



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR

Faculdade de Engenharia

**Climatização e Renovação de Ar de uma Unidade
Industrial de Produção de *Pleurotus Ostreatus*
(Cogumelo Ostra)**

Luís Carlos Caetano Ferrão

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em

Engenharia Eletromecânica

(2º ciclo de estudos)

Orientador: Prof. Doutor Alexandre Borges de Miranda

Covilhã, outubro de 2018

Agradecimentos

Antes de mais um agradecimento especial aos meus pais, José Ferrão e Maria Caetano, pelo apoio incondicional, a todos os níveis, que me foi dado ao longo do desenvolvimento da presente tese, pois nada disto teria sido possível sem eles. Também à minha irmã Rita Ferrão que além do apoio acreditou em mim.

Agradecer também à Mariana Albuquerque que me ajudou em tudo o que foi preciso no projeto além de se manter ao meu lado ao longo de todo o período em que este foi desenvolvido, e que me apoiou a manter na luta até ao fim da batalha.

Um especial agradecimento ao meu Orientador, Professor Doutor Alexandre Borges de Miranda, por toda a ajuda prestada, bem como pela flexibilidade e disponibilidade horária demonstrada ao longo deste trabalho.

Um grande agradecimento ao meu colega e patrão Eng.º Nuno Caetano que possibilitou o desenvolvimento deste trabalho e que me ajudou incondicionalmente em todas as áreas técnicas do projeto que me eram menos familiares.

Gostava também de agradecer a todos os meus amigos, que de uma maneira ou de outra me têm apoiado ao longo das várias etapas da vida. Por todos os “cafés”, experiências e conversas prolongadas durante horas a fio que me proporcionam ao longo da vida, que fazem de mim uma pessoa melhor a cada dia.

A todos os presentes um enorme agradecimento, dado que este trabalho também lhes pertence, pois de uma maneira ou de outra, todos fizeram parte da estrutura deste trabalho e sem eles não teria sido possível.

Um sincero obrigado!!!

Resumo

A presente dissertação descreve um conjunto de sistemas AVAC para a climatização e tratamento de ar de uma unidade industrial, mais concretamente uma unidade de produção de *Pleurotus Ostreatus*.

Com a crescente necessidade de tornar as instalações AVAC cada vez mais eficientes e ambientalmente sustentáveis, foi idealizado um projeto para implementação de um sistema em salas de produção de *Pleurotus Ostreatus* nas diferentes fases de produção.

Procurou recolher-se material teórico relativo às condições de produção, bem como para os diversos equipamentos propostos para implementar na instalação.

De seguida fizeram-se alguns dimensionamentos e elaboraram-se alguns documentos, necessários a uma boa e correta implementação de modo a que aquando do arranque tudo funcione como pretendido e dentro das normas.

Para que tudo fosse contabilizado e cotado da melhor maneira foi feito um estudo de preços para todo o material de forma a não existirem derrapagens de valores nos custos do sistema.

Por último, desenvolveu-se uma preparação e respetiva execução da obra que, apesar de ainda não se encontrar finalizada, encontra-se já em andamento para que num futuro próximo esteja em funcionamento.

Palavras-chave

AVAC, *Pleurotus Ostreatus* (Cogumelo Ostra), Climatização, Chiller, Caldeira, UTAs.

Abstract

This work describes a set of HVAC systems for the air treatment and air conditioning for an industrial unit space, more specifically a production unit for *Pleurotus Ostreatus*.

Taking into account the growing need to make HVAC installations more efficient and environmentally sustainable, a project was devised to implement a system in production rooms of *Pleurotus Ostreatus* at different stages of production.

It was sought to collect theoretical material regarding the production conditions as well as the various equipment proposed to be implemented in the installation.

Afterwards a detailed project was done and some necessary documents were prepared for a good and correct implementation so that, from the start, everything works as intended and within the norms. In order to have everything financially accounted in the best way, a study of prices was done for all material so that there are no skidding of values in the costs for the entire system.

Finally, a preparation and execution of the work was developed which, although not yet finalized, is already underway so that in the near future it will be in operation.

Keywords

HVAC, *Pleurotus Ostreatus* (Cogumelo Ostra), Climatization, Chiller, Boiler, Air handler

Índice

1. Introdução	1
1.1. Enquadramento do Tema.....	1
1.2. Descrição da empresa.....	5
1.3. Problema em estudo e sua relevância	7
1.4. Objetivos	8
2. Impacto do ambiente na produção alimentar	9
2.1. Condições ambientais na cidade da Guarda	9
2.2. Introdução ao Reino Fungi	12
2.2.1. <i>Pleurotus Ostreatus</i> (Cogumelo Ostra).....	13
2.2.2. Fases de produção	14
2.2.3. Parâmetros de cultivo de <i>Pleurotus Ostreatus</i>	15
2.2.4. Ensaio para produção de <i>Pleurotus Ostreatus</i> (Cogumelo Ostra) em salas de ambiente controlado	17
2.3. Relação entre as condições atmosféricas da cidade da Guarda e produção de <i>Pleurotus Ostreatus</i> (Cogumelo Ostra)	18
3. Sistemas de AVAC em estudo.....	19
3.1. Introdução	19
3.2. Chiller de compressão do tipo bomba de calor	22
3.2.1. Ciclo de refrigeração por compressão do vapor	23
3.2.2. Componentes do sistema de refrigeração	25
3.2.3. Características do Chiller selecionado	26
3.3. Sistema para produção de AQC	28
3.3.1. Caldeiras de Biomassa	29
3.3.2. Funcionamento da caldeira e componentes.....	30
3.3.3. Caldeira selecionada	33
3.4. Unidade de Tratamento de Ar.....	35
3.4.1. Componentes da UTA e método de funcionamento	36
3.4.2. UTAs selecionadas	39
3.5. Meio de insuflação e retorno de ar	41
3.5.1. Conduta têxtil	42
3.5.2. Grelhas de retorno.....	43
4. Apoio ao projeto e orçamentação	44
4.1. Dimensionamento de condutas.....	45
4.2. Dimensionamento de tubagem	45
4.3. Esquema de princípio	46
4.3.1. Depósitos de inércia.....	47

4.3.2. Vasos de expansão	47
4.3.3. Circuladores	48
4.3.4. Válvulas.....	49
4.4. Sistema de controlo e gestão técnica centralizada (GTC)	50
4.5. Orçamentação.....	50
4.5.1. Abertura do processo	51
4.5.2. Elaboração dos pedidos de cotação	53
4.5.3. Elaboração do orçamento	53
4.5.4. Elaboração e negociação da proposta com o cliente	53
5. Acompanhamento de obra	54
5.1. Direção de Obra	54
5.1.1. Análise do projeto	55
5.1.2. Preparação de obra.....	56
5.1.3. Execução de obra	59
5.2. Ensaios.....	63
5.2.1. Ensaio de estanquicidade da rede de tubagens	63
5.2.2. Ensaio da rede de condensados	64
5.2.3. Ensaio a realizar no final da instalação.....	65
5.3. Fecho da obra	66
6. Resultados e análise	68
7. Conclusão geral e sugestão para implementação futura	71
7.1. Sugestão para trabalhos futuros	72
Referências Bibliográficas.....	73
Anexo A.....	81
Anexo B.....	85
Anexo C.....	89
Anexo D.....	95
Anexo E.....	99
Anexo F.....	103
Anexo G.....	107
Anexo H.....	113
Anexo I.....	117

Lista de Figuras

Figura 1 - Consumo de energia elétrica por tipo de consumo.	2
Figura 2 - Consumo de energia nos diferentes setores [4].	3
Figura 3 - Incorporação de renováveis no consumo de energia por setor no ano de 2015 [6]. ..	4
Figura 4 - Funções de cada trabalhador.	6
Figura 5- Remodelação do Hospital Sousa Martins, Guarda [9].	7
Figura 6 - Temperatura do ar, normais climatológicas na cidade da Guarda entre 1981-2010 [12].	10
Figura 7 - Precipitação, normais climatológicas na cidade da Guarda entre 1981-2010 [12]. .	11
Figura 8 - Humidade relativa máxima do ar (esquerda) [13], e mínima (direita) [14].	11
Figura 9- Ciclo de vida do cogumelo [20].	12
Figura 10- A imagem da esquerda representa dois tipos de corpos frutíferos e a da direita mostra o <i>Pleurotus Ostreatus</i> já desenvolvido [20].	14
Figura 11 - Sistema “tudo-ar” adaptado de [35].	20
Figura 12 - Diagrama de blocos com o processo de climatização das salas de produção.	22
Figura 13 - Esquema básico do sistema de compressão de vapor [41].	24
Figura 14 - Diagrama T-s (esquerda) e Diagrama p-h (direita) [37].	25
Figura 15 - Chiller DAIKIN EWAQ100G-SS [44].	27
Figura 16 - Corte lateral de uma caldeira <i>pellets</i> [57].	31
Figura 17 - Caldeira EKO-CK P + Cm <i>Pellet set</i> [58].	33
Figura 18 - Componentes e dimensões [62].	35
Figura 19 - Principais equipamentos/módulos constituintes de uma UTA [66].	37
Figura 20 - Do lado esquerdo exemplo de modelo UTA-RP 20 st [69], do lado direito o mesmo modelo mas com capacidades necessárias à obra.	39
Figura 21 - Ilustração da difusão da conduta têxtil [71].	42
Figura 22 - Grelha GAC da France-Air [74].	43
Figura 23 - Análise de custos.	52
Figura 24 - Folha de valor acrescentado.	52
Figura 25 - Admissão de ar novo e exaustão.	56
Figura 26 - Estaleiro.	57
Figura 27 - Local de intervenção (a azul) e a empresa Norinstelnor (a verde) a uma distancia de 170 metros.	57
Figura 28 - Chegada de material e verificação.	60
Figura 29 - Conduatas tamponadas após instalação.	60
Figura 30 - Conduata isolada e reforçada com fita nylon.	61
Figura 31 - A imagem da esquerda com tubagens isoladas e válvulas; Imagem da direita com tubagem pintada.	62

Figura 32 - Junta de ligação entre a UTA e a conduta.	62
Figura 33 - Tubagem à carga com manómetro a marcar 3,5bar.....	64
Figura 34 - Sifão das UTAs.....	65

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Características de produção do <i>Pleurotus Ostreatus</i>	16
Tabela 2 - Principais características do chiller [43].	28
Tabela 3 - Principais características da caldeira [62].	34
Tabela 4 - Principais características das UTAs.	41
Tabela 5 - Circuladores.	49

Lista de Acrónimos

AQC	Aquecimento Central
AVAC	Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado
BAM	Boletim de Aprovação de Materiais
CO ₂	Dióxido de Carbono
EC	Electrically Commutated
EB	Ensino Básico
EN	European Standard
GTC	Gestão Técnica Centralizada
Hab	Habitante
IPMA	Instituto Português do Mar e da Atmosfera
ISO	International Organization for Standardization
Lda.	Limitada
Lux	Densidade de intensidade luminosa
PLIE	Plataforma Logística de Iniciativa Empresarial
PME	Pequenas e médias empresas
PPM	Partes Por Milhão
UBI	Universidade da Beira Interior
UTA	Unidade de Tratamento de Ar

1. Introdução

1.1. Enquadramento do Tema

As estratégias adotadas com o propósito de tornar um edifício sustentável são diversas e a sua aplicação deve ser sempre baseada nas potencialidades e oportunidades detetadas para cada caso particular (política, cultura, clima, etc.).

As questões ambientais e o planeamento energético tornam-se, nos dias de hoje, um assunto cada vez mais importante, exigindo um crescente rendimento dos equipamentos. As energias renováveis são uma grande aposta do século XXI uma vez que a sustentabilidade energética em unidades industriais é essencial, pois estas apresentam custos elevados em energia elétrica, já que implicam um funcionamento contínuo e permanente.

Acentuando a importância de êxito do planeamento energético, a Comissão Europeia tem ao longo dos anos desenvolvido processos com intuito de reduzir/remediar os impactos ambientais que hoje presenciamos devido ao uso excessivo de recursos.

Segundo o “Plano Setorial de Melhoria da Eficiência Energética em PME”, a eficiência energética na indústria em Portugal tem como principais objetivos até ao ano de 2020 reduzir para 74% a importação energética, tornar 60% da eletricidade produzida de fontes de energia renovável (sendo 31% para consumo final), diminuir em 20% o consumo de energia final (desenvolvendo um cluster industrial) e reduzir as emissões de gases poluentes assumidas no quadro Europeu [1].

Num estudo feito anualmente pela PORDATA, em 2016 cerca de 37% da energia elétrica consumida em Portugal foi gasta a nível industrial. Visto que Portugal em 2016 apresentou um consumo de 4583,5kWh/hab. Podemos concluir que cada habitante apresenta uma despesa de cerca de 1705,2kWh no que toca à indústria [2].

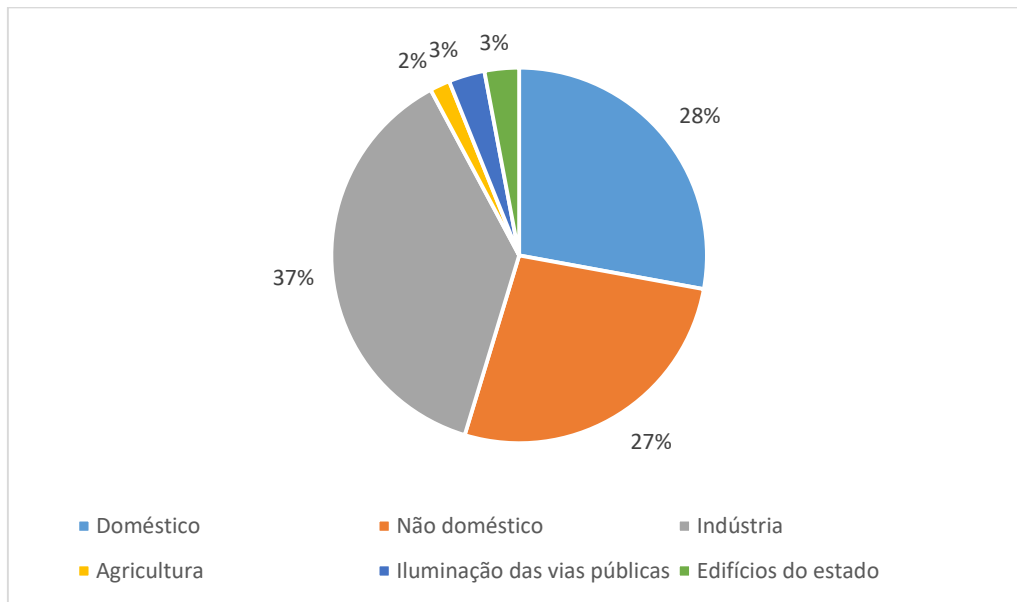


Figura 1 - Consumo de energia elétrica por tipo de consumo.

Sendo assim, devemos promover a melhoria contínua das instalações industriais, rentabilizando a produção e diminuindo os consumos, bem como a utilização de energias renováveis. Atendendo ao facto de Portugal ser um país altamente dependente de recursos energéticos comprados ao estrangeiro temos uma necessidade bastante grande de aumentar a contribuição das energias renováveis para o orçamento energético nacional. O melhoramento do plano energético na indústria nacional requer um comportamento pró-ativo por parte desta para um ajustamento tanto a nível de maquinaria/equipamentos como também a nível de processos e estratégias, adaptando-se assim a tecnologias mais eficazes.

Sendo o setor da indústria um dos que mais contribui para a economia portuguesa, é importante que os principais responsáveis deste setor possuam documentação sobre a importância e o impacto técnico-económico das medidas a aplicar na generalidade das indústrias existentes [3].

A nível europeu, depois de um crescimento exponencial na década de 90, nos últimos anos o consumo de eletricidade tem vindo a estabilizar. Apesar do setor residencial e de serviços terem sido os que mais contribuíram para o aumento do consumo de eletricidade, o setor da indústria, no entanto, continua a ser o mais elevado. Em 2015 podemos contabilizar cerca de 1 milhão de GWh no setor Industrial, 840.000GWh no setor de serviços e no setor residencial conferimos valores abaixo dos 800.000GWh, contabilizando 796.000GWh [4]. Enquanto nos anos 90 o setor de serviços apresentava um valor mais baixo que o setor residencial, atualmente temos o reverso da moeda com o setor de serviços a aumentar quase para o dobro em aproximadamente 25 anos.

O setor industrial apesar de se colocar no topo da pirâmide, como já foi referenciado, encontra-se atualmente com valores mais baixos do que aqueles comportados entre os anos de 1997 e

2009. Depois de nos anos de 2007 e 2008, o consumo ter rondado valores muito próximos de um milhão e duzentos GWh, verifica-se uma redução drástica para valores próximos dos atuais.

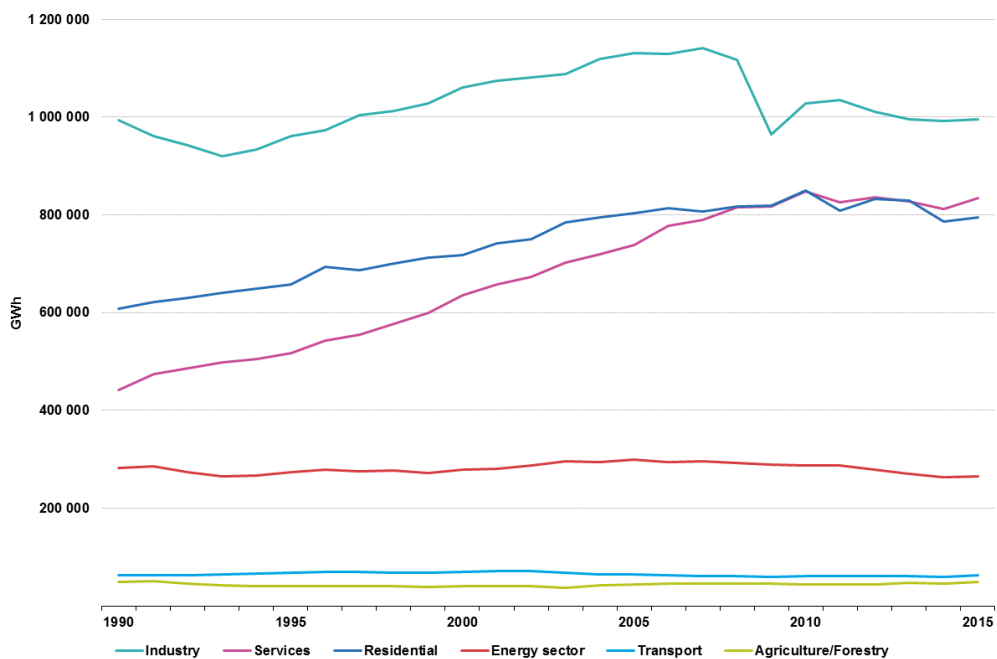


Figura 2 - Consumo de energia nos diferentes setores [4].

Em 2016 o consumo de energia primária teve cerca de um quarto da produção em fontes de energia renovável, apresentando uma subida de 23,2% para 26,3% em relação ao ano transato, tendo assim um impacto na taxa de dependência energética de 3,3% reduzindo de 78,3% (2015) para 75% (2016) [5].

No que toca aos diferentes setores, é na eletricidade que temos a maior fatia de implementação de energias renováveis, seguindo-se o aquecimento e arrefecimento, ficando os transportes na base da pirâmide. Segundo dados inerentes ao ano de 2015, a percentagem de incorporação de energias renováveis no consumo de energia no setor da eletricidade apresentou uma quota de 52,6%, no setor do aquecimento e arrefecimento 33,4% e no setor dos transportes 7,4% [6].

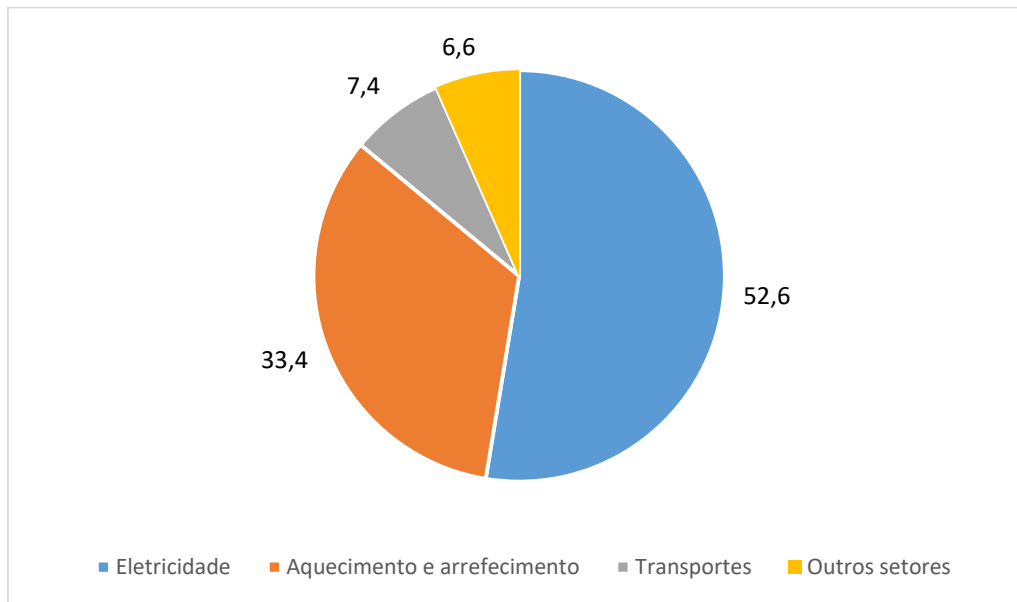


Figura 3 - Incorporação de renováveis no consumo de energia por setor no ano de 2015 [6].

Desde os primórdios do Ser humano que uma das imprescindibilidades elementares da energia é o aquecimento/arrefecimento que constitui um bem essencial para a sobrevivência da espécie.

Como se demonstra na figura 3, o consumo de eletricidade representa a grande fatia do consumo de energia, no entanto, o aquecimento e arrefecimento segue igualmente com uma grande percentagem. Podemos ainda salientar que os sistemas de climatização recorrem muitas vezes a eletricidade como meio auxiliar de apoio. Posto isto, é de elevada importância a redução no consumo em sistemas de climatização, assim como o melhoramento da sua eficiência [6].

Os alimentos requerem muitas vezes temperaturas e condições específicas para a sua produção em ambiente fechado. Como tal, a indústria alimentar exige muitas vezes que os armazéns de produção sejam aquecidos no inverno e arrefecidos no verão.

O controlo de temperatura pode ser utilizado de outras maneiras com outros objetivos. Nota-se que o controlo de temperatura é utilizado com maior regularidade na irradiação de microrganismos, podendo estes provocar a deterioração do alimento no período da produção e ainda afetar de alguma maneira o ser humano [7]. A temperatura tem ainda uma função essencial no avanço/retrocesso no tempo de produção, assim como no aumento de quantidade produzida num menor espaço de tempo. Com a variação de temperatura é possível inativar determinadas enzimas e reduzir reações de deterioração dos alimentos.

Os fatores de maior relevância na produção de alimentos em ambiente fechado são a segurança e a qualidade alimentar. A segurança alimentar prende-se fundamentalmente com os perigos que os alimentos podem provocar ao consumidor final, sendo fulcral que os alimentos cheguem ao mercado nas melhores condições. No que concerne à qualidade, está mais relacionada com

o produtor. Caso o produtor queira colocar o seu produto a um preço mais elevado deverá introduzir uma maior qualidade no processo de produção, fazendo assim com que o seu produto saia para o mercado com qualidade superior, conseguindo um retorno maior [7].

O setor agrícola é exposto a uma crescente exigência por parte dos consumidores em matéria de qualidade e de diversidade de alimentos. Como tal, é cada vez mais pertinente que o setor se adapte à globalização de mercados. A revolução tecnológica está em marcha substituindo-se as tradicionais quintas por fábricas de produção, que estão a replicar a natureza em ambientes controlados aproveitando os avanços tecnológicos na engenharia de alimentos.

A par de outros alimentos, o cogumelo tem vindo a aumentar a sua produção devido às maiores exigências dos consumidores. Os substratos de produção de cogumelos são uma das fontes mais utilizadas para produção em ambiente controlado.

O *Pleurotus Ostreatus* é um dos principais cogumelos produzidos na Europa e no mundo, dado ser um produto de fácil cultivo, de boa produtividade e boa rentabilidade. Tem também uma adaptabilidade acima da média a diferentes tipos de substratos e consegue frutificar-se em condições ambientais de grande amplitude [8].

Posto isto, existem variadas maneiras de implementar um sistema de ambiente controlado para a produção de alimentos. No caso específico do cogumelo, a principal preocupação passa por fazer um controlo de temperatura, humidade e devida ventilação. Consoante os requisitos nas diferentes fases de produção, vamos implementar um sistema adequado às condições necessárias para uma produção em pleno, tendo sempre em conta as questões ambientais e o planeamento energético.

1.2. Descrição da empresa

A empresa NORINSTEINOR - Instalações Especiais, Lda. é uma empresa que desenvolve a sua atividade no ramo das instalações mecânicas (sistemas AVAC e hidráulica).

Atualmente a empresa tem a sua sede na PLIE, Lote 20 sendo esta situada em Casal de Cinza, na Guarda, com o código postal 6300-070. No entanto, a empresa apenas é sediada neste local há cerca de 15 anos.

Desde julho de 2017 a NORINSTEINOR - Instalações Especiais, Lda. adquire novos representantes passando a ser uma sociedade limitada com dois acionistas, o Sr. Eng.º Nuno Caetano e a Sra. Dr.ª Helena Pereira. Ambos os acionistas já faziam parte dos quadros da empresa desempenhando funções de engenheiro mecânico e contabilista respetivamente.

Atualmente a empresa é constituída por 13 trabalhadores, dos quais 12 do sexo masculino e 1 do sexo feminino. Na figura 4 elucida-se a distribuição dos trabalhadores pelas várias funções existentes na empresa.

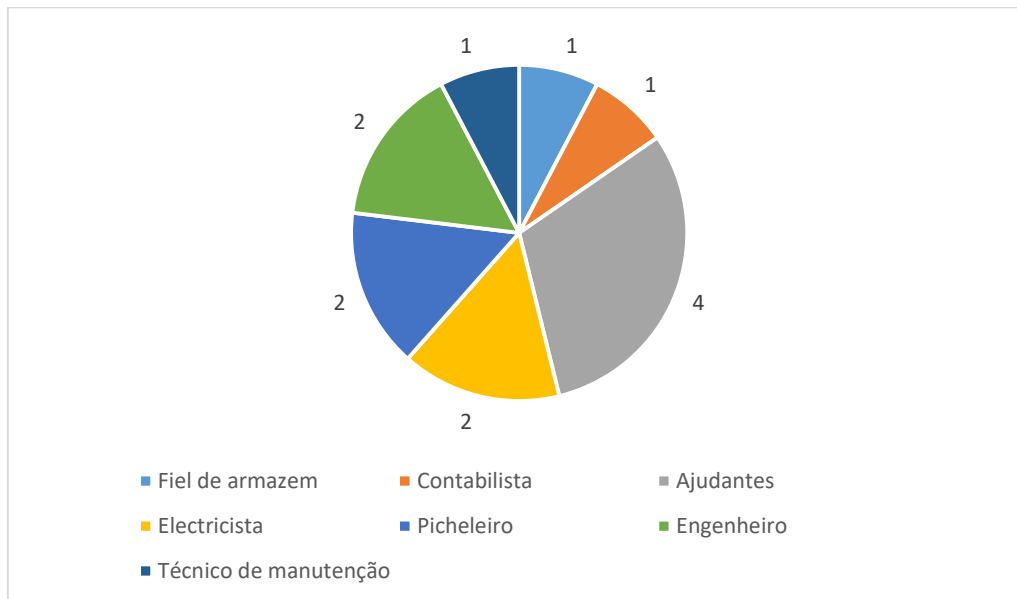


Figura 4 - Funções de cada trabalhador.

A empresa é responsável pela implantação de projetos, execução de instalações particulares e públicas em áreas tão diversificadas como: edifícios habitacionais, edifícios comerciais, complexos polidesportivos, unidades industriais, unidades hospitalares e reabilitação de edifícios, entre outras instalações de carácter público, trabalhando também com subempreiteiros. Os principais ramos abrangentes em obra são a instalação de sistemas AVAC, redes de incêndio, redes de águas e esgotos e sistemas solares.

Ao longo dos seus 23 anos de existência, a NORINSTELENOR - Instalações Especiais, Lda. já demonstrou por inúmeras vezes a sua capacidade profissional com as suas mais variadíssimas empreitadas. De entre as muitas instalações realizadas salientam-se algumas com uma maior importância, como é o caso do novo Hospital Sousa Martins na Guarda ou a Clínica de Saúde São Mateus em Viseu na área de saúde hospitalar. Já no que diz respeito a serviços, podemos salientar as piscinas municipais da Guarda, a Escola E B 2,3 Padre Donaciano de Abreu Freire ou o Hotel Rural de Linhares da Beira.



Figura 5- Remodelação do Hospital Sousa Martins, Guarda [9].

1.3. Problema em estudo e sua relevância

Com o aumento contínuo da população, a indústria alimentar tende a demonstrar, igualmente, uma tendência de crescimento acentuado, fazendo com que os fabricantes procurem tecnologias e soluções que permitam obter produção durante todo o ano independentemente da época em questão, ou seja, ainda que o alimento apenas se produza em determinada estação, este conseguir produzir-se também nas restantes estações do ano.

Com o aumento da produção é também de elevada importância que os produtores consigam reduzir custos, pois os regulamentos são mais rigorosos com as questões de segurança e qualidade alimentar, o que muitas vezes exige maiores gastos e encarece o produto final.

Nesta dissertação iremos perceber como fazer a instalação mecânica de equipamentos de climatização que conjuguem as condições ideais para a produção de *Pleurotus Ostreatus* em substrato, numa unidade industrial de temperatura e humidade controlada.

Para uma produção em pleno irá ser feita a instalação de equipamentos de climatização. Pretende-se a obtenção de temperaturas ideais ao desenvolvimento do produto em questão e equipamentos de ventilação dos espaços, dado que os cogumelos se encontram a produzir e irá ser libertada uma elevada quantidade de dióxido de carbono que terá de ser retirada substituindo o ar do interior.

Outro problema que se colocou foi o de conseguir manter temperaturas diferentes em diferentes espaços, nomeadamente salas de produção que precisam de ser aquecidas e outras

que precisam de ser arrefecidas. Estas exigências recaem sobre o facto de que as cargas térmicas de aquecimento e de arrefecimento diferem nas diferentes fases de produção.

1.4. Objetivos

Este projeto final de mestrado tem como objetivo o estudo dos sistemas mecânicos de aquecimento, arrefecimento e ventilação para a boa produção de *Pleurotus Ostreatus*. Serão abordadas as condições específicas que o cogumelo necessita, nas diferentes fases, para a sua produção.

Para uma boa implementação de obra, e dado que, do ponto de vista do projeto, apenas temos o cálculo das cargas térmicas para produção, procedeu-se a um apoio ao projeto com elaboração de desenhos, mapas de quantidades, esquema de princípio e uma pequena memória descritiva. Nesta dissertação abordam-se os principais equipamentos, qual a sua funcionalidade e modo de funcionamento.

Para o caso prático iremos apresentar uma solução orçamentada junto do dono de obra com todo o equipamento necessário. A instalação em obra, além das máquinas de aquecimento, arrefecimento e ventilação, tem a necessidade de componentes de apoio como condutas, tubagens, válvulas e demais acessórios imprescindíveis ao funcionamento da instalação.

Serão utilizados três sistemas distintos que funcionam interactivamente para que consigamos ter um ambiente controlado dentro das diversas salas de produção. A produção será feita em várias salas, conseguindo assim ter várias fases de produção ao mesmo tempo. Visto que as condições são diferentes de ciclo para ciclo, teremos de ter um sistema de controlo para cada sala, de modo que se consiga uma adaptabilidade às necessidades das respetivas fases de produção.

2. Impacto do ambiente na produção alimentar

O estado do ambiente condiciona decisivamente a qualidade de vida das pessoas. Da mesma maneira que influencia o comportamento do ser humano, atua também positiva ou negativamente no crescimento dos alimentos e na forma como estes se vão desenvolver.

Não só as condições ambientais (térmicas, acústicas e de iluminação) mas também as exigências da edificação e higiénicas são determinantes para o cultivo de produtos pertencentes ao grupo de organismos eucariotas e de origem vegetal. Deve criar-se o ambiente necessário para evitar a deterioração na produção alimentar, pois este é um bem que a natureza nos faculta e não deve ser desperdiçado.

O presente capítulo ocupa-se do estudo da cidade da Guarda, mais objetivamente, das condições climatéricas existentes, e fará também uma abordagem ao *Pleurotus Ostreatus* dando a conhecer o fungo que vai ser produzido e as condições que implicam o seu cultivo. Com isto, pretende fazer-se uma junção de ambas as informações e concluir quais as melhores soluções para criar a atmosfera mais favorável dentro das salas de cultivo.

2.1. Condições ambientais na cidade da Guarda

Com uma paisagem natural singular, a cidade da Guarda apresenta um clima temperado com influência mediterrânica e uma localização geográfica privilegiada. Rui Jacinto referencia a sua localização como “o ponto de encontro da serra com o imenso planalto que se vai prolongar por toda a Meseta Ibérica, na confluência de três importantes bacias hidrográficas nacionais”, que são elas o Mondego, o Côa e o Zêzere. Esta cidade tem ainda a particularidade de ser historicamente conhecida como a mais alta de Portugal, com uma altitude de 1056 metros [10].

O ar, uma qualidade bastante reconhecida desta cidade, tem uma particularidade especial pois foi distinguido em 2002 pela Federação Europeia de Bioclimatismo, ficando a Guarda com o título de primeira Cidade Bioclimática Ibérica [11].

Para melhor conhecimento do comportamento da temperatura da cidade analisámos os dados climatológicos recolhidos pelo IPMA, referentes à cidade da Guarda entre os anos de 1981 e 2010. A nível geral verificámos que a temperatura média anual desta cidade é de 11,15°C, observando uma temperatura média de 4°C em janeiro, sendo o mês com temperaturas mais baixas, e o mês de julho, com uma média de 19,7°C, assinala-se como o mês mais quente do ano. Concluimos ainda que nos meses de julho e agosto se regista uma temperatura máxima

média de 25,1°C e 25°C, respetivamente, e em dezembro uma temperatura média mínima de 1,2°C [12]. Após esta última análise verificámos que na cidade da Guarda existem picos de temperatura muito elevados nas estações com um gradiente de temperatura mais díspar.

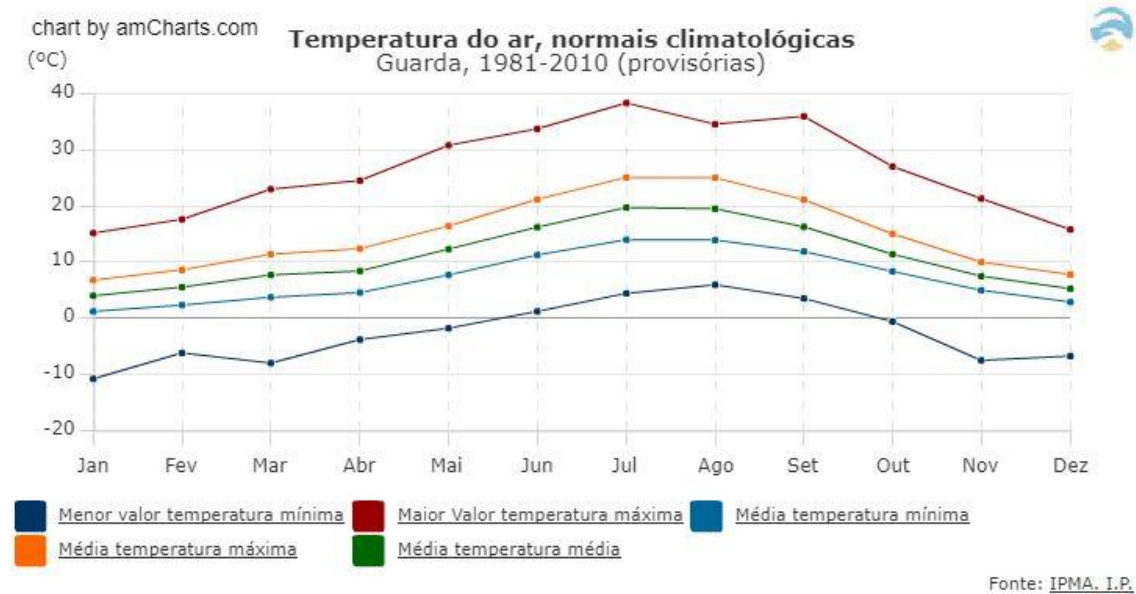


Figura 6 - Temperatura do ar, normais climatológicas na cidade da Guarda entre 1981-2010 [12].

A respeito da precipitação, e também com informação do Instituto Português do Mar e Atmosfera, após análise da figura 7 constatamos que, durante os anos de 1981 e 2010, o mês mais chuvoso é o de dezembro com um valor médio da quantidade total de precipitação de 150,6mm, sucedendo-se novembro com precipitações de 127,1mm. Como meses menos chuvosos, prevendo-se o cenário, exibem-se os meses de agosto e julho com precipitações de 10,4mm e 18,2mm respetivamente.

chart by amCharts.com
(mm)

Precipitação, normais climatológicas Guarda, 1981-2010 (provisórias)

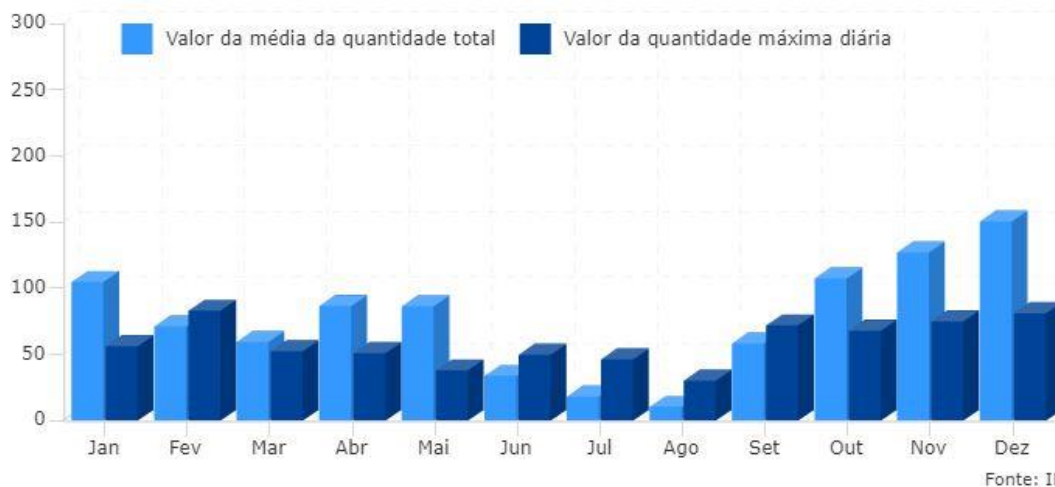


Figura 7 - Precipitação, normais climatológicas na cidade da Guarda entre 1981-2010 [12].

A condição de humidade na cidade da Guarda é bastante seca em relação às outras cidades localizadas em Portugal continental, como podemos observar na figura 8.

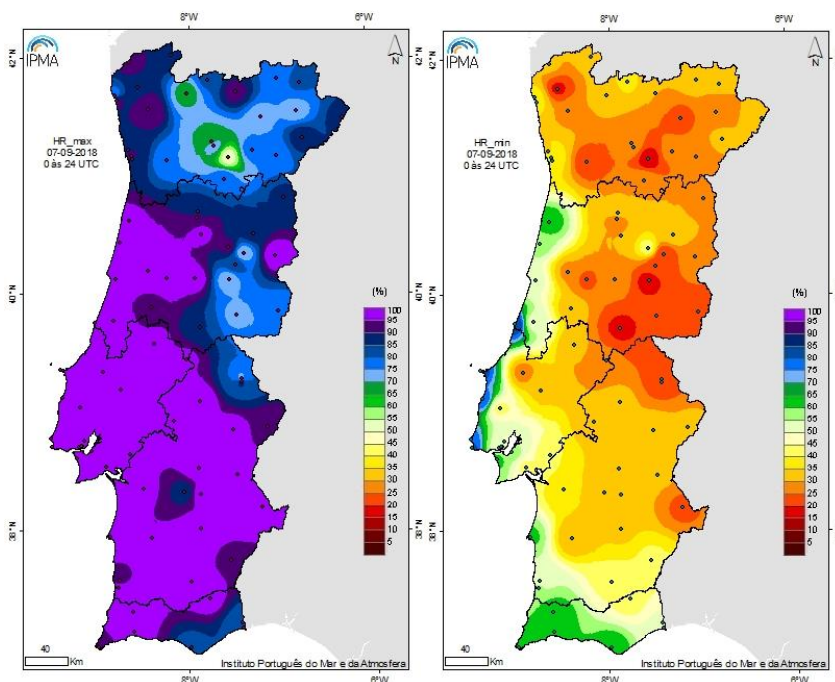


Figura 8 - Humidade relativa máxima do ar (esquerda) [13], e mínima (direita) [14].

Como cidade de excelência bioclimática vai ter de existir uma abordagem importante na matéria de construção energeticamente eficiente.

2.2. Introdução ao Reino Fungi

Muito embora não haja datas exatas do início da produção e utilização dos cogumelos, sabe-se que este já faz parte do reino dos fungos há aproximadamente 300 milhões de anos. Os povos primitivos tinham como meios de sobrevivência a caça e a agricultura, e desta maneira, o cogumelo apareceu na pré-história como forma de alimento para as civilizações [15].

Com o evoluir da sociedade, o cultivo deste fungo apareceu como uma forma eficiente de amenizar a pobreza nos países subdesenvolvidos, pois é um produto que apresenta uma produção rápida e com baixos custos. Os rendimentos elevados e o rápido retorno, foram também fatores a ter em conta [16].

Pertencente ao reino dos fungos, Reino Fungi, o cogumelo diferencia-se bastante dos animais, plantas e das bactérias e, como fungo, a sua alimentação passa pela absorção de nutrientes do material orgânico onde se desenvolvem [17] [18]. A figura 9 ilustra o modo de reprodução e o ciclo de vida do cogumelo.

Os esporos, que são produzidos nas lâminas do cogumelo, são a unidade de reprodução do fungo, e a parte vegetativa é formada por uma rede de filamentos ramificados, que são as hifas. Por sua vez, as hifas formam o micélio. É o micélio que se encarrega da sustentação e absorção de nutrientes [18] [19].

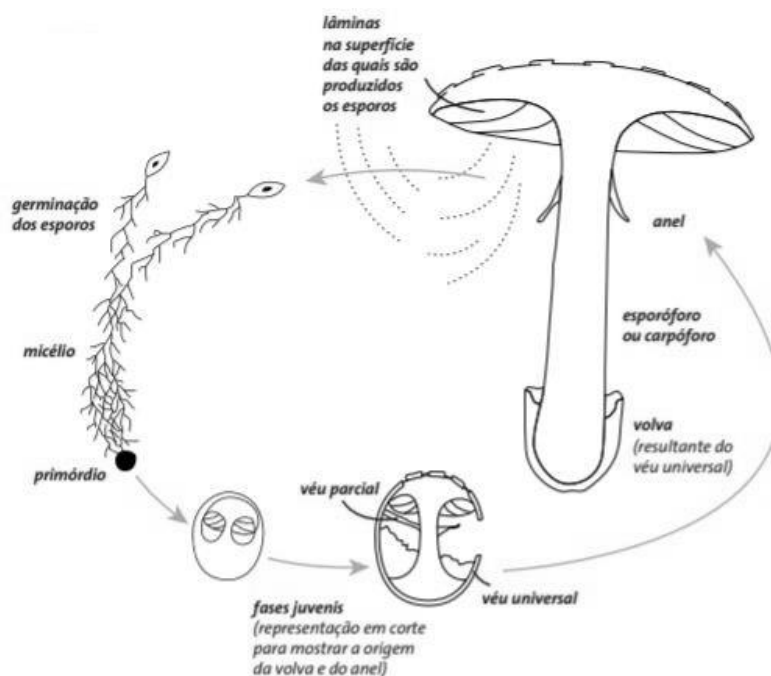


Figura 9- Ciclo de vida do cogumelo [20].

Segundo Shu-Ting Chang e Philip Miles, o cogumelo é definido como “a macrofungus with a distinctive fruiting body which can be either epigeous or hypogeous. The macrofungi have fruiting bodies large enough to be seen with the naked eye and to be picked up by hand” [16]. Este fungo é de tão fácil desenvolvimento que muitas vezes pode ser observado em ruas citadinas.

O facto de não ser apenas benéfico a nível alimentar, mas também medicinal, faz do cogumelo um produto exclusivo e utilizado em quase todas as partes do mundo. A fácil manutenção e adaptabilidade às condições climáticas facilitam a produção do mesmo e faz dele um alimento portentoso [18].

2.2.1. *Pleurotus Ostreatus* (Cogumelo Ostra)

De acordo com Hawksworth, existem cerca de 1.5 milhões de espécies de fungos, no entanto apenas 69 mil são conhecidas [21]. O fungo que se apresenta com maiores produções é *Agaricus bisporus* (38% da produção mundial), sendo o que se encontra mais facilmente nas cadeias alimentares. Porém a produção de *Pleurotus Ostreatus* (25% da produção mundial), tem-se vindo a desenvolver e já se encontra como o segundo mais cultivado [22].

No conjunto dos *Pleurotus* podemos encontrar mais de 20 espécies de cogumelos espalhadas por todo o mundo, sendo que o cogumelo ostra se insere neste grupo. O *Pleurotus Ostreatus* pertence à categoria de fungos saprófitos e a sua reprodução passa pela decomposição de matéria orgânica do substrato [18]. Este cogumelo desenvolve-se em troncos de árvores abatidas e outros substratos e as condições mais favoráveis de temperatura para o seu desenvolvimento ocorrem desde o final do outono até primavera [16].

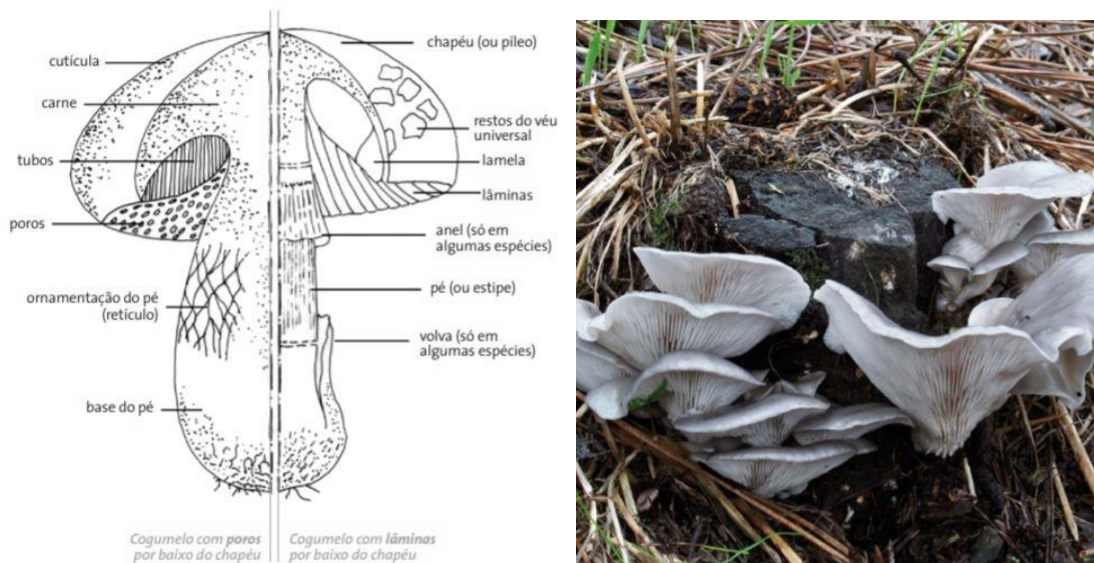


Figura 10- A imagem da esquerda representa dois tipos de corpos frutíferos e a da direita mostra o *Pleurotus Ostreatus* já desenvolvido [20].

A reprodução do Cogumelo Ostra é sexuada e feita através de esporos (que dão origem ao micélio) [23] [18]. Este cogumelo é assim denominado devido ao seu aspeto. As características morfológicas, que podem ser observadas na figura 10, são [20] [24]:

- Chapéu plano-convexo expandido em forma de espátula, de concha ou leque onde o diâmetro pode ir de 5 a 15 centímetros com cor acinzentada ou esbranquiçada;
- Lâminas debaixo no chapéu dispostas radialmente e com cor também acinzentada ou esbranquiçada;
- Cutícula separável, lisa e com um brilho gorduroso;
- Anel ausente;
- E pé piloso e curto, face ao diâmetro do chapéu, compacto e rijo.

O cultivo de *Pleurotus Ostreatus* tem vindo a assumir uma grande importância na indústria alimentar, uma vez que apresenta uma produção menos complexa, um ciclo reprodutivo reduzido e boa rentabilidade, numa combinação de fatores aliados ao facto de poder ser utilizado nas mais variadas refeições.

2.2.2. Fases de produção

As necessidades orgânicas das espécies selvagens fazem da natureza um mundo complexo. O cogumelo não é exceção, e este, como a maior parte da natureza viva, necessita de água,

oxigénio e nutrientes. No caso dos *Pleurotus Ostreatus* o substrato surge em árvores mortas ou em grandes pedaços de madeira [25].

Margarida Sapata considerou 4 principais fases para a produção dos cogumelos em salas de ambiente controlado, sendo a primeira a fase de colonização micelial ou incubação, a segunda a fase de frutificação ou produção, a terceira a fase de repouso e a quarta fase e última a desinfeção da sala [26].

De uma forma mais extensa, e segundo as características que me foram fornecidas em conversa com a Certavac, descrevem-se as fases de produção como:

- A fase de incubação passa pelo desenvolvimento do micélio à custa do substrato. É uma atividade biológica intensa pois o micélio degrada o substrato na procura de nutrientes. Este processo é visível pela formação de uma massa branca e compacta. Tem duração de 20 dias e total ausência de luz [18] [27] [28]. Nesta fase é também controlada a temperatura (22-25°C) e humidade (75-80%). Nesta fase não é feito o controlo de CO₂ [29].
- A fase de frutificação verifica-se quando os cogumelos sofrem um choque frio, após o desenvolvimento micelial. A duração é de 6 dias, a temperatura ronda entre os 17-20°C e a humidade os 85-95%. O CO₂ tem de ser reduzido (500 a 1000 ppm) e tem de existir um fotoperíodo de 12h para se conseguir a frutificação [17] [18].

O sistema de aquecimento e arrefecimento são utilizados para manter a temperatura desejada e o humidificador para ajudar a controlar a humidade [29].

- Após a colheita da primeira frutificação a produção deve ficar em repouso durante 12 dias. A temperatura deve estar entre 22 a 25°C, a humidade deve ter uma percentagem de 75 a 80%. O dióxido de carbono não necessita de ser controlado e não deve existir luz na sala. Tudo isto é fundamental para que se inicie um novo período de frutificação.
- O último processo, de desinfeção da sala, prolonga-se por cerca de 4 dias a uma temperatura de 20 graus. A temperatura, humidade e o dióxido de carbono não são controlados e a luz deve ser nula.

2.2.3. Parâmetros de cultivo de *Pleurotus Ostreatus*

Para produção do fungo *Pleurotus Ostreatus* é necessário ter em atenção vários fatores como: humidade relativa, temperatura do ar, tempo de cultivo, CO₂, renovação do ar, luz. Deste modo percebemos que o cogumelo necessita de alguns cuidados, não obstante o facto de não ser um alimento muito exigente.

Neste sentido, a temperatura que irá ser empregue no projeto varia dependendo da fase de cultivo em que se encontra o cogumelo, sendo que independentemente das fases deverá ser

amena. Desta forma, nos ciclos de incubação e repouso apresentamos uma temperatura variável entre os 22 e 25°C, na 1ª, 2ª e 3ª incubação uma temperatura variável entre os 17 e 20°C e na desinfecção da sala uma temperatura constante de 20°C.

A monitorização do dióxido de carbono é também de importantíssimo valor, isto porque é fundamental maximizar os cogumelos. Dever-se-á reduzir a concentração de CO₂ existente no ar, pois este vai ser produzido durante o estado de crescimento do cogumelo, o que afeta negativamente a frutificação [30]. Os níveis de CO₂ devem então ser reduzidos a menos de 1000 ppm para colmatar a má formação do fungo que por norma é notória nas hastes longas e chapéus pequenos [31]. Os valores de dióxido de carbono que utilizaremos no projeto de produção de *Pleurotus Ostreatus* são de 500 a 1000 ppm nas fases de frutificação.

Além da temperatura e do dióxido de carbono é importante controlar a humidade e a luminosidade. Segundo a Certavac, observamos que estas têm exigências: de ausência de luz e percentagem de humidade relativa de 75 a 80% nas fases de incubação e repouso; e nas fases de frutificação a percentagem de humidade relativa deve rondar entre 85 e 95% acompanhada de um fotoperíodo de 12 horas.

Tabela 1 - Características de produção do *Pleurotus Ostreatus*.

Fases de Cultivo	Dias	Temperatura (°C)	Humidade relativa (%)	CO ₂	Luminosidade (100-200lux)
Incubação	20	22-25	75-80	----	Sem Luz
1ª Frutificação	6	17-20	85-95	500 a 1000 ppm	Fotoperíodo 12h
Repouso	12	22-25	75-80	----	Sem Luz
2ª Frutificação	6	17-20	85-95	500 a 1000 ppm	Fotoperíodo 12h
Repouso	12	22-25	75-80	----	Sem Luz
3ª Frutificação	6	17-20	85-95	500 a 1000 ppm	Fotoperíodo 12h
Desinfecção da sala	4	20	----	----	Sem Luz
Total	66	----	----	----	----

A manipulação do ambiente, através de engenhos atuais, permite a produção deste fungo durante todo o ano, em fases de cultivo mais curtas e com melhor qualidade do produto, isto

tudo sem serem necessárias instalações com grande complexidade, podendo ainda aproveitar-se determinados resíduos agrícolas e agro-industriais [18] [32].

2.2.4. Ensaio para produção de *Pleurotus Ostreatus* (Cogumelo Ostra) em salas de ambiente controlado

A sala de cultivo deve ser preparada consoante as necessidades do cogumelo. No presente caso, para a produção de *Pleurotus Ostreatus* deve ter-se em conta:

- Ventiladores (que estão contidos nas UTAS);
- Conduatas de ar;
- Chiller (para água gelada);
- Caldeira (para água quente);
- Tubagem e válvulas;
- Instrumentos de controlo e medição;
- Sistemas de humidade e sistemas de iluminação.

Após instalação das máquinas ter-se-á de ter em conta as despesas após utilização das mesmas. Os valores dependem do volume de substrato presente na sala e da especificidade do processo de produção [29].

A sala tem de possuir características que não lhe permitam ter problemas de contaminação e pragas. Esta deve garantir cuidados no isolamento térmico e impermeabilização do interior de forma a garantir uma sala limpa e uma boa eficiência energética. O facto de estarmos a lidar com um fungo faz com que o fator da limpeza tenha especiais cuidados. Segundo um estudo feito pela Certavac, os materiais a serem empregues neste projeto devem ser resistentes à corrosão pois a sala irá estar exposta a humidades muito elevadas, o chão deve ser de fácil lavagem facilitando a limpeza e desinfeção e igualmente resistente à corrosão.

Nos desenhos técnicos podemos observar que o projeto será composto por 4 salas de cultivo, duas delas com 294m³ e as outras duas com 245m³. Em cada sala irá ser possível a produção de 600 a 700 sacos de *Pleurotus Ostreatus*, onde existirão 5 ciclos de produção anuais com uma produção total de 2000 kg/sala/ciclo.

O controlo das salas é extremamente importante no cultivo deste fungo, pois irá ter influência na rentabilidade do cogumelo.

2.3. Relação entre as condições atmosféricas da cidade da Guarda e produção de *Pleurotus Ostreatus* (Cogumelo Ostra)

Existem três fatores importantes a ter em conta na maximização da eficiência energética: o contexto geográfico; o comportamento dos agentes dado o contexto geográfico; e o equilíbrio entre os agentes e a obra construída. O bioclimatismo consiste em encontrar o ponto de equilíbrio entre estes três fatores de modo a reduzir ao máximo as fontes energéticas. [33]

O clima influencia as características e qualidade do ar, não só pelo valor da humidade do ar, da temperatura, da quantidade de dias de sol e da pressão atmosférica, mas também pelos poluentes presentes. [33]

A altitude de 1056m na cidade da Guarda dificulta o processo de crescimento de fungos, pois a humidade apresenta-se mais baixa e nas salas vai ter de haver maior controlo. A percentagem de humidade ideal para cultivo oscila entre 75 a 95%.

A temperatura existente nas salas de atmosfera controlada deve oscilar entre os 17 e 25 graus, dependendo da fase de cultivo em que se encontra o cogumelo. O facto de a cidade da Guarda apresentar temperaturas máximas médias a rondar os 25 graus e mínimas médias a rondar o 1 grau, vai submeter o projeto à utilização de um sistema de climatização obrigando a sala a obter a temperatura ideal para a produção do *Pleurotus Ostreatus*.

Para controlo de dióxido de carbono, uma vez que este tem que ser retirado pois com a presença de demasiado CO₂ o cogumelo não se consegue reproduzir, é aplicada uma sonda que avalia o estado do ar de retorno que faz comunicação à GTC, que por sua vez faz comunicação com a UTA. A UTA, por sua vez, faz o controlo do ar de maneira a reduzir o CO₂ existente nas salas de cultivo, por meio de renovação do ar.

Controlando todos os parâmetros necessários para uma boa produção de *Pleurotus Ostreatus*, tais como a temperatura, humidade, dióxido de carbono, luminosidade e controlo de números de dias nas fases de cultivo, e empregando os materiais e máquinas necessárias de maneira correta, conseguimos criar o ambiente essencial para um cultivo ideal do cogumelo.

3. Sistemas de AVAC em estudo

3.1. Introdução

O conceito AVAC é utilizado para descrever sistemas de climatização e pode abranger sistemas de aquecimento, ventilação e ar condicionado, como referido anteriormente. Tanto a climatização como a qualidade do ar são de extrema relevância nos dias de hoje, quer seja pelo conforto, pela produtividade ou pela necessidade particular de determinadas condições de produção.

Os sistemas de climatização podem agrupar-se em três grupos distintos: centralizados, individuais e modulares, variando de acordo com a área a climatizar e com o local de produção de calor/frio.

Os sistemas centralizados têm por objetivo climatizar a globalidade do edifício e os equipamentos primários (caldeira, chiller) localizam-se na casa das máquinas ou zona técnica circulando depois um fluido no sistema secundário que leva a que os espaços fiquem à temperatura desejada. “Sistema de climatização centralizado é designado por um sistema em que o equipamento necessário para a produção de frio ou de calor (e para a filtragem, a humedificação e a desumidificação, caso existam) se situa concentrado numa instalação e num local distinto dos espaços a climatizar, sendo o frio ou calor (e humidade), no todo ou em parte, transportado por um fluido térmico aos diferentes locais a climatizar” [34].

Dentro dos sistemas centralizados eles podem ainda dividir-se consoante o tipo de fluido utilizado e consoante o tipo de máquinas. Podemos ter sistemas apenas com água, sistemas apenas com ar, ou sistemas com os dois fluidos conhecidos como sistemas “ar-água” [35]. Na figura 11 podemos ver a classificação dos sistemas “tudo ar”.

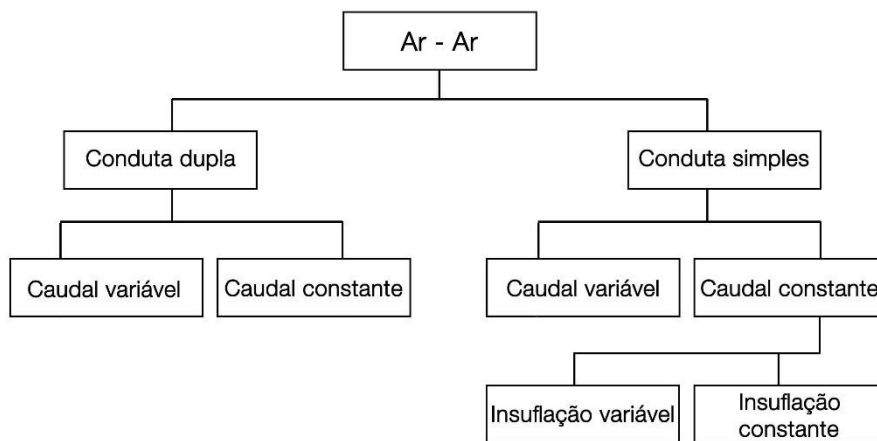


Figura 11 - Sistema “tudo-ar” adaptado de [35].

Nos sistemas “tudo-ar” o fluido utilizado para remover a carga térmica é o ar, após o respetivo tratamento nos sistemas individuais ou centralizados.

O ar tratado pode seguir para uma única zona ou pode seguir para várias zonas. No primeiro caso o ar tratado na unidade central é difundido no local a climatizar por uma única conduta. Neste sistema as baterias de aquecimento/arrefecimento encontram-se montadas em série sendo a temperatura do ar insuflado igual para todas as zonas [36]. Podemos distinguir quatro tipos de sistemas:

- Sistema com volume de ar constante uni zona ou zona simples;
- Sistema com volume de ar constante com reaquecimento terminal;
- Sistema com volume de ar variável;
- Sistema com volume de ar variável com reaquecimento.

Quando o sistema é de conduta dupla, as baterias encontram-se instaladas em paralelo sendo o ar tratado de forma diferente de bateria para bateria. Com esta solução consegue-se produzir diferentes condições ambientais consoante as necessidades do espaço a climatizar [36]. Estes sistemas podem dividir-se em três grupos:

- Sistema com volume de ar constante;
- Sistema com volume de ar constante e com reaquecimento;
- Sistema com volume de ar variável.

O ar insuflado, através de condutas, grelhas e difusores é tratado preliminarmente. As unidades produtoras de água quente/gelada (Chiller/Bomba de calor e Caldeira) que garantem a produção primária de frio e calor, operam com fluidos refrigerantes e água.

No seguinte capítulo vamos fazer um breve estudo e introdução aos principais tipos de equipamentos que vão fazer a climatização das salas de produção de *Pleurotus Ostreatus*.

Faremos uma descrição pormenorizada de cada equipamento bem como o seu método de funcionamento. Apesar de existirem diversos equipamentos no mercado, tanto a nível de aquecimento como arrefecimento, os equipamentos escolhidos tiveram em conta a eficiência energética bem como uma responsabilidade ambiental de acordo com o aquecimento global.

Para aquecimento foi selecionada uma caldeira a biomassa evitando a utilização de combustíveis fósseis. Já no que toca ao arrefecimento, a escolha recai sobre um chiller de compressão do tipo bomba de calor, dada a sua flexibilidade de variação de potências de trabalho. Apesar de existirem inúmeras soluções no mercado, tanto para aquecimento como para arrefecimento, estas são as duas soluções que oferecem mais garantias para as condições desejadas na produção.

No que toca à ventilação, e visto que as salas estão a trabalhar com fases de produção diferentes, as condições ambientais terão de ser controladas. Como tal, para cada sala vai ser instalada uma UTA, com controlo próprio que irá climatizar e fazer a renovação de ar consoante seja necessário.

Para interligação de todo o sistema este pode ser descrito com o auxílio de um diagrama de blocos onde a UTA impõe as condições para todo o sistema com as decorrentes decisões para utilização dos diversos fluidos.

As UTAs recebem ar ambiente do exterior, ar de retorno dos espaços tratados e água aquecida, saída da caldeira ou arrefecida a partir do chiller. Posto isto, é através das UTAs que se define qual a proporção do ar de retorno que pode ser insuflado novamente pela conduta têxtil e qual o que tem de ser renovado pela introdução de ar novo. Caso o ar de retorno esteja em condições é reutilizado, caso não esteja é eliminado para o exterior.

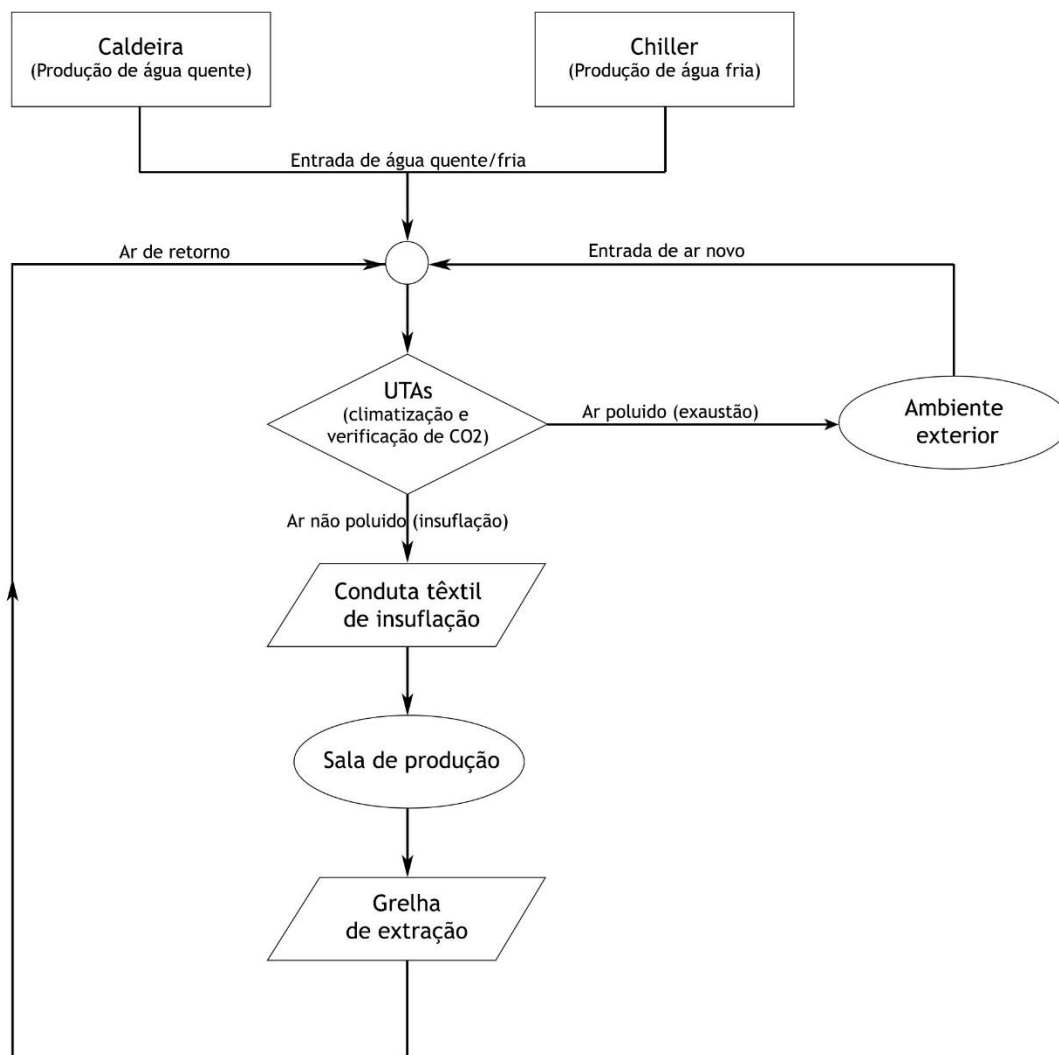


Figura 12 - Diagrama de blocos com o processo de climatização das salas de produção.

É de salientar que as soluções técnicas apresentadas foram ajustadas de acordo com os parâmetros de qualidade e de economia que se consideraram mais favoráveis, tendo em conta as características necessárias à produção e as características do edifício.

3.2. Chiller de compressão do tipo bomba de calor

Segundo Ibrahim Dinçer a refrigeração tem como definição ser o processo de remoção de calor de um meio quer seja sólido, líquido ou gasoso, com o objetivo de diminuir a temperatura do mesmo [37].

Existem diversos sistemas de arrefecimento no mercado, contudo os mais utilizados são aqueles que produzem frio continuamente e que utilizam fluidos frigorígenos.

Os chillers são um dos mais utilizados na indústria, onde podem recorrer a energias renováveis ou outro tipo de combustível. No seu processo podem apresentar variações no que toca ao fluido de trabalho utilizado.

Em comparação com outro tipo de equipamentos, os chillers de produção de água gelada, a par dos rooftops, consomem menos energia para a climatização de espaços, muito devido ao facto de utilizarem água gelada no processo, o que pode reduzir a conta da electricidade até 50% [38]. Além da alta eficiência ao desempenhar as suas funções, o chiller tem também uma longa durabilidade que lhe confere uma mais-valia dada o investimento inicial ser elevado.

3.2.1. Ciclo de refrigeração por compressão do vapor

Apesar de existirem vários tipos de ciclos de refrigeração, o chiller utiliza um ciclo de compressão de vapor que é o mais utilizado em grandes sistemas de refrigeração industrial. Este sistema é constituído por um compressor, um evaporador, um condensador e uma válvula expansora.

O chiller tem como principal objetivo remover o calor da água de modo a refrigerá-la, e independentemente do tamanho do sistema, este tem sempre na sua constituição, pelo menos, um evaporador e um compressor, elemento este que necessita de mais energia elétrica [39].

Nestes sistemas é utilizado um fluido, que circula em circuito fechado, que sofre processos de compressão, arrefecimento com condensação, expansão e aquecimento com evaporação [40].

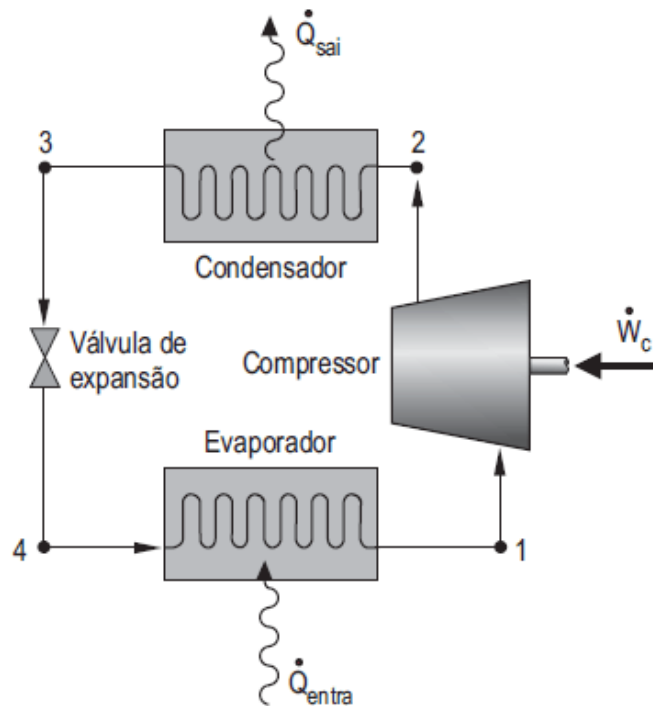


Figura 13 - Esquema básico do sistema de compressão de vapor [41].

Num ciclo de refrigeração por compressão de vapor ocorrem quatro processos termodinâmicos que são: a evaporação, compressão, condensação e expansão. Estes processos encontram-se interligados entre si formando um ciclo.

Sabendo que o fluido refrigerante se encontra sob a forma de vapor saturado e a baixa pressão, este dá entrada no compressor, que é o que ativa todo o sistema. O compressor realiza trabalho sobre o fluido, comprimindo-o num processo isentrópico, que faz com que este diminua o seu volume e conseqüentemente aumente a pressão e a temperatura do fluido refrigerante até atingir a pressão de condensação [39].

Por sua vez, o condensador, vai receber o vapor saturado do compressor e vai arrefecê-lo, passando assim do estado gasoso para o estado líquido. O condensador arrefece o vapor através da sua superfície externa, rejeitando o calor adquirido no compressor para o meio ambiente, condensando assim o fluido refrigerante [39].

Seguidamente o fluido refrigerante é encaminhado para a válvula de expansão onde o líquido saturado do condensador sofre um decréscimo de pressão. Depois do líquido refrigerante passar por esta obstrução origina-se uma mistura de líquido e vapor com temperatura e pressão baixas [40].

Esta mistura, para finalizar o processo e iniciar um novo ciclo, é encaminhada a atravessar o evaporador, onde recebe o calor existente no meio ambiente provocando assim a evaporação total do fluido refrigerante, ficando este pronto para entrar novamente no compressor e dar assim início a um novo ciclo [39].

Este ciclo de compressão de vapor pode ser traduzido e observado num diagrama T-s e p-h onde podemos distinguir quatro processos distintos:

1. Compressão a entropia constante (1-2);
2. Condensação a temperatura constante (2-3);
3. Expansão a entropia constante (3-4);
4. Evaporação a temperatura constante (4-1).

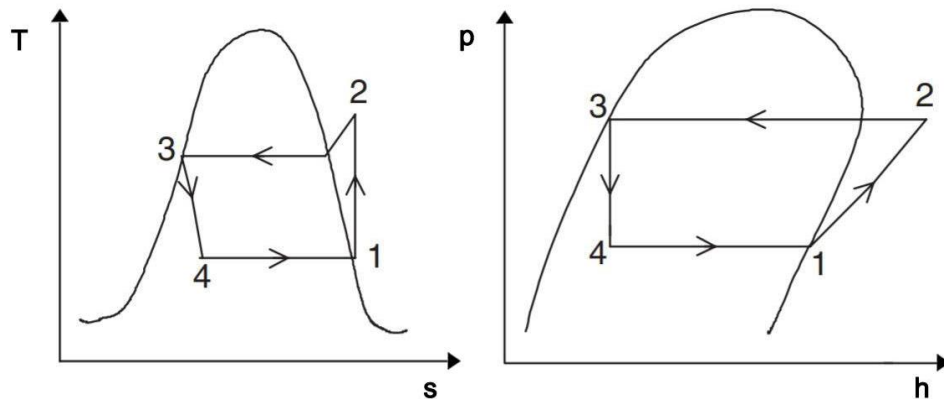


Figura 14 - Diagrama T-s (esquerda) e Diagrama p-h (direita) [37].

No entanto, o ciclo real difere do ciclo padrão descrito anteriormente devido à queda de pressão nas linhas de descarga, bem como na transferência de calor entre o fluido refrigerante e os seus componentes.

No ciclo real, o processo de expansão dá-se a uma menor entalpia de modo a que chegue apenas líquido à válvula expansora, enquanto na compressão acontece o inverso dado que o compressor produz calor aumentando a pressão e a entalpia. Já no que toca aos processos de evaporação e condensação estes têm uma quebra de pressão admitindo-se assim uma perda de carga durante o ciclo.

3.2.2. Componentes do sistema de refrigeração

Cada componente que constitui o sistema de refrigeração é afetado de maneira diferente, alterando assim a sua capacidade de arrefecimento. Contudo o sistema precisa de estar em equilíbrio para o bom funcionamento, sendo necessário a adaptabilidade de uns componentes aos outros.

O compressor, como já referido anteriormente, é o elemento de maior importância no processo e o elemento que mais energia consome, como tal, é um elemento indispensável, pois é no

compressor que se inicia o ciclo. Assim, podemos afirmar que a escolha do compressor vai influenciar o consumo energético da instalação. O compressor é uma máquina industrial idealizada para aumentar a pressão de um fluido, pelo que, neste ciclo tem a função de comprimir um fluido de forma a evaporar a uma temperatura inferior à temperatura de condensação [42].

No ciclo de refrigeração a componente que se segue é o condensador. Esta unidade possibilita a transferência de calor entre os dois fluidos (entre o fluido frigorífero e o fluido absorvente) rejeitando o calor existente no sistema para o meio ambiente. Podem distinguir-se três fases no condensador, primeira fase quando é retirada energia ao fluido, no estado gasoso, segunda fase quando existe perda de calor latente e mudança do estado gasoso para o estado líquido e na terceira fase é quando existe a condensação e respetiva perda de calor sensível. Por outras palavras podemos afirmar que na condensação o gás saturado que condensa, em contacto com o ar, liberta o calor para o meio [42].

A válvula de expansão é o componente que regula a quantidade de líquido refrigerante que vai ingressar no evaporador. Nos chillers as válvulas utilizadas são geralmente termostáticas de maneira a regular o fluido refrigerante que se desloca até ao evaporador, gerando uma perda de pressão e evaporando-o. Esta válvula controla a temperatura do sistema. Essencialmente a válvula reduz a pressão do fluido refrigerante, do estado líquido para o estado gasoso absorvendo calor, e regula a sua entrada no evaporador [42].

A eficiência de todo o sistema passa pelo evaporador, pois todo este processo tem como objetivo retirar calor a uma dada substância, que vai ser absorvido por este equipamento. Tal como o condensador, esta componente tem como objetivo fazer a transferência de calor entre o meio e o fluido refrigerante, mas ao contrário do condensador este vai buscar energia térmica ao meio que faz com que o fluido refrigerante passe do estado líquido para o estado gasoso. Os evaporadores têm neste ciclo a necessidade de ter uma área suficiente para que a absorção de temperatura seja ideal, não devendo existir uma diferença muito grande entre as duas substâncias para que a queda de pressão não seja demasiado elevada entre a entrada e a saída [42].

3.2.3. Características do Chiller selecionado

A unidade de arrefecimento, denominada chiller, selecionada para implementação prática é da marca DAIKIN e o modelo é o EWAQ100G-SS, observável na figura 15. Como referido anteriormente é constituído por compressor, evaporador, válvula de expansão e condensador sendo, portanto, considerado o seu funcionamento como um ciclo de compressão de vapor. Este chiller confere uma capacidade de arrefecimento de 96,7 kW e tem um baixo nível sonoro [43].

Relativamente a dimensões, apresenta uma largura de 1195mm por uma profundidade de 2680mm e com 1800mm de altura [43].



Figura 15 - Chiller DAIKIN EWAQ100G-SS [44].

Como se pode ver na tabela de características da Daikin, onde se encontra descrito o chiller em questão, este é fabricado em chapas de aço galvanizado desmontáveis para facilidade de acesso ao seu interior. Esta unidade incorpora no seu circuito de refrigeração simples dois compressores scroll, que são os mais utilizados neste tipo de equipamentos. Este tipo de compressor é constituído por duas partes separadas em forma de espiral (enquanto uma vai permanecer fixa a outra movimenta-se contra ela). As espirais são bastante semelhantes e encontram-se montadas com uma diferença de fase de 180°. Existem vários momentos em que as espirais fazem contacto uma com a outra em vários pontos. O processo de compressão deste tipo de compressor é caracterizado por um aumento de pressão do vapor refrigerante, reduzindo o volume no interior da câmara de compressão num processo caracterizado por um grande esforço mecânico. Dado a sua geometria, as espirais têm a capacidade incorporada de reduzir o volume tendo uma relação de compressão própria [45].

No processo de compressão o líquido refrigerante vai-se movimentando dos espaços mais afastados do centro para o centro aumentando assim a pressão ao longo do movimento. Quando o refrigerante chega ao centro atinge a sua pressão máxima e é expelido através de um porto de descarga. O processo de compressão é um processo contínuo [45].

Este chiller está equipado com permutador de placas de expansão direta como evaporador e é constituído por chapas de soldadas de aço inoxidável cobertas por um material isolante com 20mm de espessura. Para proteção do evaporador existe um aquecedor elétrico instalado para proteger contra o congelamento [46].

No que toca ao condensador é constituído por tubos planos com pequenas alhetas entre os tubos, inteiramente em alumínio. As alhetas entre os tubos maximizam as trocas de temperatura garantindo assim um elevado desempenho através de uma superfície pequena. Todo o equipamento foi sujeito a um tratamento especial contra a corrosão para prolongar o seu tempo de vida útil. O condensador tem ventiladores em hélice acoplados de modo a maximizar a eficiência do mesmo [46].

A válvula de expansão eletrónica possui a característica de ter um tempo de abertura e fecho extremamente rápido. Além disto, este tipo de válvula garante uma elevada eficiência energética, maior controlo de temperatura, maior variedade de condições de operação e uma monitorização remota. Permite também ao sistema trabalhar com baixas pressões no condensador (inverno), sem que tenha problemas no fluxo de refrigeração e com um controlo de temperatura na saída da água gelada ao contrário daquilo que acontece nas tradicionais válvulas de expansão termostáticas [46].

O Chiller DAIKIN EWAQ100G-SS, trabalha com o refrigerante R-410A com grau zero de destruição da camada de ozono [46]. Este refrigerante veio substituir o anterior R-22. Como grandes vantagens o R-410A apresenta uma pressão de trabalho superior o que lhe confere uma capacidade de refrigeração cerca de 50% superior ao R-22 [47]. Atualmente o R-410A é o refrigerante mais eficiente, estável e com menor impacto ambiental. Dado que a sua capacidade é superior podem-se utilizar componentes mais pequenos (tubagens, válvulas, compressores etc.) e fabricar máquinas mais compactas.

A tabela 1 contempla as principais características do chiller.

Tabela 2 - Principais características do chiller [43].

Potência de arrefecimento	96,7kW
Compressores	2 scroll
Circuitos frigoríficos	1
Escalões de potência	0-50-100
Alimentação elétrica	400v; 50Hz

3.3. Sistema para produção de AQC

Um sistema de produção de AQC é utilizado para elevar a temperatura de um fluido (água) para que posteriormente este seja transportado até ao local onde irá ser utilizado.

Existem diversos sistemas para produção de águas quentes, desde os tradicionais esquentadores aos coletores solares, passando pelas diversas caldeiras que existem no mercado.

Dentro das caldeiras existem diversas formas de as classificar, podendo elas ser classificadas de acordo com os seguintes parâmetros [48]:

- Finalidade;
- Tipo de fluido que se pretende aquecer;
- Fonte de aquecimento;
- Princípio de funcionamento.

As caldeiras utilizam um combustível de queima para fornecer energia a um fluido (água). Um dos novos combustíveis utilizados nas caldeiras como fonte de energia para a queima é a biomassa. Este combustível é uma energia renovável, não sendo por isso tão prejudicial para o ambiente como outros tipos de combustíveis.

3.3.1. Caldeiras de Biomassa

Atualmente, como alternativa aos combustíveis fósseis, são muito utilizadas as caldeiras a biomassa, que se encontram com uma grande projeção no mercado.

A biomassa é um produto endógeno que existe em grande abundância na natureza e pode ser adquirido em diversas maneiras/formatos, são elas: lenha, *pellets*, briquetes, estilha, casca de amêndoa e caroço de azeitona. Nos dias de hoje é o combustível mais económico, num mercado que se encontra em grande desenvolvimento [49]. As principais características da biomassa é o facto de ser uma energia limpa e renovável, possuir um balanço neutro em carbono e ser um recurso renovável.

Pode definir-se biomassa, de acordo com a Diretiva 2001/77/EC de 27 de setembro de 2001, como sendo “a fração biodegradável de produtos e resíduos da agricultura (incluindo substâncias vegetais e animais), da floresta e das indústrias conexas, bem como a fração biodegradável dos resíduos industriais e urbanos” [50].

Este tipo de produto é ideal para consumidores que procuram alternativas aos combustíveis fósseis, que sofrem progressivos aumentos de preço e assim pretendem equipamentos mais económicos em termos de consumos e eficiência. Apesar da biomassa se apresentar como uma alternativa económica no que toca à matéria-prima, este tipo de caldeiras tem custos elevados de aquisição, o que o torna um investimento que apenas consegue ser amortizado ao longo dos anos de utilização.

Sabendo que neste processo haverá queima de biomassa, torna-se importante mencionar, que existirá uma grande produção de cinza, comparando por exemplo com uma caldeira a gásóleo.

Estas cinzas vão acumular-se no cinzeiro e junto ao permutador, o que prevê uma manutenção preventiva que leva a custos associados a uma limpeza frequente [51]. No entanto, já existem no mercado equipamentos com limpeza automática dos principais componentes, o que não implica que não tenha que se ter uma manutenção periódica ao equipamento num maior espaço de tempo. A limpeza automática das condutas dos gases de combustão do permutador de calor, garante a remoção das incrustações criadas pelo escoamento dos gases de combustão. Já na zona de ignição a limpeza automática garante a remoção das cinzas.

Atualmente as caldeiras de biomassa mais utilizadas são as que utilizam como combustível o *pellet*, pois são fáceis de manusear e de utilizar em sistemas automáticos, o combustível é de fácil aquisição e têm atualmente um mercado bastante vasto.

Estas caldeiras são bastante sensíveis no que toca aos combustíveis utilizados na queima. Os fabricantes na maioria das vezes alertam os consumidores para a utilização de *pellets* certificados dado que existem determinados níveis de qualidade que têm de ser cumpridos, nomeadamente no que toca à humidade (inferior a 10%) e comprimento (de 6mm a 8 mm) [52]. A utilização de *pellets* de fraca qualidade e com excesso de humidade pode levar a uma acumulação de resíduos em determinados componentes e respetivo mau funcionamento da caldeira, ou até mesmo paragem por avaria.

3.3.2. Funcionamento da caldeira e componentes

Estas caldeiras têm um princípio de funcionamento muito semelhante a uma caldeira tradicional de gasóleo englobando as seguintes fases [53] [54]:

- Carregamento de *pellets* (Para que a caldeira se possa autoalimentar, os *pellets* devem ser colocados no depósito, chegando depois ao queimador de forma mecânica por meio de um sem fim, consoante a quantidade necessária para que se mantenham as temperaturas desejadas;
- Ignição (Através de uma resistência elétrica, que se encontra na parte de trás do queimador, esta irá tornar-se incandescente e com o apoio da passagem de ar vai atear os *pellets*, fazendo um ascendimento automático);
- Combustão (Na combustão o calor formado é cedido ao permutador de calor que aquece o fluido que circula no seu interior);
- Evacuação de gases (Os gases oriundos da combustão são expelidos para o exterior com o apoio de um motor de extração).

Depois do depósito de *pellets* estar abastecido e quando é requerido aquecimento do fluido a caldeira inicia o processo.

Inicialmente os *pellets* são transportados por um sem fim desde o reservatório até à câmara de combustão. Quando a matéria combustível chega à câmara de combustão o controlo da caldeira ativa uma resistência elétrica (em cerâmica) que aquece até temperaturas a rondar os 600°C [55]. Assim que se forma a brasa na câmara de combustão, a alimentação do combustível e do ar para a combustão é automatizada até que se atinga a temperatura de água desejada. Logo que a temperatura da água interior se aproxima do valor programado, a alimentação da combustão sofre uma diminuição. Caso deixe de haver solicitação do serviço de aquecimento da água esta irá ultrapassar o valor desejado, como tal, desativa de forma imediata a alimentação de *pellets*. No entanto, a insuflação de ar continua a funcionar durante mais alguns minutos para que se introduza oxigénio suficiente para que todos os *pellets* que se encontram na câmara de combustão sejam queimados [56]. Posto isto, a caldeira consegue esgotar todo o combustível existente, evitando uma possível obstrução do cinzeiro antes de entrar em modo *standby*. Quando a temperatura da água no permutador baixa para valores inferiores aos programados pelo fornecedor, esta volta ao funcionamento novamente.

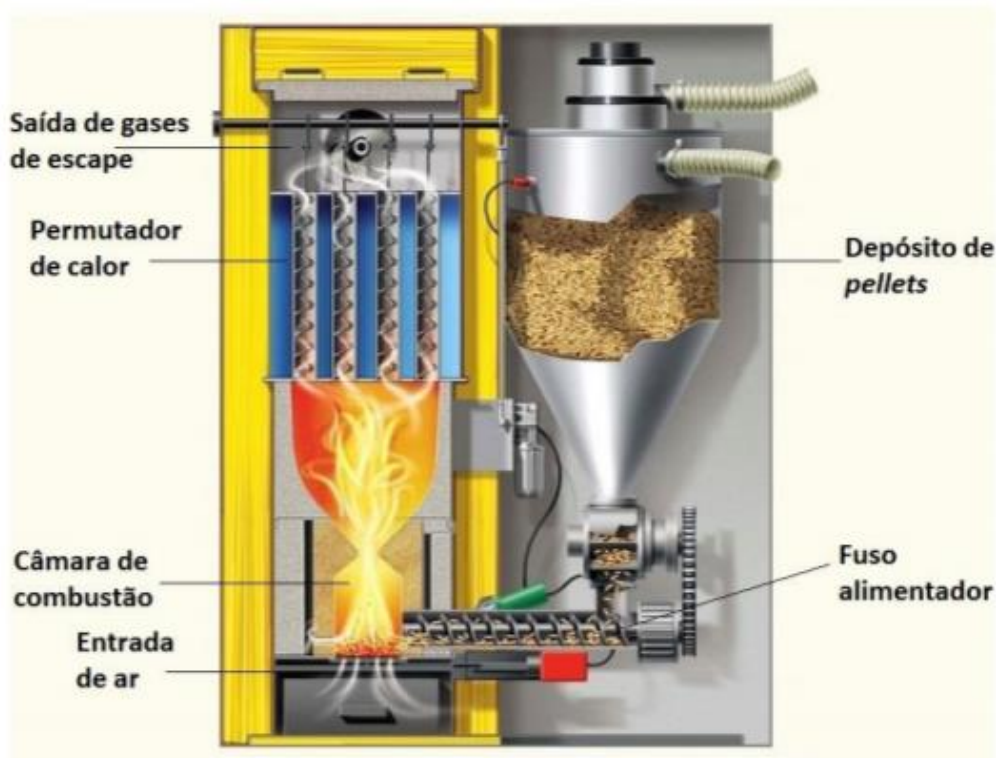


Figura 16 - Corte lateral de uma caldeira *pellets* [57].

Dado ser necessário garantir a segurança do equipamento, bem como do utilizador, existe um controlo de temperatura de fumos na conduta de exaustão, de forma a alertar caso exista alguma avaria ou erro no funcionamento. Quando os gases de exaustão atingem temperaturas a rondar os 230°C é dado um alerta, e de imediato, é cortada a alimentação da caldeira para

que o fogo se extinga o mais breve possível. Até que haja intervenção do utilizador a caldeira mantém-se inativa com um erro por avaria [57].

É também de elevada importância ter em consideração o reservatório de *pellets* e respetivo tamanho. Existem caldeiras que já trazem incluído um reservatório na sua estrutura, enquanto noutras é necessário a utilização de um silo exterior. Os silos determinam a autonomia da caldeira, ou seja, o seu tempo de funcionamento, sem que seja necessário o reabastecimento de *pellets* [57].

De modo a tornar as caldeiras de *pellets* mais eficientes, e com uma menor emissão de gases poluentes, algumas têm surgido no mercado com uma sonda lambda. Este tipo de sonda fornece informação relativamente ao oxigénio residual dos gases de combustão. Tendo em conta a potência requerida em cada momento esta informação é empregada com o intuito de determinar a quantidade exata de ar e combustível, necessários nos diferentes momentos de aquecimento, consoante a potência desejada [56].

Dentro da câmara de combustão, a queima do combustível passa por diferentes fases [56]:

- Fase 1: Aquecimento do *pellet* (Sabendo que o *pellet* está a uma temperatura ambiente (entre 10°C e 25°C), é necessário passar por uma fase de aquecimento (até 100°C) para que se iniciar a combustão);
- Fase 2: Secagem do *pellet* (Como os *pellets* contêm alguma humidade, nesta fase, as temperaturas elevam-se (para valores entre 100°C e 150°C) e dá-se a libertação de vapor de água da humidade no combustível);
- Fase 3: Divisão pirolítica dos componentes da madeira (Nesta fase o *pellet* é preparado para a oxidação. A decomposição inicia-se com temperaturas de 150°C e vai até aos 230°C);
- Fase 4: Gaseificação da matéria volátil (Na gaseificação dos gases da pirólise, o oxigénio origina uma oxidação uniforme da matéria volátil (entre 230°C e 500°C) afetando o carbono e hidrocarbonetos formados);
- Fase 5: Gaseificação do carbono sólido (Nesta fase as diversas reações (de 500°C a 700°C) ocorrem sob a intervenção de dióxido de carbono, vapor de água e oxigénio originando-se o monóxido de carbono. Neste processo a entalpia final é menor do que a entalpia inicial, já que ocorre a libertação de energia, como tal, podemos afirmar que a gaseificação do carbono sólido é uma reação exotérmica);
- Fase 6: Oxidação dos gases combustíveis (Esta fase significa o fim das reações exotérmicas (de 700°C a cerca de 1400°C)). Com o apoio do ar a mistura de gases efetua a combustão completa.

Uma caldeira é formada por três principais constituintes que se encontram interligados sendo eles um queimador (aquece o combustível de modo a gerar a combustão), uma câmara de

combustão (local onde o queimador atua sobre o combustível) e um permutador de calor (equipamento onde circula o fluido de aquecimento no seu interior e no seu exterior os gases de aquecimento).

3.3.3. Caldeira selecionada

A caldeira utilizada é o modelo EKO-CK P 110 do fabricante Centrometal.



Figura 17 - Caldeira EKO-CK P + Cm Pellet set [58].

É uma caldeira a *pellets*, com corpo em chapa de aço de tipologia tripla, passagem de fumos resistente a choques térmicos, possuindo câmara de combustão devidamente dimensionada para resíduos sólidos, de elevada permuta térmica e baixa perda de carga do lado dos fumos. Possui porta de grandes dimensões, permitindo em função de utilização de lenha, resíduos

sólidos de alguma dimensão. A limpeza é efetuada pela frente da caldeira, permitindo fácil acesso a todos os pontos de limpeza [58].

A caldeira é fornecida com queimador de *pellets*, alimentador automático, quadro de comando, controlo digital e depósito de acumulação de *pellets*, considerando tudo como um kit. Esta caldeira é equipada com um queimador CPPL-90 e um silo CPSP-800 [59]. As *pellets* são transportadas desde o depósito até à câmara de combustão através de um sem fim. A carga térmica é ajustada através de uma escala de potência que regula a frequência com que o parafuso executa um determinado número de rotações.

O kit caldeira cumpre os requisitos ISO 9001:2008 e é testada de acordo com a norma EN 304 e a EN 303-5 [60].

O queimador modulante devidamente desenvolvido para a câmara de combustão da caldeira, é regulado pelo quadro de controlo, possuindo todos os dispositivos de segurança para permitir correto funcionamento e ajustar a potência térmica às necessidades [59].

O quadro de controlo possui todos os parâmetros de funcionamento da caldeira, permitindo controlo adicional de circulador primário, circulador de AQC via sonda (fornecida de série), programação horária de funcionamento, e otimização de limpeza do funcionamento do queimador [61].

De acordo com a Hiperclima a caldeira será complementada com sistema anti condensação, garantindo uma temperatura de retorno à caldeira superior a 60°C, sendo esse sistema composto com válvula de vias e controlo termostático. Na tabela 2 encontramos as principais características da caldeira.

Tabela 3 - Principais características da caldeira [62].

Potência térmica	90 Kw
Potência térmica mínima	27 kw
Máxima temperatura de funcionamento	90°C
Pressão máxima de funcionamento	2,5Bar
Temperatura mínima de retorno	60°C
Rendimento térmico	90,4%
Volume depósito <i>pellet</i>	800 Lts
Tensão de alimentação	230VAC

A caldeira vem equipada com um sistema pneumático de limpeza automática e com um sem fim instalado no cinzeiro que vai efetuar a remoção das cinzas como nos foi dito pela Hiperclima.

Na figura 18 podemos ver as principais características da caldeira, bem como as suas dimensões sem o queimador. Apresenta 1350mm de profundidade (A), 1430mm de altura (B), 620mm de largura do corpo (C), 690mm na largura total da caldeira (D), 915mm de profundidade da base (E) e 630mm de altura na linha de retorno (F) [62]. Além disto podemos contabilizar um depósito de *pellets* com cerca de 1010mm de largura, bem como um queimador com 375mm de altura e 390 de comprimento [58].

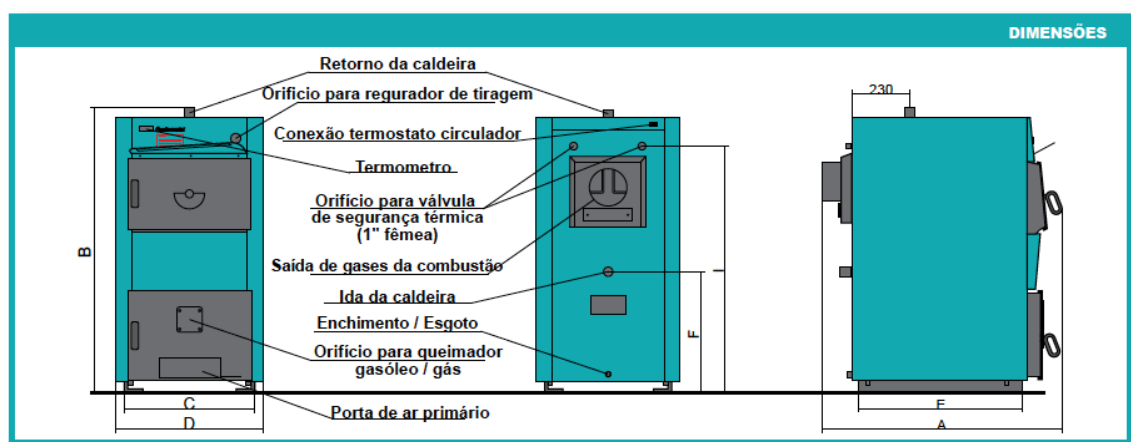


Figura 18 - Componentes e dimensões [62].

3.4. Unidade de Tratamento de Ar

O tratamento e a distribuição de ar representam duas funções de relevância primordial em sistemas de climatização central. As exigências de conforto térmico e de qualidade do ar dependem em grande medida do funcionamento adequado dos componentes que asseguram aquelas funções: a unidade de tratamento de ar (UTA), e a rede de distribuição (condutas, registos, difusores, etc.).

Uma unidade de tratamento de ar (UTA) é um elemento de AVAC que pode integrar várias funcionalidades, no entanto, tem como principal função fazer o condicionamento e a circulação do ar no sistema de aquecimento, de ventilação, e de ar condicionado. O seu principal objetivo é recolher ar do exterior, filtrá-lo, e introduzi-lo no espaço desejado. Uma das técnicas mais utilizadas e que garante qualidade de ar, é a ventilação controlada que, em vez de ter como base o rendimento de ventilação por uma taxa de renovação de ar fixa, utiliza mecanismos de controlo da taxa de dióxido de carbono [63].

Os sistemas que trabalham apenas com ar cumprem o dever de aquecimento e arrefecimento ao insuflarem ar quente ou frio, preliminarmente tratado na respetiva central, conseguindo corresponder às necessidades que cada espaço necessita. No entanto, o ar comparativamente à água, tem uma menor capacidade calorífica, e como tal, são necessários caudais maiores para cumprir as mesmas capacidades de condicionamento. Existem sistemas com a água como complemento para o condicionamento térmico do ar interior de edifícios que apresentam rentabilidades superiores [64].

Uma UTA pode ter várias configurações, em linha, em “L”, de dois andares (são as mais comuns) ou ainda unidades de baixo perfil para montagem em espaços reduzidos como por exemplo tetos falsos. No entanto, apesar de por vezes partilharem da mesma configuração básica, a sua organização e o controlo podem ser bastantes diferentes de unidade para unidade. Por regra as UTAs são rotuladas consoante: o número de zonas ou espaços nos quais atuam (uma ou várias zonas), o tipo de controlo de caudal (constante ou variável) e consoante o número de circuitos de insuflação (uma via de insuflação ou várias vias). Posto isto, os sistemas, de forma específica incluem categorias como [65]:

- Unidade simples ou multizona;
- Unidade de uma via ou via dupla;
- Unidade de caudal constante ou caudal variável.

Geralmente uma UTA consiste em várias caixas metálicas que formam um caixa de tamanho maior, o tamanho varia consoante as suas funcionalidades, à medida que se acrescentam características, acrescentam-se módulos.

Segundo a EUROVENT, uma UTA é uma caixa com painéis duplos de chapa com isolamento composta pelo menos por um ventilador, um filtro e um componente que tenha ação sobre a temperatura do ar (recuperador de calor, bateria de aquecimento ou de arrefecimento, humidificador ou desumidificador) com um caudal de ar superior a 1000m³/h [65].

Mediante as necessidades e características do espaço é definida e selecionada a unidade de tratamento de ar com os componentes adequados. Geralmente na indústria são utilizadas para garantir uma determinada qualidade do ar, preservando assim o produto de produção.

As UTA estão ligadas às condutas de AVAC, que tanto fazem a distribuição de ar pelo edifício, como fazem o seu retorno [66].

3.4.1. Componentes da UTA e método de funcionamento

Como já foi referido, uma unidade de tratamento de ar pode ter várias funcionalidades como [66]:

- Filtrar o ar;
- Aumentar e diminuir a temperatura do ar (aquecimento/arrefecimento);
- Aumentar ou diminuir a humidade do ar (humidificação/desumidificação);
- Controlo na quantidade de ar transferido (extraído, insuflado e ar novo);
- Controlo de pressão do espaço interior;
- Implementação de técnicas de ventilação como o aquecimento/arrefecimento gratuito ou a recuperação energética.

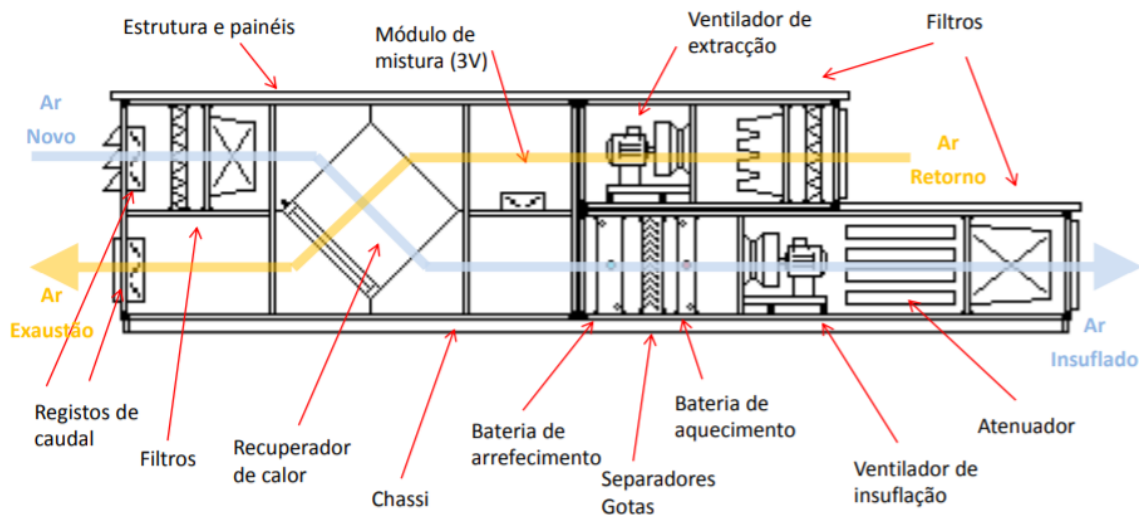


Figura 19 - Principais equipamentos/módulos constituintes de uma UTA [66].

No entanto, existem componentes que são essenciais em todo o tipo de UTA que são o caso dos dispositivos de ventilação, o chassi, a estrutura e os painéis. Geralmente existem dois módulos de ventilação, o de insuflação e o de extração que são constituídos por ventiladores centrífugos de transmissão direta de simples aspiração acionados por motores elétricos EC.

Este tipo de motores garante uma maior eficiência e durabilidade pois são controlados eletronicamente não necessitando das tradicionais escovas. Neste tipo de motores a comutação mecânica entre o rotor de ímãs permanentes e o estator de enrolamentos fixos é realizada pelo circuito eletrónico, pois é a placa eletrónica que alterna as fases do enrolamento para fazer o motor girar. Uma das grandes vantagens para além da durabilidade é o facto de que ao serem controlados eletronicamente conseguem controlar o estator e assim ter perdas de energia muito reduzidas [67].

Por sua vez, e como já foi referido anteriormente, uma UTA pode ter outras componentes que se adicionam consoante as necessidades do local e ambiente. Temos como exemplo disso os seguintes equipamentos:

- **Baterias de aquecimento e/ou arrefecimento** - consoante a localização e respetiva época do ano, uma UTA no processo de insuflação de ar (renovação do ar interior dos espaços) pode ter a necessidade de corrigir as cargas térmicas do interior, por aquecimento ou por arrefecimento, empregando energia para uma alteração de temperatura do ar [68]. Geralmente, junto ao fluxo de saída são colocados sensores de temperatura para monitorizarem e controlarem a temperatura em conjunto com as válvulas motorizadas.
- **Filtros** - no conjunto dos componentes de uma unidade de tratamento de ar, os filtros são um dos elementos que fazem parte de praticamente todas as UTAs, pois apresentam-se como um elemento de elevada importância. Primordialmente são os responsáveis por garantir uma boa qualidade do ar novo insuflado, retirando partículas sólidas em suspensão, nomeadamente, poeiras, pólenes, bolores e bactérias. Além da qualidade do ar, conseguem ainda manter o interior da máquina limpo, dado a sua localização estratégica [68].

Os módulos dos filtros são geralmente colocados junto às entradas da UTA evitando contaminação dos restantes componentes da unidade. Por regra geral, os filtros são colocados aos pares, primeiro existe um filtro para as partículas grossas e por trás deste existe um filtro rígido para as partículas mais finas. Os filtros de partículas grossas têm como principal função proteger o filtro de partículas finas. Dado que os filtros grossos são mais económicos consegue-se uma considerável economia na manutenção [68].

- **Humidificadores** - Quando existe um aquecimento contínuo dos espaços muitas vezes o ambiente torna-se demasiado seco, originando uma má qualidade do ar interior [68].
- **Câmara de mistura** - Para um reaproveitamento do ar e uma poupança de energia, muitas UTAs vêm equipadas com uma caixa de mistura. A caixa de mistura realiza uma mistura de ar novo com algum ar que vem no retorno já climatizado. Este módulo auxilia na climatização não sendo necessário fornecer tanta energia ao ar para atingir a temperatura desejada. A caixa de mistura, com o apoio do controlo da UTA, verifica qual a percentagem de ar novo que tem de se inserir no espaço e reaproveita o restante que já se encontra com a temperatura pretendida.
- **Recuperadores de calor** - É um dispositivo que está instalado no circuito de ar e faz a permuta de energia entre o ar novo e o ar de retorno antes de este ser rejeitado para o exterior [68]. Antes do ar de retorno passar à exaustão retira-se-lhe energia para fornecer ao ar novo. Evita-se assim que o ar introduzido nas baterias entre com amplitudes térmicas muito dispares. Este processo denomina-se de recuperação de calor.

Existem vários tipos de recuperadores sendo eles o de fluxos cruzados, roda térmica e “runa round coil”.

- **Equipamentos de controlo** - Este dispositivo faz o controlo do ar consoante os módulos da UTA. Pode controlar o caudal, a humidade, a qualidade do ar, temperatura do ar, a temperatura da mistura e a humidade. Este sistema pode ser um simples comando ON/OFF, ou pode ser um sistema de automação para ligar à gestão técnica centralizada com sensores, interruptores, atuadores, motores, etc [68].

3.4.2. UTAs seleccionadas

As UTAs seleccionadas para instalar nas salas de produção são o modelo UTA-RP 20 st do fabricante EVAC como se pode ver na figura 20.



Figura 20 - Do lado esquerdo exemplo de modelo UTA-RP 20 st [69], do lado direito o mesmo modelo mas com capacidades necessárias à obra.

Dado que o projeto é constituído por quatro salas de produção e cada sala trabalha em diferentes estágios de produção vai ser implementada uma UTA por cada sala. Como as salas apresentam dimensões diferentes (duas salas com 245m³ as outras duas com 294m³) as características das UTAs são diferentes, apesar do seu modelo ser o mesmo. Contudo, existem características que são comuns às UTAs de ambas as salas.

De acordo com o fornecedor e fabricante EVAC, as UTAs são modulares e têm uma estrutura executada em perfis especiais em alumínio e cantos em PVC especial de elevada resistência mecânica. Os painéis que constituem a estrutura são de dupla parede em chapa de aço galvanizado, sendo a face exterior dos painéis revestida com 0,15 mm de PVC. Entre as duas chapas de aço estas contêm isolamento em poliuretano expandido, com uma espessura aproximada de 25 mm.

No seu circuito as UTAs têm os seguintes módulos:

- **Registo de caudal de extração, insuflação e exaustão** - constituído por lâminas paralelas de alumínio, com deslocamento em contra rotação, de ação proporcional;

- **Filtro plano compacto** - Estes filtros são em papel de fibra de vidro, com separadores em plástico sendo montados tanto na insuflação como na extração com diferentes tipos de classes;
- **Ventilador de extração e insuflação** - Ambos os ventiladores são do tipo “PLUG FAN - EC”. Estes ventiladores são acionados por um motor elétrico EC e integrados com um variador de frequência que permite a regulação de caudal de ar através de um sinal exterior de 0 a 10V;
- **Módulo de mistura de 3 vias** - Este módulo tem um registo constituído por lâminas paralelas de alumínio, com deslocamento em contra rotação, de ação proporcional;
- **Recuperador de calor** - O recuperador instalado é do tipo de fluxos cruzados com placas em alumínio, ou seja, as camadas de placas encontram-se entrelaçadas provocando uma permuta de calor/frio entre os fluxos de ar, de um lado de uma placa para o outro;
- **Secção de arrefecimento e aquecimento** - No circuito de insuflação são instaladas duas baterias a água, uma para aquecimento e outra para arrefecimento. Estas baterias são executadas em tubos de cobre expandidos no interior de alhetas em alumínio. Os coletores de entrada e saída de água, assim como a estrutura, são em tubo de aço tratado contra a corrosão;
- **Sistema completo de comando e controlo** - Ambas as UTAs podem ser controladas de forma autónoma, no entanto, neste caso o controlo será ligado a um sistema de gestão centralizada, através de uma placa de comunicação que fará a interligação entre ambas. O sistema de controlo de cada UTA é constituído por: quadro elétrico, controlador eletrónico por microprocessador com "display", sondas (temperatura, humidade e CO₂), válvula de 3 vias modulante para as baterias de água (aquecida e arrefecida), Servomotores para registos de caudal, Variador de frequência (incluído no motor EC), transmissor de pressão (para o ventilador de insuflação e extração) e pressostatos diferenciais para sinalização de filtros colmatados. As unidades são programadas para controlar o funcionamento dos ventiladores, o funcionamento dos registos de caudal, o funcionamento da bateria / das baterias, o funcionamento da caixa de mistura (modelação do registo), etc., otimizando assim o desempenho energético global da unidade.

Para distinguirmos as UTAs nomeamos as UTAs a instalar na sala com maior volume como UTA 2.4-1 e UTA 2.4-2 enquanto para as UTAs a instalar nas salas com menor volume utilizamos como referência UTA 2.5-1 e UTA 2.5-2.

Tabela 4 - Principais características das UTAs.

	UTA 2.4-1 e UTA 2.4-2	UTA 2.5-1 e UTA 2.5-2
Potência de arrefecimento da bateria	37,57kW	18,26kW
Potência de aquecimento da bateria	18,92kW	19,46kW
Caudal de insuflação do ventilador	3000 m ³ /h	2500 m ³ /h
Caudal de extração do ventilador	3000 m ³ /h	2500 m ³ /h
Varição de pressão exterior no ventilador de insuflação	200Pa	200Pa
Varição de pressão exterior no ventilador de extração	150Pa	150Pa
Potência elétrica do motor do ventilador de insuflação	1,98kW	1,93kW
Potência elétrica do motor do ventilador de extração	0,86kW	0,74kW

No anexo A podemos encontrar as características detalhadas de cada uma das UTAs para os diferentes módulos.

Apesar de nas condições de produção do *Pleurotus Ostreatus*, se verificar a necessidade de humedificação do espaço para a produção, a implementação deste sistema não foi adjudicada à Norinstelnor. Como tal as UTAs não contêm qualquer sistema de humedificação. As UTAs apenas têm ligado ao seu sistema de controlo sondas de humidade para que esta informação seja fornecida ao sistema de gestão técnica centralizada e por sua vez possa passar os dados ao sistema de humedificação implementado por outra entidade.

3.5. Meio de insuflação e retorno de ar

O processo de ventilação, como já referenciado no ponto anterior, é realizado pelos ventiladores existentes dentro das UTAs. Esta ventilação consiste numa renovação do ar do ambiente das salas.

Para a condução do ar serão utilizadas condutas em chapa galvanizada, no entanto, no local de insuflação e no local de extração são aplicados acessórios apropriados.

Neste caso, dado que estamos a falar de uma unidade de produção alimentar é essencial manter elevados índices de higiene e de qualidade da difusão do ar. Como tal, optamos por um método

de insuflação com conduta têxtil dado que esta tem a particularidade de poder ser retirada para limpeza [70].

Já no que toca à extração de ar foram selecionadas grelhas de retorno de ar móvel sem registo.

3.5.1. Conduta têxtil

Os sistemas com insuflação por conduta têxtil são projetados para unidades de distribuição de ar de unidades de aquecimento ou arrefecimento para um determinado espaço. A difusão é feita por orifícios existentes na conduta conseguindo-se uma difusão específica satisfazendo as exigências [71].

As condutas têxteis conseguem distribuir o ar de forma direcionada, ficando o ar insuflado nas salas de produção com uma velocidade bastante reduzida.

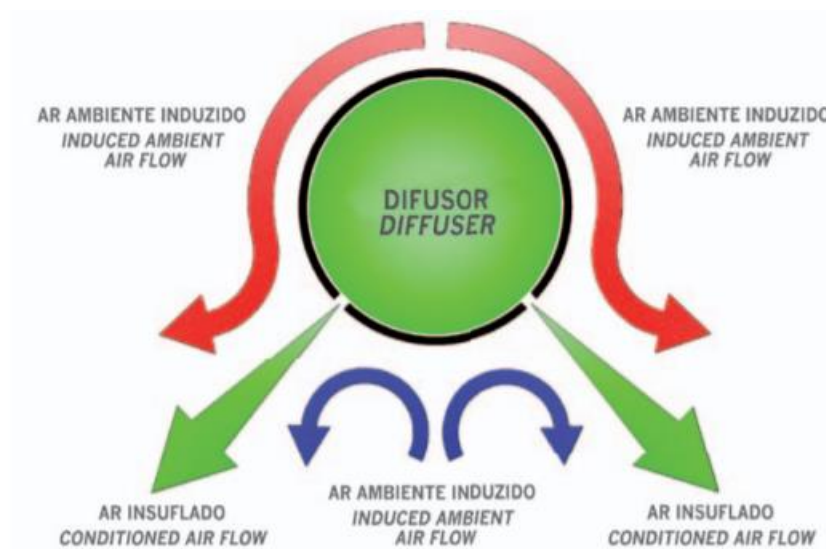


Figura 21 - Ilustração da difusão da conduta têxtil [71].

Este tipo de difusão apresenta como principais vantagens uma distribuição homogénea do ar tratado, uma boa mistura do ar (elimina a estratificação do ar quente) e acima de tudo uma melhor eficiência [72].

Com o objetivo de se conseguirem os valores ideais para o fluxo de ar, é relevante determinar o número, o tamanho e o sentido dos furos [72]. Este tipo de condutas é feito de acordo com o projeto e a sua instalação, ou seja, não existem condutas fabricadas e consoante a instalação temos de dimensionar o tipo de conduta. Para esta instalação dimensionamos e desenhamos a respectiva conduta que se encontra no anexo B.

3.5.2. Grelhas de retorno

A linha de retorno foi dividida em duas, para que fosse possível fazer uma extração de ar uniforme, ficando cada ponto de extração em lados opostos da sala.

Para os pontos de extração na conduta foram aplicadas grelhas da marca France-Air com o modelo GAC. Estas grelhas são fabricadas em perfis de alumínio anodizado com um sistema de fixação oculta e são constituídas por alhetas fixas [73].

As alhetas destas grelhas têm uma inclinação que varia entre 0 e 60 graus quer seja na horizontal, quer seja na vertical. Com isto consegue-se que estas tenham uma perda de carga e ruído bastante baixos [73].



Figura 22 - Grelha GAC da France-Air [74].

4. Apoio ao projeto e orçamentação

Dadas as cargas térmicas terem sido calculadas por outra empresa, apenas terá sido dado o respetivo apoio a este. Foram-nos fornecidos dados pela Certavac sobre as condições necessárias nas salas de incubação nas diferentes fases de produção e possíveis características de equipamentos a utilizar.

Posto isto, iniciámos o trabalho fazendo uma análise de mercado para as 4 UTAs a instalar nas quatro salas de produção, para os elementos de aquecimento (Caldeira a *pellets*), arrefecimento (Chiller de compressão de vapor), para o meio de insuflação (conduta têxtil) e para os circuladores de água.

Enquanto o gerente da Norinstelnor abordava o mercado com o intuito de perceber qual a melhor solução para instalação, foi necessário elaborar outro tipo de elementos para o projeto, tais como: desenhos, esquemas, mapa de quantidades e lista de pontos para o sistema de gestão técnica centralizada.

Inicialmente foram elaborados os dimensionamentos das condutas e tubagens com desenhos aerólicos e desenhos de tubagens, respetivamente. Para percebermos qual o material necessário para conexão de todos os equipamentos foi necessário idealizar um esquema de princípio de forma a termos uma percepção de material acessório a contabilizar no mapa de quantidades.

Uma vez que nos foi pedido um sistema de comando geral para toda a solução elaborámos uma lista de pontos para requerermos uma cotação a outras empresas especializadas na elaboração de sistemas de gestão técnica centralizada.

Com o finalizar de todos os dimensionamentos e soluções de projeto encontramos-nos em condições de elaborar uma lista de material, chamada mapa de quantidades, e uma pequena memória descritiva com a apresentação da solução que nos propomos a implementar, que se encontram no anexo C. A memória descritiva contempla apenas uma breve descrição do sistema, não contem condições de obra, nem descrição dos equipamentos.

Após estes processos estarem concluídos temos reunidas as condições necessárias para passar a fase de orçamentação onde é elaborado um mapa com o preço de todos os equipamentos necessários ao correto funcionamento da instalação.

Com o orçamento concretizado foi realizada uma reunião junto do dono de obra para discutir alguns pontos e apresentarmos a nossa proposta.

4.1. Dimensionamento de condutas

Inicialmente comecei por elaborar um esboço do traçado das condutas para ter uma ideia da sua disposição nas salas de produção.

Posteriormente passamos ao dimensionamento das condutas utilizando o método da perda de carga constante. Fixou-se a perda de carga nos 0,7 Pa (por metro de conduta) e variaram-se os valores da dimensão da conduta. Sabendo o caudal e a perda de carga, através de um diagrama para cálculo de condutas e uma tabela de equivalências de conduta circular em conduta retangular, analisámos as medidas necessárias para as condutas.

Perante estas condições (caudal e perda de carga) foram determinadas as dimensões das condutas, quer spiro quer retangular, para cada situação. Através de um diagrama para cálculo de condutas conseguimos obter as dimensões de spiro para o caudal e perda de carga respetivos. Após termos as dimensões de spiro, com uma tabela de equivalências de conduta circular em conduta retangular obtivemos as dimensões da conduta, para cada situação. É de salientar que as medidas que nos são dadas na conversão das tabelas na maior parte das vezes não são medidas standard e como tal, o cálculo das dimensões foi efetuado por aproximação.

Com as dimensões de conduta para os diferentes traçados idealizámos a rede aerólica para o edifício, que se encontra no anexo D.

4.2. Dimensionamento de tubagem

Assim como no dimensionamento das condutas, antes de iniciarmos os cálculos das dimensões das tubagens foi necessário fazer um esboço destas.

No dimensionamento da tubagem o método utilizado foi o mesmo que utilizamos para as condutas, fixando a perda de carga em 12mm.c.a.

Para o cálculo das tubagens foi necessário determinar o caudal a partir da potência das baterias das UTAs. Através da fórmula:

$$P = \dot{m} * C_p * \Delta t \quad (\text{Equação1})$$

em que:

P - Potencia da bateria de água quente ou fria, [kW];

\dot{m} - Caudal mássico [l/h];

C_p - Calor específico a pressão constante [kJ/Kg.K];

Δt - variação de temperatura da água [K].

Após conversa com o projetista da Certavac, percebemos que as dimensões das baterias se encontravam subdimensionadas. Dessa forma, o mesmo sugeriu-nos que deveríamos contabilizar, para efeitos de cálculo de tubagens, potências de 25kW para as baterias de frio e potências de 20kW para as baterias de quente. Além disto sabemos que no caso do chiller a temperatura de trabalho da água tem uma variação de cinco Kelvin ($\Delta t=5K$) enquanto para a caldeira temos uma variação de dez Kelvin ($\Delta t=10K$).

Após sabermos o caudal que cada bateria necessita começamos na última bateria e vamos acrescentado os caudais das seguintes até chegarmos ao equipamento que fornece energia à água.

Com os caudais calculados para os diferentes troços e com a perda de carga fixa, podemos consultar uma tabela de dimensionamento de tubagens e apresentar os diâmetros para os diferentes troços. Tal como aconteceu no dimensionamento da conduta, o cálculo do diâmetro da tubagem de aquecimento e arrefecimento foi efetuado por aproximação.

As tubagens são ainda isoladas termicamente com mangas de espuma à base de borracha sintética de maneira a evitar percas de energia no transporte do fluido.

Assim, elaboramos os desenhos com as respetivas dimensões (caudal e diâmetro), que se encontram no anexo E.

4.3. Esquema de princípio

Para que se consiga enquadrar todo o funcionamento da instalação num só espaço (casa das máquinas), e para que tudo funcione corretamente e em segurança, foi necessário idealizar um esquema, ao qual se dá o nome de esquema de princípio.

Desta forma, idealizei um esquema de princípio de maneira a enquadrar todo o equipamento e fazer a sua ligação ao troço das tubagens que levam a água às baterias de aquecimento e arrefecimento.

Em ambos os esquemas existem dois tipos de circuitos, o circuito primário e o circuito secundário.

No circuito primário existe um vaso de expansão de maneira a compensar o aumento de volume da água provocado pela diferença de temperatura. Após este, está instalado um circulador de velocidade constante que faz apenas a circulação da água entre o depósito de inercia e a caldeira/chiller. Este circuito primário serve para evitar que a água fique retida tanto no coletor de aquecimento como no coletor de arrefecimento evitando-se assim que a água gele demasiado ou aqueça demasiado.

No circuito secundário existe um circulador de velocidade variável que nos permite a circulação da água entre o depósito de inércia e as baterias das UTAs. Este circulador ao contrário do primeiro é de velocidade variável o que permite uma poupança de energia. Dependendo de quais as baterias das UTAs que estão a necessitar água desse processo a bomba consegue fazer uma gestão para acelerar e desacelerar consoante a necessidade de caudal no sistema.

Em ambos os circuitos, tanto secundário como primário, existem válvulas e equipamento de controlo que nos permitem fazer cortes na linha, filtrar partículas, evitar o retorno do fluido, reduzir a pressão purgar as linhas e recolher dados para controlo de temperatura e pressão. O desenho com as componentes que contemplam o esquema de princípio encontra-se no anexo F.

4.3.1. Depósitos de inércia

Os depósitos de inércia funcionam como armazém temporário para a energia excedente no processo de aquecimento ou arrefecimento. Estes depósitos são essenciais tanto no arranque como na paragem dos equipamentos evitando-se assim arranques sucessivos e frequentes. No arranque tanto a caldeira como o chiller levam algum tempo a atingir as temperaturas pretendidas no fluido. Como tal, pode utilizar-se a energia armazenada nos depósitos. Já no que toca à paragem, o processo é inverso. Por exemplo, a paragem da caldeira leva o tempo necessário à extinção do combustível e durante este período continua a produzir-se energia excedente que irá ser armazenada nos respetivos depósitos, evitando sobreaquecimento no coletor da caldeira.

Para o cálculo de depósitos de inércia, quando a rede de tubagem é pequena utilizamos como valor de referência 10 litros por cada kW de potência da máquina em questão. Como tanto a caldeira como o chiller têm potências a rondar os 100 kW admitimos depósitos para ambos os circuitos com 1000 litros.

Quando a rede de tubagens é muito extensa este cálculo é mais complexo, sendo necessário utilizar o volume de água da instalação e outros valores de características do equipamento.

4.3.2. Vasos de expansão

Com as variações de temperatura existentes o fluido que se encontra na rede vai ter variações de volume. Ora, o vaso de expansão serve para compensar essas as variações de volume que possam existir evitando assim problemas na instalação, nomeadamente disparo da válvula de segurança ou rutura de algum acessório na tubagem.

Os vasos de expansão têm uma pré-carga de fábrica correspondente a dois terços do circuito parado, no entanto esta deve ser verificada periodicamente.

Para o cálculo dos vasos de expansão fechados utilizei a seguinte fórmula, que foi fornecida pela CALEFFI:

$$V = \frac{e * C}{1 - \frac{P_i}{P_f}} \quad (\text{Equação 2})$$

Em que:

V - Volume do vaso [l];

e - Coeficiente de expansão da água;

C - Conteúdo total de água da instalação [l];

P_i - Pressão de pré-carga do vaso mais 1 bar [bar];

P_f - Pressão de regulação da válvula de segurança mais 1 bar [bar].

4.3.3. Circuladores

Os circuladores vão ter como função a circulação da água, tanto no circuito de aquecimento como no circuito de arrefecimento de modo a que consigamos corresponder as temperaturas desejadas nas baterias das UTAs.

Como já referenciado anteriormente vão existir 4 circuladores, dois para água quente e os outros dois para água fria. Dentro de cada conjunto de temperaturas, como explicado no esquema de princípio, vamos ter um circuito primário e um circuito secundário.

Nos circuitos primários, os circuladores dimensionados vão ser do tipo *in-line*, de caudal constante pois é necessário que a água esteja sempre a circular pelo coletor do chiller/caldeira evitando assim congelamento ou sobreaquecimento.

Já nos circuitos secundários os circuladores a instalar serão de caudal variável dado ser necessário imprimir mais ou menos potência consoante as necessidades das salas. Este circulador como consegue fazer o seu controlo de velocidade consegue ter uma melhor eficiência.

Sabendo que o caudal das tubagens de água quente é de 6600 l/h e que o caudal de água fria é de 17200 l/h foi apenas necessário calcular a altura manométrica para se perceber as características dos circuladores para a instalação.

Para as percas de carga no circuito primário contabilizámos as percas na tubagem até ao depósito de inercia e as percas de carga no coletor do chiller/caldeira. Já no circuito secundário contabilizámos as percas na restante tubagem e as percas da bateria da UTA de aquecimento

ou arrefecimento consoante o circuito que nos encontrarmos a calcular. Saliento ainda que para o dimensionamento das bombas, no final do dimensionamento foram dados valores aproximados para evitar problemas de seleção na altura manométrica.

Tabela 5 - Circuladores.

	Circuito	Caudal	Altura manométrica
BC 1	Secundário Chiller	17200 l/h	5 m.c.a.
BC 2	Secundário Caldeira	6600 l/h	5 m.c.a.
BC Chiller	Primário Chiller	17200 l/h	5 m.c.a.
BC Caldeira	primário Caldeira	6600 l/h	3 m

4.3.4. Válvulas

No circuito hidráulico além dos componentes já descritos, contabilizámos ainda válvulas e componentes de controlo como termómetros, manómetros e pressostatos diferenciais de água.

Relativamente às válvulas podemos salientar algumas de maior importância que fazem parte do esquema de princípio. São elas:

- Válvulas reductoras de pressão (protegem o sistema e a linha de sobre pressões);
- Válvulas de corte (seccionam uma área ou componente da instalação quando necessário);
- Válvulas de retenção (Impedem o fluxo de a água de circular no sentido inverso ao estabelecido);
- Válvulas de segurança (Impede que a pressão se eleve demasiado, protegendo o equipamento);
- Filtro “Y” (Evita que entre sujidade no circulador);
- Purgadores de ar automáticos (Servem para retirar o ar existente no circuito e por isso são instalados nos pontos mais altos);
- Válvula de 3 vias motorizada (Evita a condensação na caldeira, pois só após a água estar com uma certa temperatura é que vai para o circuito. Ou seja, antes de ser atingida uma certa temperatura o circulador do circuito primário faz a circulação apenas pela caldeira não indo para o depósito de inércia.)

4.4. Sistema de controlo e gestão técnica centralizada (GTC)

Apesar das UTAs terem um sistema de comando próprio, foi também previsto um sistema de controlo e gestão técnica centralizada (GTC), de maneira a otimizar o sistema fazendo uma gestão equilibrada com uma poupança de energia.

Este sistema de controlo centralizado vai ser composto por vários microprocessadores/controladores, ligados aos vários equipamentos, nomeadamente bombas, caldeira, chiller, UTAs ...

O mesmo permitirá ao utilizador obter informações sobre o estado de funcionamento de cada um dos equipamentos, bem como das condições existentes em cada sala de produção. Será possível controlar o sistema manualmente ou deixarem-se pontos de funcionamento em que os equipamentos funcionam de forma automática fazendo uma gestão de recursos de forma independente.

Nos equipamentos vai ser possível controlar os diferentes elementos que os constituem como temperaturas de ar e água, velocidades dos ventiladores ou alertas para avarias e colmatação de filtros.

Na lista de pontos que elaboramos contabilizamos entradas e saídas digitais que apenas fazem o comando entre 1 e 0, ou seja, ON/OFF, entradas e saídas analógicas, que trabalham num intervalo de resultados e comunicação bus que faz a comunicação entre os equipamentos e a GTC.

Estes equipamentos foram requeridos a empresas especializadas em sistemas de controlo e gestão técnica centralizada. Para isto elaborámos uma lista de pontos, que se encontra no anexo G, de maneira a ser elaborado um sistema que cumpra com os requisitos e sistemas de funcionamento que idealizamos em conjunto com o dono de obra.

4.5. Orçamentação

A orçamentação é uma das tarefas mais exigentes e importantes numa empresa de instalação de sistemas mecânicos de AVAC. Esta tarefa é de tal maneira importante que muitas outras funções estão dependentes do sucesso desta.

Geralmente os pedidos de orçamentação passam por um processo de triagem, no entanto esta obra específica, foi aceite desde logo, dado que, já havia compromisso e trabalho desenvolvido no desenvolvimento do projecto.

Posto isto, consoante a especialidade, dimensão e local de obra, o pedido passou por um processo com várias etapas:

- Abertura do processo, tanto a nível digital como a nível físico (documento em papel);
- Elaboração dos pedidos de cotação às marcas dos equipamentos;
- Elaboração do orçamento;
- Elaboração da proposta ao cliente;
- Negociação da proposta.

Dado ter sido um projeto elaborado a partir da Norinstelnor com o apoio da Certavac este processo de orçamentação não passou por uma análise do caderno de encargos e respetivas condições técnicas especiais comparando este com o mapa de quantidades, nem pelo pedido de esclarecimentos de certos pontos que pudessem não estar corretos.

4.5.1. Abertura do processo

Na abertura do processo foi criada uma pasta no servidor consoante a localização da empreitada, com o nome da obra. Os orçamentos são divididos por ano e por distrito, neste caso a sua localização encontra-se nos orçamentos de 2018, na pasta do distrito da Guarda com o nome de “Produção de *Pleurotus Ostreatus*”. Dentro desta pasta, tal como em todos os processos de orçamentação, foi desenvolvido o orçamento. É também armazenada toda a informação relativa ao processo, como contactos do cliente, caderno de encargos, condições técnicas especiais, plantas da especialidade, cotações dos elementos a orçamentar e cópia da proposta final enviada ao cliente.

Foi, igualmente, nesta fase extraído o mapa de quantidades para uma folha de cálculo onde foram introduzidos os preços dos equipamentos. Esta folha está preparada para adicionar margem, introduzir custos indiretos, como deslocações, estadias, refeições, portagens, custos de armazém e escritório, e entrar com os custos respetivos ao apoio de preparação da obra (orçamentação, direção de obra e contabilidade), para além disto a folha de cálculo dá-nos também uma análise dos vários custos da obra.

A	B	C	D	E	F	G	H
DESIGNAÇÃO DO ORÇAMENTO :							
Nº DE PROPOSTA ATRIBUÍDO:							
ANÁLISE COMPARATIVA/ESTATÍSTICA DE CUSTOS							
PREÇO CUSTO TOTAL DA OBRA :	#VALOR!	Nº DE EQUIPAS PREVISTAS :					1
PREÇO CUSTO DE MÃO DE OBRA :	#VALOR!	Nº DE OPER. PREVISTOS :					2
PREÇO CUSTO EQUIPAMENTOS:		CUSTO HORA/EQUIPA :					*****
PREÇO CUSTO DE ACESSÓRIOS:		CUSTO HORA TOTAL :					*****
PESO EM % DE MÃO DE OBRA :	#VALOR!	Nº DE HORAS P/ EXECUÇÃO :					#VALOR!
PESO EM % DE EQUIPAMENTOS:	#VALOR!	Nº DE HORAS P/ DIA :					8
PESO EM % DE ACESSÓRIOS :	#VALOR!	Nº DE DIAS P/ EXECUÇÃO :					#VALOR!
		Nº DE HORAS P/ SEMANA :					40
		Nº DE SEMA. P/ EXECUÇÃO :					#VALOR!
		Nº DE HORAS P/ MÊS :					160
		Nº DE MESES P/ EXECUÇÃO :					#VALOR!
		DIST. EM Km Á NORINTEL :					

Figura 23 - Análise de custos.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Processo:								
2	Designação:			Especialidade:	climatização				
3	Distância (km):			duração prevista (dias):	#VALOR!				
5	CUSTOS DIRECTOS								
6	OBSERVAÇÕES								
7	Especialidade: AVAC								
8	custos totais								
9	Materials:								
10	Acessórios:								
11	Mão de Obra:								
12	TOTAL DOS CUSTOS DIRECTOS #VALOR!								
14	CUSTOS INDIRECTOS								
15		dias trabalho	custos mensais	%	custos totais				
16	DIRECTOR DE OBRA	15,00	.....	50%	#VALOR!				
17	PREPARADOR	10,00	.....	50%	#VALOR!				
18	APOIO DE PREPARAÇÃO		.....		#VALOR!				
19	ENCARREGADO		.....		#VALOR!				
21	M.D.O. DE ENQUADRAMENTO #VALOR!								
23	(0/1)								
24	CUSTO DE ESTALEIRO		.....		#VALOR!				
25	ELEVAÇÃO DE EQUIPAMENTOS		.....		#VALOR!				
26	TRANSPORTE DE EQUIPAMENTOS		.....		#VALOR!				
27	ESTADIAS		.....		#VALOR!				
28	DESLOCAÇÕES	1	.....		#VALOR!				
29	REFEIÇÕES		.....		#VALOR!				
31	CUSTO TOTAL DE ESTALEIRO #VALOR!								
32									
33									
34	ARRANQUE DA INSTALAÇÃO		..... dias		#VALOR!				
35									
36	TOTAL DOS CUSTOS INDIRECTOS #VALOR!								
37									
38									
39									
40									
41									
42									
43									
44	OUTROS CUSTOS (SIN)								
46	GARANTIAS BANCÁRIAS	0,24%		1	#VALOR!				
47	SEGUROS	0,35%		1	#VALOR!				
48	SERVIÇO PÓS VENDA (1ANO)	2,50%			#VALOR!				
50	TOTAL DE OUTROS CUSTOS #VALOR!								
52	TOTAL DOS CUSTOS #VALOR!								
55	ENCARGOS GERAIS	***%			#VALOR!				
56									
57	MARGEM 1	***%			#VALOR!				
60	PREÇO DE VENDA				#VALOR!				
61	FVA				#VALOR!				
62									
63									
64									
65									
66									
67									
68									
69									
70									
71									
72									
73									
74									
75									
76									
77									
78									
79									
80									
81									
82									
83									
84									
85									
86									
87									
88									
89									
90									
91									
92									
93									
94									
95									
96									
97									
98									
99									
100									

Figura 24 - Folha de valor acrescentado.

4.5.2. Elaboração dos pedidos de cotação

Após abertura de processo, estamos em condições de pedir cotação para os equipamentos. Inicialmente o pedido foi feito aos representantes das marcas com quem trabalhamos habitualmente. Contudo, depois deste pedido escolhi outras marcas que preenchiam os requisitos, tendo em conta a relação qualidade/preço, para possíveis alternativas.

Apesar dos nossos orçamentos serem sempre cotados com as marcas de referência, achamos sempre importante ter outras alternativas para comparar preços e características.

4.5.3. Elaboração do orçamento

Estando reunidas as condições para elaborar o orçamento demos início a este processo. É necessário ter em conta que algum material não se encontra diretamente quantificado no mapa de quantidades, mas que vão ser necessários ao bom funcionamento da instalação.

Com a realização do orçamento é então necessário atribuir valores de mão-de-obra (estimativa por artigo) e é necessário introduzir um determinado valor para acessórios. Por exemplo, na cotação da conduta está subentendido o valor para a suportagem. Como tal, é necessário acrescentar um valor estipulado para isto. Tal como na conduta, também nos restantes artigos da lista de medições tivemos em conta o valor de acessórios e mão-de-obra.

Num orçamento é também de tremenda importância ter em conta a localização da empreitada, pois os custos associados diferem para obras na zona de residência ou fora desta. Nomeadamente custos com transportes e alojamento dos funcionários que vão executar a empreitada. Neste caso dado que a obra se encontra a cerca de cem metros da Norinstelnor, este tipo de custos não é contabilizado.

4.5.4. Elaboração e negociação da proposta com o cliente

Concluído o processo de orçamentação, esta passou para o meu colega Eng.º Nuno Caetano que supervisiona o orçamento e faz uma análise atenta dos preços contabilizados.

Posteriormente foi dada autorização para concluir o processo e organizar os documentos a enviar ao cliente. Nos documentos a enviar ao cliente constam uma folha tipo mapa de quantidade e uma folha de rosto com todas as condições de obra, nomeadamente pagamentos, exclusões, preço, destinatário, e outras informações gerais.

Depois da entrega da proposta foram necessárias várias reuniões para explicar a solução apresentada e para serem discutidos preços até a obra nos ser adjudicada.

5. Acompanhamento de obra

A direção de obra surge após o desenvolvimento do projeto e respetiva orçamentação. Depois de um longo processo de negociação a obra entra em andamento e a especialidade de AVAC é adjudicada a Norinstelnor.

Executada a obra é necessário a realização de ensaios de acordo com o decreto-lei 118/13 e preparar os respetivos relatórios. Alguns destes ensaios foram realizados ainda durante a execução da obra enquanto outros apenas se podem realizar no final da obra, no arranque da instalação.

Após a instalação dos equipamentos e da realização dos ensaios pode dar-se a obra por encerrada sendo necessário a entrega de alguma documentação ao dono de obra.

5.1. Direção de Obra

Dado que a data de adjudicação surge após cerca de 8 meses da solução apresentada é necessário executar novamente um estudo aprofundado do processo.

Tal como na fase de projeto e orçamentação trabalhei em parceria com o meu colega e gerente, Eng.º Nuno Caetano, este com bastante experiência na direção de obras. Esta parceria possibilitou-me o desempenho das habituais tarefas de direção de obra com o auxílio e supervisão ao longo do trabalho prático.

Antes da entrada em obra é necessário desde logo verificar se existiam incoerências entre especialidades. Muitas vezes o AVAC entra em conflito com especialidades como as estruturas ou a eletricidade. Acontece em algumas obras por exemplo as condutas de ventilação e as vigas estarem sobrepostas ou as grelhas terminais de difusão estarem sobrepostos com as luminárias.

Durante a execução da obra muitas vezes existem fiscalizações, como tal, é necessário enviar toda a documentação para a entidade de segurança e higiene no trabalho. Nesta documentação consta toda a informação da empresa e funcionários que nela vão trabalhar, nomeadamente técnicos de AVAC e diretores de obra. Na documentação da empresa constam documentos como por exemplo alvará, declaração de não dívida à segurança social e finanças, seguro de acidentes de trabalho e responsabilidade civil, horário de trabalho da obra, copia de documento que comprove a adjudicação do serviço entre outros. Já no que toca à documentação dos trabalhadores, nesta devem constar a ficha de aptidão médica, o registo do equipamento de proteção individual, o documento de identificação bem como outro tipo de documentos.

Dado que os funcionários são sujeitos a diversas fiscalizações, e para evitar que os acidentes causem danos que possam prejudicar a integridade física dos trabalhadores, é obrigatória a utilização de equipamentos de segurança.

Dirigir uma obra é um processo de “campo” que exige um bom conhecimento dos materiais bem como de possíveis soluções para possíveis imprevistos que possam aparecer. Nesta função os problemas têm que ser solucionados sempre tendo em conta a funcionalidade do sistema e o evitar de gastos adicionais não contabilizados na fase de orçamentação. A grande maioria das obras têm prazos muito curtos de execução, como tal, é necessário que o diretor de obra comande a sua equipa corretamente e de forma assertiva para que não aconteçam imprevistos e possíveis atrasos.

5.1.1. Análise do projeto

Dado que o projeto para instalação foi também idealizado pela Norinstelnor nesta fase fizemos uma revisão do mesmo sem que tenham sido necessárias grandes alterações.

Após verificarmos a rede aerólica percebemos que tanto na exaustão como na admissão de ar novo a conduta tinha uma curva a 90° e uma transformação em spiro prolongando-se depois o spiro até ao exterior. Dado que as UTAs vão ser colocadas na estrutura do teto da unidade industrial de produção e a distância até ao exterior era muito reduzida, optamos então por levar a conduta retangular até ao exterior.

Com o apoio de uma régua de cálculo de condutas de ar, rapidamente convertemos o spiro de Ø400 em conduta retangular de 400*300. No entanto, dado que estamos a falar das condutas de ar novo e exaustão, as medidas não apresentam uma relevância importante e como tal, para facilitar, optamos por deixar as medidas inalteradas a saída da UTA, ou seja, de 400*400 na exaustão e na entrada de ar novo 600*600.

Apesar da chapa retangular ter um preço mais elevado do que o spiro visualmente fica melhor e a nível de mão-de-obra o processo é menos trabalhoso do que se tivéssemos de fazer a transformação de conduta para spiro.



Figura 25 - Admissão de ar novo e exaustão.

Como descrito anteriormente começámos por agendar uma reunião com as especialidades da estrutura e iluminação para verificar se existiam incompatibilidades entre as especialidades. Após a reunião percebemos que o nosso projeto se encontrava em concordância com as duas especialidades não existindo qualquer necessidade de alteração na nossa parte.

Geralmente num concurso público ou numa obra com projeto elaborado por outra entidade, este processo passa por outro tipo de fases, começando-se por analisar o caderno de encargos, mapa de quantidades e plantas da obra. Seguidamente, caso existam questões acerca do projeto, são pedidos esclarecimentos junto do dono de obra.

Neste caso específico, estas fases foram ultrapassadas dado ter sido um projeto desenvolvido por nós. Como tal, somos a entidade que melhor conhece o projeto e não faz qualquer sentido serem pedidos esclarecimentos a nenhuma entidade, muito menos ao dono de obra que terá pedido a realização do projeto a Norinstelnor.

5.1.2. Preparação de obra

Após ter sido feita uma análise ao projeto para relembrar certas coisas e alterar a exaustão e a admissão de ar novo de spiro para conduta retangular, passámos para a preparação da obra. Nesta fase é necessário elaborar vários elementos essenciais ao futuro bom funcionamento da obra.

Após se ter enviado toda a documentação dos funcionários e da empresa e esta ter sido aprovada, tivemos a primeira reunião de obra com o diretor de obra geral onde foram estabelecidas ordens de trabalho e prazos a cumprir. Foi também nesta primeira reunião de obra que ficou definido o local para implementação do estaleiro.



Figura 26 - Estaleiro.

Geralmente o estaleiro tem como principal função armazenar os materiais e equipamentos da Norinstelnor. No entanto, dado a proximidade da obra ao nosso armazém, optámos por utilizar o nosso armazém abdicando da utilização do estaleiro.



Figura 27 - Local de intervenção (a azul) e a empresa Norinstelnor (a verde) a uma distancia de 170 metros.

Após esta reunião preliminar, nomeámos um encarregado de obra e foi-lhe entregue uma pasta com desenhos e alguma documentação (essencialmente catálogos dos equipamentos) da

instalação para que este a análise e entre em conhecimento com a obra. À medida que a obra vai avançando esta pasta vai sendo completada, de cada vez que os fornecedores vão enviando os catálogos dos seus equipamentos ou quando existem alterações ao projeto devido a problemas que apenas surgem na implementação dos equipamentos.

É nesta fase que se realizam os boletins de aprovação de materiais (BAM). Junto dos BAM é anexado a ficha técnica do equipamento e a declaração de desempenho fornecidas pela marca. A realização desta documentação tem como objetivo primordial dar toda a documentação técnica dos equipamentos e materiais que se pretendem instalar à entidade fiscalizadora. Posteriormente, a documentação vai ser analisada pela fiscalização podendo os equipamentos e materiais propostos serem aprovados ou não.

A encomenda de material e equipamento é um processo com o qual devemos ter bastante cautela, pois é durante este processo que se fazem as grandes despesas da obra.

Nesta fase são pedidas novas cotações para os equipamentos de maneira a conseguirmos negociar novamente os preços. Contudo, agora os preços consultados já são para uma compra efetiva, o que por vezes favorece a negociação uma vez que os fornecedores conseguem acrescentar um desconto adicional para não nos deixarem escapar para a concorrência.

Para o pedido de material geralmente faz-se um levantamento de todo o equipamento necessário à obra, além do mapa de quantidades, para que não falte nada quando chegar a hora de execução. No entanto, como foi a Norinstelnor a realizar o mapa de quantidades, sabemos de antemão que o material que está descrito é o necessário à empreitada, logo, os pedidos foram efetuados de acordo com o mapa de quantidades no anexo C.

Apesar do mapa de quantidades conter todo o material necessário para a obra no que toca à rede aerólica e hidráulica esta encontra-se definida em metros lineares (ml) e em metros quadrados (m²). Importa assim saber o tipo de acessórios que vão ser necessários, nomeadamente curvas, transformações, joelhos, reduções, metros de conduta, metros de spiro, isolamento, suportagem etc.

Na rede aerólica foram contabilizadas as quantidades de peças que seriam necessárias para ser efetuado um pedido, pois estas são peças muito específicas. Para o pedido de material que foi necessário foram elaboradas tabelas com as diferentes peças e respetivas dimensões que seguem no anexo H.

Relativamente a rede hidráulica, foi feito um apanhado dos acessórios de acordo com os desenhos e com a avaliação prévia das necessidades da obra. Não existindo acessórios específicos para a tubagem, pois apenas variam as dimensões, o pedido de material encontra-se descrito na tabela no anexo I (bem como respetivos isolamentos e acessórios para as condutas e para as tubagens).

Além do material descrito no anexo I, foi também pedido o material descrito no mapa de quantidades, como já referido anteriormente, onde contam as UTAs, a conduta têxtil, as

grelhas, as válvulas, os filtros, os termómetros, os manómetros, os circuladores, os depósitos, a caldeira, a chaminé, o chiller, o equipamento de instalação elétrica e o equipamento da gestão técnica centralizada.

Contudo, dado poderem existir algumas falhas nos pedidos ou imprevistos de instalação, existe uma gestão de stocks no armazém, onde existem os produtos mais necessários de maneira a evitar uma rotura de material em obra e consequente paragem desta. No armazém constam produtos como:

- Tubo de spiro, conduta retangular, conduta flexível e alguns acessórios;
- Isolamento para condutas e tubagem;
- Tubagens de ferro preto, cobre, PVC, multicamada, aço inox e respetivos acessórios;
- Válvulas e filtros;
- Cabos elétricos;
- Consumíveis: discos de corte, mástiques, porcas, parafusos, varão roscado, calha de suporte, fita de nylon, fita de alumínio, etc.

No entanto, por vezes a falta de material devido as adversidades existentes, compromete o andamento da obra.

5.1.3. Execução de obra

Após todas as preparações necessárias para o correto decorrer da obra terem sido executadas, passa-se para a execução da obra. Nesta fase procede-se à receção e montagem de todos os equipamentos e materiais de forma correta e de acordo com o projetado.

Posteriormente ao pedido de material, aquando da sua chegada, foi feita uma verificação, comparando com a folha de material pedido bem como com a guia de transporte, de modo a verificar se a encomenda corresponde com o material entregue. Esta verificação serviu também para confirmar se as peças requisitadas estavam de acordo com as peças necessárias à instalação.



Figura 28 - Chegada de material e verificação.

A execução das instalações de AVAC incluem trabalhos que merecem especial atenção. Na montagem das condutas é essencial executar conforme descrito no projeto de maneira a cumprir os traçados aerólicos, tanto nas suas dimensões como nos locais a instalar. É fundamental que as condutas tenham uma correta fixação de modo que os suportes fiquem alinhados. A sua união é feita por parafusos M8*20 com porcas e vedante acrílico entre elas de maneira a que não hajam fugas. Depois de montadas, as condutas devem ser tamponadas caso ainda não estejam ligadas, de modo que a sujidade não entre na instalação até ao seu arranque.



Figura 29 - Condutas tamponadas após instalação.

Nas linhas de condutas isoladas com lã de rocha com alumínio (linha de insuflação e extração das UTAs), o isolamento deve ser colocado corretamente sem folgas. Para que o isolamento fique corretamente colocado e visualmente agradável utilizamos fita de alumínio para unir o isolamento, o que o torna numa só peça sendo difícil ver o local da união. Para uma maior segurança na sua correta implementação, coloca-se fita de nylon reforçada à sua volta com um passo de cerca de dez a vinte centímetros, por cima do isolamento.



Figura 30 - Conduto isolada e reforçada com fita nylon.

No que toca à rede hidráulica, as tubagens conferem as mesmas necessidades que as condutas, contudo, o isolamento difere consoante o diâmetro do tubo. Neste caso o isolamento é Kaimanflex St e foi aplicado com cola Kflex. Quando o fluido transportado se encontra à temperatura ambiente, as linhas de água não precisam de ser isoladas, como tal, para preservar o estado das mesmas foram limpas com diluente sintético levando depois um esmalte primário industrial.

A união das tubagens foi feita com acessórios roscados, com estriga de linho nas roscas para uma melhor vedação, perfazendo assim uma linha sem soldaduras. Nas linhas hidráulicas de ferro preto, foram colocadas válvulas de seccionamento para, no caso de acontecer algum imprevisto, ser possível cortar só o respetivo traçado da linha que está com a anomalia. Nos pontos mais altos foram colocados purgadores com válvulas mini macho/fêmea.



Figura 31 - A imagem da esquerda com tubagens isoladas e válvulas; Imagem da direita com tubagem pintada.

Por sua vez, os equipamentos instalados até ao momento (UTAs) foram instalados de acordo com o projeto e devidamente alinhados com os apoios. As UTAs foram instaladas com apoios antivibráticos e assentes na estrutura metálica do pavilhão. A ligação das condutas às UTAs foi feita por juntas antivibráteis, de forma a evitar que a vibração produzida pelo trabalhar dos ventiladores não se propague para a restante instalação, como se pode ver na figura 32. Os restantes equipamentos vão também ser ligados por meio de materiais antivibráteis para evitar também as vibrações dos restantes componentes da instalação.



Figura 32 - Junta de ligação entre a UTA e a conduta.

Quando os equipamentos forem ligados a nível elétrico vão passar-se os cabos elétricos em esteiras metálicas, sendo que estas são montadas a uma altura superior a todos os restantes equipamentos e componentes.

A nível elétrico vai ser necessário haver uma coordenação de trabalhos que liguem as especialidades de AVAC e eletricidade. É necessário confirmar as potências elétricas em causa desde a potência necessária para alimentação do quadro de AVAC, o consumo de cada equipamento e os equipamentos que ligam à gestão técnica do edifício.

A título de conclusão, considero evidente que, para existir um bom desenrolar dos trabalhos, é necessário haver um bom acompanhamento e uma correta execução de ordens de trabalho. Muitas vezes as especialidades ficam dependentes umas das outras para poderem avançar, dado que regra geral os prazos acordados para finalizar a instalação são apertados e torna-se complicado cumpri-los.

5.2. Ensaios

Durante a execução das instalações e antes da utilização definitiva da obra é necessário efetuar ensaios, de acordo com o decreto-lei 118/13, e preparar os respetivos relatórios e mapas das medições efetuadas para comprovar que os materiais e a montagem estão de acordo com os objetivos estabelecidos [34].

Visto que a obra ainda se encontra a decorrer, alguns ensaios ainda não foram realizados. Nesta fase, além dos ensaios, será também necessário fazer a limpeza e identificação de todos os equipamentos, nomeadamente, sistema de produção e distribuição de água refrigerada e aquecida (Chiller, caldeira e redes de tubagens), sistema de ventilação e distribuição de ar (UTAs e condutas), bem como todos os restantes acessórios das instalações (Depósitos, circuladores, válvulas, GTC ...).

Na fase de instalação é possível realizarem-se dois tipos de ensaios:

- Estanquicidade da rede de tubagens (no final da instalação das tubagens);
- Esgoto de condensados (verificação da correta drenagem no fim da instalação destes).

Com o finalizar da instalação é necessário realizar outro tipo de ensaios, no entanto dado o atraso da obra, estes apenas serão descritos não sendo possível a sua execução até ao momento.

5.2.1. Ensaio de estanquicidade da rede de tubagens

Nas instalações em que existem redes hidráulicas é necessário um ensaio a toda a rede instalada. Os ensaios da tubagem de distribuição de água serão realizados a uma pressão 1,5 vezes a pressão nominal de funcionamento. Neste ensaio toda a tubagem e acessórios, incluindo válvulas, deverão permanecer à pressão de ensaio durante 24 horas, sem que o manómetro instalado na tubagem acuse variação de pressão.

Depois de aplicados os manómetros aferidos pela autoridade nacional competente, no fim da linha, uma bomba eléctrica eleva a pressão na tubagem de 1,5 bar (pressão nominal de funcionamento) para 3,5bar (pressão mais do que 1,5 vezes superior) introduzindo água na rede hidráulica. Depois do circuito estar à carga, aguardamos 24h, enquanto fomos verificando ao longo do dia se existia alguma variação de pressão.



Figura 33 - Tubagem à carga com manómetro a marcar 3,5bar.

Como durante o dia não foi verificada qualquer fuga e como no dia seguinte, passadas as 24 horas, os manómetros se encontravam à mesma pressão constante, a linha em ensaio foi dada como testada. Este ensaio garante que não existe qualquer fuga de água no circuito, garantindo o bom funcionamento quando a instalação arrancar.

5.2.2. Ensaio da rede de condensados

Nas instalações onde existem equipamentos sujeitos à condensação, são aplicados esgotos para encaminhar os condensados dos tabuleiros até à linha de esgoto mais próxima. Neste caso, a existência de baterias nas UTAs e a condensação do chiller fazem com que existam condensados nos respetivos equipamentos.

No regulamento apenas indicam que os condensados tenham uma correta drenagem. Como tal, dado a experiência que me foi transmitida pelos colegas que trabalham no ramo há vários anos, a empresa implementa em linhas horizontais de tubagem de condensados uma inclinação mínima com cerca de 3%, ou seja, a cada metro linear a linha de condensados tem um desnível de um centímetro. Com esta pequena inclinação conseguimos garantir um correto escoamento dos condensados até à linha de esgoto.

Muitas vezes devido a força que o ventilador exerce sobre os condensados no tabuleiro estes não conseguem ter escoamento e por isso é inserido um sifão, de maneira a contrariar a força exercida por parte do ventilador.

Neste caso, como o chiller se encontra na rua e as UTAs estão colocadas entre o teto e o telhado das salas de produção, não foi necessário ter em atenção a inclinação mínima pois a tubagem irá ficar na vertical. Contudo, apesar disto, as UTAs na saída de condensados da máquina já vem dotadas de um sifão integrado o que facilita noutro tipo de instalações.



Figura 34 - Sifão das UTAs.

5.2.3. Ensaio a realizar no final da instalação

Como já foi referido anteriormente, dado instalação não se encontrar finalizada não foi possível realizar todos os ensaios. Contudo, quando a obra estiver finalizada e antes da entrega ao dono de obra das instalações serão feitos os seguintes ensaios:

- **Ensaio aerólicos** - Os ensaios de estanquicidade nas redes de condutas, quando forem realizados, terão de ter uma pressão estática de 400 Pa e as perdas de caudal máximas admissíveis de 1,5 l/s.m² de área de condutas.

Inicialmente, o ensaio tem de ser realizado a 10% da rede de condutas, escolhida arbitrariamente. Se por ventura o ensaio da primeira instância não for satisfatório, deve realizar-se um segundo ensaio em 20% da instalação, também escolhidos arbitrariamente.

Para o caso de nenhum destes ensaios ser satisfatório, os seguintes ensaios devem realizar-se para 100% da rede de condutas;

- **Medição dos caudais de água e ar** - Em cada componente (UTAs, caldeira e chiller) devem ser medidos os respetivos caudais;

- **Medições de temperatura e de humidade relativa** - No seguimento do ponto anterior, é necessário efetuar as medições da temperatura e humidade do sistema em funcionamento;
- **Medição dos consumos** - Medir o consumo de energia para a caldeira, chiller, UTAs e circuladores;
- **Verificação das proteções elétricas** - Verificar a proteção elétrica da caldeira, chiller, UTAs, circuladores e GTC junto do quadro elétrico;
- **Verificação do sentido de rotação** - Verificar a rotação dos motores que acionam os equipamentos da instalação;
- **Verificação da eficiência nominal** - Verificar a eficiência dos motores do ponto anterior;
- **Verificação de sentido de colocação de filtros e válvulas de retenção de mola** - Verificar se estes componentes estão instalados no sentido correto à passagem do fluido, e não no sentido contrário;
- **Sistema de controlo** - Verificar se o sistema reage de acordo com a solicitação do utilizador;
- **Sistemas especiais** - Verificar o correto funcionamento de todos os restantes equipamentos ainda não verificados como: depósitos de inércia, válvulas de seccionamento, válvulas reductoras de pressão, válvulas misturadoras de 3 vias e respetivos atuadores modulantes e chaminé de exaustão de fumos da caldeira;
- **Limpeza das redes e componentes** - Verificar a limpeza e desempenho de todos os componentes previstos no n.º 1 do artigo 33.º do DL n.º 79/2006;
- **Filtros de ar** - Verificar se os filtros das UTAs não estão colmatados com sujidade.

5.3. Fecho da obra

A instalação dá-se por encerrada quando a fiscalização dá o aval positivo, encontrando-se preparada para o início de funções. Deste modo, o instalador assegura que foram instalados todos os equipamentos previstos e que toda a instalação está a funcionar corretamente de acordo com o desejado pelo dono de obra.

Com a entrega da obra, a Norinstelnor entrega também três cópias da documentação técnica que abrange os seguintes documentos:

- Catálogos completos dos equipamentos (chiller, UTAs, caldeira, depósitos, circuladores e GTC);

- Manuais de instruções, em língua portuguesa, dos equipamentos (chiller, UTAs, caldeira, depósitos, circuladores e GTC);
- Instruções de funcionamento aos trabalhadores das instalações (operação e condução);
- Telas finais da instalação, incluindo desenhos hidráulicos, aerólicos e esquema de princípio em formato digital e em papel;
- Termo de Responsabilidade da execução da instalação.

Finalizados estes trâmites, a unidade industrial de produção de *Pleurotus Ostreatus* vai estar pronta a produzir. Em breve poderemos encontrar estes cogumelos a circular no mercado e a chegar às nossas mesas.

6. Resultados e análise

Neste capítulo apresenta-se uma análise sintetizada, com ênfase na pesquisa efetuada acerca da produção do *Pleurotus Ostreatus*, nas suas necessidades próprias em termos de climatização e na influência destas últimas nas características e especificidades técnicas da instalação.

Partindo deste pressuposto, são abordadas as exigências dos equipamentos selecionados e quais as suas principais características que nos permitam fazer deste projeto uma instalação ambiental e energeticamente eficiente.

Em suma tivemos em conta fatores tais como o comportamento do clima, as necessidades do cogumelo e a implementação de um sistema que conseguisse satisfazê-los, sempre com atenção redobrada no que toca à eficiência energética e ao cuidado ambiental.

O facto da cidade da Guarda ter temperaturas máximas médias a rondar os 25°C e mínimas médias a rondar o 1°C, e dado que a produção ótima do cogumelo se dá com temperaturas a variar entre os 17°C e 25°C, foi necessário submeter os espaços a um sistema de climatização para colmatar as temperaturas quando não se apresentarem ideais.

Além disto, dado que o cogumelo é produzido em ambiente fechado, e considerando-se o facto de que durante a frutificação são libertadas grandes quantidades de CO₂, que é prejudicial para o seu crescimento, há que se fazer um controlo deste por meio de uma renovação de ar sempre que os dados introduzidos na GTC assim o entenderem.

Para a climatização das salas de produção foram idealizadas três máquinas principais que se dividem entre UTAs, um chiller e uma caldeira.

Para a insuflação de ar climatizado e renovação deste nas salas, foram selecionadas UTAs com elevada eficiência energética, com recuperação de calor do ar de retorno bem como um isolamento da sua estrutura para que evitem percas de energia.

A utilização de ventiladores com motores EC com variadores de frequência permitem uma variação de velocidade e respetiva aceleração e abrandamento, o que proporciona uma poupança energética não negligenciável.

Além disto, as UTAs são constituídas por um módulo de recuperação, que nos permite a reutilização da energia proveniente do ar de retorno quando este tem que ser renovado. Consegue-se assim recuperar a energia do ar que vai ser expelido para o exterior, condicionando o ar novo preliminarmente antes deste passar pelas baterias de água quente/gelada.

A caixa de mistura permite, também, uma reutilização de energia, ou seja, quando o ar de retorno não necessita de ser completamente renovado existe uma mistura entre uma percentagem de ar novo e uma percentagem de ar de retorno, controlado pela GTC incorporada

na UTA. Esta mistura permite que o ar dentro das salas, quando se encontra em condições, seja reutilizado e introduzido novamente nestes espaços.

Por forma a rentabilizar a insuflação dos espaços, as UTAs encontram-se conectadas a condutas têxteis apresentando, assim, uma maior e melhor eficiência na insuflação.

No que concerne ao aquecimento e arrefecimento da água que circula nas baterias das UTAs, a utilização de um chiller de alto desempenho e de uma caldeira a *pellets* permitem uma maior eficiência energética no sistema.

No que respeita ao chiller, este tem uma elevada flexibilidade de potências, o que permite uma adaptabilidade consoante as necessidades de cada momento da fase de produção. A implementação de ventiladores junto do condensador ajuda na melhoria da eficiência energética, pois conseguem favorecer a permuta de calor junto deste, dando-lhe uma maior rentabilidade.

A válvula de expansão eletrónica permite que o sistema seja extremamente eficiente, pois consegue tempos de abertura e fecho bastante rápidos, conseguindo um controlo de fluxo e temperatura mais eficiente do que acontecia com as convencionais válvulas de expansão termostáticas.

Para além da eficiência dos componentes, o chiller trabalha com um refrigerante com baixas emissões de poluentes da camada de ozono (R-410A) e permite que este trabalhe a pressões elevadas, o que lhe confere uma capacidade duas vezes superior ao anterior refrigerante utilizado (R-22).

Para aquecimento do fluido (água) a caldeira a *pellets* providencia uma excelente alternativa aos combustíveis fósseis. Além de ser uma alternativa bastante económica, no que toca ao preço do combustível, confere também, uma utilização de um combustível renovável ambientalmente sustentável. Dado que os combustíveis fósseis se encontram em progressivos aumentos esta solução apresentou-se como a solução mais adequada.

Além dos principais equipamentos podemos contabilizar isolamentos que nos levam a reduzir as perdas de energia durante a deslocação de fluidos tanto nas tubagens como nas condutas.

Também na circulação do fluido (água) entre o chiller/caldeira e as baterias das UTAs contabilizamos uma solução energeticamente eficiente, pois consideramos um circulador de velocidade constante para o circuito primário, sendo este um circulador com baixa potência, pois faz apenas a circulação entre o depósito de inércia e o equipamento.

Posterior a isto foi definido um circuito secundário com um circulador de maior potência, mas com velocidade variável. Este circulador é de maior potência dado que pode ter necessidade de circular o fluido por todas as UTAs. No entanto, a velocidade variável permite-lhe um controlo sobre as necessidades da UTA e consegue aumentar ou diminuir a velocidade de trabalho.

A título de conclusão, podemos definir como principais componentes que nos garantem uma eficiência ambiental e energética, as seguintes características:

- A eficiência das UTAs que são constituídas por recuperação de fluxos cruzados, caixa de mistura e ventiladores apoiados por motores EC, que permitem uma poupança de energia na climatização;
- A utilização de combustíveis alternativos, com uma caldeira a *pellets* para o aquecimento de água;
- A rentabilidade do refrigerante R-410A em detrimento do R-22, que aumenta a sua eficiência;
- O isolamento de condutas, tubagens e perfis da UTA evitam uma perda de energia favorecendo a eficiência dos equipamentos;
- A utilização de dois circuitos para circulação da água arrefecida/aquecida, vai permitir a utilização de um circulador de velocidade variável no circuito secundário que nos apresentará uma melhoria no valor da fatura energética;
- Para um maior aproveitamento e rentabilização de todos os equipamentos, a utilização de uma GTC garante uma eficiência e controlo melhorado de todo o sistema.

7. Conclusão geral e sugestão para implementação futura

Nos dias que correm, somos cada vez mais confrontados com problemas como o crescente consumo de certos alimentos por parte da população. Desta maneira, existe necessidade de aumentar a eficiência energética, bem como encontrar soluções ambientalmente sustentáveis. Este projeto visou a implementação de um sistema AVAC dentro destes parâmetros.

Atualmente a indústria aborda problemas que há uns anos atrás não eram considerados relevantes. Deixou de se desvalorizar o custo da fatura energética e da poluição causada por certos equipamentos, dado o preço elevado da energia e dado as imposições feitas por entidades ambientais.

No âmbito deste trabalho, foi realizado um estudo envolvendo duas empresas, a Norinstelnor e a Certavac, de maneira a encontrar uma solução para a implementação de um sistema que conseguisse criar um ambiente ideal para a produção de *Pleurotus Ostreatus*, em quatro salas de produção, com estados de maturação diferentes. Este estudo teve como base primordial manter níveis de elevada eficiência energética e ambientalmente corretos.

O estudo dos equipamentos bem como o apoio ao projeto foi uma das tarefas desempenhadas. No apoio ao projeto, foi possível efetuar o cálculo e desenhos da rede de tubagens e rede de condutas bem como a elaboração do esquema de princípio.

Após a elaboração de todos os elementos constituintes foram procuradas as melhores soluções no mercado de acordo com preço/qualidade. Com isto, elaborei o orçamento que levou o dono de obra a adjudicar-nos a instalação do sistema.

Foi então que surgiram novos trabalhos na preparação da obra para execução. Gerir uma equipa de trabalhadores e comandá-los ao ritmo das restantes especialidades, requer alguma flexibilidade e manobras, pois nem sempre foi permitido avançar a instalação com o ritmo que pretendia, sendo por vezes necessário encaminhar os trabalhadores para outras obras dado não existir frente de trabalho.

A preparação das peças das condutas foi algo que me deu uma perceção da obra diferente do projeto, pois enquanto no projeto os desenhos são feitos em 2D na obra a instalação é feita em 3D. Como tal, é necessário dimensionar os acessórios consoante se pretendem instalar, ou seja, por vezes é conveniente encostar uma das faces de uma bifurcação ao teto, como é exemplo nas saídas das UTAs. Estes pormenores só são perceptíveis na preparação da obra, quando esta já se encontra a decorrer e a estrutura já está numa fase avançada.

No contexto geral deste trabalho realço principalmente o traquejo ganho a nível prático, não só no dimensionamento e desenhos de obra, mas essencialmente na implementação do sistema e das manobras criadas para esta se suceder.

7.1. Sugestão para trabalhos futuros

Uma vez que este sistema tende a ser ecológica e energeticamente eficaz, proponho para um futuro projeto nesta unidade industrial, ou noutras do mesmo género, a inclusão de coletores solares fotovoltaicos de modo que algum consumo de energia elétrica seja produzido no próprio local.

Sabendo que se trata de uma unidade industrial que irá trabalhar 24h sobre 24h, esta tem um consumo contínuo de energia elétrica. Como tal, a inserção de painéis fotovoltaicos permite que o consumo de energia elétrica da rede durante as horas de exposição solar seja reduzido, sendo que durante as restantes horas a alimentação será 100% da rede elétrica.

Com um sistema fotovoltaico bem dimensionado, pode conseguir-se um retorno num prazo de cinco anos [75].

O ideal para este tipo de instalação é que o sistema seja proporcional ao seu consumo, de maneira que não seja necessária a implementação de baterias e de modo que seja injetado o mínimo de energia na rede, obtendo uma utilização de 100% da energia produzida durante o período de produção, obtendo-se um retorno do investimento o mais rapidamente possível.

Deste modo, ao acrescentar os painéis fotovoltaicos ao sistema projetado com recurso a biomassa (*pellets*) e as unidades de tratamento de ar com elevada eficiência térmica, podemos tornar esta instalação energética e ambientalmente mais sustentável.

Referências Bibliográficas

- [1] Efinerg. Eficiência Energética na Indústria. AEP - Associação Empresarial de Portugal; 2015 [citado a 20 abril 2018]. Disponível na Internet: http://efinerg.aeportugal.pt/documents/Benchmarking_EFINERG2.pdf
- [2] PORDATA. Consumo de energia eléctrica *per capita*: total e por tipo de consumo. Lisboa: INE, DGEG/Mec, PORDATA; [actualizado a 29 junho 2018; citado a 30 junho 2018]. Disponível na Internet: <https://www.pordata.pt/Portugal/Consumo+de+energia+el%C3%A9ctrica+per+capita+total+e+por+tipo+de+consumo-1230>
- [3] Adene. Eficiência Energética na Indústria. Lisboa; [citado a 18 maio 2018]. Disponível na Internet: <https://www.adene.pt/industria/>
- [4] Eurostat. Electricity and heat statistics. Luxemburgo; [citado a 18 maio 2018]. Disponível na Internet: http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Electricity_and_heat_statistics
- [5] DGEG - Direção-Geral de Energia e Geologia. Caracterização Energética nacional 2016. Lisboa [citado a 19 maio 2018]. Disponível na Internet: <http://www.dgeg.gov.pt/pagina.aspx?codigono=774977507751AAAAAAAAAAAA>
- [6] REA. Energia e Clima. Amadora [actualizado a 30 abril 2018; citado a 29 junho 2018]. Disponível na Internet: <https://rea.apambiente.pt/content/energias-renov%C3%A1veis>
- [7] Hipersuper. O processamento térmico nos alimentos. Lisboa: Hipersuper [actualizado a 21 setembro 2007; citado a 27 maio 2018]. Disponível na Internet: <http://www.hipersuper.pt/2007/09/21/o-processamento-trmico-nos-alimentos/>
- [8] Gil Simões M. Desenvolvimento e crescimento da espécie de cogumelo *Pleurotus ostreatus* em garrafas de plástico reutilizado. Angra do Heroísmo: Universidade dos Açores; 2015. Disponível na Internet: <https://repositorio.uac.pt/bitstream/10400.3/3836/1/DissertMestradoMarceloGilSimoes2016.pdf>
- [9] Cargocollective. Guarda. Disponível na Internet: <https://cargocollective.com/rgf/aripa-hospital-da-guarda>
- [10] Ferreira J. A Guarda Formosa na Primeira Metade do Século XX. Guarda: Centro de Estudos Ibéricos, Câmara Municipal da Guarda; 2004
- [11] Tomé JM. Relatório de Estágio: Licenciatura em Design de Equipamento. Guarda: Instituto Politécnico da Guarda; 2012.
- [12] IPMA. Normais Climatológicas - 1981-2010 (provisórias) - Guarda. [citado a 30 de maio de 2018] Disponível na Internet: <http://www.ipma.pt/pt/oclima/normais.clima/1981-2010/010/>
- [13] IPMA. Humidade Relativa máxima do ar. [citado a 31 de maio de 2018] Disponível na Internet:

https://www.ipma.pt/pt/agrometeorologia/mapas/diario/index.jsp?page=dhx_co.xml
↓

[14]IPMA. Humidade Relativa mínima do ar. [citado a 31 de maio de 2018] Disponível na Internet:

https://www.ipma.pt/pt/agrometeorologia/mapas/diario/index.jsp?page=dhn_co.xml
↓

[15]Chang ST, Miles PG. Mushrooms: Cultivation, Nutritional value, Medicinal Effect, and Environmental Impact. 2ª edição. Boca Raton: CRC Press; 2004

[16]MushWorld. Oyster Mushroom Cultivation. Seoul: MushWorld - Heinerart Inc.; 2004. [citando em 29 de agosto de 2018] Disponível na Internet: <https://pt.scribd.com/doc/97323446/Mushroom-Growers-Handbook-1-Oyster-Mushroom-Cultivation>

[17]Oei P, Nieuwenhuijzen BV.O cultivo de cogumelos em pequena escala: pleuroto, shiitake e orelha-de-pau. Wageningen: Fundação Agromisa e CTA; 2006

[18]Simões MG. Desenvolvimento e crescimento da espécie de cogumelo *Pleurotus Ostreatus* em garrafas de plástico reutilizado. Angra do Heroísmo: Universidade dos Açores. 2015 [citando em 31 de agosto de 2018] Disponível na Internet: <https://repositorio.uac.pt/bitstream/10400.3/3836/1/DissertMestradoMarceloSimo es2016.pdf>

[19]Charlie MJ, Watkinson SC, Goodday GW. The Fungi. 2ª edição. San Diego; London: Academic; 2001

[20]Silva AP, Vicente HP. Guia do Colector de Cogumelos - para os cogumelos silvestres comestíveis com interesse comercial em Portugal. Direção-Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural. Publicconsult - Agência Criativa de Marcas; 2013 [citando em 25 de agosto de 2018] Disponível na Internet: <http://www2.icnf.pt/portal/agir/boapratic/resource/doc/guia-colet-cog>

[21]Constantine JA, Mims CW. Introductory mycology. 3ª edição. Nova York: Wiley; 1979

[22]Anpc. Cogumelos. São José dos Pinhais. [citado em 24 de Agosto de 2018] Disponível na Internet: <https://www.anpccogumelos.org/cogumelos>

[23]Barbado JL. Hongos comestibles. 1ª Edição. Buenos Aires: Albatros; 2013

[24]Federação dos Produtores Florestais de Portugal. Guia de Campo Cogumelos Silvestres. Lisboa: Ondagrafe; 2008 [citado em 25 de agosto de 2018] Disponível na Internet: http://www.drapc.min-agricultura.pt/base/documentos/guia_de_campo_cogumelos_silvestres.pdf

[25]Kurtzman RH. Ventilation for mushroom cultivation: The importance of the needs of mushrooms and the gas laws. Berkeley: Micologia Aplicada Internacional; 2010 [citado

em 24 de agosto de 2018] Disponível na Internet:
<http://www.redalyc.org/pdf/685/68514346003.pdf>

- [26] Sapata M, Ramos C, Ferreira A, Andrada L, Candeias L. Processamento mínimo de cogumelos do género pleurotus. Lisboa: Sociedade de Ciências Agrárias de Portugal; 2010 [citado em 17 de agosto de 2018] Disponível na Internet: http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0871-018X2010000200003
- [27] Bononi VL, Capelari M, Maziero R, Trufem SFB. Cultivo de cogumelos comestíveis. São Paulo: Ícone; 1995
- [28] Apati GP. Secagem e Resfriamento a vácuo de cogumelos comestíveis das espécies *Pleurotus ostreatus*. Santa Catarina: Universidade Federal de Santa Catarina; 2004 [citado a 17 de agosto de 2018] Disponível na Internet <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/86817/222491.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [29] TERA Company (Ukraine). Automated Environmental Control System In Composting And Mushroom Growing. [citado a 19 de agosto de 2018] Disponível na Internet: <http://mushroom-climate.com/en/articles/costs-for-climate-control>
- [30] CO2Meter. Mushroom Farming: Why is monitoring carbon dioxide important?. [citado a 12 de agosto de 2018] Disponível na Internet: <https://www.co2meter.com/collections/mushroom-farming>
- [31] Mycology Wiki. Pleurotus Ostreatus. [citado a 12 de agosto de 2018]. Disponível na Internet: http://mycology.wikia.com/wiki/Pleurotus_ostreatus
- [32] Moda EM, Horii J, Spoto MHF. Edible mushroom Pleurotus sajor caju production on washed and supplemented sugarcane bagasse. São Paulo: Science Agriculture Vol.62; 2005
- [33] Isidro A, Fernandes E. O ar da Guarda. Guarda: Câmara Municipal da Guarda; 2013
- [34] DECRETO-LEI nº118/2013 (20 de agosto de 2013). Disponível na Internet: <https://dre.pt/application/conteudo/499237>
- [35] Pedro JL. Terologia Aplicada aos Sistemas AVAC. Porto: Universidade do Porto; 2002 [citado a 12 de julho de 2018] Disponível na Internet: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/12762/2/Texto%20integral.pdf>

- [36] Garrochinho JD. Estágio no Sector de Edifícios e Infraestruturas Técnicas dos Serviços Centrais da Gulbenkian. Lisboa: Instituto Superior de Engenharia de Lisboa; 2016 [citado a 12 de julho de 2018] Disponível na Internet: <https://repositorio.ipl.pt/bitstream/10400.21/8287/1/Disserta%C3%A7%C3%A3o.pdf>
- [37] Dinçer I. Refrigeration Systems and Applications. 3ª Edição. Chichester: Wiley; 2017
- [38] Tecno gera. Descubra as vantagens dos sistemas de refrigeração de água gelada. 2017 [actualizado a 19/12/2017; citado a 13 julho de 2018]. Disponível na Internet: <https://www.tecnogera.com/blog/descubra-as-vantagens-dos-sistemas-de-refrigeracao-de-agua-gelada>
- [39] Carrilho DM. Desenvolvimentos de uma unidade experimental para estudo da formação de gelo em evaporadores. Covilhã: Universidade da Covilhã; 2016
- [40] Dias RF. Estudo experimental das condições de operação que conduzem à redução da formação de gelo na superfície de evaporadores de unidades frigoríficas. Covilhã: Universidade da Covilhã; 2017
- [41] Tecconcursos. Enunciados de questões e informações de concursos. [citado a 11 de julho de 2018] Disponível na Internet: <https://www.tecconcursos.com.br/conteudo/questoes/137953>
- [42] Firme AP. Estudo experimental da formação de gelo em evaporadores. Covilhã: Universidade da Covilhã; 2015
- [43] DAIKIN. Tabela de características do chiller. Disponível na Internet: https://www.daikin.pt/pt_pt/products/EWAQ-G-SS.table.html
- [44] DAIKIN. Chiller multi-scroll de condensação a ar, eficiência standard, som standard EWAQ-G-SS. [citado a 13 de agosto de 2018] Disponível na Internet: https://www.daikin.pt/pt_pt/products/EWAQ-G-SS.html
- [45] Ambientegelado. A tecnologia do compressor SCROLL e suas aplicações em ar condicionado, bombas térmicas e refrigeração. [citado a 13 de julho de 2018] Disponível na Internet: <http://www.ambientegelado.com.br/v51/index.php/artigos-tecnicos/circuito-da-refrigeracao/compressores/325-a-tecnologia-do-compressor-scroll-e-suas-aplicacoes-em-ar-condicionado-bombas-termicas-e-refrigeracao>
- [46] DAIKIN. Air Cooled Scroll Chillers. Oostende: DAIKIN EUROPE N.V.; 2015 [citado a 17 de agosto de 2018]

- [47]GASSERVEI. R-410A. [citado a 13 de junho de 2018]. Disponível na Internet: <https://www.gas-servei.com/pt/componentes/sustitutos-directos-del-r12/r-410a>
- [48]Teixeira NA. Estudo Comparativo de Soluções de Climatização e de Produção de AQS no Âmbito da Certificação Energética de Edifícios (RCCTE). Covilhã: Universidade da Beira Interior; 2011 [citado a 17 de junho de 2018]. Disponível na Internet: <https://ubibliorum.ubi.pt/bitstream/10400.6/2396/1/TESE%20NICOLAU%20TEIXEIRA.pdf>
- [49]Ramage J. Guia da energia. Lisboa: Monitor; 2003
- [50]BioenergyMap. O que é a Biomassa?. [citado a 28 de julho de 2018]. Disponível na Internet: <http://www.bioenergymap.pt/pt-pt/Biomassa/O-que-%C3%A9>
- [51]Ribeiro P. Aglomeração de Cinzas numa Caldeira a Pellets: Influência da Temperatura e do Fluxo de ar. Braga: Universidade do Minho; 2012 [citado a 18 de julho de 2018]. Disponível na Internet: <https://core.ac.uk/download/pdf/55622948.pdf>
- [52]Novais MS. Relatório Final de Estágio para obtenção do Grau de Mestre em Energias Renováveis e Eficiência Energética. Bragança: Instituto Politécnico de Bragança; 2014 [citado a 24 de julho de 2018]. Disponível na Internet: <https://bibliotecadigital.ipb.pt/bitstream/10198/10322/1/Marisa%20Sofia%20Teixeira%20Novais.pdf>
- [53]Pires LF. Relatório de Estágio. Guarda: Instituto Politécnico da Guarda; 2016 [citado a 23 de julho de 2018]. Disponível na Internet: http://bdigital.ipg.pt/dspace/bitstream/10314/3709/1/Leonel%20Pires_1009502.pdf
- [54]Energia Biomassa. Esquema de funcionamento de um Equipamento a Pellets. [citado a 24 de julho de 2018]. Disponível na Internet: <http://www.energiabiomassa.com/energias-renovaveis/esquema-de-funcionamento-de-um-equipamento-a-pellets/>
- [55]Silva JR. Controlador de Caldeiras e Salamandras Domésticas. Leiria: Instituto Politécnico de Leiria; 2017 [citado a 25 de julho de 2018]. Disponível na Internet: <https://iconline.ipleiria.pt/bitstream/10400.8/2631/1/Projeto%20-%20MEE%20-%20Jo%C3%A3o%20Ricardo%20Silva.pdf>
- [56]Mazau SV. Desenvolvimento e teste de um protótipo funcional de um queimador de pellets. Aveiro: Universidade de Aveiro; 2007 [citado a 24 de junho de 2018]. Disponível na Internet: <https://ria.ua.pt/bitstream/10773/2424/1/2008000817.pdf>

- [57]Gomes DM. Estágio Profissional na Empresa Drubloc - Viana do Castelo. Viana do Castelo: Instituto Politécnico de Viana do Castelo; 2015 [citado em 26 de junho de 2018]. Disponível na Internet: http://repositorio.ipvc.pt/bitstream/20.500.11960/1518/1/Diogo_Gomes.pdf
- [58]Centrometal. Heating pellet boiler. [citado a 11 de agosto de 2018] Disponível na Internet: <http://centrometal.lv/CENTROMETAL-heating-pellet-boiler-EKO-CK-P-Cm-Pelet-seti-14-90-kw-eng.htm>
- [59]PanonTherm. Queimador de pellets com controle CPPL 60-90 Centrometal. [citado a 26 de julho de 2018]. Disponível na Internet: <http://www.panontherm.co.rs/2991-gorionik-za-pelet-sa-regulacijom-cppl-60-90-centrometal.html>
- [60]Hiperclima. Caldeira a lenha EKO CK P Centrometal. [citado a 22 de julho de 2018]. Disponível na Internet: <https://www.hiperclima.pt/produto/caldeira-lenha-eko-ck-p-centrometal-159>
- [61]Centrometal. EKO-CK (14-110 kW). [citado a 26 de julho de 2018]. Disponível na Internet: <https://www.centrometal.hr/public/downloads/kombinirani-kotlovi/eko-ck-ckp/EKO-CKP-CKB-P-pelet-set-proskpekt.pdf>
- [62]Hiperclima. Caldeira a lenha EKO CK P Centrometal. [citado a 22 de julho de 2018] Disponível na Internet: <https://www.hiperclima.pt/html2pdf/examples/encomenda.php?html2pdf=2331&filename=Caldeira%20a%20lenha%20EKO%20CK%20P%20Centrometal.pdf>
- [63]AirLink - Filtros Industriais. Entenda o processo de funcionamento de uma unidade de tratamento de ar. [atualizado a 12 de abril de 2017; citado a 23 de julho de 2018]. Disponível na Internet: <https://www.airlinkfiltros.com.br/artigos/entenda-o-processo-de-funcionamento-de-uma-unidade-de-tratamento-de-ar/>
- [64]Kreider JF. Handbook of Heating, Ventilation and Air Conditioning. Boca Raton: CRC Press; 2001
- [65]Jesus M, Lapa P. Unidades de tratamento de ar - Um fato à medida. Porto: Instituto Superior de Engenharia do Porto; 2016 [citado a 25 de julho 2018]. Disponível na Internet: http://www.dem.isep.ipp.pt/uploads/DEM_PDFs/Laboratorios_Docs/AVAC/Eventos/IS EP_Nov2016_final.pdf
- [66]Wikipédia. Unidade de tratamento de ar. [citado a 2 de agosto de 2018]. Disponível na Internet: https://pt.wikipedia.org/wiki/Unidade_de_tratamento_de_ar

- [67]Gonzalez C. What's the Difference between AC, DC, and EC Motors?. [atualizado a 24 de agosto de 2017; citado a 30 de julho de 2018]. Disponível na Internet: <https://www.machinedesign.com/motion-control/what-s-difference-between-ac-dc-and-ec-motors>
- [68]de Brito VE. Tratamento e distribuição do ar em sistemas de climatização. Coimbra: Faculdade de Ciências e Tecnologia; 2010 [citado a 30 de julho de 2018]. Disponível na Internet: https://estudogeral.sib.uc.pt/bitstream/10316/20376/1/Vladmir_Brito_2005117572_2010_rf.pdf
- [69]EVAC. A Engenharia do Ar: Ar Engineering. Penafiel: EVAC Equipamentos de Ventilação e Ar Condicionado, S.A. [citado a 29 agosto de 2018] Disponível na Internet: https://www.evac.pt/wp-content/uploads/2017/10/GERAL_PT-EN.pdf
- [70]PRIHODA. Sistemas de distribuição de ar com condutas têxteis. Leça da Palmeira; 2008 [citado a 30 de agosto de 2018] Disponível na Internet: http://files.isec.pt/DOCUMENTOS/SERVICOS/BIBLIO/Documentos%20de%20acesso%20remoto/Condutas_Texteis.pdf
- [71]METEC. Indução Tex jet. Lisboa [citado a 2 de setembro de 2018] Disponível na Internet: http://www.metec.pt/pdf_conduta_textil/CondutaTextilPortugues2014.pdf
- [72]SODECA. Condutas Têxteis. Leça da Palmeira. [citado a 2 de setembro de 2018] Disponível na Internet: <http://decflex.pai.pt/ms/ms/decflex-equipamentos-de-ventilacao-lda-condutas-texteis-4450-801-matosinhos/ms-90020943-p-9/>
- [73]France Air Portugal. Guia 18/19. Beynost; 2018.
- [74]Espace Pro: France Air. Gac 10-21. [citado a 5 de setembro de 2018] Disponível na Internet: <https://espacepro.france-air.com/gac-10-21-grille-aluminium-simple-ou-double-deflexion-ailettes-mobiles.html>
- [75]Portal Energia. O que deve saber sobre o autoconsumo por painéis solares fotovoltaicos. [atualizado a 11 de junho de 2017; citado a 3 de setembro de 2018] Disponível na Internet: <https://www.portal-energia.com/deve-saber-autoconsumo-paineis-solares-fotovoltaicos/>

Anexo A

Tabelas completas das características das UTAs

Característica das UTAs correspondentes às salas com 294 m³.



Equipamentos de Ventilação e Ar Condicionado, S.A.



OF 458.346	CLIENTE NORINSTEINOR	MODELO UTA-RP 20 st
DATA 03-2018	OBRA Produção de Cogumelos	REFERÊNCIA UTA 21

FILTRO

DESIGNAÇÃO	EFIC.	ΔP INICIAL		ΔP FINAL		ΔP CONSID.	
		Pa	%	Pa	%	Pa	%
Filtro Plano INS	G4	50	150	100			
F Ríg Plano INS	F7	115	200	158			
F Ríg Plano INS	F9	139	300	220			
Filtro Absoluto INS	E10	220	400	310			
F Ríg Plano RET	M6	80	200	140			

ATRAVANCAMENTO

Altura x Largura x Comprimento	mm	945x1330x4215
Peso Total	kg	492

RECUPERADOR

DESIGNAÇÃO	CAUDAL	INVERNO								VERÃO								
		ENTRADA		SAÍDA		EFIC.	ΔP	POTÊNCIA		ENTRADA		SAÍDA		EFIC.	ΔP	POTÊNCIA		
		m ³ /h	%	%	%			Pa	Pa	Pa	Pa	Pa	Pa			Pa	Pa	Pa
H30850/26 - 850	INS.	3.000	0	80	17,0	25	85	217	16,8	16,8	35	50	26,9	80	81	264	8,2	8,2
	RET.	3.000	20	50	6,8	95	66	263	16,8	16,8	25	50	33,1	31	81	249	8,2	8,2

BATERIA

TIPO	FIADAS	CIRC.	Ø _{ENT}	Ø _{SAÍ}	AR								POTÊNCIA		FLUÍDO PRIMÁRIO				
					CAUDAL	ENTRADA		SAÍDA		VEL.	ΔP	SENS.	TOTAL	CAUDAL	ENT.	SAÍDA	GLYCOL	ΔP	
					m ³ /h	%	%	%	m/s	Pa	kW	kW	i/h	%	kPa				
Aquet.	2	5	0,75"	0,75"	3.000	26,9	80	12,1	99	2,38	223	14,76	37,57	6.440	7	12	0	29,3	Água
					3.000	17	25	35,8	8	2,38	27	18,92	18,92	1.650	60	50	0	29,4	Água

REGISTO/CAUDAIS

DESIGNAÇÃO	CAUDAL	MÁXIMO		
		REGULAÇÃO	VEL.	ΔP
	m ³ /h	g	m/s	Pa
NO 600x600 AR NOVO	3.000	0	2,3	4
NO 400x400 AR RETORNO	3.000	0	5,2	13
NO 500x300 BY-PASS RECUP.	3.000	0	5,6	15
NO 500x200 AR RETORNO	3.000	0	8,3	29

VENTILADOR

DESIGNAÇÃO	CAUDAL	ΔP _{EST.}	VEL. ROT.	POT. VEIO	ΔP _{EST.}	ΔP _{DIN.}	ΔP _{TOTAL}	COEF.
	m ³ /h	Pa	rpm	kW	Pa	Pa	Pa	m ² .s/h
P3105ECM INS.	3.000	200	3.367	1,7	1421	45	1466	95
P3107ECM RET.	3.000	150	2.504	0,7	591	45	636	95

MOTOR

POT. NOMINAL	VEL. ROT.	EFIC.	VEL.	TENS.	COR.	POT. EL.	FREQ.
	rpm	-	-	V	A	kW	Hz
2,5 kW INS.	3.640	EC	1-N	400	4	1,98	43 - 46
1,35 kW RET.	2.920	EC	1-N	230	6,7	0,86	42 - 43 - 44

Nº 1. DE RUÍDO

	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz	LWS
	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB(A)
INSUFLAÇÃO - DESCARGA	70	67	72	67	64	51	40	32	69
INSUFLAÇÃO - ADMISSÃO	62	57	61	55	47	39	28	20	56
RETORNO - EXAUSTÃO	64	62	73	68	71	68	61	57	75
RETORNO - EXTRACÇÃO	62	61	67	65	58	52	44	39	65
EXTERIOR	65	62	66	67	61	62	52	37	68

INSTALADO POR:

NORINSTEINOR - INSTALAÇÕES ESPECIAIS, S.A.

PLATAFORMA LOGÍSTICA LOTE 20

6300 - 070 CASAL DE CINZA

Tel.: 271227114

Fax: 271227116

EVAC SA

ZONA INDUSTRIAL 2ª FASE - LOTE 1 A 4

4560-709 PENAFIEL PORTUGAL

WEB : www.evac.pt

E-MAIL : geral@evac.pt

Tel.: +351.255.710.140

Fax: +351.255.712.988



46.02.11

mod. 011ar3 tipo UTA

Característica das UTAs correspondentes às salas com 245 m³.



Equipamentos de Ventilação e Ar Condicionado, S.A.



OF 458.346	CLIENTE NORINSTEINOR	MODELO UTA-RP 15 st
DATA 03-2018	OBRA Produção de Cogumelos	REFERÊNCIA UTA 25

FILTRO

DESIGNAÇÃO	EFIC.	ΔP INICIAL	ΔP FINAL	ΔP CONSID.
Filtro Plano INS	G4	60	150	105
F Ríg Plano INS	F7	233	233	233
F Ríg Plano INS	F9	301	300	300
Filtro Absoluto INS	E10	244	400	322
F Ríg Plano RET	M6	182	200	191

ATRAVANCAMENTO

Altura x Largura x Comprimento	mm	745x1330x3905
Peso Total	kg	369

RECUPERADOR

DESIGNAÇÃO	CAUDAL	INVERNO						VERÃO										
		ENTRADA		SAÍDA		EFIC.	ΔP	POTÊNCIA		ENTRADA		SAÍDA		EFIC.	ΔP	POTÊNCIA		
		°C	%	°C	%			%	Pa	SENS.	TOTAL	°C	%			°C	%	%	Pa	SENS.	TOTAL
H30750/24 - 800	INS.	2.500	0	80	16,7	26	83	218	13,7	13,7	35	50	26,9	79	81	262	6,6	6,6
	RET.	2.500	20	50	6,8	97	66	263	13,7	13,7	25	50	32,9	32	79	248	6,6	6,6

BATERIA

TIPO	FIADAS	CIRC.	Ø _{ENT}	Ø _{SAT}	CAUDAL	AR				POTÊNCIA		FLUÍDO PRIMÁRIO						
						ENTRADA		SAÍDA		VEL.	ΔP	SENS.	TOTAL	CAUDAL	ENT.	SAÍDA	GLYCOL	ΔP
					m ³ /h	°C	%	°C	%	m/s	Pa	kW	kW	l/h	°C	°C	%	kPa
Arref.	4	12	1"	1"	2.500	26,9	79	18,1	94	2,78	147	7,24	18,26	3.170	7	12	5	24,4
Aquec.	3	6	0,75"	0,75"	2.500	16,7	26	39,9	7	2,78	53	19,46	19,46	1.720	60	50	5	23,7

REGISTO/CAUDAIS

DESIGNAÇÃO	CAUDAL	MÁXIMO		
		REGULAÇÃO	VEL.	ΔP
	m ³ /h	°	m/s	Pa
NO 600x500 AR NOVO	2.500	0	2,3	4
NO 400x300 AR RETORNO	2.500	0	5,8	16
NO 300x300 BY-PASS RECU.	2.500	0	7,7	25
NO 300x300 AR RETORNO	2.500	0	7,7	25

VENTILADOR

DESIGNAÇÃO	CAUDAL	ΔP _{EST.}	VEL. ROT.	POT. VEIO	ΔP _{EST.}	ΔP _{DIN.}	ΔP _{TOTAL}	COEF.
P3105ECM INS.	2.500	200	3.414	0,68	1551	31	1582	95
P2805ECM RET.	2.500	150	2.907	0,27	642	49	691	75

MOTOR

POT. NOMINAL	VEL. ROT.	EFIC.	VEL.	TENS.	COR.	POT. EL.	FREQ.
2,5 kW INS.	3.640	EC	1-N	400	4	1,93	45 - 47 - 49
0,78 kW RET.	2.960	EC	1-N	230	3,9	0,74	50 - 49

EL DE RÚIDO

	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz	LWS
	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB(A)
INSUFLAÇÃO - DESCARGA	77	74	77	69	66	52	41	32	72
INSUFLAÇÃO - ADMISSÃO	71	64	67	58	49	41	31	24	61
RETORNO - EXAUSTÃO	68	60	70	67	68	64	58	55	72
RETORNO - EXTRACÇÃO	66	58	67	63	56	50	44	37	63
EXTERIOR	72	67	70	68	62	63	53	37	70

INSTALADO POR:

NORINSTEINOR - INSTALAÇÕES ESPECIAIS, S.A.

PLATAFORMA LOGISTICA LOTE 20

6300 - 070 CASAL DE CINZA

Tel.: 271227114

Fax: 271227116

EVAC SA

ZONA INDUSTRIAL 2ª FASE - LOTE 1 A 4

4560-709 PENAFIEL PORTUGAL

WEB : www.evac.pt

E-MAIL : geral@evac.pt

Tel.: +351.255.710.140

Fax: +351.255.712.988



Anexo B

Desenho da conduta têxtil dimensionada para instalar nas salas de produção

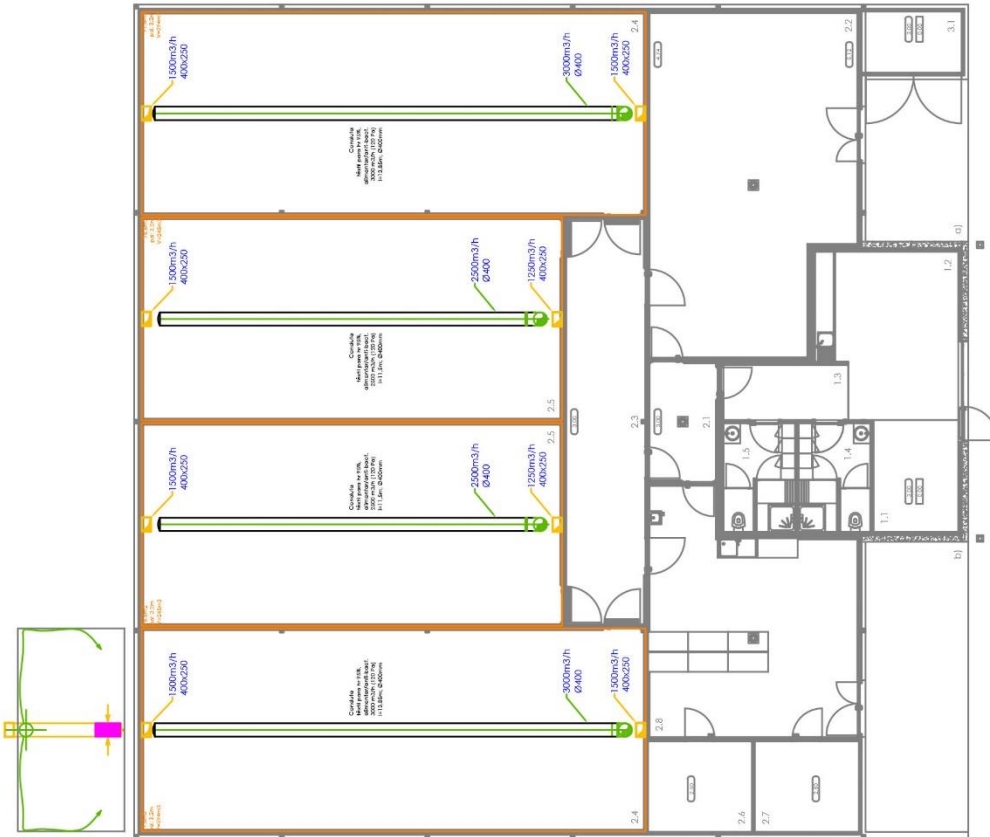


Legenda de Espaços

- 1 - Área de secretariado
 - 1.1 - Sala de recepção 8,5 m²
 - 1.2 - Sala de espera 20,0 m²
 - 1.3 - Corredor 6,2 m²
 - 1.4 - Instalação Sanitária / Banheiro Feminino 6,8 m²
 - 1.5 - Instalação Sanitária / Banheiro Masculino 6,8 m²
- 2 - Área de Produção
 - 2.1 - Hall de Distribuição da Área de Produção 7,5 m²
 - 2.2 - Sala de Receção e Preparação da Matéria Prima 60,8 m²
 - 2.3 - Câmara de Higienização 27,1 m²
 - 2.4 - Sala de Culinária (C1) 7,5 m²
 - 2.5 - Sala de Culinária (C2) 76,6 m²
 - 2.6 - Estufa de Secagem 8,2 m²
 - 2.7 - Câmara Fritante 8,5 m²
 - 2.8 - Sala de Embalamento e Expedição 41,4 m²
- 3 - Área Técnica
 - 3.1 - Casa das Máquinas 5,3 m²

- a) Casa de Recepção
b) Casa de Expedição

Cota de teto
 Cota de pavimento



Planta do Piso

Termo Resumativo Nuno Cabral Desenhado por: Luis Ferrão Data da obra: Fevereiro de 2018 Obs: --	Nome do Cliente: PLATAFORMA LOGÍSTICA DE INICIATIVA EMPRESARIAL, S/A - LOGÍSTICA / GUARDA Projeto executado: AVAC - AQUECIMENTO, VENTILAÇÃO & AR CONDICIONADO Data: --
Localização: ESTRELA DE PAVÃO INDUSTRIAL - SALAS DE PRODUÇÃO NEQUINIMÁCIAS	Rubrica: Escala: 1:200
01/04	

Anexo C

Memória descritiva e mapa de quantidades elaborados

MEMÓRIA DESCRITIVA

A solução aqui apresentada para a instalação mecânica da produção de cogumelos em substrato foi feita com base na literatura disponível e indicações do dono de obra sobre as boas práticas na produção deste tipo de produtos alimentares.

Será necessário uma grande renovação de ar dos espaços destinados à produção devido à muita libertação de dióxido de carbono dos produtos em causa, sendo que para isso se conta com unidades de tratamento de ar de elevada eficiência energética. As unidades de tratamento de ar (UTAs) instaladas têm a dupla função de não só renovarem o ar interior, bem como o tratam termicamente afim de garantir as condições térmicas interiores favoráveis à boa produção. Sendo que as condições em cada ciclo da produção variam, também as UTAs se adaptaram a essas condições pelo facto de terem meios de controlo próprios que o permitem. Relativamente à eficiência energética da solução, as UTAs dispõem de um permutador de calor para a recuperação do calor proveniente do ar de extração que será expelido para o exterior, tendo-lhe sido retirado o calor necessário para o re-aquecimento do ar de renovação. Ainda assim, caso o ar interior tenha condições abaixo do limite de qualidade exigida, não fará recurso à renovação de ar, poupando assim energia térmica.

A distribuição do ar nas salas de produção é feita por insuflação de ar em conduta têxtil, lavável com distribuição uniforme ao longo de todo o espaço. O retorno de ar será feito pelos topos da sala, obrigando assim a um “varrimento” muito eficiente do espaço.

A produção térmica de apoio às UTAs é feita com recurso a um chiller e uma caldeira a *pellets* de elevada eficiência térmica. Estas unidades produziram água arrefecida e água quente respetivamente, que será distribuída pelas UTAs que assim climatizarão os espaços.

O recurso a *pellets* de madeira para o sistema de aquecimento dá ao projeto um cariz de responsabilidade ambiental e evita o uso de combustíveis fósseis tão prejudiciais para o ambiente.



O sistema de “*software*” aqui proposto para controlo das condições ambientais (temperatura, humidade e qualidade do ar interior) indispensáveis à maximização da produção permite o acesso remoto à instalação para serem verificadas e alteradas caso seja necessário as condições interiores, bem como monitorização de consumos energéticos. Este sistema é desenvolvido especificamente para cada uma das salas de produção, evitando a presença permanente no interior das salas, minimizando ou eliminando contaminações indesejáveis pela presença humana.

A humidade relativa dos espaços será controlada pelo sistema de nebulização não contemplado neste fornecimento, embora a leitura da humidade ambiente seja feita pelas UTAs.

Em resumo, o recurso a *pellets* de madeira, bem como o uso de unidades de tratamento de ar com elevada eficiência térmica, tornam este projeto energética e ambientalmente sustentável.

Guarda, 14 de Fevereiro de 2018

NORINSTEINOR, Lda.



Produção de Cogumelos					
POS	DESIGNAÇÃO	UND	QDE	P.UNIT.	SUB TOTAL
	Fornecimento e instalação dos equipamentos abaixo listados, incluindo todos os acessórios necessários ao seu bom funcionamento				
1	Unidade de tratamento de ar com recuperação de calor em recuperador de fluxo cruzado e caixa de mistura, com bateria de aquecimento e arrefecimento, sistema de controlo incluído e sem humidificação, nos seguintes tipos e quantidades:				
1.1	Sala 2,1 e 2,2	un	2,00		
1.2	Sala 2,5 e 2,6	un	2,00		
2	Rede de condutas de ar				
2.1	Conduta de ar em chapa galvanizada devidamente isolada com lã de rocha com película de alumínio de 30 mm de espessura	m2	185,00		
2.2	Conduta textil de qualidade alimentar, antibacteriana incluindo a respetiva suportagem para um caudal de 3000m3/h com comprimento de 14m	un	2,00		
2.3	Conduta textil de qualidade alimentar, antibacteriana incluindo a respetiva suportagem para um caudal de 2500m3/h com comprimento de 11,5m	un	2,00		
2.4	Conduta de ar em chapa galvanizada tipo spiro devidamente isolada com lã de rocha com película de alumínio de 30 mm de espessura de Ø400mm	m	8,00		
2.5	Conduta de ar em chapa galvanizada tipo spiro não isolada na exaustão e admissão de ar novo de Ø400mm	m	20,00		
2.6	Bico de pato com rede para admissão e exaustão de ar de Ø400mm	un	8,00		
3	Difusão de ar				
3.1	Grelha em alumínio anodizado de simples fiada com registo	un	8,00		
4	Produção de água quente a arrefecida				
4.1	Tubo de ferro preto devidamente pintado com 2 demãos de tinta, isolado com isolamento térmico do tipo "K flex" de acordo com as espessuras definidas no dec. Lei 118/2013, nas seguintes medidas e quantidades:				
4.1.1	Circuito de arrefecimento				
4.1.1.1	Ø3"	m	62,00		
4.1.1.2	Ø2 1/2"	m	14,00		
4.1.1.3	Ø2"	m	76,00		
4.1.2	Circuito de aquecimento				
4.1.2.1	Ø2"	m	62,00		
4.1.2.2	Ø1 1/2"	m	14,00		
4.1.2.3	Ø1 1/4"	m	76,00		
4.2	Valvularia				
4.2.1	Válvulas de seccionamento				
4.2.1.1	Ø3"	un	12,00		
4.2.1.2	Ø2"	un	20,00		
4.2.1.3	Ø1 1/4"	un	8,00		
4.2.1.4	Ø1"	un	2,00		
4.2.1.5	Ø1/2"	un	6,00		
4.2.2	Filtros em Y				
4.2.2.1	Ø3"	un	3,00		
4.2.2.2	Ø2"	un	3,00		
4.2.2.3	Ø1/2"	un	1,00		
4.2.3	Válvulas de retenção de mola				
4.2.3.1	Ø3"	un	3,00		
4.2.3.2	Ø2"	un	3,00		
4.2.3.3	Ø1/2"	un	1,00		



NorinstelNor
Instalações
Especiais S.A.



Produção de Cogumelos					
POS	DESIGNAÇÃO	UND	QDE	P.UNIT.	SUB TOTAL
4.2.4	Válvula redutora de pressão de Ø1/2", incluindo manómetro	un	1,00		
4.2.5	Válvula misturadora de 3 vias de Ø2", com atuador modulante para o circuito de anicondensação da caldeira	un	1,00		
4.2.6	Instrumentação				
4.2.6.1	Termómetros horizontais com quadrante de 63mm e caixa inox, com escala de 0-120°C	un	12,00		
4.2.6.2	Manómetro horizontal com quadrante de 50mm e caixa em ABS, com escala de 0-6 bar	un	6,00		
4.3	Circuladores do tipo "in line" com as seguintes características e quantidades:				
4.3.1	BC1: 6600/h; 5.0m.c.a	un	1,00		
4.3.2	BC2: 23300/h; 5.0m.c.a	un	1,00		
4.3.3	BC caldeira: 6600/h, 3.0m.c.a.	un	1,00		
4.3.4	BC chiller: 23300/h, 5.0m.c.a.	un	1,00		
4.4	Depósitos de inércia térmica em chapa de aço, devidamente isolados com as seguintes capacidades:				
4.4.1	Circuito de aquecimento com capacidade de 1000 litros	un	1,00		
4.4.2	Circuito de arrefecimento com capacidade de 1000 litros	un	1,00		
4.5	Caldeira de pellets com limpeza manual e acendimento automático, silo incorporado e quadro elétrico de controlo, com potência de 90KW, corpo em chapa de aço	un	1,00		
4.6	Chaminé em aço inoxidável AISI 304 de Ø200mm, com parede dupla e isolamento térmico em lâ de rocha com espessura de 25mm, incluindo chapeu terminal com gola antitormenta e suportagem	vg	1,00		
4.7	Chiller para produção de água arrefecida com potência de 100KW e elevada eficiência	un	1,00		
4.8	Rede de tubagem em tubo de PVC de Ø32mm para esgoto de condensados das unidades de tratamento de ar	m	45,00		
5	Instalação elétrica e Gestão Técnica				
5.1	Quadro elétrico de comando e potência da instalação	un	1,00		
5.2	Cablagem elétrica de alimentação e comando da instalação, devidamente instalada em tubo VD ou esteira metálica	vg	1,00		
5.3	Sistema de gestão técnica centralizada com ligação "webservice" com integração de todo o equipamento, nomeadamente das unidades de tratamento de ar, chiller, circuladores, caldeira, incluindo equipamentos de campo e controladores	vg	1,00		
TOTAL GLOBAL:					0,00 €

Anexo D

Desenho das redes aerólicas com respetivas dimensões



Legenda de Espaços

- 1 - Área de Secretariado 8,6 m²
- 1.1 - Sala de Reunião 20,0 m²
- 1.2 - Sala de Trabalho 6,2 m²
- 1.3 - Corredor 6,8 m²
- 1.4 - Instalação Sanitária / Banheiro Feminino 6,8 m²
- 1.5 - Instalação Sanitária / Banheiro Masculino 6,8 m²
- 2 - Área de Produção 7,5 m²
- 2.1 - Hall de Distribuição da Área de Produção 60,8 m²
- 2.2 - Sala de Receção e Preparação da Matéria Prima 29,8 m²
- 2.3 - Câmara de Higienização 29,8 m²
- 2.4 - Sala de Preparação 76,6 m²
- 2.5 - SACO do Cuiúco (2) 8,3 m²
- 2.6 - Estufa de Secagem 8,3 m²
- 2.7 - Câmara Refrigerada 8,3 m²
- 2.8 - Sala de Enchimento e Expedição 74,7 m²
- 3 - Área Técnica 5,3 m²
- 3.1 - Casa das Máquinas

- a) Cota de Receção
- b) Cota de Expedição



Planta do Piso

		Data: 1/200 Folha: 02/04
Termo Responsável: Nome: Cristiano Distribuído por: LUIS FERREIRO	Estabelecimento: INSTITUTO DE PAVIMENTO INDUSTRIAL - SIA DE PRODUÇÃO DE ALIMENTOS GERIATRICS (COQUELCO OSTR)	Rubrica:
Fase do obra: preparação	Local da intervenção: CASA DE CUIÚCO / GUARDA	Escala: 1/200
Data: Fevereiro de 2018	Projeto: AVAC - AQUECIMENTO, VENTILAÇÃO & AR CONDICIONADO	Autor:
Obj.:	Descrição: REDE AERÓLICA	Data: 1/200

Anexo E

Desenho das redes de tubagens com respetivas dimensões

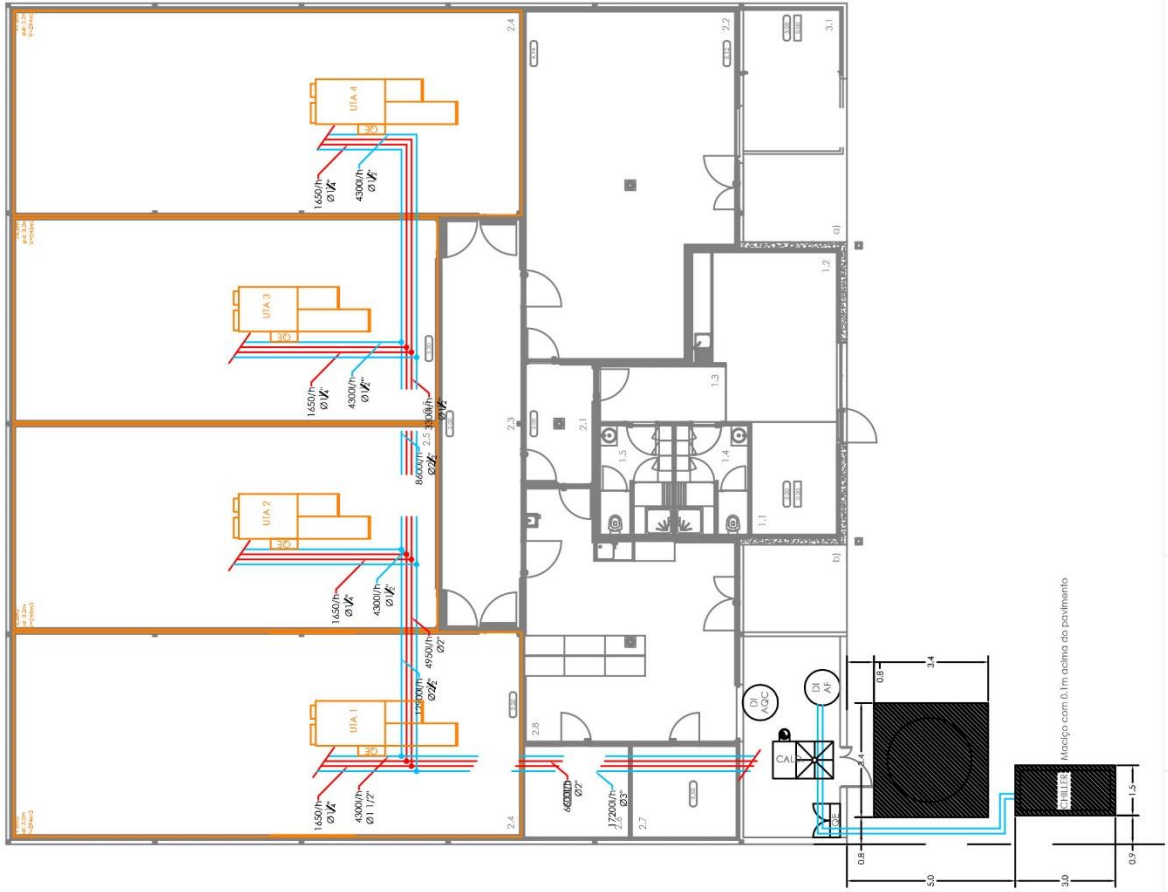


Legenda de Espaços:

- 1 - Área de Secretariado
 - 1.1 - Secretariado 8,5 m²
 - 1.2 - Sala do Pessoal 20,0 m²
 - 1.3 - Copo 4,2 m²
 - 1.4 - Instalação Sanitária / Banheiro Feminino 4,8 m²
 - 1.5 - Instalação Sanitária / Banheiro Masculino 6,8 m²
- 2 - Área de Produção
 - 2.1 - Hall de Distribuição da Área de Produção 7,5 m²
 - 2.2 - Sala de Armazenagem da Indústria Primo 4,9 m²
 - 2.3 - Câmara de Higienização 29,8 m²
 - 2.4 - Sala de Culinária (2x) 9,8 m²
 - 2.5 - Sala de Culinária (2x) 7,6 m²
 - 2.6 - Cozinha 1,8 m²
 - 2.7 - Câmara Refrigerada 8,5 m²
 - 2.8 - Sala de Embalamento e Expedição 41,4 m²
- 3 - Área Técnica
 - 3.1 - Casa das Máquinas 5,3 m²

- a) Casa de Recepção
- b) Casa de Expedição

- Colar de teto
- Colar de pavimento



Ponto do Piso

Técnico Responsável:	Estações:
Nuno Castanho	PLATAFORMA LOGÍSTICA DE INICIATIVA EMPRESARIAL -
Desenhado por:	DE ALGUMOS ESTRATOS (COQUELMO OSTRIN)
Luis Ferrão	Preparação:
Fez o croqui:	Local da Intervenção:
preparação	AVAC - CASA / GUARDA
Data:	Projeto executivo:
Fevereiro de 2018	AVAC - AQUECIMENTO, VENTILAÇÃO & AR CONDICIONADO
Obs.:	Revisão de:
-	REDE HIDRÁULICA

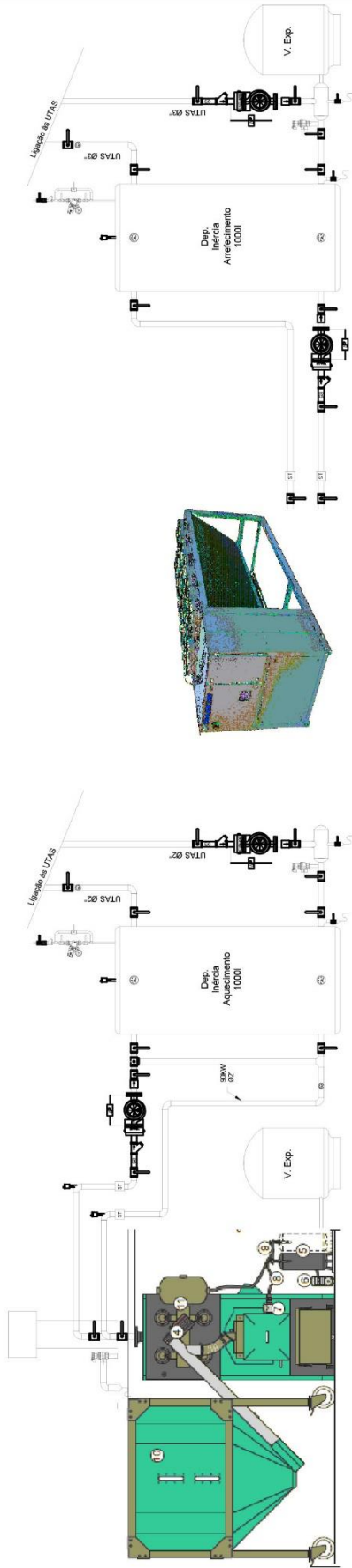
ESCALA:	03/04
1:200	

Anexo F

Desenho do esquema de princípio

LEGENDA

	Valv. Red. Pressão	Valv. Seguranga
	Valv. Mist. Temostática	Sonda
	Valv. Seccc. Motorizada	Temperatura
	Valv. 3 vias	Pressão
	Filtro Y	Fluxo
	Termômetro	Funil lig. esguilo
	Mandrinete	Pain. Aut. U. Vên.



PROPOSTA TÉCNICA DE INSTALAÇÃO DE SISTEMA DE TRATAMENTO DE ÁGUA DE PRODUÇÃO DE PLANTAS ESTREPTOCOCALAS (COQUEADO STRE)	
Nome Responsável: Nelson Coimbra	Responsabilidade: Engenharia
Nome do Projeto: Lda Fátima	Localização: Rua da Fátima, 1000-000, Lisboa
Data de Emissão: Junho de 2018	Projeto de: AMC - AQUECIMENTO, REFRIGERAÇÃO E AR CONDICIONADO
Rev.: 01	Rev.: 01

Anexo G

Lista de pontos a fornecer à empresa instaladora de GTC


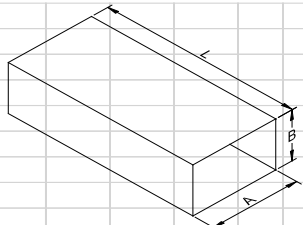
Obra: Produção Cogumelos						
QE	Descrição	ED	SD	EA	SA	Bus
	Geral					
QEAVAC	Temperatura e humidade exterior			2		
QEAVAC	Caldeira pellets					
QEAVAC	Comando On-Off		1			
QEAVAC	Temperatura entrada			1		
QEAVAC	Temperatura saída			1		
QEAVAC	Marcha	1				
QEAVAC	Avaria	1				
QEAVAC	Comando on-off circ. Primário Caldeira		1			
QEAVAC	Estado Circ. Primário Caldeira	1				
QEAVAC	Avaria Circ. Primário Caldeira	1				
QEAVAC	Comando misturadora anticondensação				1	
QEAVAC	Circuito Aquecimento UTAs					
QEAVAC	Comando on-off Circ.AQC		1			
QEAVAC	Estado Circ. AQC	1				
QEAVAC	Avaria Circ. AQC	1				
QEAVAC	Chiller					
QEAVAC	Comando On-Off					1
QEAVAC	Temperatura entrada					1
QEAVAC	Temperatura saída					1
QEAVAC	Marcha					1
QEAVAC	Avaria					1
QEAVAC	Comando on-off circ. Primário Chiller		1			
QEAVAC	Estado Circ. Primário Chiller	1				
QEAVAC	Avaria Circ. Primário Chiller	1				
QEAVAC	Circuito Arrefecimento UTAs					
QEAVAC	Comando on-off Circ. AF		1			
QEAVAC	Estado Circ. AF	1				
QEAVAC	Avaria Circ. AF	1				
QEAVAC	Unidades de Tratamento de Ar Sala 2.4-1					
QEAVAC	Comando on-off UTA Sala 2.4					1
QEAVAC	Estado ventilador de insuflação					1
QEAVAC	Estado do ventilador de extração					1
QEAVAC	Temperatura ar novo UTA Sala 2.4					1
QEAVAC	Temperatura insuflação UTA Sala 2.4					1

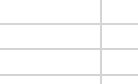
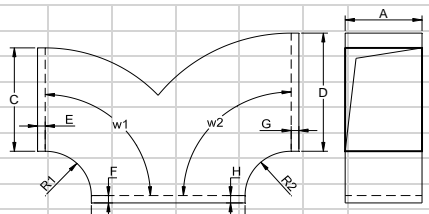
QEAVAC	Humidade relativa insuflação UTA Sala 2.4					1
QEAVAC	Temperatura retorno UTA sala 2.4					1
QEAVAC	Concentração CO ₂ retorno UTA sala 2.4					1
QEAVAC	Humidade relativa retorno UTA Sala 2.4					1
QEAVAC	Comando válvula de 3 vias de aquecimento UTA Sala 2.4					1
QEAVAC	Comando válvula de 3 vias de arrefecimento UTA Sala 2.4					1
QEAVAC	Comando registos de ar novo e exaustão UTA Sala 2.4					1
QEAVAC	Comando dos registos de mistura UTA Sala 2.4					1
QEAVAC	Comando "on-off" bomba humidificador		1			
QEAVAC	Monitorização do pré filtro de ar novo UTA Sala 2.4					1
QEAVAC	Monitorização do filtro insuflação F9 UTA Sala 2.4					1
QEAVAC	Monitorização do filtro insuflação H10 UTA Sala 2.4					1
QEAVAC	Monitorização do filtro de retorno UTA Sala 2.4					1
QEAVAC	Unidades de Tratamento de Ar Sala 2.4-2					
QEAVAC	Comando on-off UTA Sala 2.4					1
QEAVAC	Estado ventilador de insuflação					1
QEAVAC	Estado do ventilador de extração					1
QEAVAC	Temperatura ar novo UTA Sala 2.4					1
QEAVAC	Temperatura insuflação UTA Sala 2.4					1
QEAVAC	Humidade relativa insuflação UTA Sala 2.4					1
QEAVAC	Temperatura retorno UTA sala 2.4					1
QEAVAC	Concentração CO ₂ retorno UTA sala 2.4					1
QEAVAC	Humidade relativa retorno UTA Sala 2.4					1
QEAVAC	Comando válvula de 3 vias de aquecimento UTA Sala 2.4					1
QEAVAC	Comando válvula de 3 vias de arrefecimento UTA Sala 2.4					1
QEAVAC	Comando registos de ar novo e exaustão UTA Sala 2.4					1
QEAVAC	Comando dos registos de mistura UTA Sala 2.4					1
QEAVAC	Comando "on-off" bomba humidificador		1			
QEAVAC	Monitorização do pré filtro de ar novo UTA Sala 2.4					1
QEAVAC	Monitorização do filtro insuflação F9 UTA Sala 2.4					1
QEAVAC	Monitorização do filtro insuflação H10 UTA Sala 2.4					1
QEAVAC	Monitorização do filtro de retorno UTA Sala 2.4					1
QEAVAC	Unidades de Tratamento de Ar Sala 2.5-1					
QEAVAC	Comando on-off UTA Sala 2.5					1
QEAVAC	Estado ventilador de insuflação					1
QEAVAC	Estado do ventilador de extração					1
QEAVAC	Temperatura ar novo UTA Sala 2.5					1
QEAVAC	Temperatura insuflação UTA Sala 2.5					1
QEAVAC	Humidade relativa insuflação UTA Sala 2.5					1
QEAVAC	Temperatura retorno UTA sala 2.5					1
QEAVAC	Concentração CO ₂ retorno UTA sala 2.5					1
QEAVAC	Humidade relativa retorno UTA Sala 2.5					1

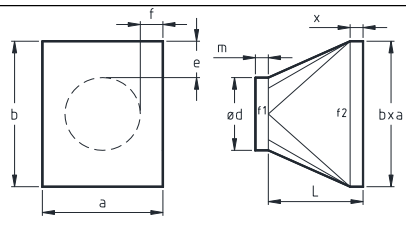


QEAVAC	Comando válvula de 3 vias de aquecimento UTA Sala 2.5					1
QEAVAC	Comando válvula de 3 vias de arrefecimento UTA Sala 2.5					1
QEAVAC	Comando registos de ar novo e exaustão UTA Sala 2.5					1
QEAVAC	Comando dos registos de mistura UTA Sala 2.5					1
QEAVAC	Comando "on-off" bomba humidificador		1			
QEAVAC	Monitorização do pré filtro de ar novo UTA Sala 2.5					1
QEAVAC	Monitorização do filtro insuflação F9 UTA Sala 2.5					1
QEAVAC	Monitorização do filtro insuflação H10 UTA Sala 2.5					1
QEAVAC	Monitorização do filtro de retorno UTA Sala 2.5					1
QEAVAC	Unidades de Tratamento de Ar Sala 2.5-2					
QEAVAC	Comando on-off UTA Sala 2.5					1
QEAVAC	Estado ventilador de insuflação					1
QEAVAC	Estado do ventilador de extração					1
QEAVAC	Temperatura ar novo UTA Sala 2.5					1
QEAVAC	Temperatura insuflação UTA Sala 2.5					1
QEAVAC	Humidade relativa insuflação UTA Sala 2.5					1
QEAVAC	Temperatura retorno UTA sala 2.5					1
QEAVAC	Concentração CO ₂ retorno UTA sala 2.5					1
QEAVAC	Humidade relativa retorno UTA Sala 2.5					1
QEAVAC	Comando válvula de 3 vias de aquecimento UTA Sala 2.5					1
QEAVAC	Comando válvula de 3 vias de arrefecimento UTA Sala 2.5					1
QEAVAC	Comando registos de ar novo e exaustão UTA Sala 2.5					1
QEAVAC	Comando dos registos de mistura UTA Sala 2.5					1
QEAVAC	Comando "on-off" bomba humidificador		1			
QEAVAC	Monitorização do pré filtro de ar novo UTA Sala 2.5					1
QEAVAC	Monitorização do filtro insuflação F9 UTA Sala 2.5					1
QEAVAC	Monitorização do filtro insuflação H10 UTA Sala 2.5					1
QEAVAC	Monitorização do filtro de retorno UTA Sala 2.5					1
	Total pontos	10	9	4	1	73

Anexo H

Tabelas com peças de condutas a pedir

								Total					
Area	0,00	184,35	0,00	0,00	0,00	0,00	184,35						
Esp.	0,00	0,60	0,80	1,00	1,25								
Dim.	0	750	1000	1500	2000								
Cliente:		Norinstelnor, Instalações Especiais S.A.											
Obra/Refª:		Pav. Plie- Guarda											
Area minima:		1 m ²											
Total cond.	85												
Refª.	Qt.	A	B	C	D	E	F	G	H	L	Observações	Esp.	Area(m²)
UTA 2,1/2,2	3	600	300							1500		0,60	8,10
UTA 2,1/2,2	1	550	300							1500		0,60	2,55
UTA 2,1/2,2	32	400	250							1500		0,60	62,40
UTA 2,1/2,2	6	400	400							1500		0,60	14,40
UTA 2,1/2,2	4	600	600							1500		0,60	14,40
UTA 2,5/2,6	2	600	300							1500		0,60	5,40
UTA 2,5/2,6	28	400	250							1500		0,60	54,60
UTA 2,5/2,6	6	400	300							1500		0,60	12,60
UTA 2,5/2,6	3	600	500							1500		0,60	9,90

								Total								
Area	0,00	21,59	0,00	0,00	0,00	0,00	21,59									
Esp.	0,00	0,60	0,80	1,00	1,25											
Dim.	0	750	1000	1500	3000											
Cliente:		Norinstelnor, Instalações Especiais S.A.														
Obra:		Pav. Plie- Guarda														
Area minima:		1 m ²														
Refª.	Qt.	A	B	C	D	E	F	G	H	L	w1	w2	R1	R2	Esp.	Area(m²)
UTA 2,1/2,2	4	300	600	400	400	50	50	50	50		90	90	150	150	0,60	10,80
UTA 2,5/2,6	4	300	600	400	400	50	50	50	50		90	90	150	150	0,60	10,80

		<input type="button" value="Apaga desenhos"/> <input type="button" value="Actualiza Peças"/>															
Tipo spiro o'ring Material galv.		m2 un x															
Quantidade:	4																
Refª	Qt	a	b	x	f2	Ød	m	f1	L	Esp	Offset		Peça	Observações	Concent		Escala
											f	e			F	E	
UTA 2,1/2,2	2	300	600	35	Perf.20	400	50	fio	300	0,60	0,0	-100,0			50,0	-100,0	2,0
UTA 2,5/2,6	2	300	600	35	Perf.20	400	50	fio	300	0,60	0,0	-100,0			50,0	-100,0	2,0

Esp.		Area	
0,60		79,662	
0,80		0,000	
1,00		0,000	
1,25		0,000	
1,50		0,000	

Material	
Chapa galv.	

Quantidade:	52
-------------	----

Ref#	Qt.	d	a	e	União 1	b	f	União 2	Raio	Ang	Esp	Deflectores				Observações	Área (m2)	
												n.º	Raio2	%	Raio3			%	Raio 4	%
UTA 2,1/2,2 ret.	2	550	300	35	Perf.20	30	35	Perf.20	150	90	0,60							4,494
UTA 2,1/2,2 ret.	8	400	250	35	Perf.20	400	35	Perf.20	150	90	0,60							9,712
UTA 2,1/2,2 ret.	4	250	400	35	Perf.20	250	35	Perf.20	150	90	0,60							4,000
UTA 2,1/2,2 ret.	4	400	400	35	Perf.20	400	35	Perf.20	150	90	0,60							5,976
UTA 2,1/2,2 ret.	2	400	400	35	Perf.20	400	35	Perf.20	150	90	0,60					com rede		2,000
UTA 2,1/2,2 ret.	4	600	600	35	Perf.20	600	35	Perf.20	150	90	0,60							11,980
UTA 2,1/2,2 ret.	2	600	600	35	Perf.20	600	35	Perf.20	150	45	0,60					com rede		3,164
UTA 2,5/2,6	2	550	300	35	Perf.20	600	35	Perf.20	150	90	0,60							4,494
UTA 2,5/2,7	8	400	250	35	Perf.20	400	35	Perf.20	150	90	0,60							9,712
UTA 2,5/2,8	4	250	400	35	Perf.20	250	35	Perf.20	150	90	0,60							4,000
UTA 2,5/2,9	4	300	400	35	Perf.20	400	35	Perf.20	150	90	0,60							5,976
UTA 2,5/2,10	2	300	400	35	Perf.20	300	35	Perf.20	150	45	0,60					com rede		2,000
UTA 2,5/2,11	4	500	600	35	Perf.20	500	35	Perf.20	150	90	0,60							9,600
UTA 2,5/2,12	2	500	600	35	Perf.20	500	35	Perf.20	150	45	0,60					com rede		2,554

Area(m2)		Esp.	
26,962		0,60	
15,556		0,80	
0,000		1,00	
0,000		1,25	
0,000		1,50	

Material	
Chapa galv.	

Quantidade:	32
-------------	----

Ref#	Qt	A	B	x	União (AB)	C	D	y	União (CD)	L	Esp	Offset+Lantek		Peça	Observações	Área
												f	e			
UTA 2,1/2,2 insuf	4	600	800	35	Perf.20	600	300	35	Perf.20	500	0,80	0,0	0,0			7,92
UTA 2,1/2,2 ret.	4	550	800	35	Perf.20	550	300	35	Perf.20	500	0,80	0,0	0,0			7,64
UTA 2,1/2,2 ret.	8	400	300	35	Perf.20	400	250	35	Perf.20	500	0,60	0,0	0,0			8,00
UTA 2,5/2,6	4	600	600	35	Perf.20	600	300	35	Perf.20	500	0,60	0,0	0,0			5,60
UTA 2,5/2,6	4	550	600	35	Perf.20	550	300	35	Perf.20	500	0,60	0,0	0,0			5,36
UTA 2,5/2,6	8	400	300	35	Perf.20	400	250	35	Perf.20	500	0,60	0,0	0,0			8,00

Anexo I

Lista de material a pedir para a rede de tubagens, acessórios, isolamentos, etc.

Descrição	Quant
Abraçadeiras Isolada 40x45mm 1.1/4"	30
Abraçadeiras Isolada 48x52mm 1.1/2"	28
Abraçadeiras Isolada 60x64mm 2"	30
Abraçadeiras Isolada 73x80mm 2.1/2"	25
Abraçadeiras Isolada 86x91mm 3"	30
Abraçadeiras Neoprene 4.8x290mm Elematic Preta	100
Anilha Aba Larga M8mm	900
Calha Suporte 27x18x1.25 L =2Mt	25
Calha Suporte 27x25x1.25 L =2Mt	50
Canto Conduta P20	125
Casquilho Duplo Ferro Preto 3/4"	5
Casquilho Duplo Ferro Preto 1.1/4"	5
Conduta Chapa Galvanizada 0.63mm Chapa Nº24	314,65
Curva PVC 4kg 90° - 32mm	8
Diluyente Sintético 5 Lts	15
Esmalte Primário Industrial Sr Cinzento	10
Estriga Linho	14
Fita Alumínio 50 Mc 4005179	51
Fita Nylon Reforçada para Conduas 25x50	18
Fita Teflon 12x12x0.1mm Gas/Vapor	50
Garra de Suspensão Tcs Olc 156648	8
Isolamento Kaimanflex St 19x28mm	3
Isolamento Kaimanflex St 19x42mm	40
Isolamento Kaimanflex St 19x48mm	36
Isolamento Kaimanflex St 19x60mm	34
Isolamento Kaimanflex St 19x76mm	28
Isolamento Kaimanflex St 19x89mm	36
Joelho Ferro Preto Macho/Fêmea 3/4"	2
Joelho Ferro Preto Fêmea/Fêmea 90° 1.1/4"	24
Joelho Ferro Preto Fêmea/Fêmea 90° 1.1/2"	15
Joelho Ferro Preto Fêmea/Fêmea 90° 2"	10
Joelho Ferro Preto Fêmea/Fêmea 90° 3"	10,5
Joelho Ferro Preto Fêmea/Fêmea 90° 3/4"	12
Junção Cônica Ferro Preto 3/4"	12
Junção Cônica Ferro Preto 1"	6
Junção Cônica Ferro Preto 1.1/4"	2
Junção Cônica Ferro Preto 1.1/2"	4
Lã Rocha C/Alumínio Isoair Arena 30mm (Rolos 19,44M2)	155,52
Parafuso Auto-perfurantes 1/2x6	1500
Parafuso Auto-perfurantes 6,3x25	150
Parafuso Sextavado M8x20mm	400
Perfil Conduta P20	74
Porca Redução Ferro Preto 1.1/2"x1/2"	2
Porca Redução Ferro Preto 1.1/2"x1.1/4"	6
Porca Redução Ferro Preto 1.1/4"x1/2"	2

Porca Redução Ferro Preto 1.1/4"x3/4"	8
Porca Redução Ferro Preto 2"x1.1/2"	3
Porca Redução Ferro Preto 2"x1/2"	1
Porca Redução Ferro Preto 2.1/2"x1.1/2"	4
Porca Redução Ferro Preto 3"x2.1/2"	1
Porca Redução Latão 3"x2.1/2"	2
Porca M8	250
Purgador Linha Vertical 1/2" Caleffi 502040	12
Te Ferro Preto 1"	2
Te Ferro Preto 1.1/2"	2
Te Ferro Preto 1.1/4"	2
Te Ferro Preto 2"	3
Te Ferro Preto 2.1/2"	2
Te Ferro Preto 3"	1
Te Ferro Preto 3/4"	4
Te Redução Ferro Preto 1"x1/2"	2
Te Redução Ferro Preto 1.1/2"x1.1/2"	2
Te Redução Ferro Preto 1.1/2"x1.1/4"	4
Te Redução Ferro Preto 2"x1.1/4"	4
Te Redução Ferro Preto 2.1/2"x1.1/2"	2
Te Redução Ferro Preto 3"x1.1/2"	2
Te Redução Ferro Preto 3"x2.1/2"	1
Te Redução Ferro Preto 3/4"x1/2"	4
Tinta Spray de Zinco Brilhante 400ML	1
Tubo Ferro Preto 1.1/2"	60
Tubo Ferro Preto 1.1/4"	42
Tubo Ferro Preto 2"	57
Tubo Ferro Preto 2.1/2"	30
Tubo Ferro Preto 3"	78
Tubo Ferro Preto 3/4"	3
Tubo PVC 4Kg Oring 32mm	20
União Ferro Preto 1.1/2"	5
União Ferro Preto 1.1/4"	2
União Ferro Preto 2"	12
União Ferro Preto 2.1/2"	5
União Ferro Preto 3"	4
União Ferro Preto 3/4"	4
União Solar Ferro Preto Roscado Interior Din2986 1/2"	2
União Varão Roscado M8	45
Válvula Mini Macho/Fêmea 1/2"	8
Varão Roscado M8 Vara 1Mts	200
Vedante Acrílico Branco Wurth	48