade	mm	204x840x840						246x840x840		288x840x840	
	Unidade		kg	20			21		24		26		
Painel decorativo				BYCQ140CW1 / BYCQ140CW1W / BYCQ140CGW1									
Cor				Branco puro (RAL 9010)									
Dimensões	Unidade	Altura/Largura/Profundidade	mm	50x950x950 / 50x950x950 / 130x950x950									
	Unidade		kg	5,5 / 5,5 / 11,5									
Ventilador - Caudal de ar - 50 Hz	Arrefecimento	Alto/Baixo	m³/min	12,5/9,0			13,5/9,0	15,5/10,0	16,5/11,0	23,5/14,5	26,5/17,0	33,0/20,0	
	Aquecimento	Alto/Baixo	m³/min	12,5/9,0			13,5/9,0	15,0/9,5	17,5/12,0	23,5/14,5	28,0/17,5	33,0/20,0	
Nível de potência sonora	Arrefecimento	Nom.	dB(A)	49			50	51	52	55	58	61	
Nível de pressão sonora	Arrefecimento	Alto/Baixo	dB(A)	31/28			32/28	33/28	34/29	38/32	41/33	44/34	
	Aquecimento	Alto/Baixo	dB(A)	31/28			32/28	33/28	36/30	38/32	42/34	44/34	
Fluido frigoriférico				R-410A									
Ligações das tubagens				Líquido/Gás/Condensados					mm				
				6,35 / 12,7 / VP25 (D.E. 32 / D.I. 25)					9,52 / 15,9 / VP25 (D.E. 32 / D.I. 25)				
Alimentação eléctrica				Fase/Frequência/Tensão									
				1~ / 50/60 / 220-240/220									



Anexo G. Plantas (em cd anexo)