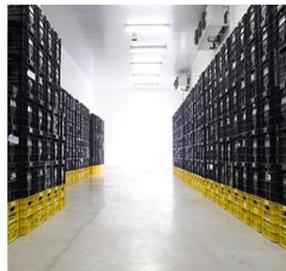




INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA
Departamento de Engenharia Mecânica

ISEL



Projecto de Central de Produção e Distribuição de Saladas

JOÃO NUNO SOARES COELHO
Licenciado em Engenharia Mecânica (B.Sc)

Trabalho Final de Mestrado para obtenção do grau de Mestre
em Engenharia Mecânica

Orientadores:

Prof. António Manuel Matos Guerra
Prof. Francisco Gonçalves dos Santos

Júri:

Presidente: Prof. Francisco Fernandes Severo
Vogais:

Prof. Armando Conceição Costa Inverno
Prof. Doutora Cláudia Séneca Casaca
Prof. António Manuel Matos Guerra
Prof. Francisco Gonçalves dos Santos

Setembro de 2009

AGRADECIMENTOS

A realização deste trabalho não teria sido possível sem a preciosa colaboração de algumas pessoas. Quero, por isso, deixar aqui um sincero agradecimento:

Ao Eng.º António Manuel Matos Guerra, pela dedicação e disponibilidade com que orientou este trabalho e pela importante transmissão de conhecimentos.

Ao Eng.º Francisco Manuel Gonçalves dos Santos, co-orientador deste trabalho, pela ajuda com a regulamentação aplicável neste tipo de instalações e pela disponibilidade demonstrada sempre que solicitado.

Ao Eng.º João Vinhas Frade pela ajuda prestada relativamente à climatização e pela disponibilidade demonstrada.

A todas as pessoas que, apesar de não serem nomeadas individualmente, apoiaram e contribuíram para que fosse possível a realização deste trabalho.

RESUMO

A temática deste trabalho consiste na Concepção de uma Central Logística de Distribuição de Hortícolas Refrigerados, pelo que se optou por fazer o projecto de uma Central de Produção e Distribuição de Saladas.

Este trabalho começará com uma introdução onde se fará a apresentação do projecto bem como os seus principais objectivos.

Posteriormente, será feita uma pequena abordagem sobre a microbiologia dos produtos, onde se fará referência às alterações que podem ocorrer nos mesmos, à origem dessas alterações e à influência da temperatura, da humidade e do oxigénio nos produtos perecíveis.

De seguida, apresenta-se a memória descritiva do projecto propriamente dito. Nesta descreve-se todo o projecto, começando pelo objectivo do mesmo, pela descrição do edifício e pela explicação do processo tecnológico. Posteriormente referem-se as matérias-primas, a capacidade de produção e as características dos produtos acabados, passando de seguida para o dimensionamento das instalações.

Após o dimensionamento das instalações serão realizados os balanços térmicos, a partir dos quais as instalações frigoríficas e de climatização serão dimensionadas.

De seguida, far-se-á a caracterização da instalação relativamente à produção de efluentes (gasosos, líquidos ou sólidos), ao abastecimento de água, à rede de esgotos, entre outros.

Na parte final da memória descritiva, irá, ainda ser feita, referência às regras higio-sanitárias e técnico-funcionais a que a unidade industrial está sujeita.

Palavras – chave: Microbiologia, Compressores, Evaporadores, Condensadores, sistemas frigoríficos, controlo higio-sanitário, HACCP, câmaras frigoríficas, climatização.

ABSTRACT

The general topic for the project work was the creation of a Chilled-Vegetable Distribution Logistic Center therefore it was chosen to make this project about a Production Line and Salads Distribution Station.

This Project Work will start with an introduction containing the presentation of the project itself as well as its main objectives.

In another subtopic, there will be a small approach to the microbiology of the nourishing products. Here there will be a reference to the changes that can happen to those products, as well as the origin of those changes and the influence of temperature, humidity and oxygen on those perishable products.

Further on, the descriptive of the project itself will be presented. In this section, the whole Project Work is described, starting by its objective, the description of the building and the explanation of the technological process. Later on, the raw materials, the production capacity, the characteristics of the final products and finally the dimensions of the facilities are referred.

After dimensioning the facilities, the Thermal Balances will be made, and based on these the Refrigeration and Climatization Facilities will be dimensioned.

Next, the characterization of the facility relatively to the production of effluents (gases, liquids and solids), the creation of the water supplying system, sewer network and others will be completed.

In the final section of the descriptive, the technical and hygiene-sanitarian requirements, which the station is subjected to, will be mentioned.

Key Words: Microbiology, Compressors, Evaporators, Condensers, Refrigeration Systems, Hygienic-Sanitary Control, HACCP, Refrigeration Chambers, Climatization.

ÍNDICE

Lista de Abreviaturas	VIII
Lista de Figuras	VIII
Lista de Tabelas	VIII
1. Introdução	1
2. Microbiologia dos Produtos	3
2.1. Alteração dos Produtos	4
2.2. Origem das Alterações dos Produtos	6
2.3. Influência da Temperatura	6
2.4. Influência da Humidade	7
2.5. Influência da Oxigénio	7
3. Memória Descritiva	8
3.1. Objectivo do Trabalho	8
3.2. Descrição do Edifício	9
3.3. Processo Tecnológico	11
3.4. Fluxograma da Produção de Saladas	12
3.5. Matérias-primas e Capacidade de Produção	13
3.6. Características dos Produtos Acabados	14
3.7. Dimensionamento das Câmaras e Salas Especiais	15
3.7.1. Câmara de Hortícolas (Câmara 1)	15
3.7.2. Câmara de Produto Acabado (Câmara 2)	18
3.7.3. Célula de Arrefecimento Rápido (Câmara 3)	21
3.7.4. Câmara de Lacticínios (Câmara 4)	22
3.7.5. Câmara de Peixe (Câmara 5)	23
3.7.6. Câmara de Carne (Câmara 6)	24
3.7.7. Câmara de secos	25
3.7.8. Sala de Resíduos Sólidos (Câmara 7)	26
3.7.9. Sala de Preparação	27
3.8. Descrição dos Equipamentos da Unidade	29
3.8.1. Máquina de Lavar hortícolas	29
3.8.2. Máquina de Lavagem de Caixas	29
3.8.3. Máquina de Lavar Pavimentos e Paredes	29

3.8.4. Máquina de Prensar Cartão	29
3.8.5. Balança para Paletes	30
3.8.6. Máquina de Pesagem e Colocação de Etiquetas	30
3.8.7. Equipamentos de Cozinha	30
3.9. Descrição da Instalação	32
3.9.1. Descrição Sumária da Instalação	32
3.9.2. Condições de Projecto	33
3.9.3. Normas e Regulamentos Aplicáveis	34
3.9.4. Balanço Térmico da Instalação	35
3.9.4.1. Cargas Térmicas Externas	36
3.9.4.2. Cargas Térmicas Internas	39
3.9.4.3. Potência Frigorífica Intermédia e Potência Frigorífica Previsional	42
3.10. Descrição da Instalação Frigorífica	44
3.10.1. Câmaras Frigoríficas – Potências Finais	44
3.10.2. Isolamento e Portas	45
3.10.3. Evaporadores	46
3.10.4. Compressores	47
3.10.5. Condensadores	48
3.10.6. Válvulas e Pressóstatos	49
3.10.7. Tubagem de Fluido Frigorígeno	51
3.10.8. Depósitos de Líquido	53
3.10.9. Filtros	55
3.10.10. Visores de Líquido	55
3.10.11. Sistemas de Protecção da Instalação	55
3.10.12. Resumo do Funcionamento da Instalação	56
3.11. Descrição da Instalação de Climatização	58
3.11.1. Sala Climatizada – Potências Finais	58
3.11.2. Fontes Térmicas	58
3.11.3. Unidades de Tratamento de Ar	59
3.11.4. Conduatas	59
3.11.5. Tubagem de Água	60
3.11.6. Elementos de Difusão e Captação de Ar	60
3.11.7. Resumo do Funcionamento da Instalação	61
3.12. Efluentes Líquidos, Gasosos e Resíduos	63

3.13. Ruído, Vibração, Radiação e Agentes Químicos	63
3.14. Sistema de Abastecimento de Água	64
3.15. Rede de Esgotos	64
3.16. Exigências Higiê – sanitárias e Técnico – funcionais	65
3.17. Trabalhadores da Unidade	67
3.18. Potência Instalada	68
3.19. Diversos	68
3.20. Lista de Desenhos	69
3.21. Equipamentos de Referência	70
3.21.1. Equipamentos da Central	70
3.21.2. Instalação Frigorífica	71
3.21.3. Instalação de Climatização	77
4. Referências	79
ANEXOS	81

Lista de Abreviaturas

UTA – Unidade de Tratamento de Ar
HACCP – *Hazard Analysis and Critical Control Points*
CE – Comissão Europeia
ETAR – Estação de Tratamento de Águas Residuais
P.V.C. – Policloreto de Vinilo
MT – Média Tensão
BT – Baixa Tensão
HAP – *Hourly Analysis Program*
DL – Decreto-lei

Lista de Figuras

Figura 1: Fluxograma da produção de saladas
Figura 2: Características da Hotte seleccionada para a Cozinha
Figura 3: Ábaco de cálculo do volume de depósitos de líquido (BITZER)

Lista de Tabelas

Tabela 1: Quantidades diárias de cada Ingrediente (kg)
Tabela 2: Quantidades diárias de cada Ingrediente (kg)
Tabela 3: Quantidade a armazenar (kg)
Tabela 4: Quantidade a armazenar (kg)
Tabela 5: Quantidade a armazenar (kg)
Tabela 6: Quantidade a armazenar (kg)
Tabela 7: Quantidade a armazenar (kg)
Tabela 8: Quantidade a armazenar (kg)
Tabela 9: Duração média da abertura das portas em minutos para permitir a
passagem de uma tonelada de produto
Tabela 10: Calor libertado pelas pessoas

- Tabela 11: Gama de velocidades das várias linhas
- Tabela 12: Velocidades utilizadas no cálculo das tubagens das várias linhas
- Tabela 13: Volume dos Depósitos de Líquido
- Tabela 14: Marcas e modelos de referência de câmaras frigoríficas pré-fabricadas
- Tabela 15: Marcas e modelos de referência de ventiladores de salas não climatizadas
- Tabela 16: Marcas e modelos de referência de equipamentos da unidade
- Tabela 17: Marcas e modelos de referência de evaporadores
- Tabela 18: Marcas e modelos de referência de compressores
- Tabela 19: Marcas e modelos de referência de condensadores
- Tabela 20: Marcas e modelos de referência de depósitos de líquido
- Tabela 21: Marcas e modelos de referência de visores de líquido
- Tabela 22: Marcas e modelos de referência de filtros
- Tabela 23: Marcas e modelos de referência de válvulas e pressóstatos para as câmaras de hortícolas e produto acabado
- Tabela 24: Marcas e modelos de referência de válvulas e pressóstatos para a célula de arrefecimento rápido
- Tabela 25: Marcas e modelos de referência de válvulas e pressóstatos para a câmara de lacticínios
- Tabela 26: Marcas e modelos de referência de válvulas e pressóstatos para a câmara de peixe
- Tabela 27: Marcas e modelos de referência de válvulas e pressóstatos para a câmara de carne
- Tabela 28: Marcas e modelos de referência de válvulas e pressóstatos para a sala de resíduos sólidos
- Tabela 29: Marcas e modelos de referência de separadores e pressóstatos de óleo para as câmaras de hortícolas e de produto acabado
- Tabela 30: Marcas e modelos de referência de separadores e pressóstatos de óleo para a célula de arrefecimento rápido
- Tabela 31: Marcas e modelos de referência de separadores e pressóstatos de óleo para a câmara de lacticínios
- Tabela 32: Marcas e modelos de referência de separadores e pressóstatos de óleo para a câmara de peixe

Tabela 33: Marcas e modelos de referência de separadores e pressóstatos de óleo para a câmara de carne

Tabela 34: Marcas e modelos de referência de separadores e pressóstatos de óleo para a sala de resíduos sólidos

Tabela 35: Marca e modelo de referência do chiller

Tabela 36: Marca e modelo de referência da caldeira

Tabela 37: Marcas e modelos de referência de UTA's

Tabela 38: Marcas e modelos de referência de ventiladores

Tabela 39: Marcas e modelos de referência de difusores

Tabela 40: Marcas e modelos de referência de grelhas de extracção para as UTA's

Tabela 41: Marcas e modelos de referência de grelhas de extracção ventilador

1. INTRODUÇÃO

No âmbito da unidade curricular de Dissertação, Trabalho de Projecto, ou Estágio de natureza profissional, foi proposta a realização de um Trabalho de Projecto cuja temática seria a “Concepção de uma Central logística de distribuição de hortícolas refrigerados”. Assim sendo, optou-se por fazer o projecto de uma central de produção e distribuição de saladas.

O objectivo de uma central deste tipo é poder fornecer ao consumidor uma variedade de saladas, já concebidas e de elevada qualidade.

O projecto de uma central de tratamento de produtos alimentares é um processo delicado, uma vez que por questões comerciais e principalmente de saúde pública, estes produtos requerem elevados parâmetros de qualidade.

Os alimentos para manterem a sua qualidade dependem de todo um conjunto de factores, como a conservação adequada e as boas condições de higiene das instalações e dos utensílios que são utilizados no seu processamento.

Relativamente à conservação, um factor de extrema importância é o frio, uma vez que é com a sua aplicação que se consegue controlar, ou mesmo evitar a deterioração dos produtos perecíveis.

Cada produto tem as suas condições óptimas de conservação (temperatura, humidade e movimentação de ar), pelo que, na realização de um projecto deste tipo, que possui uma diversidade de alimentos, terá que haver uma preocupação em garantir que todos os produtos são conservados devidamente.

Tendo em conta a importância da elevada qualidade dos produtos processados nesta unidade, todo o projecto será realizado com base na legislação em vigor.

Relativamente aos objectivos deste Trabalho de Projecto, os principais, são:

- Planificar e gerir um projecto de frio industrial na área das hortícolas;
- Conceber e dimensionar a central logística, assente numa lógica racional e de optimização energética;

- Conceber as infra-estruturas tendo em conta a capacidade das instalações frigoríficas, e as regras higio – sanitárias e técnico – funcionais;
- Conceber e apresentar as soluções técnicas de engenharia de refrigeração adequadas para a realização das instalações frigoríficas;
- Elaborar “lay-out” funcional e operacional baseado na racionalidade dos circuitos.

Antes do projecto propriamente dito, apresenta-se uma pequena abordagem sobre a microbiologia dos produtos.

2. MICROBIOLOGIA DOS PRODUTOS

Sendo este, um projecto de uma central de tratamento de produtos alimentares, há a necessidade de se fazer uma breve explicação sobre a microbiologia dos produtos, sobre a influência da temperatura, da humidade e do oxigénio e ainda sobre as alterações que podem ocorrer nos mesmos.

A microbiologia dos produtos é um factor importante na concepção de uma central deste tipo, pois as instalações têm de ser projectadas tendo em conta as características dos produtos, para que o seu armazenamento e processamento não ponham em causa a sua qualidade.

Uma instalação que acolha produtos perecíveis, que não seja projectada correctamente e que não respeite a cadeia de frio, pode proporcionar o desenvolvimento microbiano e reacções enzimáticas a níveis prejudiciais à qualidade higiénica e nutricional, que retirarão valor e qualidade aos produtos.

A aplicação de frio para conservação de produtos perecíveis é crucial para que a qualidade seja mantida ao longo do tempo em que os produtos aguardam até serem consumidos.

Para se obterem bons resultados na aplicação do frio no tratamento e conservação de produtos perecíveis alimentares, deve ser respeitado que a escola francesa denomina de "*Trépied frigorifique*", ou "tripé frigorífico" [6]. As 3 condições essenciais para se obter um produto de qualidade frigorificado são:

- Produto são;
- Refrigeração precoce;
- Frio contínuo.

Sendo os produtos perecíveis maioritariamente constituídos por água, entre 60% e 70%, esta terá um papel fundamental na sua conservação. A actividade da água contida nos produtos perecíveis é responsável pela alteração das suas características. Esta actividade será tanto mais baixa quanto menor for a temperatura do meio envolvente do produto.

Apesar de a actividade da água ser aproximadamente zero aos -18°C (temperatura a partir da qual se considera que o produto se encontra em regime de congelados), mantém-se controlada a temperaturas superior como no caso dos refrigerados.

2.1. Alteração dos Produtos

Podem classificar-se as alterações sofridas pelos alimentos, como físicas, químicas e biológicas.

As alterações físicas são devidas, principalmente, à evaporação da água que, provocando desidratação e volatilização de elementos aromáticos, alteram o odor e até mesmo o sabor dos alimentos.

As alterações químicas e biológicas devem-se essencialmente à modificação das substâncias orgânicas que constituem os produtos. Estas substâncias são modificadas por grupos de diastases (enzimas) e micróbios.

As diastases provocam, tanto nos alimentos de origem animal como vegetal, complexos processos químicos. As enzimas são catalisadores orgânicos (fermentos biológicos) elaborados pelos organismos vivos, com a finalidade de controlar as reacções físico-químicas que caracterizam a vida. Após a morte, no caso dos animais, as diastases celulares continuam a agir nas transformações da vida residual dos tecidos [6].

Os micróbios são organismos vivos microscópicos que se encontram na água, no solo e no ar e que realizam reacções biológicas de assimilação, desassimilação e reprodução [10].

Os principais componentes dos alimentos, como os hidratos de carbono e as substâncias albuminóides são também alimento para os microrganismos, cujo metabolismo provoca a formação de enzimas e modificações químicas prejudiciais.

De acordo com a classificação adoptada em botânica os microrganismos podem ser divididos em três grupos:

- Mofos;
- Leveduras (fermentos);
- Bactérias.

Os mofos são vegetais aclorofilados, microscópicos e multicelulares.

A acção dos mofos desenvolve-se em dois sentidos: patogénica ou não patogénica. As patogénicas provocam doenças em vegetais e animais, enquanto as não patogénicas fazem parte das transformações de matéria orgânica do solo e provocam a deterioração de alimentos e outros produtos.

Os mofos estão espalhados no solo, especialmente em terrenos húmidos, no estrume, na poeira do ar, em alimentos e nos utensílios em condições higiénicas insuficientes.

Os mofos surgem em muito maior variedade de alimentos do que as leveduras e as bactérias.

Alguns mofos podem desenvolver toxinas em proporções elevadas e impossíveis de remover dos alimentos que ficam, assim, impróprios para consumo.

As leveduras são plantas unicelulares, microscópicas e constituem organismos caracterizados pela sua alta capacidade fermentativa.

A deterioração dos alimentos por leveduras manifesta-se através da modificação do seu aspecto, odor e sabor.

Contudo as leveduras são microrganismos de grande importância tecnológica, uma vez que conseguem melhorar as propriedades organolépticas de certos produtos como os vinhos, cervejas e pão.

As bactérias são organismos, tal como os anteriores, microscópicos e unicelulares.

A presença de bactérias na natureza é a mais ampla possível, pois estas encontram-se no ar, no solo, na água e em todas as substâncias não esterilizadas. Esta existência quase generalizada das bactérias deve-se às múltiplas características dos seus géneros, espécie e variedade que lhes permite crescer e actuar nos mais diversos meios [10].

2.2. Origem das Alterações dos Produtos

A alteração dos produtos pode ser de proveniência interna ou proveniência externa.

As alterações de proveniência interna acontecem quando os tecidos internos dos produtos apresentam formas microbianas [2].

As alterações de proveniência externa acontecem quando os produtos estão sujeitos à contaminação por diferentes microrganismos [2]. Esta contaminação pode acontecer, por exemplo, devido à manipulação inadequada dos produtos e ao contacto com superfícies em condições de higiene insuficientes.

2.3. Influência da Temperatura

Tanto o aumento como a diminuição da temperatura podem provocar alterações nos produtos perecíveis.

A temperatura tem uma importante influência nas reacções químicas e no desenvolvimento de microrganismos dos produtos alimentares, uma vez que estes são constituídos por sistemas químicos susceptíveis de se alterarem facilmente, produzindo reacções numerosas simultâneas ou sucessivas, que interagem entre elas [6].

A temperatura actua sobre o produto, consoante o seu valor:

- Para temperaturas elevadas:
 - Entre os 30°C e os 40°C, criam-se condições óptimas para as reacções enzimáticas;
 - Entre os 50°C e os 90°C, criam-se condições para a destruição das enzimas;
- Para temperaturas baixas:
 - Entre os 12°C e os -2°C, o produto aumenta o tempo de vida útil e diminui a velocidade das reacções, sem que estas cheguem a parar. Nesta gama de temperaturas o regime é considerado como regime de refrigerados;

- Em temperaturas inferiores a -18°C , o produto aumenta ainda mais o tempo de vida útil de conservação. No entanto, em períodos de conservação muito longos aparecem certas reacções enzimáticas e certos fenómenos indesejáveis que alteram a qualidade dos produtos. Como já foi explicado anteriormente, a partir dos -18°C até temperaturas inferiores, o regime é considerado de congelados.

2.4. Influência da Humidade

A humidade relativa no ar das câmaras de conservação de alimentos perecíveis é um factor fundamental na manutenção da qualidade do produto.

A perda excessiva de água por evaporação, bem como as perdas devidas a fenómenos fisiológicos indesejáveis ou ao desenvolvimento de microrganismos, são causas de uma humidade relativa imprópria.

As elevadas humidades relativas do ar são favoráveis, uma vez que diminuem a perda de água por evaporação. No entanto, uma humidade elevada cria óptimas condições para o desenvolvimento de bactérias e fungos [6].

Assim sendo, considerando que com a diminuição da temperatura diminui a actividade microbiana, consegue-se aumentar a humidade relativa (evitando a desidratação) à medida que se diminui a temperatura (evitando o desenvolvimento de microrganismos).

2.5. Influência do Oxigénio

O oxigénio é um elemento importante na conservação de produtos perecíveis, uma vez que é fundamental para o desenvolvimento de microrganismos. No entanto, a forma como o oxigénio é fornecido influencia o tipo de micróbios desenvolvidos, uma vez que para os micróbios aeróbios, o oxigénio livre é vital, enquanto para os micróbios anaeróbios, o oxigénio livre compromete o seu desenvolvimento, havendo a necessidade de o retirar aos produtos [2].

3. MEMÓRIA DESCRITIVA

3.1. Objectivo do Projecto

Este projecto tem como objectivo a concepção de uma Central de Produção e de Distribuição de Saladas, sendo os principais objectivos:

- Conceber as infra-estruturas da central tendo em conta as capacidades de produção e armazenagem, bem como as regras higio-sanitárias e técnico-funcionais;
- Dimensionar os sistemas de refrigeração e climatização necessários para garantir a boa qualidade dos produtos.

3.2. Descrição do Edifício

Esta unidade industrial possuirá as seguintes áreas:

- Uma área de câmaras de armazenamento que armazenam a matéria-prima e o produto acabado:
 - Uma câmara frigorífica refrigerada a +7°C e 90% de HR, para hortícolas com um volume de 565m³ e uma capacidade de 45 toneladas;
 - Uma câmara frigorífica refrigerada a +7°C e 90% de HR, para o produto acabado (saladas) com um volume de 565m³ e uma capacidade de 45 toneladas;
 - Uma câmara frigorífica refrigerada a +7°C e 80% de HR, para Lacticínios com um volume de 27m³ e uma capacidade de 3,5 toneladas;
 - Uma câmara frigorífica refrigerada a +1°C e 90% de HR, para peixe com um volume de 27m³ e uma capacidade de 3,5 toneladas;
 - Uma câmara frigorífica refrigerada a +2°C e 85% de HR, para carne com um volume de 27m³ e uma capacidade de 3,5 toneladas;
 - Uma câmara de produtos secos com um volume de 27m³ e uma capacidade de 3,5 toneladas. Esta não terá controlo de temperatura nem de humidade, sendo apenas ventilada;

- Uma área de preparação dos alimentos:
 - Uma cozinha com uma com uma área de 33m², para cozinhar ovo, massa e frango. Esta não terá controlo de temperatura nem de humidade, mas possuirá uma hotte de extracção compensada;
 - Uma célula de arrefecimento rápido a +5°C para os alimentos que são cozinhados com um volume de 100m³ e uma capacidade de 7 toneladas.
 - Uma zona de lavagem de hortícolas com uma área de 91 m².

- Uma área de preparação / confecção de saladas a +15°C e 60% de HR com uma área de 1650m².
- Uma sala para paletes com saladas com uma área de 56m².
- Uma área dedicada a embalagens:
 - Um armazém de embalagens com uma área de 90m².
 - Um armazém de embalagens para o dia com uma área de 48m².
 - Uma sala de lavagens de cestos de hortícolas com uma área de 18m².
 - Uma sala de armazenagem de cestos de hortícolas com uma área de 18m² e com uma porta que dá para o exterior da central.
- Uma área para resíduos sólidos a +10°C com um volume de 55m³ e uma capacidade 9 toneladas. Esta área terá um cais próprio.
- Uma sala para prensar cartão com uma área de 20m².
- Um armazém para cartão prensado com uma área de 50m² e com ligação à sala de prensar cartão.
- Uma zona para guardar e carregar os empilhadores eléctricos com uma área de 40m².

Esta central possuirá um único cais para a recepção e expedição com capacidade de acostagem de 6 camiões. O cais irá ter uma balança para paletes.

Para além das áreas referidas, esta central possuirá ainda uma área administrativa com 200m², um refeitório com 270m², um gabinete médico, um armazém de produtos tóxicos e várias instalações sanitárias.

3.3. Processo Tecnológico

A matéria-prima (hortícolas, laticínios, peixe, carne, e secos) chega à central devidamente embalada e limpa. É armazenada em câmaras de conservação onde permanecerão 3 dias (isto deve-se ao facto de existir stock para 3 dias).

Os hortícolas saem da câmara de armazenamento e, antes de irem para a “sala de preparação de saladas”, passam pela “zona de lavagem”, para serem lavados.

Os alimentos que necessitam de ser cozinhados, serão encaminhados para a cozinha e depois de cozinhados, seguem para a “célula de arrefecimento rápido”, de onde saem finalmente para a “sala de preparação”.

Os restantes produtos vão directamente das câmaras de armazenamento para a “sala de preparação”.

O transporte dos diferentes produtos é feito pelos trabalhadores, através de “carros prateleira” até às várias mesas das linhas de produção, para que as saladas possam ser confeccionadas.

As saladas confeccionadas são encaminhadas para o fim de cada linha, através de tapete transportador de rodas, caindo para as mesas receptoras. As saladas são recolhidas dessas mesas e colocadas em paletes para poderem seguir para a “sala para paletes com saladas”, onde irão aguardar que os empilhadores as coloquem na câmara de armazenamento de “produto acabado”. Irão permanecer nesta câmara durante três dias, até irem para expedição.

Ao fim de três dias na câmara de produto acabado, as saladas embaladas são colocadas em camiões refrigerados que farão a distribuição por todos os locais onde estes produtos serão comercializados (restauração, cantinas, catering, etc.).

3.4. Fluxograma da Produção de Saladas

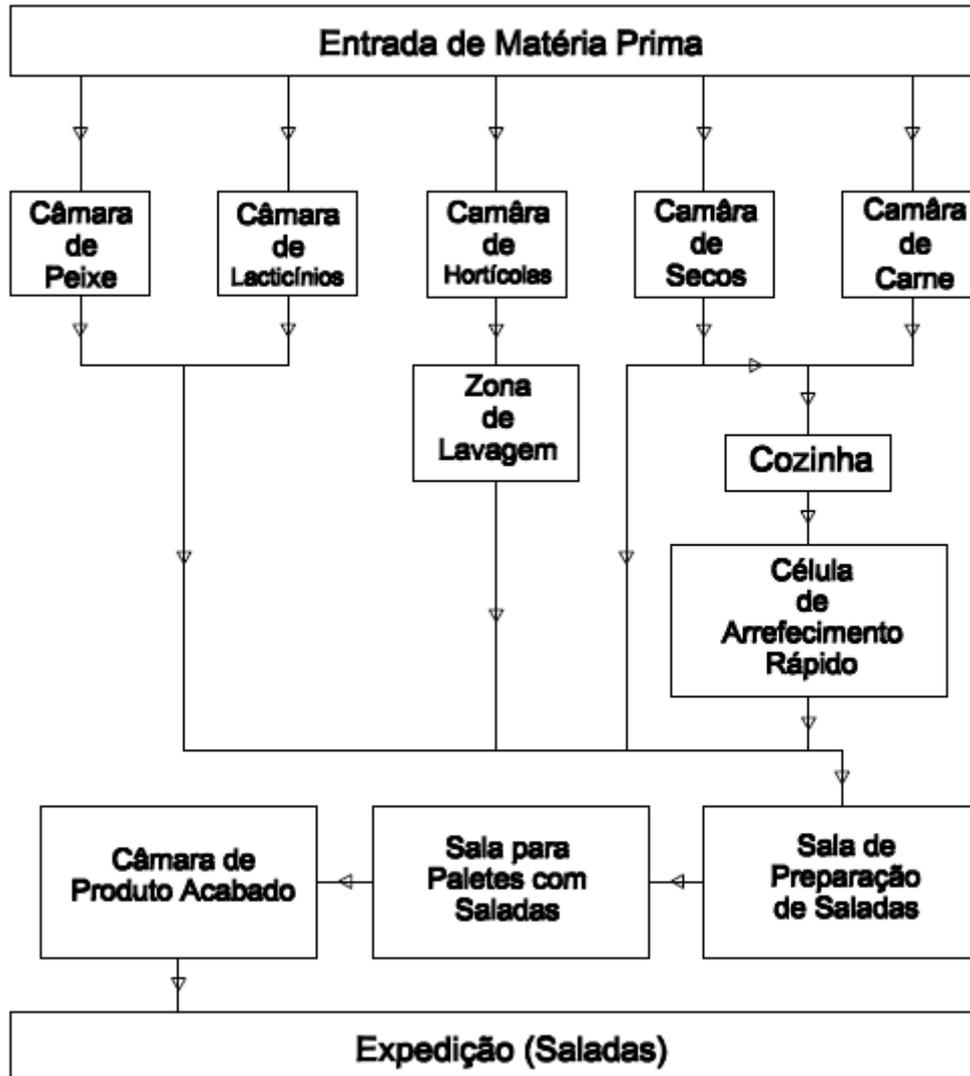


Figura 1: Fluxograma da produção de saladas

3.5. Matérias-primas e Capacidade de Produção

As matérias-primas utilizadas são hortícolas, laticínios, peixe, carne e secos, provenientes de câmaras de armazenamento da própria central.

As hortícolas serão produzidas na própria herdade onde a central será implementada.

A produção de saladas divide-se em duas épocas:

- Época Baixa – Inverno:

Nesta época irão produzir-se 30.000 saladas por dia, o que corresponderá a cerca de 5.400kg.

- Época Alta – Verão:

Nesta época irão produzir-se 60.000 saladas por dia, o que corresponderá a cerca de 10.800kg.

Toda a produção de saladas será feita durante um horário normal de trabalho de 8 horas diárias.

Na tabela seguinte, estão as quantidades diárias gastas de cada produto nas duas épocas:

Tabela 1: Quantidades diárias de cada Ingrediente (kg)

Ingredientes		Quantidades Diárias de cada Ingrediente	
		Inverno	Verão
HORTÍCOLAS	Alface (kg)	1863	3725
	Alface roxa (kg)	200	400
	Tomate (kg)	875	1750
	Tomate cherry (kg)	288	575
	Espinafre (kg)	75	150
	Pepino (kg)	100	200
	Rucula (kg)	75	150
	Milho (kg)	488	975
	Cenoura (kg)	238	475
	Ananás (kg)	75	150
	Pêssego (kg)	150	300
LACTICÍNIOS	Queijo (kg)	75	150
	Queijo fresco (kg)	125	250
PEIXE	Delícias do mar (kg)	150	300
CARNE	Frango cozido desfiado (kg)	150	300
SECOS	Ovo Cozido (kg)	150	300
	Azeitonas pretas (kg)	50	100
	Azeitonas verdes (kg)	125	250
	Orégãos (kg)	5	10
	Massas (kg)	125	250
TOTAL (kg)		5380	10760

3.6. Características dos Produtos Acabados

O produto processado nesta unidade são saladas. Irão ser produzidos 10 tipos de saladas diferentes. A descrição dos vários tipos de saladas encontra-se na tabela seguinte:

Tabela 2: Quantidades diárias de cada Ingrediente (kg)

	Ingredientes	Quantidades Aproximadas (g)	Peso Médio da Salada (g)
Salada 1	Alface	100	200
	Alface roxa	20	
	Tomate Cherry	50	
	Espinafres	15	
	Cenoura	15	
Salada 2	Aface	100	200
	Aface roxa	10	
	Tomate	20	
	Espinafres	15	
	Cenoura	15	
	Milho	10	
	Azeitonas Pretas	10	
	Ovo Cozido	20	
Salada 3	Alface	40	150
	Alface roxa	10	
	Tomate	40	
	Rucula	10	
	Milho	50	
Salada 4	Alface	100	250
	Tomate	60	
	Pepino	20	
	Ovo Cozido	20	
	Massas	50	
Salada 5	Alface	60	250
	Tomate	60	
	Cenoura	20	
	Pêssego	60	
	Azeitonas Verdes	20	
	Queijo	30	
Salada 6	Alface	50	150
	Tomate Cherry	20	
	Pepino	20	
	Milho	15	
	Cenoura	15	
	Ovo Cozido	20	
	Azeitonas Verdes	10	
Salada 7	Alface	50	152
	Tomate	40	
	Azeitonas Pretas	10	
	Queijo fresco	50	
	Orégãos	2	
Salada 8	Alface	50	150
	Milho	10	
	Ananás	30	
	Delícias do mar	60	
Salada 9	Alface	65	150
	Tomate Cherry	45	
	Cenoura	20	
	Azeitonas Verdes	20	
Salada 10	Alface	50	200
	Alface Roxa	20	
	Tomate	50	
	Cenoura	10	
	Milho	10	
	Frango Cozido desfiado	60	

3.7. Dimensionamento das Câmaras e Salas Especiais

3.7.1. Câmara de Hortícolas (Câmara 1)

A câmara de hortícolas armazena todos os vegetais e frutas que serão utilizados para produzir saladas. Sabendo as quantidades necessárias para produzir o número de saladas para a época alta, pode-se passar ao dimensionamento da câmara frigorífica que terá capacidade para receber essa quantidade.

Tabela 3: Quantidade a armazenar (kg)

Camãra de Hortícolas	
Produtos	Quantidade armazenada (Kg)
Alface	11175
Alface roxa	1200
Tomate	5250
Tomate cherry	1725
Espinafre	450
Pepino	600
Rucula	450
Milho	2925
Cenoura	1425
ananas	450
pessego	900
Entrada diária de Produto - Quantidades máximas - Verão (Kg)	8850
Quantidades máximas de armazenamento (3 dias - Verão) (Kg)	26550
Condições de armazenamento	7°C / 90%

Dimensionamento:

- Necessidade de Armazenagem: 26550kg
- Produto: Hortícolas
- Natureza: Refrigerados
- Temperatura interior: +7°C / 90%
- Temperatura exterior média: +34°C
- Altura da câmara: 4m
- Densidade de Refrigerados: 160kg/m³ (segundo o I.I.F.)
- Condutividade Térmica – Poliuretano: 0,037W/m.°C
- Espessura do isolamento – 100mm
- Dimensões das portas deslizantes: 2x2,5m

1º Passo – Determinar volume da câmara frigorífica:

$$d = \frac{M}{V}$$

Em que,

d – Densidade (kg/m³);

M – Massa de produto armazenado (kg);

V – Volume (m³).

Assim sendo:

$$d = \frac{M}{V} \Leftrightarrow V = \frac{26550}{160} \Leftrightarrow V = 165,9 \Leftrightarrow V \approx 166m^3$$

2º Passo – Determinar as dimensões da câmara frigorífica:

$$V = s \times h$$

Em que,

V – Volume (m³);

s – Área (m²);

h – Altura (m).

Assim sendo:

$$V = s \times h \Leftrightarrow s = \frac{166}{4} \Leftrightarrow s = 41,5m^2$$

Tendo em conta que a instalação pode aumentar a sua capacidade futuramente, faz-se um aumento de 30% ao tamanho da câmara frigorífica.

$$s = 41,5 * 1,3 = 53,95 \approx 54m^2$$

Assim sendo, as dimensões da câmara frigorífica serão as seguintes:

$$l = c = \sqrt{s} = \sqrt{54} = 7,3m$$

3º Passo – Elaboração da estiva e confirmação das dimensões da câmara frigorífica:

- Estiva: Paletes 1.00x1.20m
- Estiva: Manual (corredor 3m; rodapé 20x20cm)

Após a realização da estiva e acertos de Lay-out, verificou-se que as dimensões calculadas anteriormente terão de ser alteradas, sendo que as dimensões finais passarão a ser:

11,2 X 12,6 X 4m

Capacidade final da câmara frigorífica:

- 72 Paletes
- Volume de cada palete: $1 \times 1,2 \times 1,5 = 1,8m^3$
- Volume útil da câmara: $1,8 \times 72 = 129,6m^3$
- Densidade útil = 350kg/m³
- Capacidade de armazenamento: $129,6 \times 350 = 45360kg$

Encontra-se em anexo (anexo VIII) o desenho desta câmara frigorífica com as respectivas dimensões.

3.7.2. Câmara de Produto Acabado (Câmara 2)

A câmara de produto acabado armazena todas as saladas produzidas na unidade. Sabendo o número de saladas que serão produzidas na época alta e a quantidade que isso representa, pode-se passar ao dimensionamento da câmara frigorífica.

Tabela 4: Quantidade a armazenar (kg)

Câmara de Refrigerados (Produto Acabado)	
Saladas Embaladas	
Entrada diária de Produto - Quantidades máximas - Verão (Kg)	10760
Quantidades máximas de armazenamento (3 dias - Verão) (Kg)	32280
Condições de armazenamento	7°C / 90%

Dimensionamento:

- Necessidade de Armazenagem: 32280kg
- Produto: Saladas
- Natureza: Refrigerados
- Temperatura interior: +7°C / 90%
- Temperatura exterior média: +34°C
- Altura da câmara: 4m
- Densidade de Refrigerados: 160kg/m³ (segundo o I.I.F.)
- Condutividade Térmica – Poliuretano: 0,037W/m.°C
- Espessura do isolamento – 100mm
- Dimensões das portas deslizantes: 2x2,5m

1º Passo – Determinar volume da câmara frigorífica:

$$d = \frac{M}{V} \Leftrightarrow V = \frac{32280}{160} \Leftrightarrow V = 201,75m^3$$

2º Passo – Determinar as dimensões da câmara frigorífica:

$$V = s \times h \Leftrightarrow s = \frac{201,75}{4} \Leftrightarrow s = 50,44m^2$$

Tendo em conta que a instalação pode aumentar a sua capacidade futuramente, faz-se um aumento de 30% ao tamanho da câmara frigorífica.

$$s = 50,44 * 1,30 = 65,57 \approx 66m^2$$

Assim sendo, as dimensões da câmara frigorífica serão as seguintes:

$$l = c = \sqrt{s} = \sqrt{66} = 8,12 \approx 8m$$

3º Passo – Elaboração da estiva e confirmação das dimensões da câmara frigorífica:

- Estiva: Paletes 1.00x1.20m
- Estiva: Manual (corredor 3m; rodapé 20x20cm)

Após a realização da estiva e acertos de Lay-out, verificou-se que as dimensões calculadas anteriormente terão de ser alteradas, sendo que as dimensões finais passarão a ser:

$$11,2 \times 12,6 \times 4m$$

Capacidade final da câmara frigorífica:

- 72 Paletes
- Volume de cada palete: $1 \times 1,2 \times 1,5 = 1,8\text{m}^3$
- Volume útil da câmara: $1,8 \times 72 = 129,6\text{m}^3$
- Densidade útil = $350\text{kg}/\text{m}^3$
- Capacidade de armazenamento: $129,6 \times 350 = 45360\text{kg}$

Encontra-se em anexo (anexo IX) o desenho desta câmara frigorífica com as respectivas dimensões.

3.7.3. Célula de Arrefecimento Rápido (Câmara 3)

A célula de arrefecimento rápido tem como função arrefecer rapidamente os alimentos cozinhados que saem da cozinha a altas temperaturas até a uma temperatura de +5°C.

Esta câmara terá ventilação forçada através de ventiladores de alta velocidade, de forma a provocar um arrefecimento mais rápido do que numa câmara frigorífica convencional.

Esta câmara foi projectada para funcionar 24h por dia, no entanto não funcionará sempre no mesmo regime, ou seja, quando a produção de saladas é suspensa no final de cada dia de trabalho, uma certa quantidade de produto ainda estará na célula de arrefecimento rápido, onde irá permanecer até à produção de saladas ser retomada no dia seguinte. Durante este período os ventiladores do evaporador desta câmara, funcionarão a uma rotação menor para evitar a desidratação do produto que permanecerá na câmara.

Para esta célula não se procedeu ao cálculo do seu dimensionamento, uma vez que, será uma câmara de pequenas dimensões. Assim sendo, optou-se por utilizar uma câmara frigorífica modular existente no mercado.

Características:

- Necessidade de Armazenagem: 2550kg
- Capacidade da mini câmara seleccionada: 7000kg
- Produto: Cozinhados (frango, ovo e massas)
- Natureza: Refrigerados
- Temperatura interior: +5°C / 90%
- Temperatura exterior média: +34°C
- Estiva: Carrinhos de cozinha
- Altura da câmara: 4m
- Condutividade Térmica – Poliuretano: 0,037W/m.°C
- Espessura do isolamento – 100mm
- Dimensões das Portas Deslizantes: 2 x 2,5 m
- Dimensões da câmara: 5 x 5 x 4 m

3.7.4. Câmara de Lacticínios (Câmara 4)

A câmara de lacticínios armazena os queijos que são utilizados na produção de saladas. Sabendo as quantidades necessárias para produzir o número de saladas para a época alta, pode-se passar ao dimensionamento da câmara frigorífica que terá capacidade para receber essa quantidade. No entanto, devido à baixa quantidade que é necessário armazenar, optou-se por colocar uma mini câmara frigorífica que se encontra disponível no mercado, com um evaporador de baixo caudal de ar.

Tabela 5: Quantidade a armazenar (kg)

Armário de Lacticínios	
Produtos	Quantidade armazenada (Kg)
Queijo	450
Queijo Fresco	750
Entrada diária de Produto - Quantidades máximas - Verão (Kg)	400
Quantidades máximas de armazenamento (3 dias - Verão) (Kg)	1200
Condições de armazenamento	7°C / 80%

Características:

- Necessidade de Armazenagem: 1200kg
- Capacidade da mini câmara seleccionada: 3300kg
- Produto: Lacticínios
- Natureza: Refrigerados
- Temperatura interior: +7°C / 80%
- Temperatura exterior média: +34°C
- Estiva: Prateleiras
- Altura da câmara: 2,5m
- Condutividade Térmica – Poliuretano: 0,037W/m.°C
- Espessura de isolamento – 60mm
- Dimensões das Portas Deslizantes: 2 x 2,5 m
- Dimensões da câmara: 3 x 3,5 x 2,5 m

3.7.5. Câmara de Peixe (Câmara 5)

A câmara de peixe armazena unicamente delícias do mar que são utilizadas para produzir saladas.

À semelhança da câmara de lacticínios, devido à baixa quantidade de delícias do mar que é necessário armazenar, optou-se por colocar uma mini câmara frigorífica que se encontra disponível no mercado.

Tabela 6: Quantidade a armazenar (kg)

Aramário de refrigerados para peixe	
Produtos	Quantidade armazenada (Kg)
Delicias do mar	900
Entrada diária de Produto - Quantidades máximas - Verão (Kg)	300
Quantidades máximas de armazenamento (3 dias - Verão) (Kg)	900
Condições de armazenamento	1°C / 90%

Características:

- Necessidade de Armazenagem: 900kg
- Capacidade da mini câmara seleccionada: 3300kg
- Produto: Peixe (delicias do Mar)
- Natureza: Refrigerados
- Temperatura interior: +1°C / 90%
- Temperatura exterior média: +34°C
- Estiva: Prateleiras
- Altura da câmara: 2,5m
- Condutividade Térmica – Poliuretano: 0,037W/m.°C
- Espessura de isolamento – 60mm
- Dimensões das Portas Deslizantes: 2 x 2,5 m
- Dimensões da câmara: 3 x 3,5 x 2,5 m

3.7.6. Câmara de Carne (Câmara 6)

A câmara de carne armazena unicamente frango que será cozinhado e posteriormente utilizado para produzir saladas.

À semelhança da câmara de lacticínios e da câmara de peixe, devido à baixa quantidade de frango que é necessário armazenar, optou-se por colocar uma mini câmara frigorífica que se encontra disponível no mercado.

Tabela 7: Quantidade a armazenar (kg)

Armário de Carne	
Produto	Quantidade armazenada (Kg)
Frango	900
Entrada diária de Produto - Quantidades máximas - Verão (Kg)	300
Quantidades máximas de armazenamento (3 dias - Verão) (Kg)	900
Condições de armazenamento	2°C / 85%

Características:

- Necessidade de Armazenagem: 900kg
- Capacidade da mini câmara seleccionada: 3300kg
- Produto: Carne (Frango)
- Natureza: Refrigerados
- Temperatura interior: +2°C / 85%
- Temperatura exterior média: +34°C
- Estiva: Prateleiras
- Altura câmara: 2,5m
- Condutividade Térmica – Poliuretano: 0,037W/m.°C
- Espessura de isolamento – 60mm
- Dimensões das Portas Deslizantes: 2 x 2,5 m
- Dimensões da câmara: 3 x 3,5 x 2,5 m

3.7.7. Câmara de secos

A câmara de secos armazena produtos secos, como massas, ovos, entre outros, que serão utilizados para produzir saladas.

Nesta câmara não existirá equipamento de frio, apenas equipamento de ventilação, para circular o ar no interior da câmara.

À semelhança da câmara de lacticínios, da câmara de peixe e da câmara de carne, devido à baixa quantidade de produtos secos que é necessário armazenar, optou-se por colocar uma mini câmara que se encontra disponível no mercado, sem instalação frigorífica, tendo apenas um ventilador numa das paredes e uma grelha de compensação.

Tabela 8: Quantidade a armazenar (kg)

Sala de Secos	
Produtos	Quantidade armazenada (Kg)
Massas	750
Orégãos	30
Ovo Cozido	900
Azeitonas pretas	300
azeitonas verdes	750
Entrada diária de Produto - Quantidades máximas - Verão (Kg)	910
Quantidades máximas de armazenamento (3 dias - Verão) (Kg)	2730
Condições de armazenamento	Temperatura ambiente

Características:

- Necessidade de Armazenagem: 2730kg
- Capacidade da mini câmara seleccionada: 3300kg
- Produto: Secos
- Temperatura interior: Temperatura Ambiente
- Temperatura exterior média: +34°C
- Estiva: prateleiras
- Altura da câmara: 2,5m
- Condutividade Térmica – Poliuretano: 0,037W/m.°C
- Espessura de isolamento – 60mm
- Dimensões das Portas Deslizantes: 2 x 2,5 m
- Dimensões da câmara: 3 x 3,5 x 2,5 m

3.7.8. Sala de Resíduos Sólidos (Câmara 7)

A sala de resíduos sólidos armazena os lixos provenientes da laboração da central durante um dia de trabalho. Os resíduos serão recolhidos diariamente pelos serviços municipalizados.

Características:

- Capacidade: 8800kg
- Produto: resíduos sólidos
- Temperatura interior: +10°C
- Temperatura exterior média: +34°C
- Estiva: contentores
- Altura da câmara: 4m
- Condutividade Térmica – Poliuretano: 0,037W/m.°C
- Espessura de isolamento – 60mm
- Dimensões das Portas Deslizantes: 2 x 2,5 m
- Dimensões da câmara: 3 x 4,6 x 4 m

3.7.9. Sala de Preparação

A sala de preparação é, como o próprio nome indica, o local onde se concebem as saladas que são produzidas nesta unidade.

Sabendo o número de saladas que será produzido na época baixa e na época alta, pode-se calcular o número de trabalhadores necessários para conseguir produzir tais quantidades.

Sabendo que cada trabalhador trabalha 8 horas por dia e que uma salada leva em média 1 minuto a ser concebida, sabe-se quantas saladas um trabalhador concebe por dia:

- 8 Horas / dia
- 1 Minuto / salada
- $8 \times 60 = 480$ saladas / dia (Por trabalhador)

Assim sendo, pode-se calcular o número de trabalhadores necessários em cada época:

Época baixa – Inverno (30.000 saladas/dia):

- $30000/480 = 62,5 = 63$ Trabalhadores

Época Alta – (60.000 saladas/dia):

- $60000/480 = 125$ Trabalhadores

Conhecido o número de trabalhadores e o espaço que é ocupado por cada trabalhador, podem-se definir as dimensões da sala de preparação.

Características da “Sala de Preparação”:

- 5 Linhas de preparação de saladas
- Cada linha prepara 2 tipos diferentes de saladas
- Cada linha tem 26 bancadas
- Tamanho das mesas de preparação: 2X0,8m
- Distância entre as mesas: 1,5m
- Temperatura interior: +15°C / 60%
- Temperatura exterior média: +34°C
- Altura da sala de preparação: 4m
- Condutividade Térmica – Poliuretano: 0,037W/m.°C
- Espessura de isolamento – 100mm
- Área final da sala de preparação: 1630m²

Encontra-se em anexo (anexo X) o desenho da sala de preparação com as respectivas dimensões.

3.8. Descrição dos Equipamentos da Unidade

3.8.1. Máquina de Lavar Hortícolas

Existirá na unidade uma área dedicada à lavagem dos hortícolas que serão utilizadas na concepção das saladas. Nesta área será instalado um cilindro lavador de hortícolas com jactos de água de alta pressão. A lavagem das hortícolas é feita antes de estes entrarem na sala de preparação de saladas.

3.8.2. Máquina de Lavagem de Caixas

Existirá uma área dedicada à lavagem das caixas dos hortícolas, contígua a outra área para secagem e armazenagem de caixas limpas.

A lavagem das caixas será feita por um túnel de lavagem de caixas, enquanto a armazenagem será feita manualmente.

3.8.3. Máquinas de Lavar Pavimentos e Paredes

Existirão na unidade máquinas de alta pressão com possibilidade de água quente e com aspiração de detergente em alta pressão. Estas servirão para lavar não só o pavimento, mas também as paredes.

Existirão também máquinas de lavar pavimentos com sistema de secagem.

3.8.4. Máquina de Prensar Cartão

Será colocada uma máquina de prensar cartão numa sala, concebida para o efeito, junto ao cais de recepção / expedição.

Ao lado desta sala, encontra-se um espaço onde se armazenará o cartão prensado, que é proveniente das embalagens que contêm os diferentes produtos que são processados nesta unidade, e que será posteriormente reciclado.

3.8.5. Balança para Paletes

No cais de recepção / expedição será instalada uma balança para paletes, de modo a poder fazer-se a pesagem, tanto da matéria-prima que chega à unidade, como do produto acabado que será expedido.

3.8.6. Máquina de Pesagem e Colocação de Etiquetas

No final de cada uma das 5 linhas de preparação de saladas, existirá uma máquina de pesagem e colocação de etiquetas. Esta máquina terá como função pesar todas as embalagens que saem das linhas de produção de saladas e colocar-lhes uma etiqueta com as suas características (tipo de salada, ingredientes, peso, data de embalagem, data de validade, etc.).

3.8.7. Equipamento de Cozinha

Na cozinha serão instalados todos os equipamentos necessários para cozinhar os alimentos, bem como uma hotte de extracção.

Assim sendo, terá de se proceder ao cálculo dessa hotte.

Através da fórmula de cálculo da France-Air, pode calcular-se a hotte necessária para fazer a extracção da cozinha.

formule de calcul

Hottes traditionnelles
Débit d'extraction =

- Périmètre libre de la hotte ($P \times 2 + L$)
x hauteur libre (h) entre le piano et la hotte
x vitesse d'entraînement
x 3600 secondes

Exemple :

- Périmètre : $1250 P \times 2 + 1\ 500 = 4000$ mm (4 m)
- Hauteur libre (h) : $1,90 - 0,9 = 1$ m
- Débit : $4 \times 1 \times 0,25 \times 3600 = 3\ 600$ m³/h

P = Profondeur,
L = Longueur,
V = Vitesse en m/s,
h = hauteur d'aspiration

V = vitesse d'entraînement entre 0,2 et 0,3 m/s

Fonte: France Air

Figura 2 - Características da Hotte seleccionada para a Cozinha

Considerou-se 15 renovações por hora de ar para o cálculo do caudal de extracção da hotte. [4]

Assim sendo:

- Volume da cozinha = $6,6 \times 5 \times 4 = 132\text{m}^3$
- Renovações por hora = 15
- Caudal = $132 \times 15 = 1980 \approx 2000\text{m}^3/\text{h}$

Para $2000\text{m}^3/\text{h}$, tem-se:

- Profundidade = 900mm
- Velocidade do ar = 0,2m/s
- Altura Livre = $1,90 - 0,9 = 1\text{m}$
- Débito: $2000 = P \times 1 \times 0,2 \times 3600 \Leftrightarrow P = 2,778\text{m}$
- Perímetro: $900 \times 2 + L = 2778 \Leftrightarrow L = 978\text{mm}$

Dimensões da Hotte:

- 900x 1000mm

No entanto, para a cozinha em questão, optou-se por uma hotte maior do que a calculada, para que se consiga abranger a área onde os alimentos são cozinhados.

A dimensão final da hotte será de 1000x 2000mm.

A compensação do ar extraído pela hotte é feita através de ventiladores que insuflam ar para o interior da cozinha.

Visto que a cozinha é um local que deverá ter pressão positiva em relação ao corredor, a insuflação terá que ser superior à extracção, o que evita a entrada de ar contaminado para o interior da cozinha. Considerou-se que o ar insuflado será 5% superior ao extraído, assim o caudal de insuflação será de $2100\text{m}^3/\text{h}$.

3.9. Descrição da Instalação

3.9.1. Descrição Sumária da Instalação

Para todos os locais onde existe controlo de temperatura, com a excepção da “sala de preparação”, existe uma instalação frigorífica de expansão directa constituída por vários evaporadores, compressores, válvulas termostáticas e condensadores.

Para a “sala de preparação” existirá um sistema a 4 tubos que funcionará a água.

A instalação frigorífica é constituída por 9 evaporadores, 7 compressores, 9 válvulas de expansão termostáticas e 6 condensadores:

- 2 Evaporadores na câmara de hortícolas;
- 2 Evaporadores na câmara de produto acabado;
- 1 Evaporador na câmara de lacticínios;
- 1 Evaporador na câmara de peixe;
- 1 Evaporador na câmara de carne;
- 1 Evaporador na célula de arrefecimento rápido;
- 1 Evaporador na sala de resíduos sólidos;
- 1 Compressor para cada câmara frigorífica, sendo que nas câmaras de hortícolas e de produto acabado, cada um dos dois compressores está ligado a dois evaporadores, um de cada câmara;
- 1 Válvula de expansão termostática para cada evaporador;
- 1 Condensador a ar para a instalação das câmaras de hortícolas e de produto acabado;
- 1 Condensador a ar para a Câmara de lacticínios;
- 1 Condensador a ar para a Câmara de peixe;
- 1 Condensador a ar para a Câmara de carne;
- 1 Condensador a ar para a célula de arrefecimento rápido;
- 1 Condensador a ar para a sala de resíduos sólidos;

A instalação da “sala de preparação” é constituída por 4 UTA’s, que através de uma rede de condutas fazem a distribuição de ar tratado, por um chiller que produz água fria e uma caldeira que produz água quente.

3.9.2. Condições de Projecto

3.9.2.1. Características Psicrométricas Exteriores

A unidade será implantada na Herdade de Rio frio – Palmela, cujas condições de projecto, segundo o RCCTE, são as seguintes:

- $T_{out} = 34^{\circ}\text{C}$
- $\omega_{out} = 10,81\text{g/kg}$

3.9.2.2. Características dos Espaços com exigências térmicas

- **Câmara de Hortícolas:**

- Dimensões: 11,2 x 12,6 x 4m
- Temperatura = 7°C
- Humidade Relativa = 90%

- **Câmara de Produto Acabado:**

- Dimensões: 11,2 x 12,6 x 4m
- Temperatura = 7°C
- Humidade Relativa = 90%

- **Célula de arrefecimento rápido:**

- Dimensões: 5 x 5 x 4m
- Temperatura = 5°C

- **Câmara de Lacticínios:**

- Dimensões: 3 x 3,5 x 2,5m
- Temperatura = 7°C
- Humidade Relativa = 80%

- *Câmara de Peixe:*
 - Dimensões: 3 x 3,5 x 2,5m
 - Temperatura = 1°C
 - Humidade Relativa = 90%

- *Câmara de Carne:*
 - Dimensões: 3 x 3,5 x 2,5m
 - Temperatura = 2°C
 - Humidade Relativa = 85%

- *Sala de Resíduos Sólidos:*
 - Dimensões: 3 x 4,6 x 4m
 - Temperatura = 10°C

- *Sala de Preparação de Saladas:*
 - Área: 1635m²
 - Altura: 4m
 - Temperatura = 15°C
 - Humidade Relativa = 60%

3.9.3. Normas e Regulamentos Aplicáveis

Os regulamentos que este projecto terá de cumprir são:

- Decreto – Lei n.º 67/98 (HACCP);
- Regulamento (CE) n.º 852/2004 do Parlamento Europeu e do Conselho de 29 de Abril de 2004 relativo à higiene dos géneros alimentícios;
- Eventuais alterações aos regulamentos anteriores;
- E toda a Regulamentação Aplicável.

3.9.4. Balanços Térmicos

Os balanços térmicos de câmaras frigoríficas podem dividir-se em duas categorias:

➤ ***Cargas térmicas externas:***

Os ganhos de calor provêm da abertura de portas, da renovação de ar e da transmissão de calor através das superfícies envolventes (paredes, tecto e pavimento).

➤ ***Cargas térmicas internas:***

Estas podem ainda dividir-se em:

○ *Cargas térmicas dependentes dos produtos armazenados:*

Os ganhos de calor provêm do diferencial de temperatura dos produtos quando estes entram na câmara frigorífica e do calor que os produtos libertam, tanto de respiração (frutos e vegetais) como de fermentação (queijos).

○ *Cargas térmicas independentes dos produtos armazenados:*

Os ganhos de calor provêm do pessoal da estiva, da iluminação e dos equipamentos que possam existir dentro da câmara frigorífica (empilhadores, equipamento de descongelação, ventiladores dos evaporadores e outros).

Os balanços térmicos de todos os espaços a refrigerar foram feitos segundo a metodologia de cálculo para câmaras frigoríficas que se apresenta de seguida, à excepção da “sala de preparação”.

Os balanços térmicos da “sala de preparação” foram feitos através do software “HAP 4.31”, onde foram introduzidos os dados do espaço a climatizar e do clima da região onde a unidade será implantada.

3.9.4.1. Cargas térmicas externas

- Cargas térmicas através das paredes, tecto e pavimento:

$$Q_1 = U \times S \times \Delta T$$

Q_1 – Carga térmicas através das paredes, tecto e pavimento (Watt);

U – Coeficiente de transmissão de calor da parede considerada (Watt/m².°C);

S – Superfície da parede considerada (m²);

ΔT – Diferença de temperatura entre as duas faces da parede considerada (°C);

O Coeficiente de transmissão de calor U será dado, por:

$$U = \frac{1}{R} \text{ em que, } R = \frac{1}{h_i} + \sum \frac{e}{k} + \frac{1}{h_e}$$

$\frac{1}{h_i}$ – Resistência térmica de convecção na superfície interna (m²°C/Watt), $h_i=15$ Watt/m²°C;

$\frac{\sum e}{K}$ – Somatório das resistências térmicas de condução das diferentes camadas de materiais que constituem a parede (m²°C/Watt) sendo:

- e – Espessura de parede (m);
- K – Condutividade térmica da parede (Watt/m°C);

$\frac{1}{h_e}$ – Resistência térmica de convecção na superfície externa (m²°C/Watt), $h_e=30$ Watt/m²°C;

➤ Cargas térmicas devidas à renovação de ar:

A substituição de parte do ar interior de uma câmara frigorífica por ar exterior introduz ganhos de calor que terão de ser contabilizados, uma vez que terá de se levar o ar exterior até à temperatura da câmara frigorífica.

$$Q_2 = m \times \Delta h$$

Q_2 – Carga térmica devida à renovação de ar (Watt);

m – Caudal mássico de ar exterior que entra na câmara (kg/s);

Δh – Diferença de entalpias entre o ar exterior e o ar da câmara frigorífica (J/kg).

O caudal mássico é dado por:

$$m = \frac{V_{dia}}{v \times 86000}$$

V_{dia} – Caudal volumétrico diário de ar exterior (m³/dia);

v – Volume específico do ar exterior (m³/kg).

O caudal volúmico é dado pela seguinte expressão:

$$V_{dia} = n \times V$$

V – Volume interior da câmara frigorífica (m³);

n – taxa de renovação de ar exterior.

A taxa de renovação de ar depende da movimentação de produtos, máquinas e pessoas entre o exterior e o interior da câmara frigorífica, e é dada pela seguinte expressão:

$$n = \frac{70}{\sqrt{V}}$$

➤ Carga térmica devida à abertura de portas:

$$Q_3 = 8 + (0,067 \times \Delta T) \times \left(\frac{t_{ab}}{v_{int}} \right) \times L \times H \times A \times C$$

$$\text{Em que, } A = (h_{ext} - h_{int}) \times \left(H \times \left(1 - \frac{v_{int}}{v_{ext}} \right) \right)^{\frac{1}{2}}$$

Q_3 – Carga térmica devida à abertura de portas (Watt);

ΔT – Diferença de temperatura entre as duas faces da porta (°C);

t_{ab} – tempo de abertura da porta expresso (min/h);

v_{int} – Volume específico do ar interior (m³/kg);

v_{ext} – Volume específico do ar exterior (m³/kg);

h_{int} – Entalpia específica do ar interior (kJ/kg);

h_{ext} – Entalpia específica do ar exterior (kJ/kg);

L – Largura da porta (m);

H – Altura da porta (m);

C – Coeficiente minorante devido à presença de cortina de ar ou lamelas ($C=1$ para porta sem cortina de ar ou lamelas; $C = 0,25$ para porta com cortina de ar ou lamelas).

Para o cálculo das câmaras desta unidade industrial considerou-se a existência de lamelas.

Em que o tempo médio que uma porta de uma câmara frigorífica permanece aberta, é dada por:

$$t_{ab} = d_{ton} \times \frac{f_d}{24}$$

t_{ab} – tempo de abertura (min/h);

d_{ton} – duração média da abertura das portas para permitir a passagem de uma tonelada de produto (min);

f_d – Fluxo diário de produto expresso (ton).

Tabela 9: Duração média da abertura das portas em minutos para permitir a passagem de uma tonelada de produto

Tipo de Porta	Tipo de Produto	dt (mn/ton.)
Porta de abertura manual	Carcaças de animais suspensas	15
	Produtos paletizados	6
Porta de abertura automática	Carcaças de animais suspensas	1
	Produtos paletizados	0.8

Fonte: UC Refrigeração

Para o cálculo das câmaras desta unidade admitiu-se que as portas são de abertura manual.

3.9.4.2. Cargas térmicas internas

➤ Cargas térmicas internas independentes dos produtos armazenados:

- Carga térmica devida à iluminação da câmara:

$$Q_{4_1} = n \times P \times \frac{t}{24}$$

Em que,

Q_{4_1} – Carga térmica devida à iluminação (Watt);

n – número de lâmpadas;

t – Tempo de funcionamento das lâmpadas (h/dia);

P – Potência de cada lâmpada (Watt).

Para o cálculo das câmaras desta unidade foi considerada a potência de 12W/m² de iluminação, pelo que a expressão anterior passará a ser:

$$Q_{4_1} = \text{Área} \times P \times \frac{t}{24}$$

Em que,

Q_{4_1} – Carga térmica devida à iluminação (Watt);

A – Área da câmara frigorífica (m²);

t – Tempo de funcionamento das lâmpadas (h/dia);

P – Potência de iluminação (Watt/m²).

- Carga térmica devida ao pessoal de estiva:

$$Q_{4_2} = n \times q \times \frac{t}{24}$$

Q_{4_2} – Carga térmica devida ao pessoal de estiva (Watt);

n – número de pessoas nas câmaras;

t – Tempo de permanência na câmara (h/dia);

q – Calor libertado por cada pessoa (Watt).

Para o cálculo das câmaras desta unidade, considerou-se que estarão 2 pessoas, durante duas horas por dia, em cada uma das duas câmaras grandes (câmara de hortícolas e câmara de produto acabado) e apenas 1 pessoa, durante duas horas por dia, em cada uma das restantes câmaras.

Tabela 10: Calor libertado pelas pessoas

Temperatura da câmara (°C)	Quantidade de calor libertado pelas pessoas (Watt)
+15	200
+5	240
0	270
-20	390
-25	420

Fonte: UC Refrigeração

- Carga térmica devida a Empilhadores:

$$Q_{4_3} = n \times q \times \frac{t}{24}$$

Q_{4_3} – Carga térmica devida a empilhadores (Watt);

n – número de empilhadores nas câmaras;

t – Tempo de permanência na câmara (h/dia);

q – Calor libertado por cada empilhador (Watt).

Para o cálculo das câmaras desta unidade foi considerado que estará 1 empilhador durante duas horas por dia em cada uma das duas câmaras grandes (câmara de hortícolas e câmara de produto acabado). Nas restantes considerou-se que não será utilizado empilhador, mas apenas porta – paletes.

➤ Cargas térmicas internas dependentes dos produtos armazenados:

- Carga térmica devida à temperatura de entrada dos produtos:

$$Q_5 = \frac{m \times C_1 \times (T_1 - T_2) + m \times L + m \times C_2 \times (T_3 - T_2)}{86400}$$

Q_5 – Carga térmica devida à temperatura de entrada dos produtos (Watt);

m – massa de produto introduzido por dia (kg);

C_1 – Calor específico acima da temperatura de congelação (J/kg°C);

C_2 – Calor específico abaixo da temperatura de congelação (J/kg°C);

L – Calor latente de congelação (J/kg);

T_1 – Temperatura inicial do produto a armazenar (°C);

T_2 – Temperatura de congelação (°C);

T_3 – Temperatura final do produto a armazenar no estado congelado (J/kg°C).

Uma vez que os produtos irão ser armazenados no estado refrigerado, a expressão é a seguinte:

$$Q_5 = \frac{m \times C_1 \times (T_1 - T_2)}{86400}$$

Sendo que T_2 é a temperatura da câmara frigorífica de refrigerados (°C).

- Carga térmica devida ao calor de respiração de frutos e vegetais:

$$Q_6 = \frac{m \times q_{resp}}{86400}$$

Q_6 – Carga térmica devida ao calor de respiração de frutos e vegetais (Watt);

m – quantidade de frutos ou vegetais armazenados (kg);

q_{resp} – Calor de respiração dos frutos ou vegetais (kJ/ton.dia).

3.9.4.3. Potência frigorífica intermédia e Potência frigorífica previsual

A potência térmica intermédia é a potência que os evaporadores deverão assegurar para conseguir retirar as cargas térmicas de cada local.

➤ Carga térmica intermédia:

Para saber qual a carga térmica a ser removida de cada local, terá de se somar os diferentes tipos de cargas térmicas calculadas anteriormente.

$$Q_{\text{int}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6 + Q_7$$

➤ Potência frigorífica intermédia:

Uma vez que, para câmaras de refrigerados, se considera que os compressores deverão funcionar 18 horas, tem-se:

$$P_{\text{int}} = \frac{Q_{\text{int}} \times 24}{18}$$

Consegue-se, assim, saber qual a potência necessária para remover as cargas térmicas de cada local.

➤ Potência frigorífica previsual:

$$P_{\text{prev}} = 1,2 \times P_{\text{int}}$$

A potência previsual, não é mais, do que a potência intermédia com um acréscimo de 20%. Estes 20% contabilizam de uma forma geral o acréscimo de carga térmica devida aos motores dos ventiladores e à resistência de descongelação.

➤ Potência final com coeficiente de segurança:

$$P_{Final} = P_{prev} \times 1,1$$

Para a selecção dos equipamentos, deve-se ter em conta um coeficiente de segurança, que para o caso desta instalação é de 10%.

Os balanços térmicos da “sala de preparação” foram, como já foi referido anteriormente, efectuados pelo software “HAP 4.31” que faz a simulação hora a hora da exposição solar do edifício, onde foram introduzidos todos os dados do espaço, bem como os dados do clima onde se irá implantar a unidade.

Os dados introduzidos no software foram:

- Iluminação;
- Equipamentos;
- Ocupação;
- Características das paredes, janelas, tecto e pavimento;
- Orientação do edifício;
- Características do clima onde a instalação se situará – Palmela.

Em anexo (anexo I) encontram-se uma tabela com o resumo das várias cargas térmicas e potências finais da instalação frigorífica, bem como tabelas com as características e as necessidades do espaço a climatizar (sala de preparação).

3.10. Descrição da Instalação Refrigerífica

3.10.1. Câmaras Refrigeríficas – Potências Finais

- Câmara de Hortícolas
 - Potência Refrigerífica = 21,3 kW

- Câmara de Produto Acabado:
 - Potência Refrigerífica = 29,2 kW

- Célula de arrefecimento rápido:
 - Potência Refrigerífica = 4,4 kW

- Câmara de Lacticínios:
 - Potência Refrigerífica = 3,0 kW

- Câmara de Peixe:
 - Potência Refrigerífica = 1,6 kW

- Câmara de Carne:
 - Potência Refrigerífica = 1,7 kW

- Sala de Resíduos Sólidos:
 - Potência Refrigerífica = 4,3 kW

3.10.2. Isolamento e Portas

Todos os locais onde existe controlo de temperatura, as paredes e o tecto são isolados com painéis *sandwich*, com isolamento em poliuretano injectado com um peso específico de 35kg/m^3 . Estes painéis têm uma espessura de 100mm a 60mm e são construídos em chapa galvanizada de 0,8mm, lacada no interior e no exterior.

O pavimento das duas câmaras frigoríficas de maiores dimensões, será isolado com duas camadas sobrepostas de juntas desencontradas, perfazendo um total de 100mm de aglomerado negro de cortiça. No local onde estas assentam, será previamente realizada uma barreira de vapor com “*vapour barrier*” ou material semelhante com 2kg/m^2 . Esta barreira será colocada a trincha com duas demão cruzadas. As câmaras de pequenas dimensões terão o pavimento com painel isotérmico reforçado.

As juntas dos painéis serão preenchidas com silicone, de modo, a evitar a penetração de vapor de água pela face quente.

As portas montadas nas duas câmaras frigoríficas de maiores dimensões são do tipo deslizante, de funcionamento manual, com isolamento térmico em poliuretano com uma espessura de 100mm e com dimensões de 2 x 2,5 m. As outras câmaras terão portas pivotantes.

As câmaras frigoríficas terão lamelas para evitar a entrada de grandes quantidades de calor, quando as portas se encontrarem abertas.

3.10.3. Evaporadores

Nas câmaras de grandes dimensões (hortícolas e produto acabado), deverão ser utilizados evaporadores de expansão directa de fluxo único. As câmaras de “lacticínios, de peixe, de carne” e na “sala de resíduos sólidos”, poderão ser utilizados evaporadores de expansão directa do tipo duplo fluxo.

Todos os evaporadores serão constituídos por tubos em cobre e alhetas em alumínio.

Os evaporadores serão equipados com ventiladores helicoidais com motores eléctricos de uma velocidade, em equilíbrio com a potência do grupo compressor.

As câmaras de “hortícolas e de produto acabado” terão 2 evaporadores cada, as restantes câmaras terão apenas 1 evaporador cada.

Na “célula de arrefecimento rápido”, será utilizado um evaporador cúbico de expansão directa com tubos em cobre, alhetas em alumínio e com circulação forçada de ar.

A descongelação dos evaporadores será realizada automaticamente por resistências eléctricas.

O funcionamento dos evaporadores em regime é comandado por termóstato, com bolbo localizado junto da aspiração dos evaporadores.

Durante a abertura de portas, o funcionamento dos ventiladores dos evaporadores, será interrompido.

3.10.4. Compressores

Será instalado um compressor por cada câmara frigorífica. No entanto nas câmaras de “hortícolas e de produto acabado”, cada compressor estará ligado a dois evaporadores, um de cada câmara frigorífica. Assim consegue-se garantir que em caso de avaria de um dos compressores, o outro consiga manter as 2 câmaras frigoríficas a funcionar, mesmo que seja a metade da capacidade.

Os compressores serão de pistão do tipo semi-hermético com uma velocidade máxima de rotação de 1450r.p.m., com a potência das respectivas câmaras frigoríficas e com um regime de funcionamento de -5°C/+45°C.

Os compressores terão válvulas de passagem a montante e a jusante.

3.10.5. Condensadores

Nas câmaras de “hortícolas e de produto acabado” será instalado um condensador a ar com tubos de cobre e alhetas de alumínio. A capacidade do condensador, além de dissipar a carga térmica absorvida pelo evaporador, terá também de dissipar a potência absorvida pelos compressores da instalação frigorífica.

Na “célula de arrefecimento rápido”, nas câmaras de “lacticínios, de peixe, de carne” e na “sala de resíduos sólidos” serão utilizados 5 condensadores, um para cada espaço. Os condensadores serão a ar com tubos de cobre e alhetas de alumínio.

3.10.6. Válvulas e Pressóstatos

➤ Válvulas de Corte

Serão colocadas válvulas de corte a montante e a jusante de cada depósito de líquido e de cada filtro, em todas as instalações frigoríficas.

As válvulas de corte, como o próprio nome indica, têm como função fechar o circuito de um determinado troço, para se poder proceder a processos de manutenção, por exemplo.

➤ Válvulas Selenoide

Cada evaporador terá a montante uma válvula selenoide, que tem como função interromper ou libertar a passagem de líquido para o evaporador, de acordo com a informação que recebe de um termóstato existente no interior da câmara frigorífica.

➤ Válvulas de Expansão Termostática

Cada evaporador terá uma válvula de expansão termostática que se situa a montante do evaporador e a jusante da válvula selenoide.

As válvulas de expansão termostáticas têm como função expandir o fluido frigorígeno líquido para o estado de vapor e líquido saturados na entrada do evaporador.

➤ Válvulas Anti-retorno

Serão colocadas válvulas anti-retorno à saída de cada compressor das várias instalações.

Estas válvulas têm como função evitar que o fluido frigorígeno retorne à cabeça do compressor, durante as paragens da instalação frigorífica.

➤ Pressóstatos de Alta – pressão

Serão instalados pressóstatos de alta – pressão à saída de cada compressor.

Os pressóstatos são interruptores eléctricos comandados pela pressão. Sendo estes de alta – pressão têm como função desligar a instalação quando a pressão de descarga se torna superior a um determinado valor.

➤ Pressóstatos de Baixa – pressão

Serão instalados pressóstatos de baixa – pressão à entrada de cada compressor e à entrada de cada condensador.

Estes pressóstatos instalados à entrada de cada compressor, ao contrário dos anteriores, têm como função parar o funcionamento do motor eléctrico quando a pressão de aspiração se torna menor que um determinado valor.

Os pressóstatos instalados nos condensadores têm como função ligar ou desligar os vários ventiladores dos condensadores, de modo a manter em pressão mínima de condensação, para um correcto funcionamento da instalação frigorífica.

➤ Purgadores de Ar

Cada instalação terá um depósito de líquido, e estes, por sua vez, terão, um purgador de ar.

Os purgadores de ar têm como função purgar o ar existente na instalação. Trata-se de um componente importante, uma vez que evita que exista ar na instalação, que poderia provocar um aumento indesejado da pressão de descarga.

3.10.7. Tubagem de fluido frigorígeno

O fluido frigorígeno que será utilizado na instalação frigorífica é o R134a.

O R134a (tetraflureto de etano) é recomendado para sistemas com temperaturas de evaporação acima dos -7°C . Uma vez que, a temperatura de evaporação de todos os sistemas da instalação frigorífica é de -5°C , este fluido é o mais adequado.

Para o cálculo das tubagens dos vários troços, utilizaram-se os seguintes parâmetros:

- Potência do evaporador, ou evaporadores, consoante o troço que se está a calcular;
- Regime de funcionamento $-5^{\circ}/+45^{\circ}\text{C}$, que é constante;
- Velocidade de escoamento, que irá variar consoante a linha que se está a calcular.

As gamas de velocidades para cada linha são as seguintes:

Tabela 11: Gama de velocidades das várias linhas

LINHA	VELOCIDADE
Aspiração	10 a 12 m/s
Descarga	6 a 8 m/s
Líquido	0,5 a 1 m/s
Dreno	0,5 a 1 m/s

Fonte: UC Refrigeração

Uma vez que se utilizam os valores intermédios, vem:

Tabela 12: Velocidades utilizadas no cálculo das tubagens das várias linhas

LINHA	VELOCIDADE
Aspiração	11 m/s
Descarga	7 m/s
Líquido	0,75 m/s
Dreno	0,75 m/s

Calcularam-se também as perdas de carga em cada troço. Para tal, foram utilizados os seguintes parâmetros:

- Potência do evaporador, ou evaporadores, consoante o troço que se está a calcular;
- Regime de funcionamento $-5/+45^{\circ}\text{C}$, que é constante;
- Diâmetro da tubagem do troço em questão.

Tanto o cálculo do diâmetro das tubagens, como o cálculo das perdas de carga, foram efectuados através de ábacos da marca DUPONT SUVA:

- “*Dupont Suva Refrigerant – Velocity In Lines (20°C Evaporator Outlet)*”;
- “*Dupont Suva Refrigerant – Pressure Drop In Lines (20°C Evaporator Outlet)*”;

Em alguns troços, houve a necessidade de se sobredimensionar o diâmetro da tubagem, escolhendo-se a tubagem imediatamente acima da inicialmente seleccionada, uma vez que, as perdas de carga eram superiores às admissíveis. Sendo as perdas de cargas admissíveis por metro linear, as seguintes:

- Tubagem de líquido – 0,0025 bar/m (0,25 kPa/m)
- Tubagem de descarga – 0,0020 bar/m (0,2 kPa/m)
- Tubagem de aspiração – 0,001 bar/m (0,1 kPa/m) a -15°C
– 0,0015 bar/m (0,15 kPa/m) a -5°C

À perda de carga total em cada circuito acrescenta-se mais 40% desse valor. Este incremento tem em conta as curvas e acessórios que a instalação possa possuir.

A tubagem deverá ser em tubo de cobre electrolítico e desidratado. Todas as soldaduras de pressão serão efectuadas a solda de cobre fosforoso.

As linhas de retorno serão isoladas com mangas de cloreto de polivinilo de 30 mm de espessura, com barreira ao vapor incorporada.

Em anexo encontram-se os esquemas de princípio da instalação (anexo XI e anexo XII) com os vários troços devidamente identificados e as tabelas (anexo II) com os respectivos diâmetros e perdas de carga.

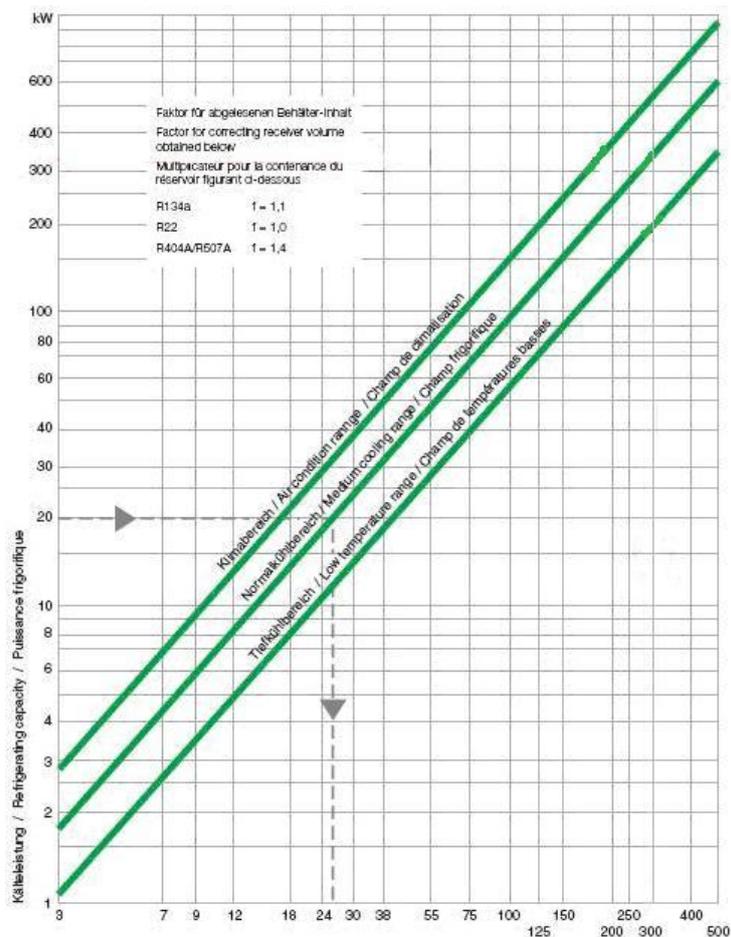
3.10.8. Depósitos de Líquidos

Os depósitos de líquido não são mais do que um recipiente, de forma vertical ou horizontal, destinado a recolher o líquido frigorígeno condensado pelo condensador. Este depósito, além de evitar a entrada de vapor na válvula de expansão, permite recolher o fluido frigorígeno no caso de reparação da instalação.

Nos depósitos que serão instalados, nos vários sistemas desta instalação, haverá uma tubagem de ligação à linha de descarga do compressor, que terá como função anular a perda de carga no condensador.

Uma vez que, existem 6 sistemas de expansão directa independentes, serão necessários 6 depósitos.

Os depósitos serão dimensionados com recurso ao ábaco da marca “Bitzer”.



Fonte: Bitzer

Figura 3: Ábaco de cálculo do volume de depósitos de líquido (BITZER)

Na figura anterior, pode ver-se como se obtém, de uma forma rápida, o volume que os depósitos necessitam de ter.

Tendo como exemplo o sistema de expansão directa de maior capacidade (sistema das câmaras de hortícolas e de produto acabado), cuja potência é de 78kW, obtém-se um volume de 85 dm³. Considerando ainda, um factor de correcção de 1,1 (por se utilizar como fluido frigorígeno o R134a), teremos: 85x1,1= 93,5 dm³.

Para os restantes 5 sistemas de expansão directa, será apresentada, de seguida, uma tabela com as potências e os respectivos volumes dos depósitos de líquidos.

Tabela 13: Volume dos Depósitos de Líquido

Volume dos Depósitos de Líquido				
Sistema	Potência (kW)	Volume (dm ³)	Factor de Correção	Volume Necessário (dm ³)
Câmara de Lactíneos	4,5	7	1,1	7,7
Câmara de Peixe Fresco	4	6	1,1	6,6
Câmara de Carne	4	6	1,1	6,6
Cécula de Arrefecimento Rápido	7	10,5	1,1	11,55
Câmara de Resíduos Sólidos	9,5	14	1,1	15,4
Câmaras de Hortícolas e de Produto Acabado	78	85	1,1	93,5

Todos os depósitos de líquido estarão equipados com válvulas de corte a montante e a jusante e também com um sistema automático de purga de ar.

3.10.9. Filtros

Serão instalados 7 filtros no total. Na instalação das câmaras de “hortícolas e de produto acabado” existirão dois filtros. Nas restantes 5 instalações, existirá um filtro por cada uma delas.

Os filtros deverão ter válvulas de corte a montante e a jusante, de forma a permitir a sua substituição.

3.10.10. Visor de líquido

Será colocado um visor de líquido em cada uma das 6 instalações frigoríficas.

O visor de líquido é um componente de grande importância, uma vez que, é por este visor que se controla o estado e a quantidade do fluido frigorígeno que circula na instalação.

3.10.11. Sistemas de protecção da instalação frigorífica

A instalação terá um conjunto de equipamentos de protecção e controlo:

- Pressóstato de baixa – pressão;
- Pressóstato de alta – pressão;
- Válvula anti-retorno;
- Manómetro de aspiração e descarga;
- Separador de óleo, com válvula selenoide e termóstato de temperatura de óleo de retorno – situa-se a seguir ao compressor para garantir que não passa óleo proveniente do mesmo para o condensador;
- Pressóstato diferencial de óleo, que se situa entre o separador de óleo e o compressor;

3.10.12. Resumo do Funcionamento da Instalação

A instalação frigorífica existente nesta unidade industrial é constituída por 6 sistemas individuais de expansão directa.

Os sistemas de refrigeração por compressão de vapor são constituídos por um ciclo de funcionamento que, contem quatro processos fundamentais:

- Compressão;
- Condensação;
- Expansão;
- Evaporação.

No processo de **compressão**, o compressor comprime o fluido frigorígeno no estado de vapor (que para esta instalação é o R134a) até à pressão de condensação. Com esta compressão, o fluido sofre um aumento de pressão e de temperatura, que fará com que este saia do compressor no estado de vapor sobreaquecido, dirigindo-se de seguida para o condensador. A linha que vai do compressor até ao condensador é a linha de descarga.

No processo de **condensação**, o fluido, que se encontra no estado de vapor sobreaquecido, entra no condensador. Neste, o fluido no estado gasoso, que se encontra a uma temperatura superior à do meio de arrefecimento (que para todos os sistemas desta instalação é o ar), absorve calor sensível do ambiente, dando assim, origem ao subarrefecimento do vapor sobreaquecido e condensação do fluido frigorígeno que segue em estado líquido até ao depósito de líquido. A linha que vai do condensador até ao depósito é denominada de linha de dreno.

No processo de **expansão**, o fluido frigorígeno expande, sofrendo uma diminuição de pressão e de temperatura.

A válvula de expansão situa-se entre o depósito e o evaporador, na linha de líquido, e tem como função laminar a passagem de refrigerante líquido para o evaporador.

No processo de **evaporação**, o refrigerante, que se encontra no estado líquido e vapor saturados absorve o calor sensível a retirar do espaço a refrigerar, provocando assim uma diminuição da temperatura desse mesmo espaço. Ao absorver o calor sensível o fluido evapora. Para que essa evaporação seja contínua,

o fluido vaporizado deve ser novamente condensado. Para isso, é necessário que o vapor seja aspirado continuamente pelo compressor, de modo a que o ciclo se repita. A linha que se inicia no evaporador e vai até ao compressor denomina-se de linha de aspiração.

Nesta instalação frigorífica, 5 dos 6 sistemas de expansão directa, são idênticos, uma vez que todos eles são formados por um compressor, um condensador e um evaporador, diferindo apenas na potência dos vários componentes. Estes 5 sistemas dizem respeito às câmaras de “lacticínios, de peixe, de carne”, à “célula de arrefecimento rápido” e à “sala de resíduos sólidos”.

O restante sistema, que diz respeito às duas maiores câmaras frigoríficas, as câmaras de “hortícolas e de produto acabado”, é constituído por 2 compressores (1 por cada dois evaporadores), por 1 condensador e por 4 evaporadores (2 em cada câmara).

Os compressores deste sistema estão ligados em paralelo, assim sendo, cada um dos dois compressores está ligado a dois evaporadores, um de cada câmara frigorífica, ou seja, um compressor está ligado ao evaporador 1 da “câmara de hortícolas” e ao evaporador 1 da “câmara de produto acabado”, e o outro compressor está ligado ao evaporador 2 da “câmara de hortícolas” e ao evaporador 2 da “câmara de produto acabado”.

Com esta solução consegue-se garantir que em caso de avaria de um dos compressores, nenhuma das duas câmaras irá “parar” o seu funcionamento, ficando apenas a funcionar a metade da capacidade.

3.11. Descrição da Instalação de Climatização

3.11.1. Sala de Climatização – Potências Finais

- Sala de Preparação de Saladas:
 - Potência Frigorífica = 204,2 kW
 - Potência Calorífica = 29,7 kW

3.11.2. Fontes Térmicas

➤ Chiller

Será utilizado 1 Chiller para produzir água fria, que funcionará com uma gama de temperaturas de 0°/+5°C.

Uma vez que, o chiller irá trabalhar numa gama de temperaturas tão baixas, será utilizada água glicolada.

O chiller situa-se na sala de máquinas e deverá ter, pelo menos, uma capacidade frigorífica de 204,2kW.

➤ Caldeira

Será utilizada uma caldeira para fazer face às necessidades de calor.

A caldeira irá produzir água quente e terá uma gama de temperaturas de funcionamento de +45°/+50°.

A caldeira situa-se na sala de máquinas e deverá ter uma capacidade calorífica suficiente, não só para abastecer as UTA's, como também o resto da unidade, uma vez que, toda a água quente utilizada, nesta unidade, será proveniente desta caldeira. Assim sendo, considerou-se que as necessidades de água quente do edifício, serão equivalentes às necessidades do sistema de climatização, pelo que a capacidade calorífica total da caldeira deve ser o dobro das necessidades de aquecimento da "sala de preparação", ou seja, a sua capacidade mínima deverá ser de 60kW.

3.11.3. Unidade de Tratamento de Ar (UTA)

O tratamento do ar que será insuflado na “sala de preparação” será feito através de 4 UTA's (Unidades de Tratamento de Ar).

Estas UTA's funcionarão com recirculação do ar interior e com ar novo. Possuem uma bateria de arrefecimento, uma de aquecimento, um humidificador, um ventilador e filtros.

Devido à redundância, este sistema de climatização está dimensionado para poder conseguir responder às existências térmicas apenas com 3 UTA's em funcionamento.

3.11.4. Conduitas

As conduitas de ar foram dimensionadas com recurso ao diagrama do manual da Carrier. Considerou-se uma perda de carga de 0,085mm.c.a/m (1mm.c.a=10PA). Através do referido diagrama obtém-se o diâmetro da conduta.

Encontram-se em anexo, a planta do edifício com os troços da rede de conduitas (anexo XV) devidamente identificados e as tabelas (anexo VI) com os respectivos caudais, diâmetros, velocidades de escoamento, perdas de carga e comprimentos.

A perda de carga total das conduitas foi calculada fazendo um acréscimo de 35% à perda de carga linear. Estes 35% têm em conta as curvas e os acessórios que as conduitas possuem.

As conduitas de distribuição de ar devem ser em aço galvanizado e devem possuir isolamento.

O isolamento deve ser em lã de rocha com uma densidade de 32 kg/m³, e uma espessura de 20mm. Este isolante tem dupla função (isolamento acústico e isolamento térmico), pelo que é dispensável o isolamento acústico adicional.

3.11.5. Tubagem de água

As tubagens de água foram dimensionadas com recurso ao diagrama da ASHRAE. Foram tidos em conta os seguintes critérios:

- Perda de carga máxima → 400Pa/m
- Velocidade máxima → 1,6m/s

Através do referido diagrama obtém-se o diâmetro da tubagem.

Encontram-se em anexo, o esquema de princípio da instalação de climatização (anexo XVI e anexo XVII), com os troços das tubagens de água fria e de água quente devidamente identificados e as tabelas (anexo V) com os respectivos caudais, diâmetros, velocidades de escoamento, perdas de carga e comprimentos.

A perda de carga total das tubagens foi calculada fazendo um acréscimo de 35% à perda de carga linear. Estes 35% têm em conta as curvas e os acessórios que as tubagens possuem.

Para efeitos de redundância, calculou-se as tubagens de água das 4 UTA's com um aumento de caudal de 33%, para que se consiga responder às necessidades térmicas com apenas 3 UTA's em funcionamento.

3.11.6. Elementos de difusão e captação de ar

Os elementos de difusão e captação de ar devem ser seleccionados com base no caudal de insuflação ou de extracção. Deve ter-se em conta os seguintes parâmetros:

- Perda de carga máxima → 35Pa;
- Nível de ruído máximo → 45dB(A);

Os difusores devem ser radiais e de elevada indução.

A distribuição do ar pela sala de preparação será feita através 32 difusores espalhados por toda a sala.

A captação de ar para as UTA's será feita por 4 grelhas nas paredes onde estas se encontram.

A captação de ar para o exterior será feita por um ventilador de extracção.

3.11.7. Resumo do Funcionamento da Instalação

A instalação de climatização desta unidade tem apenas como espaço alvo a “sala de preparação”.

Esta instalação é constituída por um chiller que é responsável pela produção de água fria, por uma caldeira que é responsável pela produção de água quente, por 4 unidades de tratamento de ar que são responsáveis pelo tratamento do ar que é insuflado no interior da sala e por 32 difusores que são responsáveis pela distribuição uniforme e eficiente do ar.

O processo / ciclo de funcionamento deste tipo de instalação divide-se em dois tipos diferentes:

- Processo / Ciclo de funcionamento quando as necessidades são de arrefecimento;
- Processo / Ciclo de funcionamento quando as necessidades são de aquecimento;

Quando as necessidades são de arrefecimento, produz-se água fria para retirar calor ao ar que se pretende arrefecer.

Este processo inicia-se no chiller que produz água fria que irá percorrer uma rede de tubagens, devidamente isolada, até às baterias de arrefecimento existentes nas UTA's. Nas baterias de arrefecimento dá-se o processo da troca de calor entre a água que virá do chiller e o ar que atravessa as baterias. Depois de a água absorver o calor do ar que será insuflado na sala, regressa ao chiller para ser novamente arrefecida.

Quando as necessidades são de aquecimento, produz-se água quente para fornecer calor ao ar que se pretende aquecer.

Este processo inicia-se na caldeira que produz água quente que irá percorrer uma rede de tubagens, devidamente isolada, até às baterias de aquecimento existentes nas UTA's. Nas baterias de aquecimento dá-se o processo da troca de calor entre a água que virá da caldeira e o ar que atravessa as baterias. Depois de a água fornecer o calor ao ar que será insuflado na sala, regressa à caldeira para ser novamente aquecida.

Estes dois processos podem ocorrer em simultâneo. Isto pode acontecer quando, por exemplo, é necessário desumidificar o ar que foi arrefecido. Assim sendo o ar é arrefecido na bateria de arrefecimento e é posteriormente reaquecido, sendo necessário que os dois processos funcionem em simultâneo.

De acordo com o software (HAP) utilizado para realizar o balanço térmico, existe a necessidade de se humidificar o ar. Assim sendo, serão instalados nas UTA's humidificadores que terão como função, injectar vapor no ar que será insuflado na sala, com o intuito de elevar a humidade.

Como já foi referido anteriormente, para se conseguir redundância do sistema, a instalação foi dimensionada para poder responder às necessidades térmicas apenas com 3 UTA's em funcionamento.

3.12. Efluentes Gasosos, Líquidos e Resíduos

Os efluentes gasosos que a unidade produz, são provenientes dos alimentos que são cozinhados. Será, por isso, como já foi referido anteriormente, instalada uma Hotte na cozinha para a extracção desses efluentes.

Existirão também ventiladores de extracção na sala dos empilhadores para extrair os vapores de ácido sulfúrico provenientes das baterias dos mesmos.

Os efluentes líquidos são provenientes da lavagem das hortícolas, das actividades inerentes à cozinha e da lavagem das instalações.

Relativamente a resíduos sólidos, estes serão armazenados num armazém que terá uma temperatura controlada de +10°C. Este armazém terá, como já foi referido anteriormente um cais próprio, para que os resíduos possam ser retirados pelos serviços municipalizados.

3.13. Ruídos, Vibrações, Radiações e Agentes Químicos

A actividade desenvolvida nesta unidade não produz qualquer tipo de radiação ou agentes químicos.

Os ruídos e vibrações existentes são bastantes reduzidos, sendo as suas principais fontes as máquinas em geral, sejam estas máquinas de laboração (lavador de hortícolas, equipamentos de cozinha, prensa de cartão, etc.), ou máquinas das instalações frigorífica e de climatização.

3.14.Sistema de Abastecimento de Água

Toda a água utilizada na unidade será proveniente da rede pública.

A água quente utilizada em toda a unidade será proveniente de uma caldeira.

As instalações sanitárias serão dotadas de água fria e quente, sendo as torneiras, accionadas por sistema de pedal.

A rede de distribuição de água no interior da unidade será constituída por aço galvanizado, com seccionamentos parciais para permitir o isolamento de cada secção.

De acordo com os regulamentos em vigor e o serviço de bombeiros, será instalada uma rede própria contra incêndios.

3.15.Redes de Esgotos

Os esgotos desta unidade estarão ligados a uma ETAR.

A rede, concebida em P.V.C. rígido, será do sistema separativo e ligada a caixas de visita com tampas em betão, e totalmente sifonada.

Com o intuito de evitar a entrada de detritos nos esgotos da unidade, as caleiras embebidas nos pavimentos possuem uma caixa de limpeza com cesto amovível para filtrar esses detritos.

3.16.Exigências Higio – sanitárias e Técnico – funcionais

Uma unidade industrial que trabalhe com produtos alimentares, como é o caso da central em causa, tem de obedecer a um conjunto de exigências higio-sanitárias e técnico-funcionais que se encontram devidamente regulamentadas.

Os principais regulamentos a que esta unidade está sujeita, são os seguintes:

- Decreto – Lei n.º 67/98 (HACCP);
- Regulamento (CE) n.º 852/2004 do Parlamento Europeu e do Conselho de 29 de Abril de 2004 relativo à higiene dos géneros alimentícios;

Tendo em conta estes regulamentos, far-se-á, de seguida, um apanhado das principais exigências a cumprir.

A unidade terá um conjunto de lavatórios devidamente localizados e sinalizados, equipados com água corrente fria e quente, materiais para limpeza e dispositivos de secagem higiénica.

Existirão instalações sanitárias em número suficiente, com sistema de esgoto próprio e equipadas com ventilação natural. Estas não terão comunicação directa com a “sala de preparação” nem com nenhuma outra área onde se manipulem alimentos.

Os trabalhadores terão entrada própria para as instalações sanitárias e vestiários para se uniformizarem devidamente, com calçado e vestuário próprios fornecidos pela empresa, passando directamente para as zonas de laboração.

Os locais de trabalho terão iluminação (mínimo 300lux.) e ventilação suficientes.

Os pavimentos serão em material impermeável, não absorvente, antiderrapante, lavável e não tóxico, sendo construído de forma a permitir o escoamento adequado das superfícies.

As paredes das áreas de laboração serão em chapa galvanizada lacada, não absorvente, lavável, não tóxica e lisas, para facilitar as operações de limpeza.

Os tectos serão limpos periodicamente para não acumularem sujidade. As lâmpadas encontrar-se-ão devidamente protegidas, de forma a evitar a libertação de partículas no caso de rebentamento.

As entradas e saídas da unidade terão electrocutores de insectos, e em todas as janelas e ventiladores será aplicada rede de protecção contra insectos.

As janelas, para evitar a entrada de ar contaminado, permanecerão fechadas durante o período de laboração.

As portas serão em material liso e não absorvente.

As superfícies em contacto com os alimentos, como a linha de preparação, as bancadas, etc., serão em materiais lisos, laváveis e não tóxicos.

Os resíduos sólidos terão um espaço próprio, estanque e devidamente climatizado. Este espaço será constituído por material impermeável, não absorvente e lavável.

Todos os trabalhadores da unidade receberão formação em matéria de higiene adequada à sua actividade.

Os trabalhadores das câmaras frigoríficas terão vestuário próprio e adequado para baixas temperaturas.

As câmaras frigoríficas terão portas de abertura manual com possibilidade de abertura pelo interior, com sirene e luz avisadora.

Existirá uma sala fechada devidamente ventilada para os produtos tóxicos de limpeza e desinfectação.

Existirá um gabinete médico na zona administrativa, munido de produtos próprios para primeiros socorros.

Os locais de trabalho serão lavados todos os dias, no final do período de laboração, com máquinas próprias para o efeito.

As viaturas de transporte devem ser mantidas limpas e desinfectadas.

Será cumprida toda a regulamentação sobre sinalização de segurança e, também, sobre a colocação de diverso material contra incêndios.

3.17.Trabalhadores da Unidade

Esta unidade está dividida em duas áreas, a administrativa e a industrial.

Na área industrial trabalharão cerca de 140 pessoas na época alta do ano (verão) e cerca de 75 na época baixa (Inverno). Dessas, 130 (ou 65 consoante a época) estarão na “sala de preparação” de saladas e apenas 10 trabalhadores nas restantes instalações. Os trabalhadores serão sazonais, uma vez que a produção varia consoante as épocas.

O horário de trabalho dos trabalhadores da área administrativa será das 8:00h até às 12:00h e das 13:00h até às 17:00h.

Relativamente à área industrial, os trabalhadores, trabalham por turnos, uma vez que o trabalho é distribuído por 24h.

Durante o dia (dia de trabalho – 8 horas) os operários dedicar-se-ão à produção de saladas. Assim sendo, os operários armazenarão a matéria-prima que chega à unidade, retirarão aquela que será utilizada para a produção do próprio dia e irão armazenar as saladas que vão sendo fabricadas. Haverá também operários a trabalhar na “zona de lavagem de hortícolas”, na “cozinha”, na “célula de arrefecimento rápido”, na “lavagem e armazenagem de cestos de hortícolas” e na “sala de preparação”.

Durante a noite (após um dia de trabalho) os operários ocupar-se-ão da expedição das saladas já fabricadas. Desta forma, durante este período, os trabalhadores terão de retirar da “câmara de produto acabado”, as saladas para expedição, abastecendo um conjunto de veículos frigoríficos que fará, durante a noite, a distribuição das saladas pelos vários pontos de comércio. Para além da expedição, os trabalhadores também estarão ocupados com a preparação das embalagens para o dia seguinte e com a limpeza e desinfeção das instalações da unidade, que vai sendo feita, à medida que estas vão deixando de estar em funcionamento. Durante o período nocturno será necessário um número inferior de trabalhadores.

Existirá na unidade um refeitório onde todos os trabalhadores, quer da área administrativa, quer da área industrial, poderão tomar as suas refeições.

3.18. Potência Instalada

A potência eléctrica instalada será de 330 k.V.A. A alimentação eléctrica desta unidade será garantida por um posto de transformação MT/BT existente no local.

3.19. Diversos

As instalações serão dotadas de todo um conjunto de sistemas de protecção e de controlo.

Nos possíveis pontos omissos respeitar-se-ão todas as normas e regulamentos em vigor para este tipo de actividade.

3.20. Lista de Desenhos

Em anexo (anexos VI ao XVII, respectivamente), encontram-se os seguintes desenhos:

- Desenho nº 1: Lay – out da Unidade Industrial;
- Desenho nº 2: Alçados do Edifício;
- Desenho nº 3: Câmara de Hortícolas;
- Desenho nº 4: Câmara de Produto Acabado;
- Desenho nº 5: Sala de Preparação;
- Desenho nº 6: Esquema de Principio da Instalação Frigorífica das grandes câmaras;
- Desenho nº 7: Esquema de Principio da Instalação Frigorífica das pequenas câmaras;
- Desenho nº 8: Esquema Unifilar da Instalação Frigorífica
- Desenho nº 9: Esquema de Principio da Instalação de Climatização;
- Desenho nº 10: Esquema Unifilar da Rede de Conduas da Instalação de Climatização;
- Desenho nº 11: Esquema Unifilar da Tubagem de Água Fria da Instalação de Climatização;
- Desenho nº 12: Esquema Unifilar da Tubagem de Água Quente da Instalação de Climatização;

Apesar de estes desenhos se encontrarem nos anexos deste trabalho, são apenas representativos, uma vez que a qualidade da imagem não é suficiente para a sua total compreensão. Por esta razão, todos os desenhos estão também em suporte informático num cd que se encontra no final deste trabalho.

3.21. Equipamentos de Referência

De seguida serão apresentadas algumas marcas e modelos dos equipamentos que serão instalados na unidade, que serviram como referência.

Devem por isso ser utilizados estes equipamentos ou equivalentes.

3.21.1. Equipamentos da Central:

➤ Câmaras de Armazenamento Pré-fabricadas:

Tabela 14: Marcas e modelos de referência de câmaras frigoríficas pré-fabricadas

Câmaras de Armazenamento						
Câmara	Marca	Modelo	Espessura (mm)	Dimensões (m)		
				Comprimento	Largura	Altura
Cécula de Arrefecimento Rápido	ARNEG	BOMBAY 4	100	5	5	4
Câmara de Lactíneos	ARNEG	DB4	60	3,5	3	2,5
Câmara de Peixe	ARNEG	DB4	60	3,5	3	2,5
Câmara de Carne	ARNEG	DB4	60	3,5	3	2,5
Câmara de Secos	ARNEG	DB4	60	3,5	3	2,5

➤ Ventiladores:

Tabela 15: Marcas e modelos de referência de ventiladores de salas não climatizadas

Ventiladores				
Espaço	Marca	Caudal (renovações/h)	Caudal (m ³ /h)	Potência (kW)
Sala dos Empilhadores	WESPER	10	1600	0,25
Sala de Secos	WESPER	15	650	0,25
Sala de Produtos Tóxicos	WESPER	10	800	0,25
Ventilador da hotte de extracção da Cozinha	WESPER	15	2000	0,25
Ventilador de Insuflação da Cozinha	WESPER		2100	0,25

➤ Equipamentos da Unidade:

Tabela 16: Marcas e modelos de referência de equipamentos da unidade

Equipamentos da Unidade		
Equipamento	Marca	Modelo
Prensa de Cartão	Mil-tek	102
Lavador de Caixas	ROSER	TL-235
Balança de paletes	PESTRONIX	LDE-4
Lavador de Hortícolas	HRG	Batidora horizontal
Máquina de pesar e tictar	DKL	AP2
Lavagem de Pavimentos e Paredes	TOMIX	MATCH 140 K9 STI
	MECALUX	SCRUBTEC 751L

3.21.2. Instalação Frigorífica

➤ Evaporadores:

Tabela 17: Marcas e modelos de referência de evaporadores

Evaporadores					
Evaporador	Potência necessária (kW)	Marca	Referência	Capacidade nominal (kW)	DTm (°C)
Câmara de Lactíneos	3	CENTAURO	DF/E - 116	3,03	7,37
Câmara de Peixe Fresco	1,6	CENTAURO	DF/E - 96	2,34	7,9
Câmara de Carne	1,7	CENTAURO	DF/E - 96	2,34	7,3
Cécula de Arrefecimento Rápido	4,4	CENTAURO	DD/E - 724	4,98	7,54
Câmara de Resíduos Sólidos	4,3	CENTAURO	CB/E - 102	6,06	4,08
Câmaras de Hortícolas 1	10,7	CENTAURO	CB/E - 104	12,23	6,04
Câmaras de Hortícolas 2	10,7	CENTAURO	CB/E - 104	12,23	6,04
Câmara de Produto Acabado 1	14,6	CENTAURO	CB/E - 106	17,74	5,76
Câmara de Produto Acabado 2	14,6	CENTAURO	CB/E - 106	17,74	5,76

➤ Compressores:

Tabela 18: Marcas e modelos de referência de compressores

Compressores					
Nº do Compressor	Evaporador	Potência necessária (kW)	Marca	Referência	Cap. Frigorífica (kW)
	Câmara de Lactíneos	3,03	BITZER	2EC-2.2Y-40S	3,14
	Câmara de Peixe Fresco	2,34	BITZER	2FC-2.2Y-40S	2,68
	Câmara de Carne	2,34	BITZER	2FC-2.2Y-40S	2,68
	Cécula de Arrefecimento	4,98	BITZER	4FC-3.2Y-40S	5,02
	Câmara de Resíduos Sólidos	6,06	BITZER	4EC-4.2Y-40S	6,51
1	Câmaras de Hortícolas 1	27,39	BITZER	6J-22.2Y-40P	28
	Câmara de Produto Acabado 1				
2	Câmaras de Hortícolas 2	27,39	BITZER	6J-22.2Y-40P	28
	Câmara de Produto Acabado 2				

➤ Condensadores:

Tabela 19: Marcas e modelos de referência de condensadores

Condensadores					
Evaporador	Potência necessária (kW)	Marca	Referência	Capacidade máxima (kW)	Temp. de Condensação (°C)
Câmara de Lactíneos	4,52	CENTAURO	ACM - 0524	4,65	45
Câmara de Peixe Fresco	3,89	CENTAURO	ACM - 0414	4,32	45
Câmara de Carne	3,89	CENTAURO	ACM - 0415	5,32	45
Cécula de Arrefecimento Rápido	7,12	CENTAURO	ACM - 0716	7,15	45
Câmara de Resíduos Sólidos	9,44	CENTAURO	ACM - 1128	10,5	45
Câmaras de Hortícolas 1	78	CENTAURO	AC/M Y - 03133	82,65	45
Câmaras de Hortícolas 2					
Câmara de Produto Acabado 1					
Câmara de Produto Acabado 2					

➤ Depósito de líquido:

Tabela 20: Marcas e modelos de referência de depósitos de líquido

Depósitos de Líquido					
Sistema	Potência (kW)	Volume Necessário (dm ³)	Marca	Referência	Volume Final (dm ³)
Câmara de Lactíneos	4,5	7,7	BITZER	FS102	10
Câmara de Peixe Fresco	4	6,6	BITZER	FS76	7,6
Câmara de Carne	4	6,6	BITZER	FS76	7,6
Cécula de Arrefecimento Rápido	7	11,55	BITZER	FS152	15
Câmara de Resíduos Sólidos	9,5	15,4	BITZER	FS202	20
Câmaras de Hortícolas e de Produto Acabado	78	93,5	BITZER	FS1122	112

➤ Visores de Líquido:

Tabela 21: Marcas e modelos de referência de visores de líquido

Visores de Líquido				
Sistema	Número do Troço	Diametro da Tubagem (Polegadas)	Marca	Referência
Câmara de Lactíneos	5	7/8"	Emerson Climate Technologie	HMI1-1TT7
Câmara de Peixe Fresco	5	7/8"	Emerson Climate Technologie	HMI1-1TT7
Câmara de Carne	5	7/8"	Emerson Climate Technologie	HMI1-1TT7
Cécula de Arrefecimento Rápido	5	7/8"	Emerson Climate Technologie	HMI1-1TT7
Câmara de Resíduos Sólidos	5	7/8"	Emerson Climate Technologie	HMI1-1TT7
Câmaras de Hortícolas e de Produto Acabado	12	1-1/8"	Emerson Climate Technologie	HMI1-1TT9

➤ Filtros:

Tabela 22: Marcas e modelos de referência de filtros

Filtros				
Sistema	Número do Troço	Diametro da Tubagem (Polegadas)	Marca	Referência
Câmara de Lactíneos	5	7/8"	DANFOSS	DML - 023Z0066
Câmara de Peixe Fresco	5	7/8"	DANFOSS	DML - 023Z0067
Câmara de Carne	5	7/8"	DANFOSS	DML - 023Z0068
Cécula de Arrefecimento Rápido	5	7/8"	DANFOSS	DML - 023Z0069
Câmara de Resíduos Sólidos	5	7/8"	DANFOSS	DML - 023Z0070
Câmaras de Hortícolas e de Produto Acabado	13	7/8"	DANFOSS	DML - 023Z0071
	14	7/8"	DANFOSS	DML - 023Z0072

➤ Válvulas e Pressóstatos:

Tabela 23: Marcas e modelos de referência de válvulas e pressóstatos para as câmaras de hortícolas e produto acabado

Câmaras de Hortícolas e de Produto Acabado				
	Troço	Diametro (Polegadas)	Marca	Referência
Válvula de Corte 1	10	1-1/8"	DANFOSS	SVA-ST 25 - 148B3561
Válvula de Corte 2	12	1-1/8"	DANFOSS	SVA-ST 25 - 148B3561
Válvula de Corte 3	13	7/8"	DANFOSS	SVA-ST 20 - 148B3481
Válvula de Corte 4	13	7/8"	DANFOSS	SVA-ST 20 - 148B3481
Válvula de Corte 5	14	7/8"	DANFOSS	SVA-ST 20 - 148B3481
Válvula de Corte 6	14	7/8"	DANFOSS	SVA-ST 20 - 148B3481
Válvula Solenoide 1	15	7/8"	DANFOSS	EVR 18 - 032F1004
Válvula Solenoide 2	16	7/8"	DANFOSS	EVR 18 - 032F1004
Válvula Solenoide 3	17	7/8"	DANFOSS	EVR 18 - 032F1004
Válvula Solenoide 4	18	7/8"	DANFOSS	EVR 18 - 032F1004
Válvula de Expansão Termostática 1	15	7/8"	DANFOSS	TE 5 - 067B2090
Válvula de Expansão Termostática 2	16	7/8"	DANFOSS	TE 5 - 067B2090
Válvula de Expansão Termostática 3	17	7/8"	DANFOSS	TE 5 - 067B2090
Válvula de Expansão Termostática 4	18	7/8"	DANFOSS	TE 5 - 067B2090
Válvula Anti-retorno 1	7	1-5/8"	DANFOSS	NRVA 40 - 020-2004
Válvula Anti-retorno 2	8	1-5/8"	DANFOSS	NRVA 40 - 020-2004
Pressostato de Alta-pressão 1	7	1-5/8"	DANFOSS	KP5 - 060-117766
Pressostato de Alta-pressão 2	8	1-5/8"	DANFOSS	KP5 - 060-117766
Pressostato de Baixa-pressão 1	5	2-1/8"	DANFOSS	KP1 - 060-110166
Pressostato de Baixa-pressão 2	6	2-1/8"	DANFOSS	KP1 - 060-110166
Pressostato de Baixa-pressão 3	9	2-1/8"	DANFOSS	KP1 - 060-110166
Purgador de Ar	Deposit	-----	DANFOSS	BSV 8 - 2416+201

Tabela 24: Marcas e modelos de referência de válvulas e pressóstatos para a célula de arrefecimento rápido

Célula de Arrefecimento Rápido				
	Troço	Diametro (Polegadas)	Marca	Referência
Válvula de Corte 1	3	7/8"	DANFOSS	SVA-ST 20 - 148B3481
Válvula de Corte 2	5	7/8"	DANFOSS	SVA-ST 20 - 148B3481
Válvula de Corte 3	5	7/8"	DANFOSS	SVA-ST 20 - 148B3481
Válvula de Corte 4	5	7/8"	DANFOSS	SVA-ST 20 - 148B3481
Válvula Solenoide 1	5	7/8"	DANFOSS	EVR 18 - 032F1004
Válvula de Expansão Termostática 1	5	7/8"	DANFOSS	TE 5 - 067B2089
Válvula Anti-retorno 1	2	5/8"	DANFOSS	NRV 12s - 020-0162
Pressostato de Alta-pressão 1	2	5/8"	DANFOSS	KP5 - 060-117766
Pressostato de Baixa-pressão 1	1	1-1/8"	DANFOSS	KP1 - 060-110166
Pressostato de Baixa-pressão 2	2	5/8"	DANFOSS	KP1 - 060-110166
Purgador de Ar	Depósito	-----	DANFOSS	BSV 8 - 2416+201

Tabela 25: Marcas e modelos de referência de válvulas e pressóstatos para a câmara de laticínios

Câmara de Laticíneos				
	Troço	Diametro (Polegadas)	Marca	Referência
Válvula de Corte 1	3	7/8"	DANFOSS	SVA-ST 20 - 148B3481
Válvula de Corte 2	5	7/8"	DANFOSS	SVA-ST 20 - 148B3481
Válvula de Corte 3	5	7/8"	DANFOSS	SVA-ST 20 - 148B3481
Válvula de Corte 4	5	7/8"	DANFOSS	SVA-ST 20 - 148B3481
Válvula Solenoide 1	5	7/8"	DANFOSS	EVR 18 - 032F1004
Válvula de Expansão Termóstática 1	5	7/8"	DANFOSS	TE 5 - 067B2089
Válvula Anti-retorno 1	2	1/2"	DANFOSS	NRV 12s - 020-1012
Pressostato de Alta-pressão 1	2	1/2"	DANFOSS	KP5 - 060-117766
Pressostato de Baixa-pressão 1	1	7/8"	DANFOSS	KP1 - 060-110166
Pressostato de Baixa-pressão 2	2	1/2"	DANFOSS	KP1 - 060-110166
Purgador de Ar	Depósito	-----	DANFOSS	BSV 8 - 2416+201

Tabela 26: Marcas e modelos de referência de válvulas e pressóstatos para a câmara de peixe

Câmara de Peixe				
	Troço	Diametro (Polegadas)	Marca	Referência
Válvula de Corte 1	3	7/8"	DANFOSS	SVA-ST 20 - 148B3481
Válvula de Corte 2	5	7/8"	DANFOSS	SVA-ST 20 - 148B3481
Válvula de Corte 3	5	7/8"	DANFOSS	SVA-ST 20 - 148B3481
Válvula de Corte 4	5	7/8"	DANFOSS	SVA-ST 20 - 148B3481
Válvula Solenoide 1	5	7/8"	DANFOSS	EVR 18 - 032F1004
Válvula de Expansão Termóstática 1	5	7/8"	DANFOSS	TE 5 - 067B2089
Válvula Anti-retorno 1	2	1/2"	DANFOSS	NRV 12s - 020-1012
Pressostato de Alta-pressão 1	2	1/2"	DANFOSS	KP5 - 060-117766
Pressostato de Baixa-pressão 1	1	5/8"	DANFOSS	KP1 - 060-110166
Pressostato de Baixa-pressão 2	2	1/2"	DANFOSS	KP1 - 060-110166
Purgador de Ar	Depósito	-----	DANFOSS	BSV 8 - 2416+201

Tabela 27: Marcas e modelos de referência de válvulas e pressóstatos para a câmara de carne

Câmara de Carne				
	Troço	Diametro (Polegadas)	Marca	Referência
Válvula de Corte 1	3	7/8"	DANFOSS	SVA-ST 20 - 148B3481
Válvula de Corte 2	5	7/8"	DANFOSS	SVA-ST 20 - 148B3481
Válvula de Corte 3	5	7/8"	DANFOSS	SVA-ST 20 - 148B3481
Válvula de Corte 4	5	7/8"	DANFOSS	SVA-ST 20 - 148B3481
Válvula Solenoide 1	5	7/8"	DANFOSS	EVR 18 - 032F1004
Válvula de Expansão Termóstática 1	5	7/8"	DANFOSS	TE 5 - 067B2089
Válvula Anti-retorno 1	2	3/4"	DANFOSS	NRV 19s - 020-0359
Pressostato de Alta-pressão 1	2	3/4"	DANFOSS	KP5 - 060-117766
Pressostato de Baixa-pressão 1	1	7/8"	DANFOSS	KP1 - 060-110166
Pressostato de Baixa-pressão 2	2	3/4"	DANFOSS	KP1 - 060-110166
Purgador de Ar	Depósito	-----	DANFOSS	BSV 8 - 2416+201

Tabela 28: Marcas e modelos de referência de válvulas e pressóstatos para a sala de resíduos sólidos

Sala de Resíduos Sólidos				
	Troço	Diametro (Polegadas)	Marca	Referência
Válvula de Corte 1	3	7/8"	DANFOSS	SVA-ST 20 - 148B3481
Válvula de Corte 2	5	7/8"	DANFOSS	SVA-ST 20 - 148B3481
Válvula de Corte 3	5	7/8"	DANFOSS	SVA-ST 20 - 148B3481
Válvula de Corte 4	5	7/8"	DANFOSS	SVA-ST 20 - 148B3481
Válvula Solenoide 1	5	7/8"	DANFOSS	EVR 18 - 032F1004
Válvula de Expansão Termóstática 1	5	7/8"	DANFOSS	TE 5 - 067B2089
Válvula Anti-retorno 1	2	5/8"	DANFOSS	NRV 12s - 020-0162
Pressostato de Alta-pressão 1	2	5/8"	DANFOSS	KP5 - 060-117766
Pressostato de Baixa-pressão 1	1	1-1/8"	DANFOSS	KP1 - 060-110166
Pressostato de Baixa-pressão 2	2	5/8"	DANFOSS	KP1 - 060-110166
Purgador de Ar	Depósito	-----	DANFOSS	BSV 8 - 2416+201

➤ Separadores e Pressóstatos de Óleo:

Tabela 29: Marcas e modelos de referência de separadores e pressóstatos de óleo para as câmaras de hortícolas e de produto acabado

Câmaras de Hortícolas e de Produto Acabado					
	Troço	Diametro (Polegadas)	Caudal (m3/h)	Marca	Referência
Pressóstato diferencial de óleo 1	-----	-----	-----	DANFOSS	MP55 - 060B013366
Pressóstato diferencial de óleo 2	-----	-----	-----	DANFOSS	MP55 - 060B013366
Separador de óleo 1	7	1-5/8"	95,3	ESK	OS-54FM
Separador de óleo 2	8	1-5/8"	95,3	ESK	OS-54FM

Tabela 30: Marcas e modelos de referência de separadores e pressóstatos de óleo para a célula de arrefecimento rápido

Célula de Arrefecimento Rápido					
	Troço	Diametro (Polegadas)	Caudal (m3/h)	Marca	Referência
Pressóstato diferencial de óleo	-----	-----	-----	DANFOSS	MP55 - 060B013366
Separador de óleo	2	5/8"	18,05	ESK	OS-16

Tabela 31: Marcas e modelos de referência de separadores e pressóstatos de óleo para a câmara de laticínios

Câmara de Laticíneos					
	Troço	Diametro (Polegadas)	Caudal (m3/h)	Marca	Referência
Pressóstato diferencial de óleo	-----	-----	-----	DANFOSS	MP55 - 060B013366
Separador de óleo	2	1/2"	11,36	ESK	OS-1/2"

Tabela 32: Marcas e modelos de referência de separadores e pressóstatos de óleo para a câmara de peixe

Câmara de Peixe					
	Troço	Diametro (Polegadas)	Caudal (m3/h)	Marca	Referência
Pressóstato diferencial de óleo	-----	-----	-----	DANFOSS	MP55 - 060B013366
Separador de óleo	2	1/2"	9,54	ESK	OS-1/2"

Tabela 33: Marcas e modelos de referência de separadores e pressóstatos de óleo para a câmara de carne

Câmara de Carne					
	Troço	Diametro (Polegadas)	Caudal (m3/h)	Marca	Referência
Pressóstato diferencial de óleo	-----	-----	-----	DANFOSS	MP55 - 060B013366
Separador de óleo	2	3/4"	9,54	ESK	OS-1/2"

Tabela 34: Marcas e modelos de referência de separadores e pressóstatos de óleo para a sala de resíduos sólidos

Sala de Resíduos Sólidos					
	Troço	Diametro (Polegadas)	Caudal (m3/h)	Marca	Referência
Pressóstato diferencial de óleo	-----	-----	-----	DANFOSS	MP55 - 060B013366
Separador de óleo	2	5/8"	22,72	ESK	OS-18

3.21.3. Instalação de Climatização

➤ Chiller:

Tabela 35: Marca e modelo de referência do chiller

Chiller			
Potência necessária (kW)	Marca	Série	Capacidade Frigorífica (kW)
204,2	FRIMONT	FLM	50 a 500

➤ Caldeira:

Tabela 36: Marca e modelo de referência da caldeira

Caldeira			
Potência necessária (kW)	Marca	Modelo	Capacidade Calorífica (kW)
60	RIELLO	Tau Unit	55 a 210

➤ Unidades de Tratamento de Ar:

Tabela 37: Marcas e modelos de referência de UTA's

UTA's								
N.º de UTA's	Espaço	Marca	Caudal de Insuflação (m3/h)	Caudal de Extracção (m3/h)	Potência do ventilador de Insuflação (kW)	Potência do ventilador de Extracção (kW)	Potência Frigorífica Mínima (kW)	Potência Calorífica Mínima (kW)
4	Sala de Preparação	WESPER	8400	7420	4	1,1	51,05	7,43

➤ Ventilador:

Tabela 38: Marcas e modelos de referência de ventiladores

Ventilador			
Espaço	Marca	Caudal (m3/h)	Potência (kW)
Ventilador de Extracção da Sala de Preparação	WESPER	3700	0,37

➤ Difusores:

Tabela 39: Marcas e modelos de referência de difusores

Difusores						
Nº. de Difusores	Marca	Modelo	Tamanho	Caudal (m3/h)	Perda de Carga (Pa)	Ruido (dB(A))
32	TROX	ARCV	300	1100	30	42

➤ Grelhas:

Tabela 40: Marcas e modelos de referência de grelhas de extracção para as UTA's

Grelhas de Extracção para as UTA's						
Nº. De Grelhas	Marca	Modelo	Tamanho	Caudal (m3/h)	Perda de Carga (Pa)	Ruido (dB(A))
4	TROX	AE	1025x525	8000	8	41

Tabela 41: Marcas e modelos de referência de grelhas de extracção ventilador

Grelhas de Extracção do Ventilador						
Nº. De Grelhas	Marca	Modelo	Tamanho	Caudal (m3/h)	Perda de Carga (Pa)	Ruido (dB(A))
1	TROX	AE	525x525	3750	8	36

4. REFERÊNCIAS

[1] ASHRAE – American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers - Refrigeration

[2] Collin, Daniel; Applications Frigorifiques; PYC-Édition; Paris; 1975

[3] Çengel, Yunus A., Boles, Michael A.; Termodinâmica Terceira Edição; Mc Graw Hill; Lisboa; 2001

[4] Documentação da Unidade Curricular de Refrigeração

[5] Dossat, Roy J., Horan, Thomas J.; Principles of Refrigeration Fifth Edition; Prentice Hall; New Jersey; 2002

[6] Santos, Francisco Manuel Gonçalves dos; Instalações Frigoríficas; 2008

[7] <http://www.esac.pt/noronha/manuais/manuais.htm> (consultado em 27/06/2009)

[8] <http://www.esac.pt/noronha/legislalimentar/Legisla%C3%A7%C3%A3o%20Seguran%C3%A7a%20Alimentar.htm> (consultado em 27/06/2009)

[9] <http://www.spi.pt/documents/books/hortofructicolas/Wc840df569104c.asp> (consultado em 16/07/2009)

[10] <http://www.marvial.oi.com.br/engqui/topicos/microb03.html#intro> (consultado em 17/07/2009)

[11] <http://www.centauro.pt/> (consultado em 21/07/2009)

[12] <http://www.bitzer.de/home/> (consultado em 22/07/2009)

[13] http://refrigerants.dupont.com/Suva/en_US/products/index.html (consultado em 06/08/2009)

[14] <http://www.france-air.com/pt/Default.aspx?tabid=515&idsfa=4068> (consultado em 22/08/2009)

[15] <http://www.danfoss.com> (consultado em 02/09/2009)

[16] <http://www.mil-tek.pt/Prensa-Multi-7170.aspx> (consultado em 12/09/2009)

[17] <http://www.roser.es/> (consultado em 12/09/2009)

[18] <http://www.dkl.ua/rlws.com/lit/special%20weights/In-Motion%20CW/apdataweigh/index.html> (consultado em 12/09/2009)

[19] http://www.pestronix.pt/portal/index.php?option=com_content&task=blogcategory&id=88&Itemid=106 (consultado em 12/09/2009)

[20] <http://www.hrg.es/producto.php?producto=batidorapulpor> (consultado em 12/09/2009)

ANEXOS