



ISEL

INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA
Departamento de Engenharia Mecânica



Projecto de Matadouro Industrial de Bovinos e do Centro de Corte

JOÃO PEDRO DE VASCONCELOS FRANÇA MIGUEL
(Licenciado em Engenharia Mecânica)

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. Doutor João Manuel Ferreira Calado
Vogais: Prof. Armando Conceição Costa Inverno
Prof. Francisco Fernandes Severo
Prof. António Manuel Matos Guerra
Prof. Francisco Gonçalves dos Santos

Setembro de 2009

Agradecimentos

A realização deste trabalho só foi possível graças à colaboração directa e indirecta de algumas pessoas, as quais não poderia deixar de referir. Manifesto a minha gratidão a todos e agradeço especialmente:

Ao Eng.º António Manuel Matos Guerra, orientador deste trabalho, pelo incentivo, pela ajuda no desenvolvimento desta tese, pela transmissão dos seus conhecimentos e pela disponibilidade demonstrada sempre que solicitado.

Ao Eng.º Francisco Manuel Gonçalves dos Santos, pela ajuda prestada durante a procura de regulamentação referente ao funcionamento de matadouros.

Ao Eng.º João Vinhas Frade, pela disponibilidade demonstrada no esclarecimento de dúvidas relativas à climatização.

Ao Sr. João Ventura, trabalhador do matadouro de Beja, pelas informações fornecidas relativamente ao processo de abate de bovinos e pela disponibilidade demonstrada sempre que solicitado.

A todas as pessoas que, apesar de não se encontrarem nomeadas individualmente, estiveram presentes, contribuindo e apoiando para a realização do presente trabalho.

Resumo

Neste trabalho pretende-se projectar um matadouro e o seu centro de corte (também denominado sala de desmancha).

Após uma breve introdução, onde é feita apresentação do tema e são enumerados os principais objectivos do projecto, procede-se a uma introdução teórica ao tema, onde se aborda o tema da microbiologia dos produtos e das principais causas de degradação da qualidade dos alimentos. Seguidamente apresentam-se as exigências técnico-funcionais e higio-sanitárias que um matadouro deve cumprir, na demanda da qualidade exigida pela regulamentação existente.

Após esta introdução teórica inicia-se o projecto propriamente dito, ou seja, apresenta-se a memória descritiva. Nesta faz-se a descrição do edifício e também do processo tecnológico do matadouro. Mostra-se também como este foi dimensionado. Com os resultados obtidos no dimensionamento, pode realizar-se o balanço térmico da instalação. Com este concluído, dimensionam-se os meios de produção de frio para as câmaras e túneis existentes e também a instalação de climatização para todas as zonas que desta necessitem. Para finalizar a memória descritiva caracteriza-se a instalação no que se refere ao seu funcionamento, à produção de efluentes (sejam estes líquidos, sólidos ou gasosos), sistema de abastecimento de água, entre outros.

Palavras chave: Matadouro, Bovinos, Salas de desmancha, Refrigeração.

Abstract

This work intends to design a slaughterhouse and its cutting center (also referred to as cutting room).

After a brief introduction, where the subject presentation is done and the project main goals are specified, one proceeds with a theoretical introduction of the subject, referring the subject products microbiology and the main causes of foods quality degradation, followed by the presentation of technical and higieno-sanitary requirements for the functioning of a slaughterhouse, which aims to fulfill the existing norms quality requirements.

Following this theoretical introduction one begins with the project itself, that is, by presenting the descriptive memoir, describing the facilities and the slaughterhouse technical process and showing how it was dimensioned.

With the dimensioning achieved results, one can proceed with the facility's thermal balance. After finishing that, one dimensions the means of refrigeration for the existing chambers and tunnels, as well as the HVAC system wherever it's needed. To finish the descriptive memoir one classifies the facilities as far as its functioning and effluents production (either liquids, solids or gaseous), water supply, among others, are concerned.

Key Words: Slaughterhouse, Bovines, Cutting Room, Refrigeration.

Índice

Lista de Abreviaturas	VIII
Lista de Figuras	VIII
Lista de Tabelas	VIII
1. Introdução	1
2. Microbiologia dos produtos refrigerados ou congelados	3
2.1. Causas das alterações nos produtos	5
2.2. Influência da temperatura no desenvolvimento microbiano	7
2.3. Influência da humidade no desenvolvimento microbiano	8
2.4. Acção do oxigénio	8
2.5. Origem das alterações nos produtos	8
3. Exigências técnico – funcionais e higio – sanitárias	10
3.1. Requisitos relativos à instalação	11
3.2. Requisitos relativos aos equipamentos utilizados	12
3.3. Requisitos aplicáveis às salas de desmancha	13
3.4. Requisitos do Abate	13
3.5. Informações relativas à cadeia alimentar	14
3.6. Regras de organização dos controlos oficiais dos produtos	15
4. Memória descritiva	17
4.1. Objectivo do projecto	17
4.2. Descrição do edifício	17
4.3. Processo tecnológico	18
4.4. Dimensionamento das câmaras e salas especiais	22
4.5. Descrição dos equipamentos	26
4.5.1. Caixa de Abate	26
4.5.2. Pistola de atordoamento	26
4.5.3. Estimulador eléctrico	27
4.5.4. Gancho de corte de cornos e pernas	27
4.5.5. Esfolia vertical	27
4.5.6. Serra para esterno	27
4.5.7. Serra de corte de carcaças	28
4.5.8. Balança de via aérea	28

4.5.9. Linha de desmancha	28
4.5.10. Embaladora	28
4.5.11. Máquina de cintar caixas de cartão	29
4.5.12. Balança etiquetadora	29
4.6. Condições de projecto	30
4.6.1. Características psicrométricas exteriores	30
4.6.2. Características psicrométricas interiores	30
4.6.3. Normas e regulamentos aplicáveis	31
4.6.4. Balanço térmico da instalação	31
4.7. Descrição da instalação frigorífica	36
4.7.1. Câmaras e túneis	36
4.7.2. Isolamento	36
4.7.3. Portas	37
4.7.4. Termografos	37
4.7.5. Evaporadores	37
4.7.6. Compressores	38
4.7.7. Válvulas	39
4.7.8. Condensadores	39
4.7.9. Torres de arrefecimento	40
4.7.10. Tubagem	41
4.7.11. Depósito de líquido	44
4.7.12. Filtros	45
4.7.13. Visor de líquido	45
4.7.14. Sistemas de protecção da instalação	45
4.7.15. Resumo do funcionamento da instalação	46
4.8. Descrição da instalação de climatização	50
4.8.1. Salas Climatizadas	50
4.8.2. Fonte térmica	50
4.8.3. Evaporadores	50
4.8.4. Tubagem de água	51
4.8.5. Sistemas de protecção e do funcionamento da instalação	51
4.8.6. Resumo do funcionamento da instalação	51
4.9. Instalação eléctrica	52

4.10. Equipamentos de referência	54
4.11. Lista de desenhos	61
4.12. Efluentes líquidos, gasosos e resíduos	62
4.13. Fontes de ruído, vibração, radiação e agentes químicos	62
4.14. Sistema de abastecimento de água	62
4.15. Rede de esgotos	63
4.16. Condições de higiene e segurança	63
4.17. Trabalhadores da unidade	64
4.18. Observações Finais	65
5. Referências	66

Lista de Abreviaturas:

ASHRAE: *American Society of Heating, Refrigeration and air Conditioning Engineers*

ATP: Adenosina tri – fosfato

BT: Baixa Tensão

CE: Comunidade Europeia

ETAR: Estação de Tratamento de Águas Residuais

HACCP: *Hazard Analysis and Critical Control Points*

HAP: *Hourly Analysis Program*

MT: Média Tensão

pH: Potencial de Hidrogénio

PVC: Policloreto de vinilo

Lista de Figuras:

Figura 1: Fluxograma da instalação

Fígura 2: Ábaco de cálculo de diâmetro de tubagens de fluido frigorigénio

Figura 3: Ábaco de cálculo da perda de carga de tubagens de fluido frigorigénio

Fígura 4: Ábaco para dimensionamento do depósito de líquido

Fígura 5: Detalhe do condensador e do depósito de líquido

Lista de Tabelas:

Tabela 1: Espaços do matadouro

Tabela 2: Condições internas de espaços climatizados

Tabela 3: Condições internas de espaços refrigerados

Tabela 4: Condições internas de espaços de congelados

Tabela 5: Características das câmaras e túneis

Tabela 6: Características dos compressores (9 a 13)

Tabela 7: Características dos condensadores

Tabela 8: Características das torres de arrefecimento

Tabela 9: Gammas de velocidades para tubagens de fluido frigorigénio

Tabela 10: Velocidades escolhidas para tubagens de fluido frigorigénio

Tabela 11: Características dos depósitos

Tabela 12: Características das zonas climatizadas

Tabela 13: Simulação de consumo e factura de electricidade num mes de Verão

Tabela 14: Simulação de consumo e factura de electricidade num mes de Inverno

Tabela 15: Evaporadores utilizados como referência

Tabela 16: Compressores utilizados como referência

Tabela 17: Condensadores utilizados como referência

Tabela 18: Torres de arrefecimento utilizadas como referência

Tabela 19: Depósitos de líquido utilizados como referência

Tabela 20: Visores de líquido utilizados como referência

Tabela 21: Filtros utilizados como referência

Tabela 22: Válvulas utilizadas como referência (circuito do condensador 1)

Tabela 23: Válvulas utilizadas como referência (circuito do condensador 2)

Tabela 24: Válvulas utilizadas como referência (circuito do condensador 3)

Tabela 25: Válvulas utilizadas como referência (circuito do condensador 4)

Tabela 26: Válvulas utilizadas como referência (circuito do condensador 5)

Tabela 27: Válvulas utilizadas como referência (circuito do condensador 6)

Tabela 28: Pressostatos diferenciais de óleo utilizados como referência

Tabela 29: Separadores de óleo utilizados como referência

Tabela 30: Chiller utilizado como referência

Tabela 31: Evaporadores para climatização utilizados como referência

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 de um matadouro industrial de bovinos e do seu centro de corte.

Um dos elementos base da alimentação é a carne, pelo que o percurso desta, desde a criação dos animais até ao momento em que entra no circuito comercial, é um factor importante na determinação da sua qualidade. Assim sendo, os matadouros apresentam um papel essencial, uma vez que é onde se inicia o referido percurso.

Até há poucos anos, o abate de animais era considerado uma operação tecnológica de baixo nível científico. No entanto, a tecnologia de abate de animais assumiu uma grande importância, uma vez que se observou que os eventos que sucediam ao animal, desde a propriedade onde são criados até ao seu abate, tinham grande influência na qualidade da carne [14].

Outro factor de extrema importância será a aplicação correcta do frio para garantir a boa conservação da carne. A conservação dos alimentos é a arte que consiste em manter a sua qualidade, mesmo em condições que tal não seria possível ou viável. Isto porque, pelo simples facto de os alimentos terem uma composição orgânica, serão deterioráveis com o tempo.

A conservação pelo frio exige que se consiga uma manutenção permanente das condições óptimas de conservação, nomeadamente temperatura, humidade relativa e deslocação do ar.

Considerando a importância que um matadouro e toda a sua estrutura apresentam na garantia da qualidade exigida para carnes, todo o projecto desta instalação será feito de acordo com a legislação em vigor e também com todos os cuidados inerentes ao seu dimensionamento, para que essa qualidade esteja garantida.

Assim sendo, os objectivos deste projecto são:

- Pesquisar sobre as exigências técnico – funcionais e hígio – sanitárias para matadouros e centros de corte;
- Dimensionar as vias aéreas do matadouro, incluindo o dos espaços frigoríficos e do centro de corte;
- Dimensionar e escolher os meios de refrigeração e/ou congelação e de conservação e os isolamentos térmicos;

- Realizar o balanço térmico dos espaços frigoríficos e escolher os meios de produção e de utilização de frio;
- Elaborar planta, memória descritiva, peças desenhadas do matadouro e do centro de corte.

Pretende-se também dar ao leitor uma ideia mais correcta e concreta do funcionamento de um matadouro e também dos principais problemas enfrentados para evitar a contaminação da carne, pelo que será dada alguma importância à descrição da microbiologia dos produtos e das exigências para um bom funcionamento da instalação.

2. Microbiologia dos Produtos Refrigerados ou Congelados

Antes da realização de um projecto, é necessário proceder à avaliação das condições a que o produto em causa estará sujeito, de forma a garantir que a instalação frigorífica a projectar responderá de forma satisfatória às necessidades de conservação do mesmo.

Essa correcta avaliação e, conseqüentemente, um projecto efectuado correctamente são de extrema importância, uma vez que qualquer desvio nas condições óptimas de conservação do produto poderá proporcionar o desenvolvimento de microrganismos, ou o aparecimento de outras complicações indesejadas, que retirarão, para além de valor, a qualidade exigida. Significa isto que qualquer falha, não só na elaboração do projecto, mas como em toda a cadeia do frio irá conduzir, inevitavelmente, a reacções de degradação do produto.

Considerando o que foi referido, pode afirmar-se que o frio pode ser visto como uma “embalagem” que protege a qualidade de um produto.

De acordo com aquilo que a escola francesa denominou por *Trépied frigorifique*, ou seja, o Tripé frigorífico, as três condições de base essenciais para a obtenção de um produto frigorificado de qualidade são:

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

O produto poderá ser armazenado a diferentes gamas de temperaturas, consoante o tempo que se pretenda que este mantenha as suas características. Significa isto que poderá ser refrigerado (normalmente a gama de temperaturas varia entre os +12°C e os -2°C, consoante o produto) ou congelado (temperatura inferior a -18°C) [16].

Um produto refrigerado é um produto arrefecido até uma temperatura adequada às suas características, para que este se conserve. A temperatura de refrigeração deverá ser superior à chamada temperatura crítica, ou seja, a temperatura a partir da qual surgem fenómenos indesejados e irreversíveis. Na grande maioria dos produtos, essa temperatura crítica corresponde à temperatura de congelação (0°C), no entanto, em certos produtos, essa temperatura crítica poderá variar entre os 0°C e os -2°C. A instalação frigorífica deverá ser dimensionada de forma a que no interior da câmara não existam flutuações de temperatura superiores a 1°C.

Considerando que os produtos refrigerados têm um período de conservação muito limitado (variando de alguns dias a algumas semanas, consoante o produto), é necessário recorrer-se à congelação, quando se pretende que o período de conservação dos produtos seja mais longo.

Uma vez que os produtos perecíveis têm entre 60% a 70% de água na sua constituição, esta apresenta um papel chave na conservação dos produtos [16]. A chamada actividade da água é um fenómeno que afecta e modifica as características dos produtos perecíveis. Matematicamente pode ser descrita como a relação entre a pressão de vapor da água à superfície do produto e a pressão de vapor saturante da água pura à mesma temperatura.

$$A_w = P / P_o$$

Em que:

A_w - Actividade da água

P - Pressão de vapor de água no produto

P_o - Pressão de vapor saturante

Esta será tanto menor, quanto mais baixa for a temperatura do meio envolvente do produto, começando a tender para zero quando a temperatura do produto se aproxima dos 0°C. No entanto, mesmo a temperaturas de congelação, a actividade da água mantém um certo grau de acção, tendo-se verificado que o seu valor somente será igual a zero quando a temperatura do produto atinge os -18°C. É esta a razão que leva a considerar que o produto apenas apresenta uma natureza de congelado quando a sua temperatura é igual ou inferior a -18°C.

Adiante falar-se-á mais detalhadamente da microbiologia dos produtos, no entanto, considerando ser algo pertinente para a explicação da necessidade de se proceder à congelação com o intuito de aumentar o período de conservação dos produtos, poderá referir-se desde já a influência que a temperatura tem sobre elementos contaminantes dos produtos. Apesar de não eliminar as bactérias e micróbios que possam, eventualmente, estar presentes no produto, a congelação inibe o seu desenvolvimento a partir dos -10°C, inibindo também, a partir dos -18°C, a proliferação de fungos. A partir dos -30°C, permite também a destruição de larvas de ténia ou dos embriões de triquinina que se encontram nas carnes [16].

Ao longo dos anos, o arrefecimento dos produtos foi estudado por diversas personalidades da ciência, como Newton, Piètre, Poisson ou Monvoisin, que enumeraram e avaliaram os diversos factores que influenciam esse processo. Para isso basearam-se em princípios da termodinâmica e nos efeitos da transmissão térmica entre corpos a diferentes temperaturas. Com estes estudos, chegaram a diversas conclusões, como por exemplo que a condutibilidade do ar ambiente e de agentes líquidos de arrefecimento induz uma maior ou menor transmissão de calor entre estes e a superfície do produto, ou então que a evaporação da água na superfície dos produtos deve ser tomada em consideração devido à perda de massa do produto. Concluiu-se também que a velocidade de arrefecimento de um produto será dependente de diversos factores, como por exemplo:

- Massa do produto
- Temperatura inicial do produto
- Calor específico

Ainda no que diz respeito à velocidade de arrefecimento, esta será tanto maior quanto:

- Maior for a superfície de contacto ou permuta;
- Maior a condutibilidade térmica do produto;
- Maior o diferencial térmico entre o produto e a envolvente;
- Maior a capacidade térmica do agente de arrefecimento [16].

Seguidamente falar-se-á daquele que será o principal tema deste capítulo, ou seja, a microbiologia dos produtos refrigerados ou congelados.

2.1. Causas das alterações nos produtos

As alterações sofridas pelos alimentos com o tempo podem ser classificadas como físicas, químicas e biológicas.

No que diz respeito às alterações físicas, estas são devidas principalmente à evaporação de água que entra na sua constituição, provocando desidratação.

No que respeita às alterações químicas e biológicas, estas devem-se à modificação das substâncias orgânicas que se encontram nos produtos. Nos tecidos animais, estas são provocadas por certos agentes. Estes poderão ser divididos em dois grandes grupos:

- Micróbios;
- Enzimas (ou diasteses).

Outro fenómeno que, em conjunto com os agentes atrás referidos, irá originar a alteração dos produtos será a oxidação.

Os micróbios irão produzir enzimas, as quais irão realmente provocar as referidas alterações [4].

O tempo e a forma como as diasteses irão actuar sobre os tecidos será variável, consoante as condições em que os produtos se encontrem [4].

a) Micróbios

Estes são organismos vivos, com dimensões da ordem de 1 micron [18].

Quando se fala em micróbios, está a falar-se, por exemplo, em bactérias ou fungos.

Estes são corpos unicelulares que se reproduzem por esporulação e divisão. Sempre que se verificarem condições de temperatura e humidade favoráveis ao seu desenvolvimento, os micróbios irão proliferar [18].

As bactérias são os agentes patogénicos cuja existência é mais comum nos produtos. Como estas são os microrganismos que, na presença de condições óptimas de desenvolvimento, se desenvolvem mais rapidamente, são vistas como a primeira causa de degradação dos produtos [20].

b) Diasteses – Enzimas

Monvoisin deu a seguinte definição:

“As diasteses são substâncias de natureza orgânica, elaboradas por células vivas, que provocam ou aceleram determinadas reacções químicas” [4]. Significa isto que serão um catalisador.

As diasteses provocam várias reacções, como hidrólises, coagulações, oxidações e reduções.

As enzimas são elaboradas por organismos vivos, tendo uma natureza normalmente proteica, com a finalidade controlar as reacções físico-químicas que caracterizam a vida [4]. Nos alimentos de origem animal, estes processos provocam inicialmente, pela acção do ácido láctico, a coagulação supra referida, com o conseqüente endurecimento da carne (o qual se falará, mais detalhadamente, mais adiante).

2.2. Influência da temperatura no desenvolvimento microbiano

Tanto o aumento como a diminuição da temperatura poderão ter diferentes efeitos nas intensidades da acção dos elementos atrás referidos. Com efeito, todos os seres vivos têm uma temperatura óptima de desenvolvimento, pelo que esta apresenta um papel fundamental na conservação dos produtos.

a) Temperaturas Elevadas

Como em todos os seres vivos, existe um intervalo de temperaturas em que a vida é facilitada, ou seja, a actividade é máxima despendendo-se para isso do mínimo de energia. A essa gama de temperaturas dá-se o nome de temperatura óptima. Nos animais, essa temperatura varia entre os 36 e os 38°C [16].

Se uma ligeira elevação dessa temperatura favorece a actividade microbiana, uma grande elevação irá provocar o seu abrandamento ou mesmo a morte das mesmas. A maior parte dos micróbios cessa a sua actividade entre os 70 e os 80°C, no entanto certos esporos poderão resistir até temperaturas compreendidas entre os 100 e os 120°C [4]. Por essa razão é que, com o intuito de eliminar potenciais micróbios contidos nos alimentos se recorre a processos como a pasteurização ou a esterilização.

b) Baixas Temperaturas

Se ao invés de se aumentar a temperatura, proceder-se à sua diminuição, consegue igualmente reduzir-se a actividade microbiana.

A 0°C, os produtos não sofrem nenhuma modificação fisiológica, no entanto, a actividade microbiana será muito reduzida, podendo mesmo ser suprimida. Isto irá permitir que os produtos sejam preservados, desde alguns dias a algumas semanas, conservando as suas propriedades gustativas.

Se pretender aumentar-se ainda mais o tempo de conservação de um determinado produto pode também recorrer-se à congelação, a qual combina a acção do frio às vantagens que advém da chamada diminuição da actividade da água (que será igual a zero quando se atingem os -18°C).

2.3. Influência da humidade no desenvolvimento microbiano

A humidade relativa do ar nas câmaras de conservação de alimentos tem uma grande influência na perda de peso dos produtos desidratáveis. A perda de peso diminui grandemente com o aumento da humidade relativa do ar. Contudo, humidades relativas elevadas favorecem a multiplicação dos microrganismos. No caso da carne, estas deverão ficar em câmaras cuja humidade relativa seja alta (evitando assim a desidratação do produto), mas a sua superfície deverá estar seca de modo a evitar o desenvolvimento da chamada morrinha (micro – organismo que se desenvolve na carne quando a humidade relativa envolvente é muito elevada). Para garantir que a superfície da carne está seca, no túnel de refrigeração, procede-se à chamada exsudação da carne (processo este que retira uma elevada quantidade de água, criando a desejada secura superficial) [16].

2.4. Acção do oxigénio

O oxigénio do ar provoca a oxidação dos alimentos (acelerada pelas enzimas, como foi atrás referido). Nos produtos animais essa oxidação origina a descoloração e o aparecimento do chamado “ranço”.

Os micróbios aeróbios poderão sobreviver na presença de oxigénio, uma vez que tem a possibilidade de o respirar. Já os micróbios anaeróbios não sobrevivem, ou pelo menos a sua actividade é retardada, na presença deste elemento no seu estado livre. Assim sendo, estes não obtêm energia através da respiração, mas sim através de fermentação [13].

2.5. Origem das alterações nos produtos

Todos os alimentos apresentam uma microbiologia natural extremamente variável, a qual se concentra principalmente na superfície externa. No entanto, também os tecidos internos poderão eventualmente apresentar formas microbianas. A proveniência das alterações dos produtos que advém destes denomina-se por proveniência interna.

Para além da chamada microbiologia natural, nas diversas etapas por que passam os alimentos e que levam à obtenção de produtos processados, estes estão sujeitos à contaminação por diferentes microrganismos. As alterações dizem-se, neste caso, de proveniência externa, sendo resultantes de manipulação inadequada, contacto com

equipamentos e superfícies em condições impróprias e até mesmo pelo contacto com ar circundante que esteja contaminado.

a) Contaminação por via interna

Os animais saudáveis e que sejam abatidos de uma forma correcta fornecem geralmente uma carne asséptica.

Por outro lado, os animais que se encontram doentes, ou são abatidos de uma forma incorrecta, irão originar as chamadas carnes fermentadas [4]. No caso destes animais, a carne poderá conter parasitas.

À semelhança do que acontece com os micróbios, também as diasteses agem internamente. Ao fim de 10 a 12 horas de ser abatido, o animal possui a chamada rigidez cadavérica (solidificação das gorduras). Após a morte do animal, ocorrem algumas mudanças bioquímicas e biofísicas, como alterações na circulação sanguínea e diminuição do oxigénio e temperatura nos músculos. Como consequência dessas alterações, ocorre uma diminuição do pH, do ATP muscular e um aumento da dureza dos músculos, dando origem a esse fenómeno (o *rigor mortis* ou rigidez cadavérica). O acondicionamento da carne a baixas temperaturas (a chamada maturação dos produtos, irá diminuir a rigidez cadavérica, atingindo a carcaça do animal a maciez desejada ao fim de 48 a 72h após o abate [2].

b) Contaminação por via externa

Tal como foi atrás referido, a contaminação por via externa poderá surgir devido a uma manipulação inadequada, por contacto com materiais, equipamentos ou superfícies contaminados ou até mesmo por contaminação por via aérea. Os principais microrganismos que atacam os produtos alimentares por via externa serão os fungos e as bactérias, que se desenvolvem na superfície dos produtos, dando origem a um odor desagradável e mesmo a uma degradação da superfície dos produtos [20].

A forma mais correcta de evitar estas contaminações é a aplicação de condições extremamente rigorosas de higiene, desde a altura do abate até à altura da expedição.

3. Exigências Técnico – Funcionais e Higio – Sanitárias

Sendo um matadouro uma instalação onde se inicia aquele que será o ciclo de transformação que a esmagadora maioria da carne existente no circuito comercial e, conseqüentemente, que irá chegar aos consumidores, irá sofrer, este terá de cumprir apertadas exigências, quer em termos tecnológicos quer em termos de higiene.

Sendo o seu funcionamento incorrecto algo que poderá apresentar um perigo para a saúde pública, a actividade de um matadouro está legislada, ou seja, para que este possa funcionar terá de cumprir os elevados níveis de qualidade descritos nas normas aplicáveis.

As principais normas e regulamentos que se aplicam ao funcionamento de um matadouro são as seguintes:

- Regulamento (CE) n.º 852/2004 do Parlamento Europeu e do Conselho de 29 de Abril de 2004 relativo à higiene dos géneros alimentícios;
- Regulamento (CE) n.º 853/2004 do Parlamento Europeu e do Conselho de 29 de Abril de 2004 que estabelece regras específicas de higiene aplicáveis aos géneros alimentícios de origem animal;
- Regulamento (CE) n.º 854/2004 do Parlamento Europeu e do Conselho de 29 de Abril de 2004 que estabelece regras de organização dos controlos oficiais de produtos de origem animal destinados ao consumo humano;
- Decreto – Lei n.º 67/98, de 18 de Março (HACCP);

A regulamentação atrás referida especifica regras que vão desde os requisitos que a construção de um matadouro e o seu funcionamento têm de cumprir, até às regras de higiene que este deverá cumprir. Especificam também quais as actividades a desenvolver pelos vários intervenientes de um matadouro, desde o veterinário oficial até ao próprio pessoal do matadouro.

Seguidamente far-se-á um apanhado de quais serão as principais exigências a cumprir.

Para esclarecimento de alguma dúvida, ou de qualquer ponto omissos no resumo que seguidamente se apresenta, deverá consultar-se os regulamentos supra referidos.

3.1. Requisitos relativos à instalação

Antes de mais há que ter em conta que todas as instalações do sector alimentar deverão ser mantidas limpas e em boas condições e, conseqüentemente, também quem nelas trabalha deverá ter todas as condições que permitam que o seu trabalho seja efectuado com todas as condições exigidas, no que respeita à higiene. Assim sendo, estas deverão ser construídas e dimensionadas de forma a permitir que evitem a acumulação de sujidade, a manutenção e a limpeza/ desinfectação possam ser feitas de forma adequada e também de forma a evitar ou, pelo menos, minimizar a contaminação por via atmosférica. Também se deve garantir que não haverá contacto de materiais tóxicos com os géneros alimentícios e que não há formação de condensados nas superfícies (o que poderia originar a queda de gotículas nos alimentos) nem de bolores.

As superfícies envolventes, ou seja, chão tecto e paredes, devem ser mantidos em boas condições, limpos e, sempre que tal se justifique, desinfectados. Para isso deverão ser utilizados materiais impermeáveis, não absorventes, laváveis e não tóxicos.

Também as portas e janelas deverão ser construídas em materiais adequados, de forma a permitir a sua limpeza, desinfectação e bom estado de conservação. No caso específico das janelas, estas devem ser construídas de forma a evitar a acumulação de sujidade e ter redes de protecção contra insectos, facilmente removíveis para limpeza. Se da sua abertura puder resultar qualquer contaminação, as janelas deverão ficar fechadas durante a produção.

Sempre que se justificar (como em salas de desmancha) deverá existir um número adequado de lavatórios, equipados com água corrente quente e fria, com comando não manual, os quais deverão estar devidamente localizados e indicados para lavagem das mãos.

No que diz respeito a instalações sanitárias, estas deverão existir em número suficiente, não devendo o seu acesso dar directamente para as zonas onde se manuseiam alimentos. Deverão também estar munidas de lavatórios e de autoclismos, ligados a um sistema de esgoto eficaz.

A instalação deverá dispor de iluminação (natural ou artificial) adequada e também de ventilação (natural ou mecânica) adequada e suficiente, devendo evitar-se o fluxo de ar de zonas contaminadas para zonas limpas. Estes sistemas deverão ser construídos de forma

a proporcionar um fácil acesso para manutenção e limpeza. Relativamente às lâmpadas, estas deverão ter protecção que evite a queda de estilhaços em caso de rebentamento.

Os sistemas de esgoto deverão ser projectados e construídos de forma a evitar o risco de contaminação e devem ser adequados ao fim a que se destinam.

Deve ser providenciado um abastecimento de água potável. Quando for utilizada água não potável (para combate a incêndios, por exemplo), o seu sistema não poderá ter qualquer ligação com os sistemas de água potável, nem possibilidade de refluxo para os mesmos.

Os matadouros devem dispor de um local de estabulação, também denominado abegoaria, que deve estar equipado de forma a permitir a alimentação e o abeberamento dos animais, e também de uma instalação separada para animais doentes ou suspeitos de doença. A drenagem destes dois espaços deve ser separada e a desta última instalação deverá estar localizada de forma a evitar a contaminação dos animais que se encontrem na abegoaria. Estas instalações deverão ter dimensões tais que assegurem o respeito pelo bem-estar dos animais e a sua concepção deverá facilitar as inspecções *ante mortem*.

A concepção dos matadouros deve ser feita, de modo a que haja um número de salas adequado às operações a efectuar e também de modo a permitir separar no tempo ou no espaço as seguintes operações:

- Atordoamento e sangria;
- Evisceração e preparação subsequente;
- Manuseamento das tripas e dos estômagos limpos;
- Preparação e limpeza das miudezas, em especial no manuseamento das cabeças esfoladas, caso essa operação não seja efectuada na linha de abate;
- Embalagem de miudezas;
- Expedição da carne.

3.2. Requisitos relativos aos equipamentos utilizados

Para garantir a higiene, os equipamentos utilizados deverão cumprir algumas exigências.

Antes de mais, há que referir que os matadouros devem dispor de um sistema de desinfecção dos utensílios com água quente, que atinja no mínimo 82°C, ou de um sistema alternativo de efeito equivalente.

Começando pelas superfícies dos equipamentos em que os géneros alimentícios são manuseados, nomeadamente as que entram em contacto directo com os géneros alimentícios, devem ser mantidas em boas condições de limpeza, devendo ser também desinfectadas sempre que tal se justifique. Para além das superfícies por onde passem os alimentos, também todos os aparelhos e utensílios que entrem em contacto com estes deverão ser limpos e desinfectados com uma frequência suficiente para evitar qualquer risco de contaminação.

Todos os equipamentos deverão ser fabricados com materiais adequados e mantidos em boas condições de arrumação e bom estado de conservação, de modo a minimizar os riscos de contaminação.

3.3. Requisitos aplicáveis às salas de desmancha

As salas de desmancha dos matadouros devem ser concebidas e dimensionadas de modo a permitir o andamento contínuo das operações de desmancha. A laboração da carne deve ser organizada de forma a evitar ou minimizar a contaminação. Assim sendo, a carne só deve ser introduzida nestas salas à medida que for sendo necessário.

As salas de desmancha devem ter uma temperatura ambiente não superior a 12°C, não permitindo assim que a temperatura da carne enquanto é desmanchada, acondicionada e embalada não ultrapasse os 7°C. Nos casos em que, por razões de andamento do processo ou lay-out da instalação, a temperatura da carne ultrapassar a temperatura atrás referida, esta deverá ser colocada de seguida numa câmara de refrigerados, pelo menos, até que a sua temperatura baixe dos 7°C.

3.4. Requisitos do abate

Após a chegada ao matadouro, os animais deverão ser abatidos sem demoras desnecessárias. No entanto, sempre que for necessário, por razões de bem-estar dos animais, estes devem dispor de um período de repouso antes do abate.

Para as instalações de abate apenas poderão ser levados os animais destinados ao abate, salvo:

- os animais abatidos de emergência, em conformidade com o capítulo VI da secção I, capítulo III do Regulamento (CE) n.853/2004;

- os animais abatidos no local de produção, em conformidade com a secção III, capítulo III do Regulamento (CE) n.853/2004;
- os animais de caça selvagem, em conformidade com a secção IV, capítulo II, do Regulamento (CE) n.853/2004.

Os animais devem ser identificados, de modo a poderem ser rastreados até à sua origem, de forma a poder obter informações relativas à cadeia alimentar (assunto este que será falado mais adiante).

O atordoamento, a sangria, a esfola e a evisceração devem ser realizadas sem demoras desnecessárias, de forma a evitar a contaminação da carne.

Durante a remoção da pele, deve evitar-se o contacto entre o exterior da pele e a carcaça e os operadores e o equipamento que estejam em contacto com a superfície exterior da pele não devem tocar na carne. Deverá proceder-se à esfola completa da carcaça e das outras partes do corpo destinadas ao consumo humano, devendo as cabeças e os pés ser manuseados de forma a evitar a contaminação da restante carne.

As carcaças e as miudezas não poderão entrar em contacto com o chão ou com paredes.

Até ao final da inspecção *post mortem*, as partes de um animal abatido sujeito a essa inspecção deverão continuar a ser identificáveis como pertencendo a uma determinada carcaça e não devem entrar em contacto com qualquer outra carcaça, miudezas ou vísceras, incluindo as que tenham já sido sujeitas a inspecção *post mortem*. Após esta inspecção, as amígdalas devem ser retiradas de forma higiénica e as partes impróprias para consumo humano devem ser removidas logo que possível do sector limpo do estabelecimento.

3.5. Informações relativas à cadeia alimentar

Nos matadouros não devem ser aceites animais a menos que tenham sido solicitadas e recebidas as informações pertinentes em matéria de segurança alimentar contida nos registos mantidos na exploração de proveniência de acordo com o Regulamento (CE) n.º 852/2004. As informações devem ser recebidas, pelo menos, 24 horas antes da chegada dos animais.

As informações referidas devem incluir, entre outras informações, o estatuto sanitário dos animais, a ocorrência de doenças que possam afectar a segurança da carne e dados relevantes em matéria de produção, sempre que tal possa indicar a presença de doenças.

Todavia, no caso de um acordo existente, ou de um sistema de controlo de qualidade, não é necessário que todas estas informações sejam fornecidas.

A chegada ao matadouro de qualquer animal sem informações sobre a cadeia alimentar deve ser imediatamente notificada ao veterinário oficial, podendo apenas ser abatido depois de o referido veterinário ter autorizado.

Na zona de recepção dos animais, deverão também ser verificados os passaportes que acompanham os animais, para assegurar que estes se destinam ao consumo humano e, se forem aceites, os seus passaportes deverão ser entregues ao veterinário oficial.

3.6. Regras de organização dos controlos oficiais dos produtos

Existem várias figuras que participam nos chamados controlos, das quais se destacam o veterinário oficial, os auxiliares oficiais e o próprio pessoal do matadouro.

O veterinário oficial deve verificar e analisar todas as informações pertinentes relativas à cadeia alimentar que lhe sejam entregues. Antes do abate, o veterinário deve proceder a uma inspecção *ante mortem* a todos os animais. Esta deve ser efectuada nas 24 horas seguintes à chegada dos animais ao matadouro e menos de 24 horas antes do abate. Nesta inspecção o veterinário deve determinar se existem sinais de que o bem-estar dos animais foi comprometido ou da existência de qualquer outro factor que possa ter consequências negativas para a saúde humana.

Após o abate dos animais, o veterinário poderá realizar a inspecção *post mortem*. No entanto, esta poderá não ser realizada pelo veterinário, mas sim por um auxiliar oficial. Mesmo que não realize a referida inspecção, o veterinário deve certificar-se que o auxiliar realiza essa tarefa correctamente, devendo também inspecionar subsequentemente toda essa carne. A inspecção *post mortem* deve ser realizada imediatamente após o abate, quer às carcaças, quer às miudezas que a acompanham. Sempre que tal seja necessário, devem ser realizados exames suplementares, para detecção de doenças ou contaminantes.

Outra das funções do veterinário oficial é assegurar que a marca de salubridade só é aplicada em animais que tenham sido submetidos às referidas inspecções e não tenham sido declarados impróprios para consumo humano.

O veterinário oficial deve registar e avaliar os resultados das suas actividades de inspecção e inclui-los em bases de dados adequadas. Sempre que, ao realizar uma

inspecção, detectar a presença de um agente infeccioso, deve notificar a autoridade competente para que esta tome medidas que impeçam a propagação do referido agente.

Sempre que seja detectada alguma irregularidade, quer esta seja respeitante ao bem-estar dos animais, respeitante às informações relativas à cadeia alimentar ou a alguma outra exigência dos regulamentos, o veterinário oficial deve encarar as medidas de execução de forma proporcionada e progressiva, podendo ir desde a emissão de instruções até ao abrandamento e suspensão da produção, em função da natureza e gravidade do problema.

O veterinário oficial deve estar presente no matadouro durante toda a inspecção *ante* e *post mortem*, salvo raras excepções, as quais poderão ser consultadas no Regulamento (CE) 854/2004.

Os auxiliares oficiais podem coadjuvar o veterinário oficial em todas as tarefas, sob reserva das seguintes restrições:

1. Relativamente às tarefas de auditoria, os auxiliares poderão apenas coligir informações sobre as boas práticas de higiene e os procedimentos baseados no sistema HACCP;
2. Relativamente à inspecção *ante mortem* e aos controlos relativos ao bem-estar dos animais, os auxiliares oficiais poderão apenas efectuar um controlo inicial dos animais e colaborar nas tarefas meramente práticas;
3. Relativamente à inspecção *post mortem*, o veterinário oficial deve verificar regularmente o trabalho dos auxiliares oficiais e, no caso de animais abatidos com carácter de urgência fora do matadouro, deve efectuar pessoalmente a inspecção.

O pessoal do matadouro que tenha recebido formação específica, sob a supervisão do veterinário oficial, pode, sob a responsabilidade e supervisão deste, efectuar tarefas específicas de colheita de amostras e realização de testes relativamente a animais de toda as espécies.

4. Memória Descritiva

4.1. Objectivo do Projecto

Os objectivos deste projecto são:

- Dimensionar as vias aéreas do matadouro, incluindo o dos espaços frigoríficos e do centro de corte;
- Dimensionar e escolher os meios de refrigeração e/ou congelação e de conservação e os isolamentos térmicos;
- Realizar o balanço térmico dos espaços frigoríficos e escolher os meios de produção e de utilização de frio;
- Elaborar lay-out e peças desenhadas do matadouro e centro de corte.

4.2. Descrição do Edifício

O edifício em estudo é um Matadouro Industrial de Bovinos, localizado em Évora.

O matadouro terá uma capacidade de abate de 50 animais por hora, com um período de abate que se inicia às 08:00h e termina às 13:00h.

Sendo um matadouro destinado a animais de grande porte, terá uma via aérea alta, ou seja, a altura da via ao solo será de 3,9m e os pontos de engate estarão localizados a 3,4m.

Este edifício é composto por dois pisos distintos (um piso térreo e uma cave).

Junto ao edifício principal, nas suas traseiras, encontra-se a abegoaria, onde se procede à recepção dos animais e onde estes ficam a aguardar o momento do abate. Sendo um local onde se pretende que os animais repousem e se mantenham calmos, é aconselhável que tenham muito espaço disponível. Assim sendo, a abegoaria terá uma área de 1600 m², o que significa que terá uma capacidade de 250 animais (o mesmo número de animais que poderão ser abatidos por dia), com aproximadamente 6,5 m² de área para cada animal.

A ligar a abegoaria e o edifício principal existe a chamada zona de encaminhamento para abate. Nesta zona, os animais são submetidos a um duche.

O edifício possui também um cais de embarque com capacidade de acostagem para cinco camiões.

Cada um dos pisos supra referidos é composto pelas seguintes divisões:

Tabela 1: Espaços do matadouro

DESIGN.	ÁREA m ²	PD m		
Piso 0				
Câmara de Suspeitos	48,0	5,0		
Câmara de Rejeitados	48,0	5,0		
Armazém de produtos de limpeza	30,0	5,0		
Lavagem e armazenagem de "Carrinhos"	30,0	5,0		
Resíduos/ Sub - Produtos	30,0	5,0		
Linha de Abate	556,0	5,0		
Lavagem de Carcaças	35,0	5,0		
Acesso a túneis de Refrigeração	52,0	5,0		
Tunel de Refrigeração 1	168,0	5,0		
Tunel de Refrigeração 2	168,0	5,0		
Câmara de Maturação	513,0	5,0		
Sala de Desmancha	260,0	5,0		
Sala de Corte em Quartos	121,0	5,0		
Tunel de Congelação	100,0	5,0		
Câmara de Congelados	280,0	5,0		
Câmara de Frescos	380,0	5,0		
Preparação e Embalagem	104,0	5,0		
Armazém de Embalagens	78,0	5,0		
Expedição	337,0	5,0		
Empilhadores	90,0	5,0		
Área de Circulação	584,0	5,0		
Cave				
Batas Sujas	9,0	5,0		
Batas Limpas	9,0	5,0		
Lavandaria	48,0	5,0		
Balneários Homens	43,0	5,0		
I.S. Homens	13,5	5,0		
Cave (cont.)				
I.S. Mulheres	13,5	5,0		
Balneários Mulheres	43,0	5,0		
Ante - Câmara I.S. e Balneários	4,5	5,0		
Atrio	23,0	5,0		
Área de Circulação de Balneários	154,0	5,0		
Tratamento de Peles	84,0	5,0		
Lavagem de Estomagos	84,0	5,0		
Cabeças e Cerebros	41,5	5,0		
Abate	2,4	5,0		
Sangra e Elevação à via	22,5	5,0		
Carnes Vermelhas	105,0	5,0		
Carnes Brancas	105,0	5,0		
Câmara Frigorífica 1	100,0	5,0		
Câmara Frigorífica 2	100,0	5,0		
Zona de Circulação	284,0	5,0		
Gabinete 1	16,8	3,0		
Gabinete 2	16,5	3,0		
Gabinete 3	16,5	3,0		
Sala de Reuniões	33,5	3,0		
Gabinete 4	16,5	3,0		
Sala de Arquivo	16,8	3,0		
I.S. Mulheres - zona Admin.	20,0	3,0		
I.S. Homens - zona Admin.	20,0	3,0		
Área de Circulação da zona Admin.	148,0	3,0		
Cozinha	63,0	3,0		
Refeitório	200,0	3,0		
I.S. Mulheres - Refeitório	22,0	3,0		
I.S. Homens - Refeitório	22,0	3,0		
Oficina de Reparações	205,0	5,0		
Sala da Caldeira (Produção de Água Quente)	100,0	5,0		
Sala de Máquinas de Refrigeração	310,0	5,0		

4.3. Processo Tecnológico

Os animais são descarregados na abegoaria, onde serão verificados, juntamente com a respectiva documentação, ficando aí até à altura do abate. Na abegoaria os animais ficam em repouso e são sujeitos a uma dieta hídrica a qual irá facilitar o abate e desmancha. Será durante o tempo de repouso, na abegoaria, que se realiza a inspeção *ante – mortem*.

Quando chega a altura do abate, os animais são encaminhados para a linha de abate, onde são atordoados/ imobilizados (posto de trabalho n.º 1 – ainda na cave). De seguida são elevados à via aérea e sangrados (posto de trabalho n.º 2). Na eventualidade de os animais vomitarem ou defecarem após o atordoamento, deverão ser lavados com um jacto de água e só depois elevados. Ao longo da rampa, haverá uma calha que permita a recolha do sangue dos animais. Já no piso superior, onde as carcaças serão desmanchadas, este processo segue a seguinte ordem:

- Posto n.º 3: Estimulação eléctrica e registo da marca auricular;
- Posto n.º 4: Corte de mãos e cornos e extracção do brinco;

- Posto n.º 5: Corte da primeira perna;
- Posto n.º 6: Corte da segunda perna
- Posto n.º 7: Abertura da barriga e dos flancos e oblituração do esófago;
- Posto n.º 8: Marcação do couro e Esfolia;
- Posto n.º 9: Corte do rabo e fecho do ânus;
- Posto n.º 10: Remoção de cabeça e respectiva identificação;
- Posto n.º 11: Corte do esterno;
- Posto n.º 12: 1ª Evisceração (Vísceras brancas);
- Posto n.º 13: 2ª Evisceração (vísceras vermelhas);
- Posto n.º 14: Corte longitudinal das carcaças;
- Posto n.º 15: Extracção do Tino e da Medula;
- Posto n.º 16: Limpeza de traseiros;
- Posto n.º 17: Sebo e rins;
- Posto n.º 18: Carimbo e limpeza de Chambão;
- Posto n.º 19: Pesagem e Certificação.

Na eventualidade de aparecerem animais suspeitos ou rejeitados (esta decisão é feita no posto 7 em que, ao realizar-se a abertura da barriga e dos flancos do animal, consegue visualizar-se se o animal aparenta possuir algum problema), estes saem da linha de abate, sendo encaminhados para as respectivas câmaras. No caso de animais suspeitos que não são rejeitados, estes poderão voltar para a linha de abate e seguir o processo normal. Os animais rejeitados não poderão ser utilizados, pelo que as suas carcaças terão que ser inceneradas. Note-se que os rejeitados só poderão voltar a passar pela linha de abate quando as carcaças de animais saudáveis já não se encontrem na mesma, para que não haja contacto entre animais saudáveis e rejeitados.

Apesar de ser feita uma primeira inspecção visual aos animais no posto 7, a inspecção sanitária (*post mortem*) é feita entre o posto 14 e o posto 15, ou seja, após as carcaças serem cortadas longitudinalmente, uma vez que apenas nesse ponto é que se poderá inspecionar de uma forma mais cuidada o interior da carcaça.

Como se pode ler acima, nos postos 4, 5 e 6 são cortados os membros anteriores e posteriores, os cornos e procede-se também à remoção do brinco (o qual é levado para a zona de serviços, para registo). As mãos e pernas serão encaminhada para a sala

denominada “carnes brancas” e os cornos para a sala de resíduos/ sub – produtos, onde ficam armazenados até à altura em que deixam de ser abatidos animais.

Após a esfolagem da carcaça, no posto 8, as peles serão colocadas na sala denominada “tratamento de peles”.

No que diz respeito às cabeças, após estas serem separadas da carcaça (no posto 10), serão penduradas em ganchos próprios e colocados em carros que se encontram próximo do posto n.º 10. Uma vez penduradas, procede-se à remoção da língua. Após esta operação, as cabeças serão encaminhadas para a sala denominada “cabeças e cérebros”, onde será extraído o cérebro.

À semelhança do que acontece com a cabeça, também o rabo é separado do animal (no posto n.º 9). Os rabos e as línguas supra referidas serão encaminhados para a sala denominada “carnes vermelhas”.

Ao proceder-se à esvisceração dos animais, estas serão inspeccionadas e, caso não sejam rejeitadas, serão encaminhadas para as respectivas salas (“carnes brancas” ou “carnes vermelhas”, consoante estas sejam provenientes da 1ª esvisceração ou da 2ª esvisceração, respectivamente). No caso de estas serem rejeitadas são encaminhadas para a sala de resíduos/ sub – produtos, onde ficarão armazenadas até ao final do abate de todos os animais).

Ao retirar-se o tino, a medula e o sebo, estes serão recolhidos e armazenados na sala de resíduos/ sub – produtos até ao final do abate. Os rins, por sua vez, serão inspeccionados e levados para a sala “carnes vermelhas”.

Até esta zona, a via aérea corre automaticamente. A partir do momento em que as carcaças saem da zona de abate, passam a ser movimentadas manualmente.

Após saírem da linha de abate, as carcaças serão lavadas com um jacto de água quente, sendo de seguida encaminhadas para os túneis de refrigeração.

Ao fim de 24 horas, as carcaças já se encontram com uma temperatura baixa (5°C em média), sendo então encaminhadas para a câmara de maturação, onde permanecerão por um período não inferior a 48 horas [1]. É necessário que as carcaças permaneçam este tempo na câmara de maturação, para que estabilizem e ganhem a maciez desejada.

Daqui em diante, neste sub – capítulo, salvo indicação em contrário, sempre que se utilize a expressão “carcaças”, esta a referir-se ao animal inteiro, ou seja, a duas “meias-carcaças” ou a quatro “quartos de carcaça”, consoante o caso.

Ao deixarem a câmara de maturação, cerca de 10% das carcaças (25 carcaças) serão encaminhadas para a sala de desmancha, onde serão desmanchadas. Após serem desmanchadas, estas passam para a sala de preparação e embalagem, onde são, tal como o nome indica, embaladas e preparadas para expedição. As restantes 90% (225 carcaças) seguirão para uma sala adjacente, onde serão cortadas em quartos, para que possam ser carregadas nos camiões.

Das carcaças que foram desmanchadas, 20 % (o equivalente a 5 carcaças) serão congeladas, sendo que as restantes 80% (equivalente a 20 carcaças) serão apenas mantidas no estado refrigerado enquanto aguardam a expedição. Das carcaças que seguiram para a sala de corte em quartos, 20% (o equivalente a 45 carcaças) será congelado, sendo que as restantes 80% (equivalente a 180 carcaças) serão expedidas no estado refrigerado. Tendo em conta o que foi atrás referido, conclui-se que o equivalente a 50 carcaças será congelado, sendo as restantes mantidas no estado refrigerado.

As carcaças (ou embalagens) que serão congeladas são encaminhadas para o túnel de congelação, onde deverão ficar por um período de 24 horas. Ao saírem do túnel de congelação são encaminhadas para a câmara de congelados. As restantes carcaças (ou embalagens) são colocadas na câmara de frescos, enquanto aguardam a altura de expedição.

Na figura seguinte mostra-se o fluxograma da instalação.

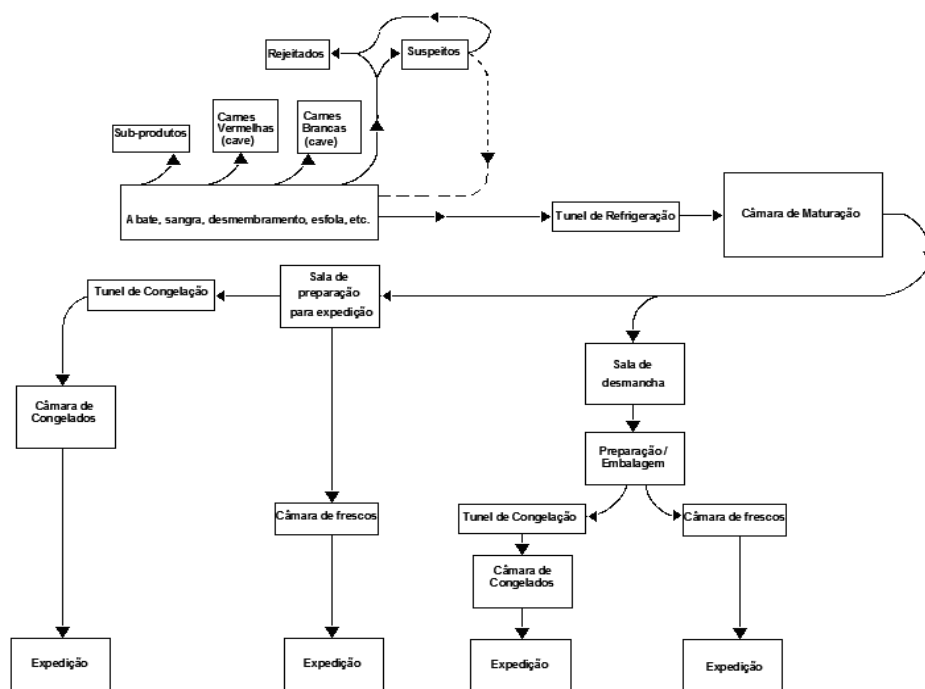


Figura 1: Fluxograma da instalação

4.4. Dimensionamento das câmaras e salas especiais

- Capacidade: 50 animais/hora;
- Peso médio de uma carcaça: 400 kg;
- Animais mortos /dia: $50 \times 5 = 250$ animais;
- Quantidade diária: $250 \times 400 = 100.000$ kg/dia;
- Densidade: 600 kg/m linear;
- Estiva perpendicular à via.

Tendo em conta os dados do matadouro procede-se ao dimensionamento das câmaras e das salas de corte e desmancha:

➤ Túnel de Refrigeração

Tal como havia sido atrás referido, as carcaças terão que estar no túnel de refrigeração durante 24 horas, ou seja, o túnel terá de ter capacidade para um dia de abate. Serão construídos dois túneis de refrigeração, de forma a evitar que estes tenham um comprimento muito grande e, ao mesmo tempo, consegue também poupar-se energia quando o matadouro estiver a funcionar “ a meio gás”, uma vez que se poderá utilizar apenas um túnel, não sendo necessário ter o outro em funcionamento e, conseqüentemente, não se gasta tanta energia.

Começa por se calcular qual o comprimento dos carris, para responder às necessidades:

$$\frac{100.000}{600} = 167 \text{ m} \Rightarrow \frac{167}{2} = 83,5 \text{ m} \Rightarrow \text{Cada tunel terá de ter, no mínimo, } 83,5 \text{ m de carril.}$$

O túnel será projectado para ter 5 carris. Para que haja margem de segurança, calcula-se o comprimento para 4 carris e, de seguida adiciona-se o quinto carril, como se pode ver de seguida:

$$\frac{83,5}{4} = 21,9 \text{ m}$$

$22 \times 5 = 110 \text{ m}$ → Como se pode ver, cada túnel terá 110 m de carril, dividido por 5 carris (cada um deles com 22 m e 1 m de bitola).

Cada túnel terá então 24 m de comprimento por 7m de largura.

➤ Câmara de Maturação

Na câmara de maturação as carcaças estarão durante 48 h, para que estabilizem e amaciem (após a chamada rigidez cadavérica, a qual se instala ao fim de 10 a 12h, perdurando até 48 a 72h após o abate). Por essa razão, a câmara terá de ter capacidade para dois dias de abate.

$$5 \times 50 \times 400 \times 2 = 200.000 \text{ kg}$$

$$\frac{200.000}{600} = 335 \text{ m}$$

Para evitar que haja cantos, e já a pensar em eventuais expansões, considerando que há espaço disponível, a câmara de maturação terá 27 metros de comprimento. Deixando uma distância de 1,5m entre cada carril e a parede, o túnel poderá ter 25 carris, com 1m de bitola. Havendo disponibilidade de espaço, o túnel terá uma largura de 19 m. Deixando, mais uma vez, 1,5 m entre o carril e as paredes, conclui-se que cada carril poderá ter um comprimento de 16m.

$$25 \times 16 = 400 \text{ m} \Rightarrow \text{O tunel terá uma reserva de 65m.}$$

Tal como foi atrás referido, após saírem da câmara de maturação, poderá acontecer duas coisas às carcaças: ou vão para uma sala de desmancha (10 % das carcaças), ou então irão para a sala de preparação para expedição, em que as meias carcaças são cortadas em quartos (os restantes 90%).

➤ Sala de desmancha

Considerando que são desmanchadas 25 carcaças, ou seja 50 meias carcaças, e que um homem desmancha um animal inteiro (2 meias carcaças) durante a tarde, serão necessárias, pelo menos, 25 mesas.

➤ Sala de preparação para expedição

Esta sala, também denominada por sala de corte em quartos será o local em que as meias carcaças são cortadas em quartos, para que possam ser embarcadas nos camiões.

Tendo em conta que saem 50 animais por hora da câmara de maturação (100 meias carcaças), esta sala terá de ter capacidade para 200 quartos. Se os quartos forem

pendurados de uma forma sobreposta, tem-se que dois quartos ocupam o mesmo espaço que meia carcaça. Assim sendo, pode dimensionar-se a sala da mesma forma que se dimensionou o túnel de refrigeração ou a câmara de maturação, ou seja, 3 meias carcaças (6 quartos de carcaça) por metro linear (600 kg/m linear).

Como saem 50 animais por hora, a sala não necessita de ter uma capacidade muito maior. Assim sendo:

$$50 \times 400 = 20.000 \text{ kg}$$

$$\frac{20.000}{600} = 34 \text{ m}$$

Em vez de haver um metro entre cada linha, haverá 1,5m, para permitir que os trabalhadores trabalhem mais à vontade. Para evitar cantos, o túnel terá um comprimento de 20 m, ou seja, deixando 1,5 m de distância entre o final de cada linha e a parede, cada linha poderá ter 17 m, o que indica que duas linhas seriam suficientes. No entanto, por questões de reserva será acrescentada mais uma linha. Com os 1,5m atrás referidos entre cada linha e também com 1,5m entre as linhas e a parede, conclui-se que o túnel teria de ter 6m de largura. Assim sendo, o túnel terá 20m de comprimento e 6m de largura.

➤ Túnel de Congelação

De acordo com o que foi referido no sub – capítulo anterior, o túnel de congelação terá de ter capacidade para o equivalente a 50 carcaças. Apesar de nem toda a carne estar sob a forma de carcaça, ou seja, haverá também algum produto embalado, o túnel será dimensionado como se fosse feito para 50 carcaças (ou 100 meias carcaças) suspensas. Isto não irá afectar em nada a capacidade do túnel e, por outro lado, se não houver necessidade de se proceder à desmancha de carne em algum dos dias de laboração, o túnel continua a ter capacidade para as mesmas 100 meias carcaças suspensas.

$$\frac{50 \times 400}{600} = 34 \text{ m}$$

À semelhança do que acontece com a sala de corte em quartos, também o túnel terá 20 m de comprimento, o que permite que cada linha tenha 17m de comprimento. A diferença é que as linhas terão 1 m de bitola, em vez de 1,5m como acontecia na sala de corte em quartos, o que permite que o túnel fique com 5m de largura.

As dimensões do túnel serão: 20m de comprimento e 5m de largura.

➤ Câmara de congelados

A câmara será dimensionada para ter uma capacidade para 5 dias de trabalho, ou seja, para uma semana, sendo expectável que ao fim desta semana já as carcaças tenham sido expedidas. Assim sendo, terá de ter 5 vezes a capacidade do túnel.

$$34 \times 5 = 170 \text{ m}$$

À semelhança do túnel e da sala de corte em quartos, a câmara terá 20m de comprimento, tendo cada linha 17m de comprimento. Seriam necessárias 10 linhas, no entanto por razões de reserva serão colocadas 12 linhas, o que faz com que a câmara tenha uma largura de 14m.

➤ Câmara de Frescos

Como foi anteriormente visto, são expedidos 200 animais por dia (quer em quartos de carcaça, quer desmanchados e embalados). Considerando que pode haver algum dia em que não haja expedição, far-se-á uma câmara com capacidade para 2 dias, ou seja, 400 animais.

$$400 \times 400 = 160.000 \text{ kg}$$

$$\frac{160.000}{600} = 267 \text{ m}$$

Como a câmara terá 20m de comprimento, para evitar cantos, cada linha terá 17m de comprimento. Seriam necessárias 16 linhas, no entanto, para que haja alguma reserva serão colocadas 17 linhas. Com 1,5m entre as linhas e a parede, a câmara terá 19m de largura.

Assim sendo, a câmara terá as seguintes dimensões: 20m de comprimento e 19m de largura.

4.5. Descrição dos equipamentos

Seguidamente faz-se uma descrição de alguns dos equipamentos mais importantes para a realização do abate, desmancha e expedição dos animais.

Antes de mais, há que se chamar à atenção que em todos os locais onde se realizem cortes de partes da carcaça (corte de pernas, mãos, cornos, etc.) existem esterilizadores localizados em local de fácil acesso, para que sempre que haja contaminação de facas, serras ou ganchos, estas possam ser esterilizadas antes de serem utilizadas nas carcaças seguintes.

4.5.1. Caixa de Abate

O primeiro equipamento que será necessário referir será a caixa de abate, uma vez que é este o local onde os animais são atordoados/ imobilizados, ou seja, onde se inicia a chamada linha de abate.

A caixa de abate será de construção metálica, tendo na sua constituição duas portas. A primeira porta, que será do tipo guilhotina, esta colocada na parte traseira da caixa e permite a entrada dos animais para o seu interior. A segunda será uma porta lateral, a qual abre após o animal ser atordoadado, permitindo que este caia para a zona onde será elevado à via e sangrado. A sua abertura é do tipo basculante.

A abertura e o fecho das portas é comandado pelo operador.

A caixa terá as seguintes dimensões: 800 mm de largura, por 2500 mm de comprimento e 1600 mm de altura.

4.5.2. Pistola de atordoamento

O trabalhador que se encontra junto à caixa de abate, utiliza uma arma pneumática, usualmente denominada por pistola de atordoamento, para, tal como o nome indica, atordoar os animais. Esta será do tipo denominado “pistola de dardo cativo”. Neste tipo de armas, um dardo atravessa o crânio do animal, provocando uma grave laceração encefálica, que promove uma inconsciência rápida do animal. O dardo penetra no crânio do animal, tornando a recolher, ou seja, não fica alojado no seu interior.

4.5.3. Estimulador eléctrico

O estimulador eléctrico encontra-se localizado no posto 3, na zona em que acaba a rampa, de forma a que o resto de sangue possa cair para a calha de recolha do sangue.

Para ajudar à sangra do animal, este equipamento aplica uma descarga eléctrica na carcaça.

O equipamento tem a forma de “U” e é colocado pelo operador na boca do animal para aplicar a descarga.

4.5.4. Gancho de corte de cornos e pernas

Para o corte de cornos, mãos e pernas, é utilizado o mesmo tipo de equipamento. O equipamento tem a forma de um gancho, que se fecha em torno da peça a cortar.

Este equipamento é um equipamento pneumático, com uma força de corte de 55kN, que tem um ciclo de corte de 1,5 segundos.

4.5.5. Esfolia vertical

Este equipamento é constituído por um rolo (onde estão presas duas correntes), o qual está ladeado por dois elevadores. As correntes são presas à pele das pernas da carcaça e, à medida que o rolo vai rodando, a carcaça é esfolada.

Nos elevadores encontram-se dois funcionários, que vão supervisionando o processo e ajudando a retirar a pele da carcaça. Quando a pele for retirada na totalidade, pode ser retirada do rolo, sendo colocada num tubo, que terá uma saída na sala de tratamento de peles.

4.5.6. Serra para esterno

Esta será instalada no posto n.º 11, que precede a esvisceração. O corte será realizado no centro do esterno, de forma vertical.

É um equipamento com uma serra de dentes rectos equipado com um motor eléctrico, que tem uma profundidade de corte de 250 mm.

4.5.7. Serra de corte de carcaças

Para cortar ao meio as carcaças utiliza-se uma serra de fita. De forma a ser possível efectuar o corte da carcaça, no posto de trabalho onde se efectua o corte estará instalado um elevador, com comando por pedal, que permite ao operador do equipamento subir ou descer, à medida que necessita.

4.5.8. Balança de via aérea

A balança a instalar na via aérea terá uma capacidade de, pelo menos, 500 kg.

Todos os seus componentes são construídos em aço inox para a indústria alimentar, de forma a garantir a sua durabilidade. Para higiene máxima, a balança é estanque, de forma a ser possível a utilização de mangueira para lavagem completa.

4.5.9. Linha de desmancha

A linha presente na sala de desmancha é composta por dois tapetes transportadores, dispostos em paralelo, os quais estão ladeados pelas várias mesas de trabalho.

A estrutura e os pés das mesas são em aço inox e o tampo em polietileno. No final de cada tapete encontra-se uma mesa giratória, onde é feita a recolha dos diversos produtos, os quais serão encaminhados para a sala de preparação e embalagem.

Por cima do tapete principal, encontra-se um segundo tapete, onde os trabalhadores poderão colocar os ossos, à medida que vão desmanchando as carcaças.

Ao longo das várias mesas há um carril de via aérea, o qual servirá para levar as carcaças até aos diferentes postos de trabalho.

4.5.10. Embaladora

Entre a sala de desmancha e a sala de preparação e embalagem, encontra-se a embaladora, a qual será do tipo horizontal. Esta máquina terá capacidade para embalar produtos de diversas formas e tamanhos, podendo por isso embalar todas as partes provenientes da sala de desmancha. A sua construção será em aço inoxidável. Dependendo

do tipo de película utilizado para embalar os produtos e também das dimensões do próprio produto, a máquina terá uma capacidade de produção de 60 a 75 embalagens por minuto.

4.5.11. Máquina de cintar caixas de cartão

Esta máquina irá permitir a colocação de uma cinta em torno das caixas de cartão que servirão de embalagem à carne que, após ser desmanchada, será expedida.

A máquina encontra-se na sala de preparação e embalagem.

4.5.12. Balança etiquetadora

Nesta máquina são pesadas todas as embalagens preparadas na sala de preparação e embalagem e são colocadas etiquetas com o peso e o tipo de produto embalado.

Esta máquina estará colocada na sala de preparação e embalagem.

4.6. Condições de Projecto

4.6.1. Características Psicrométricas Exteriores

Para este projecto considera-se que as condições exteriores de projecto são as seguintes:

- $T_{\text{ext}} = 35^{\circ}\text{C}$
- $\omega = 8,9 \text{ g/kg}$ de ar seco

4.6.2. Características Psicrométricas Interiores

As divisões que são climatizadas apresentam as seguintes condições interiores:

Tabela 2: Condições internas de espaços climatizados

DESIGN.	Condições Interiores
Piso 0	
Resíduos	12°C / 55%
Sala de Desmancha	12°C / 55%
Sala de Corte em Quartos	12°C / 55%
Preparação e Embalagem	12°C / 55%
Expedição	15°C / 55%
Área de Circulação	15°C / 55%
Cave	
Cabeças e Cerebros	12°C / 55%
Carnes Vermelhas	12°C / 55%
Carnes Brancas	12°C / 55%
Zona de Circulação	15°C / 55%

As câmaras de refrigerados terão as seguintes condições interiores:

Tabela 3: Condições internas de espaços refrigerados

DESIGN.	Condições Interiores
Piso 0	
Câmara de Suspeitos	2°C / 80%
Câmara de Rejeitados	2°C / 80%
Tunel de Refrigeração 1	-4°C / 80%
Tunel de Refrigeração 2	-4°C / 80%
Câmara de Maturação	2°C / 80%
Câmara de Frescos	2°C / 80%
Cave	
Câmara Frigorífica 1	2°C / 80%
Câmara Frigorífica 2	2°C / 80%

Finalmente, as câmaras de congelados terão as seguintes condições interiores:

Tabela 4: Condições internas de espaços de congelados

DESIGN.	Condições Interiores
Piso 0	
Tunel de Congelação	-35°C / 90%
Câmara de Congelados	-20°C / 90%

4.6.3. Normas e Regulamentos aplicáveis

Os regulamentos que esta instalação terá de cumprir são os referidos na pág 10 e também toda a regulamentação aplicável:

4.6.4. Balanço Térmico da Instalação

As cargas térmicas que afectam uma instalação frigorífica podem dividir-se em várias categorias:

- Transmissão de calor através da envolvente (paredes, tecto e pavimento);
- Renovação de ar;
- Abertura de portas;
- Cargas térmicas dependentes dos produtos:
 - Temperatura de entrada dos produtos;
 - Calor libertado pelos produtos;
- Cargas térmicas independentes dos produtos:
 - Ventiladores dos evaporadores;
 - Iluminação;
 - Pessoal de estiva;
 - etc.

O método de cálculo para a realização do balanço térmico, de acordo com o que foi dado nas aulas da U.C. de refrigeração [6], foi o seguinte:

Começou por se calcular a transmissão de calor através da envolvente (paredes, tecto e pavimento).

Para esta componente das cargas que actuam sobre as câmaras utilizou-se a seguinte formula:

$$Q = U \times A \times \Delta T$$

Em que:

Q – Carga térmica através da envolvente (W)

U – Coeficiente de transmissão de calor da superfície (W/m².°C)

A – Área da superfície considerada (m²)

ΔT – Diferença de temperatura entre as duas faces da superfície em estudo (°C)

O valor de U é dado por: $U = \frac{1}{R}$

Por sua vez, o valor de R é dado por: $R = \frac{1}{h_i} + \sum \left(\frac{e}{k} \right) + \frac{1}{h_e}$

Em que:

$\frac{1}{h_i}$ - Resistência térmica de convecção na superfície interna (m².°C/W). No caso

deste projecto, utilizou-se o valor de $h_i = 15 \text{ W/m}^2 \cdot \text{°C}$

$\sum \left(\frac{e}{k} \right)$ - Somatório das resistências térmicas de condução das diferentes camadas de materiais que constituem a parede (m².°C/W). O valor de “e” indica a espessura da parede (m) e “k” é a condutividade térmica da superfície em estudo (W/m.°C).

$\frac{1}{h_e}$ - Resistência térmica de convecção na superfície externa (m².°C/W). No caso

deste projecto utilizou-se o valor de $h_e = 30 \text{ W/m}^2 \cdot \text{°C}$

Seguidamente procedeu-se ao cálculo das cargas térmicas devidas à renovação de ar.

Para este cálculo, antes de mais nada, é necessário calcular a taxa de renovação de ar exterior (n). Esta é dependente da movimentação existente (de máquinas, pessoas e produtos) entre o interior e o exterior da câmara, sendo dada pela expressão $n = \frac{70}{\sqrt{V}}$, em que V é o volume da câmara frigorífica (m³).

Com o valor de n , pode calcular-se o caudal volumétrico diário a partir da expressão:

$$V_d = n \times V.$$

A partir de valor do caudal volumétrico diário (m^3/dia) e do volume específico do ar exterior (m^3/kg), obtém-se o caudal mássico de ar exterior que entra na câmara (kg/s), a partir da seguinte fórmula: $m = \frac{V_d}{v} \times 86400$

A partir deste valor e calculando também a diferença de entalpias entre o ar exterior e o interior da câmara, poderá facilmente calcular-se qual a carga térmica devida à renovação de ar, através da seguinte formula: $Q = m \times \Delta h$.

Procedeu-se de seguida ao cálculo da carga térmica devido à abertura de portas.

Antes de mais nada é necessário calcular o tempo de abertura de portas, o qual é feito a partir da seguinte expressão: $t_{ab} = d_t \times \frac{f_d}{24}$

Em que:

t_{ab} - Tempo de abertura em min/h;

d_t - duração media da abertura das portas (em minutos), para permitir a passagem de uma tonelada de produto;

f_d - Fluxo diário de produto (em toneladas).

Considerando que a abertura das portas é manual e que os produtos que entram nas câmaras são carcaças de animais suspensas, tem-se que o valor de $d_t = 15$.

A carga térmica é dada por:

$$Q = 8 + (0,067 \times \Delta T) \times \frac{t_{ab}}{v_{\text{int}}} \times L \times H \times A$$

$$\text{Sendo } A = (h_{\text{ext}} - h_{\text{int}}) \times \sqrt{\left(H \times \left(1 - \frac{v_{\text{int}}}{v_{\text{ext}}}\right)\right)}$$

Tem-se que:

ΔT – Diferença de temperatura entre as duas faces da porta ($^{\circ}\text{C}$)

t_{ab} - Tempo de abertura em min/h;

v_{int} – Volume específico do ar interior (m^3/kg)

v_{ext} – Volume específico do ar exterior (m^3/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 de porta (m)

Após este cálculo, procedeu-se ao cálculo das cargas térmicas independentes do produtos, nomeadamente iluminação, empilhadores e pessoas.

As fórmulas utilizadas foram as seguintes:

- Iluminação: $Q = A \times P \times \frac{t}{24}$

Em que:

Q – Carga térmica devida à iluminação (W);

A – Área da câmara (m²);

P – Densidade de iluminação (W/m²)

t – tempo de funcionamento das lâmpadas (h)

- Pessoas e Empilhadores: $Q = n \times q \times \frac{t}{24}$

Em que:

Q – Carga térmica devida às pessoas/ empilhadores (W);

n – N.º de Pessoas/ Empilhadores na câmara;

q – Calor libertado (W)

t – tempo de permanência na câmara (h)

Finalmente, calculou-se a carga térmica dependente dos produtos, a partir de:

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

Em que:

m – massa de produto introduzido por dia (kg)

C₁ – calor específico acima da temperatura de congelação (J/kg.°C)

C₂ – calor específico abaixo da temperatura de congelação (J/kg.°C)

T₁ – Temperatura inicial do produto a armazenar (°C)

T₂ – Temperatura de congelação (°C)

T₃ – Temperatura final do produto a armazenar no estado congelado (J/kg.°C)

No entanto, o dimensionamento de uma câmara não se deve limitar ao cálculo das cargas térmicas. Deverá também calcular-se alguns parâmetros, nomeadamente:

Potência frigorífica intermédia:

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

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

No caso das câmaras de congelados, considera-se que os compressores deverão funcionar 16 horas, pelo que se tem:

$$P_{\text{int}} = \frac{Q_{\text{int}} \times 24}{16}$$

No caso dos túneis, estes terão um funcionamento de 24 horas.

A potência intermédia diz-nos qual a potência que os evaporadores deverão assegurar para conseguir retirar as cargas térmicas calculadas.

Potência frigorífica previsional:

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

A potência previsional, não é mais, do que a potência intermédia com um acréscimo de 20%, devido à carga térmica introduzida pelas resistências de descongelação e pelos motores dos ventiladores. A esta soma-se um factor de segurança de 10% e, com a potência obtida procede-se à selecção dos evaporadores.

Salas Climatizadas:

Para o balanço térmico das salas climatizadas (as quais estão enumeradas no subcapítulo 4.6.2), recorreu-se ao software de cálculo HAP 4.31. A partir dos resultados obtidos poderá seleccionar-se os equipamentos indicados para que se proceda à climatização dos locais em causa.

4.7. Descrição da instalação frigorífica

A instalação é composta por várias câmaras e túneis, quer de refrigerados, quer de congelados. Seguidamente é descrita, de uma forma sucinta mas completa, a instalação frigorífica e seus componentes.

4.7.1. Câmaras e Túneis

Tabela 5: Características das câmaras e túneis

DESIGN.	Dimensões	ÁREA	P.Dir.	Condições Interiores	Potência Frigorífica
	m	m ²	m	°C / HR	kW
Câmara de Suspeitos	6x8	48,0	5	2°C / 80%	16
Câmara de Rejeitados	6x8	48,0	5	2°C / 80%	16
Tunel de Refrigeração 1	7x24	168,0	5	-4°C / 80%	105
Tunel de Refrigeração 2	7x24	168,0	5	-4°C / 80%	105
Câmara de Maturação	19x27	513,0	5	2°C / 80%	50
Tunel de Congelação	5x20	100,0	5	-35°C / 90%	40
Câmara de Congelados	14x20	280,0	5	-20°C / 90%	30
Câmara de Frescos	19x20	380,0	5	2°C / 80%	65
Câmara Frigorífica 1	10x10	100,0	5	2°C / 80%	75
Câmara Frigorífica 2	10x10	100,0	5	2°C / 80%	75

4.7.2. Isolamento

As câmaras e os túneis da instalação serão isolados na parede e no tecto através de painéis isotérmicos do tipo *sandwich*, com isolamento em poliuretano injectado. Estes são construídos em chapa galvanizada de 0,8mm, lacada no exterior e interior. No caso de câmaras ou túneis de refrigerados, a espessura dos painéis será de 100 mm, enquanto na câmara e no túnel de congelados, a espessura dos painéis será de 150 mm. As juntas dos painéis serão preenchidas com silicone, que evite a penetração de vapor de água pela face quente.

O chão das câmaras será isolado com duas camadas sobrepostas, de juntas desencontradas, de 100mm de aglomerado negro de cortiça (perfazendo 200mm), as quais serão colocadas sobre a placa de betão, onde previamente foi realizada uma barreira de vapor, com “*vapour barrier*” ou semelhante, com 2 a 3kg/m², consoante a câmara/ túnel seja de refrigeração ou congelação, respectivamente, colocada à trincha com duas demão cruzadas.

Também a parede interior da grande maioria da zona de laboração, como se pode ver a partir das plantas, será revestida por painéis *sandwich* com uma espessura de 80 mm, semelhantes aos das câmaras e túneis, para que a parede possa ser lavável e auto portante.

4.7.3. Portas

As portas a instalar nas câmaras e túneis de refrigerados serão do tipo deslizante, com funcionamento manual para as câmaras e funcionamento automático para os túneis, de duas folhas isoladas a poliuretano rígido. Todas elas deverão ter 100 mm de espessura, com 2500 mm de largura por 3500 mm de altura, forradas a chapa galvanizada.

No caso da câmara e do túnel de congelados, as portas serão semelhantes às anteriores, variando apenas a sua espessura. Neste caso as portas deverão ter 150 mm de espessura. O aro destas últimas será aquecido por resistências eléctricas alimentadas por um circuito a 24 V.

4.7.4. Termógrafos

Todas as câmaras e túneis estarão equipados com termógrafos, de forma a que seja possível proceder a uma leitura diária de variação da temperatura interior dos referidos espaços.

4.7.5. Evaporadores

Em todas as câmaras que funcionem com regime de refrigerados, os evaporadores serão semelhantes, tendo as alhetas espaçamento de 4,2 mm. Os moto ventiladores terão protecção térmica e circulação forçada aspirante da bateria.

Os evaporadores a colocar na câmara de congelados serão semelhantes aos anteriores, variando apenas no espaçamento das alhetas, o qual será de 7 mm.

No caso dos túneis de refrigeração, os evaporadores serão do tipo cúbico e terão uma separação das alhetas igual a 7 mm.

No túnel de congelação, o evaporador será colocado sobre um tecto falso e terá uma separação das alhetas igual a 12 mm. Para permitir o acesso ao evaporador, visto este ter uma largura semelhante à do túnel, deverá existir uma portinhola de acesso na parede lateral do túnel, no lado da sala de corte em quartos.

Os evaporadores dos três túneis e das câmaras terão tubos de cobre, alhetas de alumínio e a sua descongelação é feita por resistências eléctricas.

Em todos os evaporadores, os termóstatos estarão colocados no lado da aspiração.

Quando as portas são abertas, os ventiladores param de funcionar.

4.7.6. Compressores

A instalação frigorífica será composta por um total de 13 compressores (4 deles do tipo parafuso e os restantes 9 de pistão), todos eles semi – herméticos.

Os compressores 1 e 2, do tipo parafuso, estão associados aos túneis de refrigeração, operando com R404A, funcionando no regime $-12^{\circ}\text{C}/ +40^{\circ}\text{C}$. Cada um destes compressores terá uma capacidade frigorífica de 121,8 kW. Estes compressores requerem, cada um deles, uma capacidade do condensador de 178,2 kW.

Os compressores 3 e 4, de pistão, estarão associados à câmara de maturação, operando com R134a e funcionando no regime $-5^{\circ}\text{C}/ +40^{\circ}\text{C}$. Cada um destes compressores terá uma capacidade frigorífica de 33,5 kW. Cada compressor requer uma capacidade do condensador de 44,5 kW.

Os compressores 5 e 6, do tipo parafuso, funcionam no regime $-40^{\circ}\text{C}/ 40^{\circ}\text{C}$, com o fluido R404A e estarão associados ao túnel de congelados. Estes dois compressores estarão montados em paralelo, funcionando um deles como redundância do outro. De forma a evitar que apenas um funcione, estando o outro desligado a grande maioria do tempo, estes deverão ser utilizados de uma forma alternada. Os compressores apresentam uma capacidade frigorífica unitária de 56,7 kW. Cada compressor requer uma capacidade do condensador de 106 kW.

Os compressores 7 e 8, de pistão, operam com R404A, estando associados à câmara de congelados e a funcionar no regime $-25^{\circ}\text{C}/ +40^{\circ}\text{C}$. À semelhança do que acontece com os compressores 5 e 6, também estes estarão ligados em paralelo, devendo também funcionar de forma alternada. Estes compressores apresentam uma capacidade frigorífica unitária de 36 kW. Os compressores requerem, cada um deles, uma capacidade do condensador de 56,7 kW.

Os compressores 9, 10, 11, 12 e 13, de pistão, estarão associados, respectivamente, à câmara de suspeitos, câmara de rejeitados, câmara de frescos, câmara frigorífica 1 e câmara frigorífica 2. Todos eles funcionarão no regime $-5^{\circ}\text{C}/ +40^{\circ}\text{C}$, com o fluido R134a.

Estes apresentam uma capacidade frigorífica e uma capacidade requerida ao condensador iguais a:

Tabela 6: Características dos compressores (9 a 13)

	Local	Cap. Frig. kW	Cap. Condensador kW
Compressor 9	Câmara de Suspeitos	16,67	22,1
Compressor 10	Câmara de Rejeitados	16,67	22,1
Compressor 11	Câmara de Frescos	71,7	96,1
Compressor 12	Câmara Frigorífica 1	84,7	113,4
Compressor 13	Câmara Frigorífica 2	84,7	113,4

4.7.7. Válvulas

Todas as válvulas a utilizar serão do tipo de soldar, de calibre semelhante à tubagem em que estão montadas.

Todas as válvulas eléctricas deverão possuir filtro de malha de aço inoxidável de secção fina.

A instalação terá um total de 121 válvulas, das quais 36 delas serão válvulas de corte, 13 válvulas anti-retorno, 23 válvulas selenoides e 23 válvulas de expansão termostática.

No que respeita a pressostatos, existirão 13 de baixa pressão e 13 de alta pressão, que se encontram nas linhas de aspiração e de descarga, respectivamente.

Finalmente, haverá 6 purgadores de ar (um por circuito).

4.7.8. Condensadores

A instalação terá na sua constituição sete condensadores. Desses sete, seis deles serão condensadores a água e um condensador a ar. Os condensadores a água estarão associados ao arrefecimento dos diferentes fluido frigoríficos da instalação (R404A e R134a) e o condensador a ar servirá para arrefecer o óleo dos compressores de parafuso.

No que diz respeito aos condensadores a água, estes estarão ligados da seguinte forma:

- Ao condensador n.º 1 estarão ligados os compressores 5 e 6 (que funcionam a R404A);
- Os compressores 7 e 8, também a funcionar com R404A, estarão ligados ao condensador n.º 2;
- Ligados ao condensador n.º 3 estarão os compressores 1 e 2, que funcionam com R404A;

- Ao condensador n.º 4 estão ligados os compressores 3, 4 e 11 (os quais operam com R134a);
- Ligados ao condensador n.º 5 estão os compressores 9 e 10, que funcionam a R134a;
- Finalmente, ligados ao condensador n.º 6 estão ligados os compressores 12 e 13 (também eles a operar com R134a).

Apresenta-se de seguida um quadro resumo:

Tabela 7: Características dos condensadores

	Referentes a:	Capacidade Condensador kW	Temp. De Condensação °C
Condensador 1	Tunel de Congelação	106	40
Condensador 2	Câmara de Congelados	56,7	40
Condensador 3	Tuneis de Refrigeração	360	40
Condensador 4	Câmara de Maturação e de Frescos	185,1	40
Condensador 5	Câmaras de suspeitos e refrigerados	44,2	40
Condensador 6	Câmara Frigorífica 1 e 2	227	40

No que diz respeito ao condensador a ar, este servirá para arrefecer o óleo dos compressores 5 e 6, devendo ter uma capacidade de 18,5 kW.

4.7.9. Torres de arrefecimento

Para que se proceda ao arrefecimento da água que circula nos condensadores, existirão duas torres de arrefecimento. Uma delas será responsável apenas pelo arrefecimento da água do circuito dos túneis de refrigeração e a outra será responsável pelo arrefecimento da água dos restantes circuitos.

Haverá uma ligação entre as duas torres, permitindo que, no caso de uma falhar, a outra possa servir de elemento de socorro.

Estas estarão localizadas na cobertura do edifício, em zona que permita minimizar a distância percorrida pela tubagem de água, apresentando as seguintes características:

Tabela 8: Características das torres de arrefecimento

		Referentes a:	Caudal l/s	delta T °C	T in °C	Tout °C
Torre n.º 1		Condensador 3	8,9	10	35	25
Torre n.º 2		Condensador 1	16,2	10	35	25
		Condensador 2				
		Condensador 4				
		Condensador 5				
		Condensador 6				

4.7.10. Tubagem

No que respeita à tubagem da instalação frigorífica, esta 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.

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

- Potência do evaporador, ou evaporadores (consoante o troço em estudo);
- Regime de funcionamento (o qual irá variar consoante o circuito em estudo);
- Velocidade de escoamento, a qual varia consoante a linha que se está a calcular.

As gamas de velocidades para cada linha são as seguintes:

Tabela 9: Gamas de velocidades para tubagens de fluido frigorígeno

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:U.C. Refrigeração

Uma vez que se utilizam os valores intermédios, teremos:

Tabela 10: Velocidades escolhidas para tubagens de fluido frigorígeno

Linha	Velocidade
Aspiração	11 m/s
Descarga	7 m/s
Líquido	0,75 m/s
Dreno	0,75 m/s

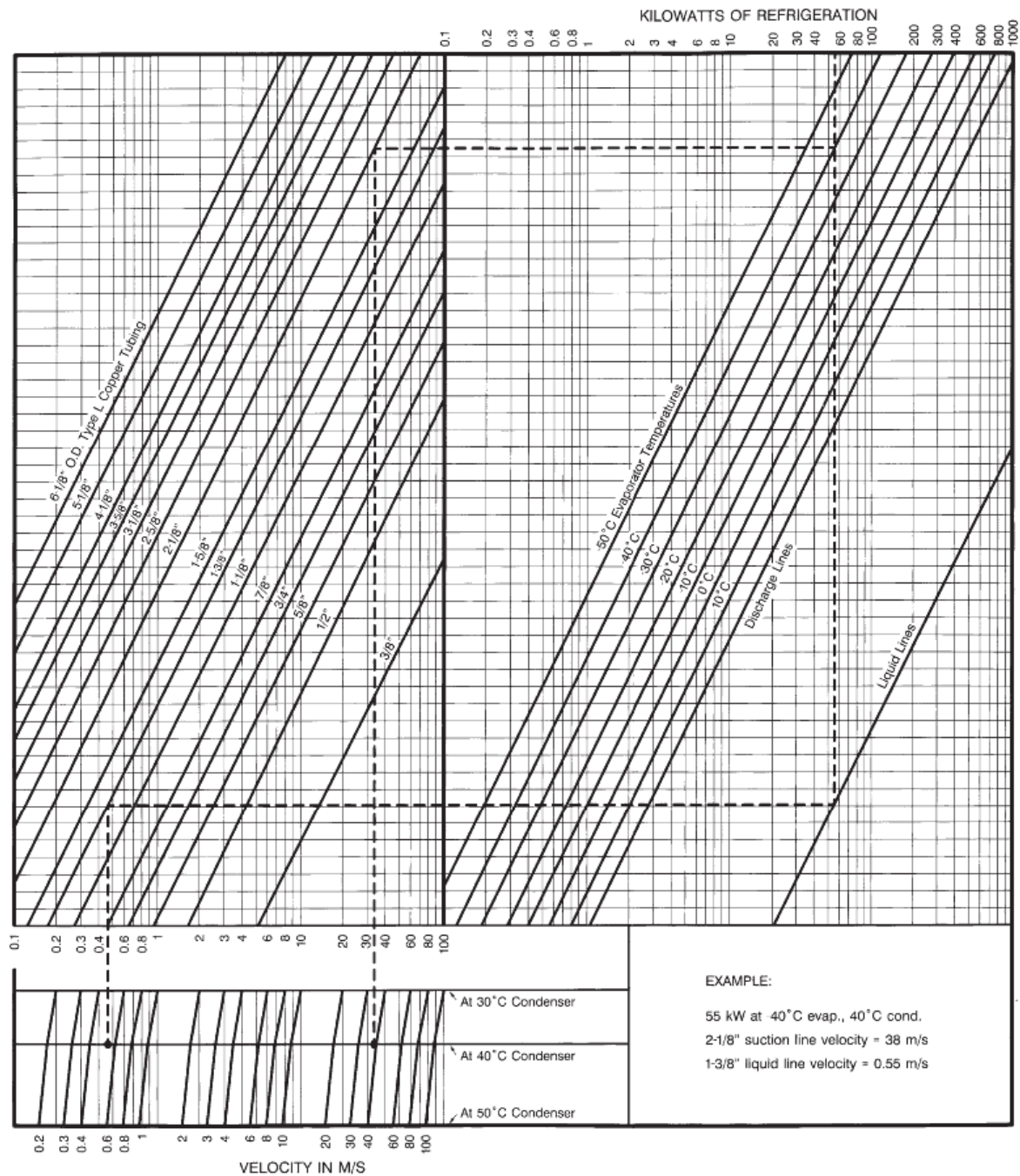
Calculam-se também as perdas de carga em cada troço. Para tal serão utilizados os seguintes parâmetros:

- Potência do evaporador, ou evaporadores (consoante o troço em estudo);
- Regime de funcionamento (o qual irá variar consoante o circuito em estudo);
- 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:

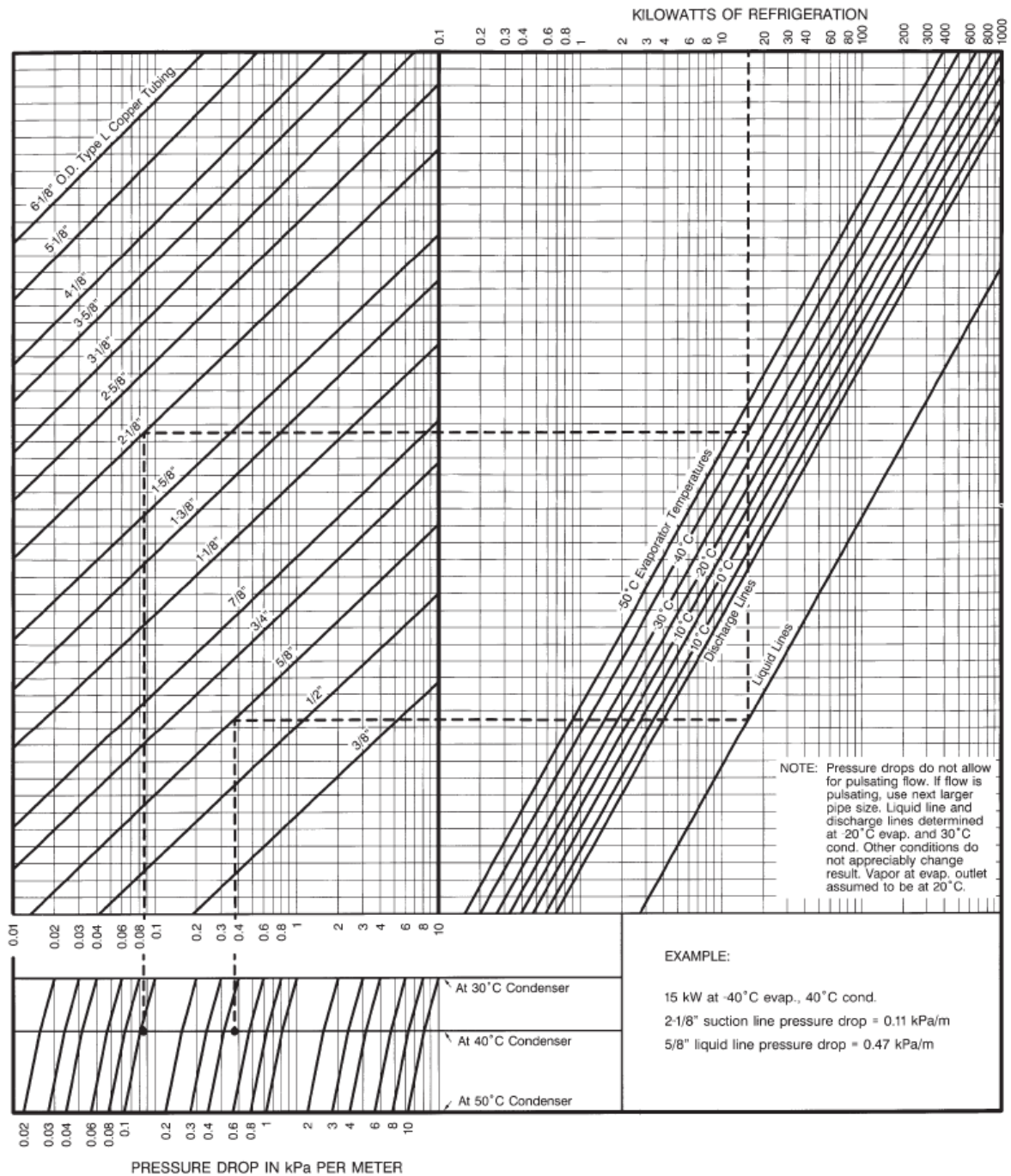
- “Dupont Suva Refrigerant – Velocity In Lines (20°C Evaporator Outlet)”;
- “Dupont Suva Refrigerant – Pressure Drop In Lines (20°C Evaporator Outlet)”;

De seguida apresenta-se um exemplo de como se calcula o diâmetro de uma tubagem e de que forma se calcula a perda de carga numa tubagem.



Fonte: Suva Refrigerants

Figura 2: Ábaco de cálculo de diâmetro de tubagens de fluido frigorígeno



Fonte: Suva Refrigerants

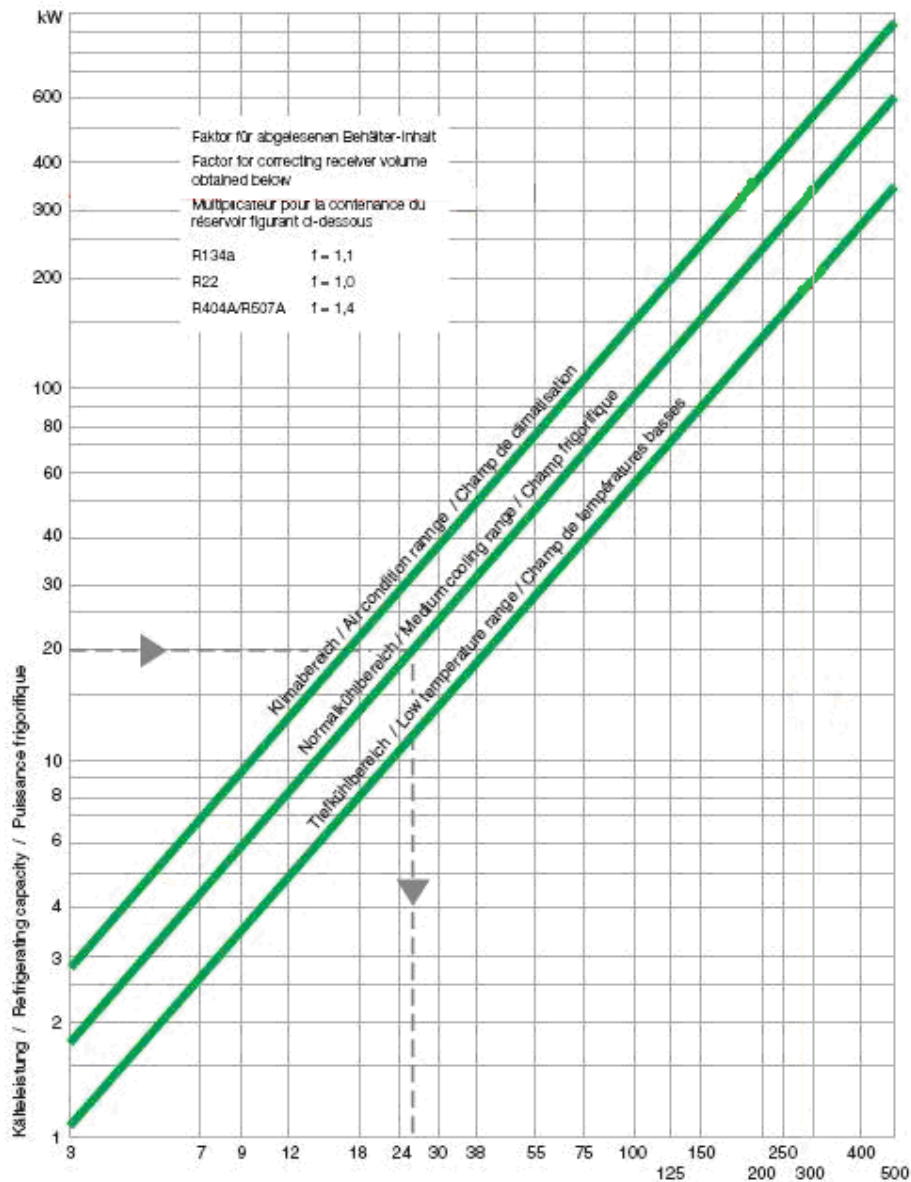
Figura 3: Ábaco de cálculo da perda de carga de tubagens de fluido frigorígeno

Em anexo (anexo II) poderão ser consultados quadros resumo relativos às tubagens, onde se encontram informações sobre as suas dimensões, diâmetros, velocidade e perdas de carga. em certos casos as tubagens obtidas a partir da velocidade eram de um determinado valor, mas a perda de carga era superior à admissível (as quais se encontram no anexo III), pelo que era necessário escolher o tamanho seguinte.

4.7.11. Depósito de líquido

Serão montados 6 depósitos de líquido nos seis circuitos existentes na instalação. Todos eles estarão equipados com válvulas de segurança e também com um sistema automático de purga de ar.

Seguidamente mostra-se a forma de calcular um depósito de líquido.



Fonte:Bitzer

Figura 4: Ábaco para dimensionamento do depósito de líquido

O exemplo anterior mostra que, para uma capacidade frigorífica de 20 kW teríamos um depósito com capacidade para 25 dm³. Consoante o fluido refrigerante utilizado há um factor a multiplicar. Se por exemplo estivéssemos na presença de R134a teríamos:

$$25 \times 1,1 = 27,5 \text{ dm}^3$$

Os depósitos a utilizar terão de ter a seguinte capacidade:

Tabela 11: Características dos depósitos

	Referentes a:	Pot. Total kW	Volume dm ³
Depósito 1	Condensador 1	106	224
Depósito 2	Condensador 2	56,7	140
Depósito 3	Condensador 3	360	420
Depósito 4	Condensador 4	185,1	176
Depósito 5	Condensador 5	44,2	60,5
Depósito 6	Condensador 6	227	204

4.7.12. Filtros

A instalação terá, no total, 10 filtros. Os circuitos respeitantes ao túnel de congelação e à câmara de congelados terão um filtro cada. Os restantes circuitos terão dois filtros cada. Os filtros deverão ter uma válvula de corte a montante e outra a jusante, de forma a permitir a sua substituição, e um by-pass para evitar a paragem da instalação frigorífica.

4.7.13. Visor de líquido

A instalação deverá ter na sua constituição um total de seis visores de líquido, ou seja, um por cada circuito existente. Este é um elemento importante, porque permite controlar o estado e a quantidade do fluido frigorígeno existente na instalação.

4.7.14. Sistemas de protecção da instalação frigorífica

A instalação terá os seguintes elementos de protecção:

- Pressostatos de alta pressão;
- Pressostatos de baixa pressão;
- Pressostato diferencial de óleo;
- Separador de óleo, com válvula selenoide e termostato de temperatura do óleo de retorno;
- Manómetros de aspiração, descarga e pressão de óleo;
- Válvula de retenção na descarga e válvula de passagem na sucção e descarga.

4.7.15. Resumo do funcionamento da instalação

Considerando que a instalação é constituída por 6 circuitos, não se irá fazer a descrição de cada um deles, mas sim de um circuito genérico de compressão a vapor, uma vez que o funcionamento de todos esses circuitos será semelhante. Ao longo da explicação serão feitas chamadas de atenção sempre que se considerar pertinente.

O ciclo de funcionamento de um sistema de refrigeração por compressão de vapor é constituído pelos seguintes processos:

- **Compressão:** No compressor, o fluido frigorigénio é comprimido até à pressão de condensação. Ao ser comprimido, o fluido frigorigénio sofre, para além de um evidente aumento de pressão, um aumento de temperatura. Assim, sairá do compressor no estado de vapor sobreaquecido, entrando de seguida no condensador.

- **Condensação:** Ao sair do compressor, no estado de vapor sobreaquecido, o fluido frigorigénio entra no condensador. A temperatura do refrigerante, no estado gasoso, é superior à do meio de arrefecimento (no caso da presente instalação é a água), absorvendo este calor sensível e latente, dando origem à condensação do refrigerante, que entra a pressão elevada e em estado líquido no depósito.

- **Expansão:** Entre o depósito e o evaporador, na linha de líquido, haverá uma válvula de expansão. Esta tem como função regular a passagem de refrigerante líquido para o evaporador.

- **Evaporação:** O calor que entra (por radiação, condução e convecção) na câmara a refrigerar “dirige-se” para as paredes do evaporador. Ao atingir o evaporador, esse calor irá provocar a evaporação do fluido refrigerante. Ao evaporar, o fluido irá retirar calor ao espaço a refrigerar, contribuindo assim para a diminuição da temperatura deste. Para que a vaporização seja contínua, o fluido vaporizado deve ser novamente condensado a alta pressão. Isto consegue-se aspirando continuamente o vapor formado por meio de um compressor, de modo a que o ciclo se repita.

Far-se-ão agora algumas considerações consideradas pertinentes, para que melhor se entenda o funcionamento da instalação.

No caso dos circuitos do condensador 1 e 2, existem dois compressores montados em paralelo. No entanto, apenas um deles irá funcionar de cada vez. Por essa razão existem válvulas de corte nos troços de aspiração de cada um dos compressores, as quais devem ser controladas, de forma a garantir que uma só abre quando a outra se encontra fechada.

No circuito do condensador 3, referente aos túneis de refrigeração, pode ver-se que os evaporadores de cada túnel estão ligados apenas a um compressor. Assim, mesmo que o compressor de um dos túneis avarie, consegue garantir-se o funcionamento com máxima capacidade do outro túnel, garantindo-se assim que há sempre um túnel em condições integrais de funcionamento.

No circuito do condensador n.º 4, pode ver-se que no caso da câmara de maturação, os evaporadores estão ligados de uma forma alternada aos compressores. Com a existência de dois compressores há sempre a garantia que a câmara de maturação tem alguma capacidade de refrigeração e, ao mesmo tempo, estando os evaporadores ligados de forma alternada, no caso de um dos compressores avariar, haverá uma distribuição de ar por toda a câmara e não apenas numa zona.

Não havendo nada de relevante a apontar ao circuito do condensador 5, passa-se ao circuito do condensador 6. Neste, os evaporadores de cada câmara são ligados a compressores separados. Optou-se por esta solução pelas mesmas razões que no caso do circuito dos túneis de refrigeração.

Falando agora no depósito, vê-se que neste há uma tubagem de retorno (assinalada com a letra A, na figura seguinte), que terá como função garantir que um determinado nível de pressão não será excedido. Esse tubo será então uma segurança.

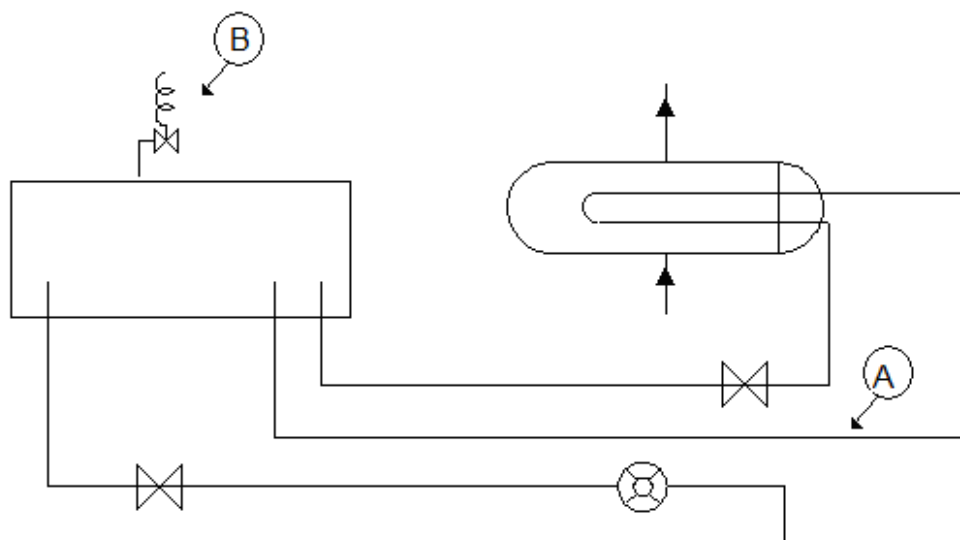


Figura 5: Detalhe do condensador e do depósito de líquido

O depósito é um recipiente, de forma vertical ou horizontal, destinado a recolher o líquido frigorígeno condensado pelo condensador.

O depósito de líquido, além de evitar a entrada de vapor na válvula de expansão, permite manter o condensador seco para qualquer carga térmica e recolher o fluido frigorígeno no caso de reparação da instalação.

No depósito existe também um purgador de ar (assinalado com a letra *B*). Este terá como função purgar o ar existente na instalação, pois uma existência deste na instalação, poderá provocar um aumento indesejado da pressão de descarga.

À entrada e à saída do depósito há uma válvula de corte, que tem como função permitir isolar o depósito, para se poder, caso seja necessário, retirar todo o líquido do seu interior.

A linha que vai desde o depósito até cada um dos evaporadores é a linha de líquido. Esta linha tem como função fornecer um fluxo de refrigerante, sob a forma de líquido subarrefecido, do depósito para a válvula de expansão termostática, a uma pressão suficientemente elevada para permitir que esta opere eficientemente. Ainda na linha de líquido, após a válvula de corte, existe um visor de líquido, que permite verificar se a carga na instalação está completa. Se a instalação tiver pouco fluido refrigerante, aparecem bolhas de vapor, que são facilmente detectáveis. Cada um dos circuitos terá um visor de líquido. Nesta mesma linha existem também filtros. À entrada de cada evaporador existe uma válvula selenoide e, posteriormente, uma válvula de expansão termostática. A função da válvula de expansão já foi atrás explicada. A válvula selenoide tem como função interromper ou libertar a passagem de líquido para o evaporador, de acordo com a informação que recebe de um termóstato instalado no interior da câmara frigorífica. Após passar a válvula de expansão termostática, o fluido entra no evaporador. Neste ponto acaba a linha de líquido.

Entre cada evaporador e o respectivo compressor, está a linha de aspiração. A linha de aspiração deve sempre ser disposta de modo a eliminar a possibilidade de fluido frigorígeno no estado líquido (ou grandes porções de óleo) entrar no compressor durante o ciclo de funcionamento ou desligado, ou durante o seu arranque. À entrada do compressor existe um pressóstato de baixa pressão. Os pressóstatos são interruptores eléctricos comandados pela pressão. Sendo este de baixa pressão, significa que desliga a instalação quando a pressão de aspiração se torna menor que um determinado valor.

Ao chegar ao compressor, termina a linha de aspiração, iniciando-se a linha de descarga, à saída do compressor. Esta prolonga-se até ao condensador. A dimensão da linha de descarga é semelhante à da linha de aspiração. Uma vez que qualquer queda de

pressão do frigorigénio na tubagem de descarga tende a aumentar a pressão de descarga do compressor e reduzir a capacidade e eficiência do sistema, a tubagem de descarga deve ser dimensionada para que se tenha a menor queda de pressão possível. Toda a tubagem de descarga horizontal deverá ter uma inclinação descendente na direcção do fluxo de fluido frigorigénio, de modo a que o óleo bombeado pelo compressor na linha de descarga escorra em direcção ao condensador e não de volta para a cabeça do compressor. Nesta linha, logo à saída do compressor, haverá um pressóstato de alta pressão. Ao contrário do anterior, este desliga a instalação quando a pressão de descarga se torna superior a um determinado valor. Posteriormente, há uma válvula anti-retorno, para evitar que o fluido frigorigénio retorne ao compressor.

No condensador termina a linha de descarga, iniciando-se a linha de dreno (entre o condensador e o depósito). Esta tem como função transportar o fluido frigorigénio já condensado para o depósito de líquido.

Há que chamar à atenção para o facto de os condensadores serem a água, pelo que há a necessidade de se instalar duas torres de arrefecimento, para que a água que circula nos condensadores possa ser arrefecida. Nesta instalação, o condensador n.º 3 (relativo aos túneis de refrigeração) estará ligado à torre de arrefecimento n.º 1 e os restantes condensadores estarão ligados a uma única torre de arrefecimento (torre de arrefecimento n.º 2).

O controlo da pressão de condensação é feito por uma válvula reguladora de caudal, por cada condensador. Esta válvula permite uma pressão de alta mínima, capaz de assegurar uma laminagem correcta na válvula de expansão termostática.

4.8. Descrição da instalação de climatização

4.8.1. Salas climatizadas

Tabela 12: Características das zonas climatizadas

DESIGN.	Dimensões	ÁREA	P.Dir.	Condições Interiores	Pot. Total
	m	m ²	m	°C / HR	W
Resíduos	6x5	30,0	5	12°C / 55%	1500
Sala de Desmancha	13x20	260,0	5,0	12°C / 55%	32900
Sala de Corte em Quartos	6x20	121,0	5,0	12°C / 55%	6500
Preparação e Embalagem	13x8	104,0	5,0	12°C / 55%	12600
Expedição	37,5x9	337,0	5,0	15°C / 55%	22500
Área de Circulação		584,0	5,0	15°C / 55%	28500
Cabeças e Cerebros	6x7	42,0	5,0	12°C / 55%	3500
Carnes Vermelhas	10,5x10	105,0	5,0	12°C / 55%	3800
Carnes Brancas	10,5x10	105,0	5,0	12°C / 55%	3800
Zona de Circulação		284,0	5,0	15°C / 55%	3200

4.8.2. Fonte térmica

No funcionamento da instalação de climatização desta unidade industrial será utilizado um chiller. Este trabalha com água glicolada, com uma gama de temperaturas de saída e de retorno, respectivamente, de -2/3 °C, necessitando de ter uma potência aproximada de 120 kW (de acordo com o software de cálculo HAP 4.31).

O chiller estará localizado na cobertura do edifício.

4.8.3. Evaporadores

Os evaporadores utilizados serão evaporadores de tecto de duplo fluxo.

As suas principais características serão as seguintes:

- Tubos de cobre;
- Alhetas de alumínio, com uma separação de 4,2 mm;
- Moto ventiladores com protecção térmica;

A água glicolada entra no evaporador a -2°C, sofrendo um aumento de 5°C. Foi escolhida esta gama de temperaturas para se ter um DT1 (diferença da temperatura de evaporação e a temperatura do ar em contacto com as alhetas) de 16°C, o que irá fazer com que a humidade relativa de 55%, tal como é requerido.

4.8.4. Tubagem de água

A tubagem de água é dimensionada, com recurso ao diagrama da ASHRAE para dimensionamento de tubagens. No seu dimensionamento foram tidos em conta os seguintes aspectos:

- Velocidade máxima para tubagens interiores: 1m/s;
- Garantir que as perdas de carga unitárias não seriam muito elevadas (inferiores a 400 Pa/m).

Em anexo (anexo III) apresentam-se as tabelas com as tubagens obtidas.

4.8.5. Sistemas de protecção e do funcionamento da instalação

A instalação terá os seguintes elementos, que serão essenciais ao seu correcto funcionamento, mas também à sua protecção:

- Válvulas de corte;
- Válvulas reguladoras de caudal
- Manómetros de pressão;
- Filtros “Y”;
- Juntas anti – vibração;
- Bomba de caudal fixo.

4.8.6. Resumo do funcionamento da instalação

O sistema de climatização da instalação industrial terá como principais componentes um chiller e os evaporadores colocados nos diferentes locais a climatizar.

A água fria é produzida no chiller (que funciona numa gama de -2/ 3°C) e encaminhada para os vários evaporadores existentes na instalação.

A gama de funcionamento é esta para garantir um DT1 de 16°C, o que permite manter os locais a climatizar com humidades relativas de 55%.

4.9. Instalação eléctrica

A instalação eléctrica da unidade cumprirá toda a regulamentação aplicável.

O quadro eléctrico, que será do tipo armário, terá por finalidade o comando, a protecção e o controlo de todos os aparelhos eléctricos da instalação.

Este conterà um esquema simplificado da instalação, onde estará indicado o estado do funcionamento dos diversos constituintes da instalação (válvulas, compressores, evaporadores, etc.).

O comando e controlo da instalação serão feitos por meio de um autómato programável, próprio para instalações industriais, protegido contra interferências de campos eléctricos criados por perturbações no sistema de energia.

A potência eléctrica instalada será de 810 kVA e a potência contratada ao fornecedor será de 630 kVA. A alimentação eléctrica desta unidade será garantida por um posto de transformação MT/BT existente no local.

A partir de uma comparação feita com um caso real (Gelalentejo – Frio Industrial, Lda), fez-se uma previsão de qual será a factura média mensal de electricidade, num mês em que o matadouro esteja a funcionar à sua máxima capacidade. Seguidamente, faz-se uma simulação de qual será uma factura média mensal para um mês de inverno.

Ao resultado obtido considerando apenas a instalação frigorífica, somou-se, em ambos os casos, 15% do valor, para que também fossem contabilizados outros equipamentos inerentes ao funcionamento do matadouro. Assim, obtiveram-se os seguintes resultados:

Tabela 13: Simulação de consumo e factura de electricidade num mes de Verão

Mês de Verão	Matadouro - 7625 m3 refrigerados e 1900m3 congelados			
	Preço unitário (€)	Quantidade (kWh/kvar/kVA)	Factor/ dias	Valorização (€)
Termo tarifário fixo	1,4054	1	31	43,57
Energia activa super vazio	0,0485	41225,886	1	1999,46
Energia activa vazio normal	0,0521	68709,81	1	3579,78
Energia activa ponta	0,1072	11451,635	1	1227,62
Energia activa cheias	0,0814	107645,369	1	8762,33
Potência Contratada	0,0397	630	31	775,34
Potência horas de ponta	0,2431	240	31	1808,66
En. Reactiva fornecida vazio	0,0134	8192,2	1	109,78
En. Reactiva cons fora vazio	0,0178	0	1	0,00
Total sem IVA (€)				21052,51
Total com IVA (€)				22105,14

Tabela 14: Simulação de consumo e factura de electricidade num mes de Inverno

Mês de Inverno	Matadouro - 7625 m3 refrigerados e 1900m3 congelados				
	Preço unitário (€)	Quantidade (kWh/kvar/kVA)	Factor/ dias	Valorização (€)	
Termo tarifário fixo	1,4054	1	31	43,57	
Energia activa super vazio	0,0485	32814,846	1	1591,52	
Energia activa vazio normal	0,0521	54691,416	1	2849,42	
Energia activa ponta	0,1072	18230,472	1	1954,31	
Energia activa cheias	0,0814	67452,7464	1	5490,65	
Subtotal					
Potência Contratada	0,0397	630	31	775,34	
Potência horas de ponta	0,2431	240	31	1808,66	
En. Reactiva fornecida vazio	0,0134	6200,2	1	83,08	
En. Reactiva cons fora vazio	0,0178	0	1	0,00	
				Total sem IVA (€)	16786,04
				Total com IVA (€)	17625,34

A diferença de preços explica-se pelo facto de, num mês de inverno, os compressores das câmaras não necessitem de funcionar tantas horas, o que irá provocar uma diminuição do consumo de electricidade e, conseqüentemente, da factura mensal.

4.10. Equipamentos de referência

Na realização do projecto da instalação frigorífica, utilizaram-se como referência os equipamentos abaixo mencionados. Deverão ser utilizados estes ou equivalentes.

– Evaporadores

Tabela 15: Evaporadores utilizados como referência

Localização	Marca	Nº de Evaporadores	Modelo	Capacidade Nominal kW	DTmf °C
Tunel de Refrigeração 1	Centauro	3	DDC/E - 8234	46,13	8,71
Tunel de Refrigeração 2	Centauro	3	DDC/E - 8234	46,13	8,71
Câmara de Maturação	Centauro	4	MT/E - 461	13,97	7,58
Câmara de Suspeitos	Centauro	1	MT/E - 4084	16,35	7,79
Câmara de Rejeitados	Centauro	1	MT/E - 4084	16,35	7,79
Tunel de Congelação	Centauro	3	BSUS/E - 4702 XL	106,55	5,13
Câmara de Congelados	Centauro	3	DDC/E - 8094	19,7	5,32
Câmara de Frescos	Centauro	3	MT/E - 4125	24,76	7,44
Câmara Frigorífica 1	Centauro	2	MT/E - 4192	42,22	7,51
Câmara Frigorífica 2	Centauro	2	MT/E - 4192	42,22	7,51

– Compressores

Tabela 16: Compressores utilizados como referência

N.º do compressor	Local a que esta associado	Marca	Modelo	Fluido Frig.	Cap. Frig. kW
Compressor 1	Tunel Refrigeração 1 e 2	Bitzer	HSK7461 - 80 - 40P	R404A	121,8
Compressor 2	Tunel Refrigeração 1 e 2	Bitzer	HSK7461 - 80 - 40P	R404A	121,8
Compressor 3	Câmara de Maturação	Bitzer	4G - 20.2Y - 40P	R134a	33,5
Compressor 4	Câmara de Maturação	Bitzer	4G - 20.2Y - 40P	R134a	33,5
Compressor 5	Tunel de Congelados	Bitzer	HSN8571 - 125 - 40P	R404A	56,7
Compressor 6	Tunel de Congelados	Bitzer	HSN8571 - 125 - 40P	R404A	56,7
Compressor 7	Câmara de Congelados	Bitzer	6G - 30.2Y - 40P	R404A	36
Compressor 8	Câmara de Congelados	Bitzer	6G - 30.2Y - 40P	R404A	36
Compressor 9	Câmara de Suspeitos	Bitzer	4TCS - 8.2Y - 40P	R134a	16,67
Compressor 10	Câmara de Rejeitados	Bitzer	4TCS - 8.2Y - 40P	R134a	16,67
Compressor 11	Câmara de Frescos	Bitzer	8GC - 50.2Y - 40P	R134a	71,7
Compressor 12	Câmara Frigorífica 1	Bitzer	8FC - 60.2Y - 40P	R134a	84,7
Compressor 13	Câmara Frigorífica 2	Bitzer	8FC - 60.2Y - 40P	R134a	84,7

– Condensadores

Tabela 17: Condensadores utilizados como referência

N.º do Condensador	Referentes a:	Marca	Modelo	N.º de Passos	Cap. Máx. Permitida kW	Temp. De Condensação °C
Condensador 1	Tunel de Congelação	Bitzer	K573H	2	124,8	40
Condensador 2	Câmara de Congelados	Bitzer	K373H	2	77,7	40
Condensador 3	Tuneis de Refrigeração	Bitzer	K1973T	2	377	40
Condensador 4	Câmara de Maturação e de Frescos	Bitzer	K1053H	2	205	40
Condensador 5	Câmaras de suspeitos e refrigerados	Bitzer	K283H	2	51,1	40
Condensador 6	Câmara Frigorífica 1 e 2	Bitzer	K1353T	2	262	40
Condensador 7	Óleo dos compressores parafuso	Apema	AKG 5		21	45

- Torres de arrefecimento

Tabela 18: Torres de arrefecimento utilizadas como referência

	Marca	Modelo	Caudal l/s	delta T °C	T in °C	Tout °C	T bh °C
Torre n.º 1	Evapco	AT/UAT 14-76	9,5	10	35	25	20
Torre n.º 2	Evapco	AT/UAT 14-712	19,4	10	35	25	20

- Depósitos de líquido

Tabela 19: Depósitos de líquido utilizados como referência

	Referentes a:	Marca	Modelo	Volume dm3	Máxima carga de refrigerante kg	Peso kg	Diam. Entrada polegadas	Diam. De saída polegadas
Depósito 1	Condensador 1	Bitzer	FS2202	228	219,2	178	3-1/8"	2-1/8"
Depósito 2	Condensador 2	Bitzer	FS1602	160	153,8	133	2-1/8"	1-5/8"
Depósito 3	Condensador 3	Bitzer	FS4752	473	454,7	330	DN100	3-1/8"
Depósito 4	Condensador 4	Bitzer	FS2202	228	251,6	178	3-1/8"	2-1/8"
Depósito 5	Condensador 5	Bitzer	FS732	73	80,5	68	1-3/8"	1-1/8"
Depósito 6	Condensador 6	Bitzer	FS2202	228	251,6	178	3-1/8"	2-1/8"

- Visores de líquido

Tabela 20: Visores de líquido utilizados como referência

	Referentes a:	Marca	Modelo	Ligação pol.
Visor de líquido 1	Condensador 1	Emerson Climate Technologies	HMI1 - 1TT9	1-1/8"
Visor de líquido 2	Condensador 2	Emerson Climate Technologies	HMI1 - 1TT9	1-1/8"
Visor de líquido 3	Condensador 3	Emerson Climate Technologies	HMI1 - 1TT9	1-1/8"
Visor de líquido 4	Condensador 4	Emerson Climate Technologies	HMI1 - 1TT9	1-1/8"
Visor de líquido 5	Condensador 5	Emerson Climate Technologies	HMI1 - 1TT7	7/8"
Visor de líquido 6	Condensador 6	Emerson Climate Technologies	HMI1 - 1TT9	1-1/8"

- Filtros

Tabela 21: Filtros utilizados como referência

	Referentes a:	Marca	Modelo	Ligação pol.
Filtro 1	Condensador 1	Danfoss	DCR 023Z9254	1-3/8"
Filtro 2	Condensador 2	Danfoss	DCR 023Z9253	1-1/8"
Filtro 3	Condensador 3	Danfoss	DCR 023Z9257	2-1/8"
Filtro 4	Condensador 3	Danfoss	DCR 023Z9257	2-1/8"
Filtro 5	Condensador 4	Danfoss	DCR 023Z9254	1-3/8"
Filtro 6	Condensador 4	Danfoss	DCR 023Z9254	1-3/8"
Filtro 7	Condensador 5	Danfoss	DML 023Z0070	3/4"
Filtro 8	Condensador 5	Danfoss	DML 023Z0070	3/4"
Filtro 9	Condensador 6	Danfoss	DCR 023Z9254	1-3/8"
Filtro 10	Condensador 6	Danfoss	DCR 023Z9254	1-3/8"

– Válvulas

Tabela 22: Válvulas utilizadas como referência (circuito do condensador 1)

Circuito do condensador 1				
	Referentes ao troço	Marca	Modelo	Ligação (pol.)
Válvula de corte 1	2	Danfoss	SVA-ST100 148B3122	3-5/8"
Válvula de corte 2	4	Danfoss	SVA-ST100 148B3122	3-5/8"
Válvula de corte 3	7	Danfoss	SVA-ST32 148B3642	1-3/8"
Válvula de corte 4	8	Danfoss	SVA-ST32 148B3642	1-3/8"
Válvula de corte 5	8	Danfoss	SVA-ST32 148B3642	1-3/8"
Válvula de corte 6	8	Danfoss	SVA-ST32 148B3642	1-3/8"
Válvula anti-retorno 1	3	Danfoss	CHV50 148G3129	2-1/8"
Válvula anti-retorno 2	5	Danfoss	CHV50 148G3129	2-1/8"
Valvula selenoide 1	8	Danfoss	EVR25 032F2208	1-3/8"
Válvula de expansão termostática 1	8	Danfoss	TES12 026H1102	1-3/8"
Pressostato de alta pressão 1	3	Danfoss	KP5 060-001866	2-1/8"
Pressostato de alta pressão 2	5	Danfoss	KP5 060-001866	2-1/8"
Pressostato de baixa pressão 1	2	Danfoss	KP1 060-110966	3-5/8"
Pressostato de baixa pressão 2	4	Danfoss	KP1 060-110966	3-5/8"
Purgador de ar	(deposito)	Danfoss	SFV25 2416+154	

Tabela 23: Válvulas utilizadas como referência (circuito do condensador 2)

Circuito do condensador 2				
	Referentes ao troço	Marca	Modelo	Ligação (pol.)
Válvula de corte 1	6	Danfoss	SVA-ST80 148B3082	3-1/8"
Válvula de corte 2	8	Danfoss	SVA-ST80 148B3082	3-1/8"
Válvula de corte 3	11	Danfoss	SVA-ST25 148B3562	1-1/8"
Válvula de corte 4	12 (saida deposito)	Danfoss	SVA-ST25 148B3562	1-1/8"
Válvula de corte 5	12 (entrada filtro)	Danfoss	SVA-ST25 148B3562	1-1/8"
Válvula de corte 6	12 (saida filtro)	Danfoss	SVA-ST25 148B3562	1-1/8"
Válvula anti-retorno 1	7	Danfoss	CHV40 148G3084	1-5/8"
Válvula anti-retorno 2	9	Danfoss	CHV40 148G3084	1-5/8"
Valvula selenoide 1	13	Danfoss	EVR20 032F1264	3/4"
Válvula selenoide 2	15	Danfoss	EVR20 032F1264	3/4"
Válvula selenoide 3	16	Danfoss	EVR20 032F1264	3/4"
Válvula de expansão termostática 1	13	Danfoss	TES5 067B2089	3/4"
Válvula de expansão termostática 2	15	Danfoss	TES5 067B2089	3/4"
Válvula de expansão termostática 3	16	Danfoss	TES5 067B2089	3/4"
Pressostato de alta pressão 1	7	Danfoss	KP5 060-001866	1-5/8"
Pressostato de alta pressão 2	9	Danfoss	KP5 060-001866	1-5/8"
Pressostato de baixa pressão 1	6	Danfoss	KP1 060-110966	3-1/8"
Pressostato de baixa pressão 2	8	Danfoss	KP1 060-110966	3-1/8"
Purgador de ar	(deposito)	Danfoss	SFV25 2416+154	

Tabela 24: Válvulas utilizadas como referência (circuito do condensador 3)

Circuito do condensador 3				
	Referentes ao troço	Marca	Modelo	Ligação (pol.)
Válvula de corte 1	14	Danfoss	SVA-ST65 148B3051	2-5/8"
Válvula de corte 2	15	Danfoss	SVA-ST65 148B3051	2-5/8"
Válvula de corte 3	16 (entrada filtro)	Danfoss	SVA-ST50 148B3039	2-1/8"
Válvula de corte 4	16 (saida filtro)	Danfoss	SVA-ST50 148B3039	2-1/8"
Válvula de corte 5	21 (entrada filtro)	Danfoss	SVA-ST50 148B3039	2-1/8"
Válvula de corte 6	21 (saida filtro)	Danfoss	SVA-ST50 148B3039	2-1/8"
Válvula anti-retorno 1	11	Danfoss	CHV65 148G3130	2-5/8"
Válvula anti-retorno 2	12	Danfoss	CHV65 148G3130	2-5/8"
Valvula selenoide 1	17	Danfoss	EVR20 032F1244	1-1/8"
Válvula selenoide 2	19	Danfoss	EVR20 032F1244	1-1/8"
Válvula selenoide 3	20	Danfoss	EVR20 032F1244	1-1/8"
Valvula selenoide 4	22	Danfoss	EVR20 032F1244	1-1/8"
Valvula selenoide 5	24	Danfoss	EVR20 032F1244	1-1/8"
Valvula selenoide 6	25	Danfoss	EVR20 032F1244	1-1/8"
Válvula de expansão termostática 1	17	Danfoss	TES12 026H1101	1-1/8"
Válvula de expansão termostática 2	19	Danfoss	TES12 026H1101	1-1/8"
Válvula de expansão termostática 3	20	Danfoss	TES12 026H1101	1-1/8"
Válvula de expansão termostática 4	22	Danfoss	TES12 026H1101	1-1/8"
Válvula de expansão termostática 5	24	Danfoss	TES12 026H1101	1-1/8"
Válvula de expansão termostática 6	25	Danfoss	TES12 026H1101	1-1/8"
Pressostato de alta pressão 1	11	Danfoss	KP5 060-001866	2-5/8"
Pressostato de alta pressão 2	12	Danfoss	KP5 060-001866	2-5/8"
Pressostato de baixa pressão 1	5	Danfoss	KP1 060-110966	3-5/8"
Pressostato de baixa pressão 2	10	Danfoss	KP1 060-110966	3-5/8"
Purgador de ar	(deposito)	Danfoss	SFV25 2416+154	

Tabela 25: Válvulas utilizadas como referência (circuito do condensador 4)

Circuito do condensador 4				
	Referentes ao troço	Marca	Modelo	Ligação (pol.)
Válvula de corte 1	17	Danfoss	SVA-ST50 148B3039	2-1/8"
Válvula de corte 2	18	Danfoss	SVA-ST50 148B3039	2-1/8"
Válvula de corte 3	19 (entrada filtro)	Danfoss	SVA-ST32 148B3642	1-3/8"
Válvula de corte 4	19 (saida filtro)	Danfoss	SVA-ST32 148B3642	1-3/8"
Válvula de corte 5	26 (entrada filtro)	Danfoss	SVA-ST32 148B3642	1-3/8"
Válvula de corte 6	26 (saida filtro)	Danfoss	SVA-ST32 148B3642	1-3/8"
Válvula anti-retorno 1	12	Danfoss	CHV40 148G3084	1-5/8"
Válvula anti-retorno 2	13	Danfoss	CHV40 148G3084	1-5/8"
Válvula anti-retorno 3	15	Danfoss	CHV65 148G3130	2-5/8"
Valvula selenoide 1	20	Danfoss	EVR20 032F1264	3/4"
Válvula selenoide 2	22	Danfoss	EVR20 032F1264	3/4"
Válvula selenoide 3	24	Danfoss	EVR20 032F1264	3/4"
Valvula selenoide 4	25	Danfoss	EVR20 032F1264	3/4"
Valvula selenoide 5	27	Danfoss	EVR20 032F224331	7/8"
Valvula selenoide 6	29	Danfoss	EVR20 032F224331	7/8"
Valvula selenoide 7	30	Danfoss	EVR20 032F224331	7/8"
Válvula de expansão termostática 1	20	Danfoss	TES5 067B2090	3/4"
Válvula de expansão termostática 2	22	Danfoss	TES5 067B2090	3/4"
Válvula de expansão termostática 3	24	Danfoss	TES5 067B2090	3/4"
Válvula de expansão termostática 4	25	Danfoss	TES5 067B2090	3/4"
Válvula de expansão termostática 5	27	Danfoss	TES5 067B2091	7/8"
Válvula de expansão termostática 6	29	Danfoss	TES5 067B2091	7/8"
Válvula de expansão termostática 7	30	Danfoss	TES5 067B2091	7/8"
Pressostato de alta pressão 1	12	Danfoss	KP5 060-001866	1-5/8"
Pressostato de alta pressão 2	13	Danfoss	KP5 060-001866	1-5/8"
Pressostato de alta pressão 3	15	Danfoss	KP5 060-001866	2-5/8"
Pressostato de baixa pressão 1	3	Danfoss	KP1 060-110966	2-1/8"
Pressostato de baixa pressão 2	6	Danfoss	KP1 060-110966	2-1/8"
Pressostato de baixa pressão 3	11	Danfoss	KP1 060-110966	3-1/8"
Purgador de ar	(deposito)	Danfoss	SFV25 2416+154	

Tabela 26: Válvulas utilizadas como referência (circuito do condensador 5)

Circuito do condensador 5				
	Referentes ao troço	Marca	Modelo	Ligação (pol.)
Válvula de corte 1	6	Danfoss	SVA-ST20 148B3482	7/8"
Válvula de corte 2	7	Danfoss	SVA-ST20 148B3482	7/8"
Válvula de corte 3	8 (entrada filtro)	Danfoss	SVA-ST15 148B3402	3/4"
Válvula de corte 4	8 (saida filtro)	Danfoss	SVA-ST15 148B3402	3/4"
Válvula de corte 5	9 (entrada filtro)	Danfoss	SVA-ST15 148B3402	3/4"
Válvula de corte 6	9 (saida filtro)	Danfoss	SVA-ST15 148B3402	3/4"
Válvula anti-retorno 1	3	Danfoss	CHV32 148G3082	1-3/8"
Válvula anti-retorno 2	4	Danfoss	CHV32 148G3082	1-3/8"
Valvula selenoide 1	8	Danfoss	EVR20 032F1264	3/4"
Válvula selenoide 2	9	Danfoss	EVR20 032F1264	3/4"
Válvula de expansão termostática 1	8	Danfoss	TES5 067B2090	3/4"
Válvula de expansão termostática 2	9	Danfoss	TES5 067B2090	3/4"
Pressostato de alta pressão 1	3	Danfoss	KP5 060-001866	1-3/8"
Pressostato de alta pressão 2	4	Danfoss	KP5 060-001866	1-3/8"
Pressostato de baixa pressão 1	1	Danfoss	KP1 060-110966	2-1/8"
Pressostato de baixa pressão 2	2	Danfoss	KP1 060-110966	2-1/8"
Purgador de ar	(deposito)	Danfoss	SFV25 2416+153	

Tabela 27: Válvulas utilizadas como referência (circuito do condensador 6)

Circuito do condensador 6				
	Referentes ao troço	Marca	Modelo	Ligação (pol.)
Válvula de corte 1	10	Danfoss	SVA-ST40 148B3712	1-5/8"
Válvula de corte 2	11	Danfoss	SVA-ST40 148B3712	1-5/8"
Válvula de corte 3	12 (entrada filtro)	Danfoss	SVA-ST32 148B3642	1-3/8"
Válvula de corte 4	12 (saida filtro)	Danfoss	SVA-ST32 148B3642	1-3/8"
Válvula de corte 5	15 (entrada filtro)	Danfoss	SVA-ST32 148B3642	1-3/8"
Válvula de corte 6	15 (saida filtro)	Danfoss	SVA-ST32 148B3642	1-3/8"
Válvula anti-retorno 1	7	Danfoss	CHV65 148G3130	2-5/8"
Válvula anti-retorno 2	8	Danfoss	CHV65 148G3130	2-5/8"
Valvula selenoide 1	13	Danfoss	EVR20 032F1244	1-1/8"
Válvula selenoide 2	14	Danfoss	EVR20 032F1244	1-1/8"
Válvula selenoide 3	16	Danfoss	EVR20 032F1244	1-1/8"
Valvula selenoide 4	17	Danfoss	EVR20 032F1244	1-1/8"
Válvula de expansão termostática 1	13	Danfoss	TES12 026H1101	1-1/8"
Válvula de expansão termostática 2	14	Danfoss	TES12 026H1101	1-1/8"
Válvula de expansão termostática 3	16	Danfoss	TES12 026H1101	1-1/8"
Válvula de expansão termostática 4	17	Danfoss	TES12 026H1101	1-1/8"
Pressostato de alta pressão 1	7	Danfoss	KP5 060-001866	2-5/8"
Pressostato de alta pressão 2	8	Danfoss	KP5 060-001866	2-5/8"
Pressostato de baixa pressão 1	3	Danfoss	KP1 060-110966	3-1/8"
Pressostato de baixa pressão 2	6	Danfoss	KP1 060-110966	3-1/8"
Purgador de ar	(deposito)	Danfoss	SFV25 2416+153	

- Pressostato diferencial de óleo

Tabela 28: Pressostatos diferenciais de óleo utilizados como referência

	Referentes a:	Marca	Modelo
Pressostato diferencial de óleo 1	Compressor 1	Danfoss	MP55 060B013366
Pressostato diferencial de óleo 2	Compressor 2	Danfoss	MP55 060B013366
Pressostato diferencial de óleo 3	Compressor 3	Danfoss	MP55 060B013366
Pressostato diferencial de óleo 4	Compressor 4	Danfoss	MP55 060B013366
Pressostato diferencial de óleo 5	Compressor 5	Danfoss	MP55 060B013366
Pressostato diferencial de óleo 6	Compressor 6	Danfoss	MP55 060B013366
Pressostato diferencial de óleo 7	Compressor 7	Danfoss	MP55 060B013366
Pressostato diferencial de óleo 8	Compressor 8	Danfoss	MP55 060B013366
Pressostato diferencial de óleo 9	Compressor 9	Danfoss	MP55 060B013366
Pressostato diferencial de óleo 10	Compressor 10	Danfoss	MP55 060B013366
Pressostato diferencial de óleo 11	Compressor 11	Danfoss	MP55 060B013366
Pressostato diferencial de óleo 12	Compressor 12	Danfoss	MP55 060B013366
Pressostato diferencial de óleo 13	Compressor 13	Danfoss	MP55 060B013366

- Separador de óleo

Tabela 29: Separadores de óleo utilizados como referência

	Referentes a:	Marca	Modelo
Separador de óleo 1	Compressor 1	ESK Schultze	OS - 80/54FS
Separador de óleo 2	Compressor 2	ESK Schultze	OS - 80/54FS
Separador de óleo 3	Compressor 3	ESK Schultze	OS - 54/42FM
Separador de óleo 4	Compressor 4	ESK Schultze	OS - 54/42FM
Separador de óleo 5	Compressor 5	ESK Schultze	OS - 80/54FX
Separador de óleo 6	Compressor 6	ESK Schultze	OS - 80/54FX
Separador de óleo 7	Compressor 7	ESK Schultze	OS - 54FH
Separador de óleo 8	Compressor 8	ESK Schultze	OS - 54FH
Separador de óleo 9	Compressor 9	ESK Schultze	OS - 22H
Separador de óleo 10	Compressor 10	ESK Schultze	OS - 22H
Separador de óleo 11	Compressor 11	ESK Schultze	OS - 67FH
Separador de óleo 12	Compressor 12	ESK Schultze	OS - 67FH
Separador de óleo 13	Compressor 13	ESK Schultze	OS - 67FH

No que diz respeito à instalação de climatização foram utilizados como referência os seguintes equipamentos:

- Chiller

Tabela 30: Chiller utilizado como referência

Marca	Série	Potência do equipamento	regime de funcionamento	Caudal de água
Frimont	FLM	120	-2/3°C	5,7 l/s

- Evaporadores

Tabela 31: Evaporadores para climatização utilizados como referência

Local	N.º de Evaporadores	Marca	Modelo	Potência total do local kW	Potência por evaporador kW	Tse °C	DT1 °C	RC °C	Capacidades Corrigidas kW
Resíduos	1	Centauro	101R	1,5	1,5	12	14	1,447	2,9
Sala de Desmancha	6	Centauro	102R	32,9	5,5	12	14	1,447	6,8
Sala de Corte em quartos	3	Centauro	101R	6,5	2,2	12	14	1,447	2,9
Preparação e Embalagem	2	Centauro	102R	12,6	6,3	12	14	1,447	6,8
Expedição	5	Centauro	102R	22,5	4,5	15	17	1,762	6,8
Área de Circulação	11	Centauro	101R	28,5	2,6	15	17	1,762	3,6
Cabeças e Cerebros	1	Centauro	102R	3,5	3,5	12	14	1,447	6,8
Carnes Vermelhas	2	Centauro	101R	3,8	1,9	12	14	1,447	2,9
Carnes Brancas	2	Centauro	101R	3,8	1,9	12	14	1,447	2,9
Zona de Circulação	4	Centauro	101R	3,2	0,8	15	17	1,762	3,6

4.11. Lista de desenhos

Desenho n.º 1: Alçados

Desenho n.º 2: Lay – Out (Piso 0)

Desenho n.º 3: Lay – Out (Cave)

Desenho n.º 4: Planta do piso 0 com via aérea

Desenho n.º 5: Esquema de princípio da instalação frigorífica

Desenho n.º 6: Esquema unifilar do circuito do condensador 1 (Cave)

Desenho n.º 7: Esquema unifilar do circuito do condensador 1 (Piso 0)

Desenho n.º 8: Esquema unifilar do circuito do condensador 2 (Cave)

Desenho n.º 9: Esquema unifilar do circuito do condensador 2 (Piso 0)

Desenho n.º 10: Esquema unifilar do circuito do condensador 3 (Cave)

Desenho n.º 11: Esquema unifilar do circuito do condensador 3 (Piso 0)

Desenho n.º 12: Esquema unifilar do circuito do condensador 4 (Cave)

Desenho n.º 13: Esquema unifilar do circuito do condensador 4 (Piso 0)

Desenho n.º 14: Esquema unifilar do circuito do condensador 5 (Cave)

Desenho n.º 15: Esquema unifilar do circuito do condensador 5 (Piso 0)

Desenho n.º 16: Esquema unifilar do circuito do condensador 6 (Cave)

Desenho n.º 17: Esquema de princípio da instalação de climatização

Desenho n.º 18: Esquema unifilar da tubagem de água fria (Telhado)

Desenho n.º 19: Esquema unifilar da tubagem de água fria (Piso 0)

Desenho n.º 20: Esquema unifilar da tubagem de água fria (Cave)

4.12. Efluentes líquidos, gasosos e resíduos

Os efluentes líquidos produzidos durante a actividade serão provenientes das águas utilizadas na lavagem das carcaças, da lavagem dos carros de transporte de resíduos ou outros produtos provenientes do abate dos animais e também da lavagem da própria unidade.

O funcionamento normal da instalação não produz efluentes gasosos. No entanto, considerando que esta é uma unidade onde se encontram animais e onde estes são abatidos, será uma zona em que, inevitavelmente, são libertados diversos odores.

Os resíduos sólidos ou os subprodutos provenientes do abate dos animais serão armazenados numa câmara própria, a qual será climatizada para evitar uma rápida decomposição ou libertação de odores por parte destes. Esses resíduos/ sub - produtos serão levados para o exterior no período em que a linha de abate já não esteja em funcionamento, de forma a que se possa utilizar o monta-cargas, para os levar para local adequado.

Só após estes resíduos passarem pela linha de abate é que esta poderá ser lavada.

4.13. Fontes de ruído, vibração, radiação e agentes químicos

A actividade de abate e desmancha de bovinos não origina radiação ou agentes químicos.

Todos os equipamentos inerentes ao funcionamento do matadouro originam poucas vibrações e também um baixo nível de ruído. A principal fonte de ruído será a instalação frigorífica, ficando esta instalada em local próprio, o qual se encontra devidamente isolado.

4.14. Sistema de abastecimento de água

Toda a água utilizada no funcionamento da instalação será proveniente da rede pública.

O matadouro terá uma caldeira, instalada numa sala própria, da qual será proveniente toda a água quente necessária ao funcionamento da instalação.

Todas instalações sanitárias e balneários serão dotados de água fria e água quente.

Também os lavatórios existentes na zona de laboração estarão dotados de água fria e água quente, devendo as torneiras ser activadas por sistema de pedal.

No que diz respeito à rede de protecção contra incêndios, esta será instalada de acordo com a regulamentação em vigor.

Na rede de distribuição de água no interior do matadouro será utilizada tubagem em aço galvanizado. A tubagem terá seccionamentos parciais, o que permitirá o isolamento das diferentes zonas.

4.15. Rede de esgotos

A rede de esgotos será executada em P.V.C rígido.

Esta será do sistema separativo, totalmente sifonada e ligada a caixas de visita com tampas de betão.

De forma a evitar que eventuais detritos entrem na rede de esgotos da instalação, as caleiras embebidas nos pavimentos possuem uma caixa de limpeza amovível.

O sistema de esgotos será ligado a uma ETAR.

4.16. Condições de higiene e segurança

No que respeita à higiene, para manter as condições necessárias ao cumprimento das exigências higio – sanitárias regulamentares, o funcionamento da instalação terá de ser o que se encontra descrito de seguida.

Os funcionários da zona fabril terão uma entrada própria, com acesso a instalações sanitárias e a balneários próprios, onde poderão higienizar-se, colocar as toucas e calçar o calçado próprio para o seu trabalho, o qual será fornecido pela própria empresa. Ao saírem dos balneários dirigem-se para o local onde apanham as batas limpas, passando directamente para os seus locais de trabalho. No caso dos trabalhadores que exerçam a sua actividade nas câmaras ou túneis, terão fatos, botas e luvas próprias para trabalhos a baixas temperaturas.

Os balneários estarão equipados com lavatórios dotados de água fria, água quente e doseadores de sabão, para que os trabalhadores possam lavar as mãos antes de se dirigirem para os locais de trabalho. Estes serão accionados por pedal e a limpeza das mãos será feita

com toalhas de papel. Sempre que haja necessidade (como, por exemplo, nas salas de desmancha) também existirão lavatórios semelhantes aos presentes nos balneários.

No início do dia de trabalho, a instalação tem de se encontrar limpa e seca. No final da jornada de trabalho de cada zona, estas terão de ser lavadas e desinfectadas, para que a instalação esteja pronta a ser utilizada no dia seguinte. Os produtos tóxicos de limpeza e desinfectação serão guardados numa sala própria, dentro de armários. Essa sala será fortemente ventilada.

Relativamente às instalações, estas terão iluminação e ventilação suficientes. O chão será anti derrapante e terá uma inclinação adequada para a não acumulação de água. Tanto o chão como as paredes serão laváveis e impermeáveis. As entradas e saídas serão providas de electrocutores de insectos e em todos os ventiladores e janelas que possibilitem a sua abertura, será aplicada rede mosquiteira.

As câmaras e túneis terão portas de abertura manual ou automática, consoante o caso, com possibilidade de abertura pelo interior e com sirene e luz de aviso.

A única zona em que os trabalhadores da zona fabril e da zona administrativa se poderão encontrar será no refeitório. Este terá instalações sanitárias na zona de acesso à zona fabril para que os trabalhadores se possam voltar a higienizar antes de retomar o seu trabalho. Na zona administrativa existe um posto médico com armário para produtos de primeiros socorros. Existirá uma lavandaria junto aos balneários, mas apenas com acesso para o exterior. Os trabalhadores recolhem as batas na lavandaria e deixam-nas no final do dia, para que sejam lavadas.

As instalações serão desinfectadas e desratizadas periodicamente por uma empresa especializada.

Existirá no parque de viaturas um local próprio para a lavagem e desinfectação das viaturas de transporte.

4.17. Trabalhadores da unidade

Os trabalhadores da unidade poderão ser divididos em dois grupos, sendo estes os da actividade industrial e da actividade administrativa.

No respeitante aos trabalhadores da actividade administrativa, estes terão os seus gabinetes numa zona cujo acesso é independente do acesso do matadouro propriamente

dito. A zona administrativa terá o seguinte horário de funcionamento: 8:00h – 12:00h e das 13:00h – 17:00h.

A unidade terá, além do pessoal administrativo, alguém encarregue da medicina do trabalho e também um medico veterinário.

No que diz respeito aos trabalhadores da actividade industrial, estes terão o seguinte horário de trabalho: 07:30h – 13:00h e das 14:00h – às 16:30h.

A instalação possui um refeitório, onde todo o pessoal da unidade poderá tomar as suas refeições. Possui também uma lavandaria onde os equipamentos a utilizar pelos trabalhadores serão lavados.

4.18. Observações finais

Nos possíveis pontos omissos, serão respeitadas todas as normas e regulamentos aplicáveis para este tipo de actividade.

No que concerne aos anexos apresentados, todas as figuras (incluindo as que se encontram omissas) e tabelas estão incluídas no suporte anexado ao presente trabalho, para que possam ser observados, caso seja necessário, de uma forma mais precisa, com a resolução adequada.

5. Referências

- [1] – ASHRAE Handbook 2002 – Refrigeration (SI): pp. 8.1 - 8.27, 11.1 - 11.5, 16.1 - 16.18;
- [2] – Bonfim, Macedo Lara (2004). Carne Maturada: entendendo o processo de maturação de carnes. <http://www.rehagro.com.br/siterehagro/publicacao.do?cdnoticia=525> (consultado em 08/07/2009);
- [3] – Çengel, Yunus A; Boles, Michael A (2001). Termodinâmica, 3ª Edição, McGraw – Hill, Lisboa: pp. 619 – 624;
- [4] – Collin, Daniel (1975). Applications Frigorifiques, PYC – ÉDITION, Paris: pp. 13 – 18, 71 – 106;
- [5] – Dossat, Roy J; Horan, Thomas J. (2001). Principles of Refrigeration, Fifth Edition, Prentice Hall, New Jersey.
- [6] – Guerra, António M. Matos. Apontamentos da unidade curricular de Refrigeração: Balanço Térmico de instalações Frigoríficas;
- [7] - http://www.cena.usp.br/irradiacao/cons_alim.html (consultado em 05/07/2009);
- [8] - <http://www.fao.org/docrep/004/T0279E/T0279E04.htm> (consultado em 08/08/2009);
- [9] - http://www.meatupdate.csiro.au/data/Meat_88_06.pdf (consultado em 15/08/2009);
- [10] - <http://www.segurancalimentar.com/conteudos.php?id=23> (consultado em 12/07/2009);
- [11] - <http://www.segurancalimentar.com/conteudos.php?id=71> (consultado em 12/07/2009);
- [12] - <http://www.spi.pt/documents/books/hortofruticolas/Wc840df569104c.asp> (consultado em 20/07/2009);
- [13] – Pires, Rosa et. At (2000). Ciências da Terra e da Vida: da Célula ao Universo, 1ª Edição, Lisboa: pp. 39 – 43;
- [14] – Roça, Roberto de Oliveira (2002). Abate Humanitário de Bovinos. <http://www.cpap.embrapa.br/agencia/congressovirtual/pdf/portugues/02pt03.pdf> (acesso em 15/06/2009);
- [15] – Roça, Roberto de Oliveira. Propriedades da Carne. <http://puers.campus2.br/~thompson/Roca107.pdf> (consultado em 18/06/2009);

[16] – Santos, F.M. Gonçalves (2008). Instalações Frigoríficas, Edição de Fevereiro de 2008, Lisboa;

[17] – Sarcinelli, Miryelle Freire, et. Al (2007). Abate do Bovinos. http://www.agais.com/telomc/b01507_abate_bovinodecorte.pdf (acesso em 17/06/2009);

[18] – Silva, Agostinho da (1941). O mundo dos Micróbios. <http://en.calameo.com/read/0000397114c5ee62eb36e> (consultado em 20/07/2009);

[19] – Simões Morais, José Manuel de (2004). Desenho de construções Mecânicas, 3º. Volume: Desenho Técnico Básico, 22ª Edição, Porto Editora, Porto;

[20] – Valsechi, Octávio Antônio (2006). Microbiologia dos Alimentos: pp. 1 – 9. <http://www.cca.ufscar.br/~vico/Microbiologia%20dos%20Alimentos.pdf> (consultado em 03/08/2009).

ANEXO I – Balanço Térmico

Tabela AI.1: Quadro Resumo do Balanço Térmico da instalação

Quadro resumo do balanço térmico das várias câmaras e túneis da instalação										
	Túnel de Refrigeração (1)	Túnel de Refrigeração (2)	Câmara de Maturação	Câmara de Suspeitos	Câmara de Rejeitados	Túnel de Congelação	Câmara de congelados	Câmara de frescos	Câmara Frigorífica (1)	Câmara Frigorífica (2)
Dimensões (LxCxA)	7x24x5	7x24x5	19x27x5	4x6x5	4x6x5	5x20x5	14x20x5	19x20x5	10x10x5	10x10x5
Cond. Interiores	-4°C/80%	-4°C/80%	2°C/80%	2°C/80%	2°C/80%	-35°C/90%	-20°C/90%	2°C/80%	2°C/80%	2°C/80%
Q da envolvente (W)	5933,1	4734,3	10629,1	1418,9	1472,4	5176,2	7960,2	8027,6	1160,1	1160,1
Q da renovação de ar (W)	3188,2	3188,2	2654,7	539,2	539,2		2971,1	2284,8	1172,1	1172,1
Q da abertura de portas (W)	1766,7	1766,7	2999,4	2251,5	2251,5		482,4	506,6	7019	7019
Q independente dos produtos (W)	46,7	46,7	299,8	68,5	68,5		705	733,3	593,3	593,3
Q dependente dos produtos (W)	65827,5	65827,5	11284,7	4513,9	4513,9	23078,7	1037	24047,1	31033	31033
Q total (W)	76762,2	75563,4	27867,7	8792	8845,5	28254,9	13155,7	35599,4	40977,5	40977,5
Pot. Intermédia (W)	76762,2	75563,4	37156,93333	11722,66667	11794	28254,9	19733,55	47465,86667	54636,66667	54636,66667
Pot. Previsional (W)	92114,64	90676,08	44588,32	14067,2	14152,8	33905,88	23680,26	56959,04	65564	65564
Pot. Final - com 10% de f. Seg. (W)	101326,104	99743,688	49047,152	15473,92	15568,08	37296,468	26048,286	62654,944	72120,4	72120,4

Tabela AI.2: Quadro Resumo dos resultados obtidos pelo software HAP 4.31

DESIGN.	ÁREA	PD	Condições Interiores	Pot. Total de arrefecimento	Cad. Água F
	m2	m		W	l/s
Piso 0					
Resíduos/ Sub - Produtos	30,0	5,0	12°C / 55%	1500	0,07
Sala de Desmancha	260,0	5,0	12°C / 55%	32900	1,57
Sala de Corte em Quartos	121,0	5,0	12°C / 55%	6500	0,31
Preparação e Embalagem	104,0	5,0	12°C / 55%	12600	0,6
Expedição	337,0	5,0	15°C / 55%	22500	1,08
Área de Circulação	584,0	5,0	15°C / 55%	28500	1,37
Cave					
Cabeças e Cerebros	41,5	5,0	12°C / 55%	3500	0,17
Carnes Vermelhas	105,0	5,0	12°C / 55%	3800	0,18
Carnes Brancas	105,0	5,0	12°C / 55%	3800	0,18
Zona de Circulação	284,0	5,0	15°C / 55%	3200	0,15

ANEXO II – Tubagens de Fluido Frigorígeno

Tabela AII.1: Tubagem de fluido frigorígeno do Circuito do Condensador 1

Fluido Frigorígeno - R404A							
Troço	Potência do(s) evaporador(es) em kW	Regime de funcionamento em °C	Velocidade de escoamento em m/s	Diâmetro da tubagem em polegadas	Perda de carga em kPa/m	Dimensão do troço em metros	Perdas de carga no troço em kPa
1	56,7	(-40/ +40)	11	3-5/8"	0,09	60	5,4
2	56,7	(-40/ +40)	11	3-5/8"	0,09	1,5	0,135
3	56,7	(-40/ +40)	7	2-1/8"	0,11	1,5	0,165
4	56,7	(-40/ +40)	11	3-5/8"	0,09	1,5	0,135
5	56,7	(-40/ +40)	7	2-1/8"	0,11	1,5	0,165
6	56,7	(-40/ +40)	7	2-1/8"	0,11	3	0,33
7	56,7	(-40/ +40)	0,75	1-3/8"	0,08	1	0,08
8	56,7	(-40/ +40)	0,75	1-3/8"	0,08	65	5,2
9	----	(-40/ +40)	----	1"	----		----

Tabela AII.2: Tubagem de fluido frigorígeno do Circuito do Condensador 2

Fluido Frigorígeno - R404A							
Troço	Potência do(s) evaporador(es) em kW	Regime de funcionamento em °C	Velocidade de escoamento em m/s	Diâmetro da tubagem em polegadas	Perda de carga em kPa/m	Dimensão do troço em metros	Perdas de carga no troço em kPa
1	12	(-25/+40)	11	1-5/8"	0,1	3,5	0,35
2	12	(-25/+40)	11	1-5/8"	0,1	0,3	0,03
3	12	(-25/+40)	11	1-5/8"	0,1	5,5	0,55
4	24	(-25/+40)	11	2-5/8"	0,05	2	0,1
5	36	(-25/+40)	11	3-1/8"	0,05	75	3,75
6	36	(-25/+40)	11	3-1/8"	0,05	1,5	0,075
7	36	(-25/+40)	7	1-5/8"	0,2	1,5	0,3
8	36	(-25/+40)	11	3-1/8"	0,05	1,5	0,075
9	36	(-25/+40)	7	1-5/8"	0,2	1,5	0,3
10	36	(-25/+40)	7	1-5/8"	0,2	3,5	0,7
11	36	(-25/+40)	0,75	1-1/8"	0,1	1	0,1
12	36	(-25/+40)	0,75	1-1/8"	0,1	78	7,8
13	12	(-25/+40)	0,75	3/4"	0,12	0,5	0,06
14	24	(-25/+40)	0,75	7/8"	0,15	5	0,75
15	12	(-25/+40)	0,75	3/4"	0,12	0,5	0,06
16	12	(-25/+40)	0,75	3/4"	0,12	5,5	0,66
17	----	(-25/+40)	----	1"	----		----

Tabela AII.3: Tubagem de fluido frigorígeno do Circuito do Condensador 3

Fluido Frigorígeno - R404A							
Troço	Potência do(s) evaporador(es) em kW	Regime de funcionamento em °C	Velocidade de escoamento em m/s	Diâmetro da tubagem em polegadas	Perda de carga em kPa/m	Dimensão do troço em metros	Perdas de carga no troço em kPa
1	40,6	(-12/+40)	11	2-5/8"	0,08	3,5	0,28
2	40,6	(-12/+40)	11	2-5/8"	0,08	0,5	0,04
3	40,6	(-12/+40)	11	2-5/8"	0,08	6,5	0,52
4	81,2	(-12/+40)	11	3-1/8"	0,1	3	0,3
5	121,8	(-12/+40)	11	3-5/8"	0,11	65	7,15
6	40,6	(-12/+40)	11	2-5/8"	0,08	3,5	0,28
7	40,6	(-12/+40)	11	2-5/8"	0,08	0,5	0,04
8	40,6	(-12/+40)	11	2-5/8"	0,08	6,5	0,52
9	81,2	(-12/+40)	11	3-1/8"	0,1	3	0,3
10	121,8	(-12/+40)	11	3-5/8"	0,11	80	8,8
11	121,8	(-12/+40)	7	2-5/8"	0,15	1,5	0,225
12	121,8	(-12/+40)	7	2-5/8"	0,15	1,5	0,225
13	243,6	(-12/+40)	7	3-5/8"	0,1	2	0,2
14	243,6	(-12/+40)	0,75	2-5/8"	0,05	1	0,05
15	243,6	(-12/+40)	0,75	2-5/8"	0,05	58	2,9
16	121,8	(-12/+40)	0,75	2-1/8"	0,05	7	0,35
17	40,6	(-12/+40)	0,75	1-1/8"	0,12	0,5	0,06
18	81,2	(-12/+40)	0,75	1-5/8"	0,08	6	0,48
19	40,6	(-12/+40)	0,75	1-1/8"	0,12	0,5	0,06
20	40,6	(-12/+40)	0,75	1-1/8"	0,12	6,5	0,78
21	121,8	(-12/+40)	0,75	2-1/8"	0,05	7	0,35
22	40,6	(-12/+40)	0,75	1-1/8"	0,12	0,5	0,06
23	81,2	(-12/+40)	0,75	1-5/8"	0,08	6	0,48
24	40,6	(-12/+40)	0,75	1-1/8"	0,12	0,5	0,06
25	40,6	(-12/+40)	0,75	1-1/8"	0,12	6,5	0,78
26	-----	(-12/+40)	-----	1"	-----		-----

Tabela AII.4: Tubagem de fluido frigorígeno do Circuito do Condensador 4

Fluido Frigorígeno - R134a							
Troço	Potência do(s) evaporador(es) em kW	Regime de funcionamento em °C	Velocidade de escoamento em m/s	Diâmetro da tubagem em polegadas	Perda de carga em kPa/m	Dimensão do troço em metros	Perdas de carga no troço em kPa
1	16,75	(-5/+40)	11	1-5/8"	0,15	4	0,6
2	16,75	(-5/+40)	11	1-5/8"	0,15	7	1,05
3	33,5	(-5/+40)	11	2-1/8"	0,12	68	8,16
4	16,75	(-5/+40)	11	1-5/8"	0,15	5,5	0,825
5	16,75	(-5/+40)	11	1-5/8"	0,15	5,5	0,825
6	33,5	(-5/+40)	11	2-1/8"	0,12	87	10,44
7	23,9	(-5/+40)	11	2-1/8"	0,08	3	0,24
8	23,9	(-5/+40)	11	2-1/8"	0,08	0,5	0,04
9	23,9	(-5/+40)	11	2-1/8"	0,08	5,5	0,44
10	47,8	(-5/+40)	11	2-5/8"	0,09	2,5	0,225
11	71,7	(-5/+40)	11	3-1/8"	0,08	41	3,28
12	33,5	(-5/+40)	7	1-5/8"	0,19	1,5	0,285
13	33,5	(-5/+40)	7	1-5/8"	0,19	1,5	0,285
14	67	(-5/+40)	7	2-5/8"	0,06	1,5	0,09
15	71,7	(-5/+40)	7	2-5/8"	0,08	1,5	0,12
16	138,7	(-5/+40)	7	3-1/8"	0,12	3	0,36
17	138,7	(-5/+40)	0,75	2-1/8"	0,04	1	0,04
18	138,7	(-5/+40)	0,75	2-1/8"	0,04	34,5	1,38
19	67	(-5/+40)	0,75	1-3/8"	0,06	48	2,88
20	16,75	(-5/+40)	0,75	3/4"	0,12	0,5	0,06
21	50,25	(-5/+40)	0,75	1-1/8"	0,12	5,5	0,66
22	16,75	(-5/+40)	0,75	3/4"	0,12	0,5	0,06
23	33,5	(-5/+40)	0,75	1-1/8"	0,06	5,5	0,33
24	16,75	(-5/+40)	0,75	3/4"	0,12	0,5	0,06
25	16,75	(-5/+40)	0,75	3/4"	0,12	6	0,72
26	71,7	(-5/+40)	0,75	1-3/8"	0,08	5	0,4
27	23,9	(-5/+40)	0,75	7/8"	0,12	0,5	0,06
28	47,8	(-5/+40)	0,75	1-1/8"	0,1	5	0,5
29	23,9	(-5/+40)	0,75	7/8"	0,12	0,5	0,06
30	23,9	(-5/+40)	0,75	7/8"	0,12	5,5	0,66
31	-----	(-5/+40)	-----	1"	-----	-----	-----

Tabela AII.5: Tubagem de fluido frigorígeno do Circuito do Condensador 5

Fluido Frigorígeno - R134a							
Troço	Potência do(s) evaporador(es) em kW	Regime de funcionamento em °C	Velocidade de escoamento em m/s	Diâmetro da tubagem em polegadas	Perda de carga em kPa/m	Dimensão do troço em metros	Perdas de carga no troço em kPa
1	16,7	(-5/+40)	11	2-1/8"	0,05	44	2,2
2	16,7	(-5/+40)	11	2-1/8"	0,05	48	2,4
3	16,7	(-5/+40)	7	1-3/8"	0,15	1,5	0,225
4	16,7	(-5/+40)	7	1-3/8"	0,15	1,5	0,225
5	33,4	(-5/+40)	7	1-5/8"	0,17	3,5	0,595
6	33,4	(-5/+40)	0,75	7/8"	0,2	1	0,2
7	33,4	(-5/+40)	0,75	7/8"	0,2	49	9,8
8	16,7	(-5/+40)	0,75	3/4"	0,12	2,5	0,3
9	16,7	(-5/+40)	0,75	3/4"	0,12	2,5	0,3
10	----	(-5/+40)	----	1"	----	----	----

Tabela AII.6: Tubagem de fluido frigorígeno do Circuito do Condensador 6

Fluido Frigorígeno - R134a							
Troço	Potência do(s) evaporador(es) em kW	Regime de funcionamento em °C	Velocidade de escoamento em m/s	Diâmetro da tubagem em polegadas	Perda de carga em kPa/m	Dimensão do troço em metros	Perdas de carga no troço em kPa
1	42,35	(-5/+40)	11	2-5/8"	0,09	1	0,09
2	42,35	(-5/+40)	11	2-5/8"	0,09	1	0,09
3	84,7	(-5/+40)	11	3-1/8"	0,11	19	2,09
4	42,35	(-5/+40)	11	2-5/8"	0,09	1	0,09
5	42,35	(-5/+40)	11	2-5/8"	0,09	1	0,09
6	84,7	(-5/+40)	11	3-1/8"	0,11	29	3,19
7	84,7	(-5/+40)	7	2-5/8"	0,1	1,5	0,15
8	84,7	(-5/+40)	7	2-5/8"	0,1	1,5	0,15
9	169,4	(-5/+40)	7	3-1/8"	0,15	3	0,45
10	169,4	(-5/+40)	0,75	1-5/8"	0,15	1	0,15
11	169,4	(-5/+40)	0,75	1-5/8"	0,15	13	1,95
12	84,7	(-5/+40)	0,75	1-3/8"	0,14	16	2,24
13	42,35	(-5/+40)	0,75	1-1/8"	0,15	0,5	0,075
14	42,35	(-5/+40)	0,75	1-1/8"	0,15	4	0,6
15	84,7	(-5/+40)	0,75	1-3/8"	0,14	26	3,64
16	42,35	(-5/+40)	0,75	1-1/8"	0,15	0,5	0,075
17	42,35	(-5/+40)	0,75	1-1/8"	0,15	4	0,6
18	----	(-5/+40)	----	1"	----	----	----

Tabela AII.7: Perdas de carga admissíveis consideradas no cálculo das tubagens

Tubagem	Perda de carga máxima admissível por metro linear
Linha de líquido	0,25 kPa/m
Linha de descarga	0,2 kPa/m
Linha de aspiração	0,1 kPa/m (a -15°C)
	0,15 kPa/m (a -5°C)

ANEXO III – Tubagens de água

Tabela AIII.1: Tubagem de água fria (Ida)

Troço	Observações	C. Crit.	V	Ø	Vel.	Compr.	P. Carga
			l/s	mm	m/s	m	Pa
Ida - Água Fria							
A		x	5,68	80	1,3	6	1380
B			5	65	1,6	1,8	720
C			0,216	20	0,65	0,3	105
D			4,784	65	1,5	6,3	2205
E			0,216	20	0,65	0,3	105
F			4,568	65	1,4	6,3	2047,5
G			0,216	20	0,65	0,3	105
H			4,352	65	1,4	6,3	1890
I			0,216	20	0,65	0,3	105
J			4,136	65	1,3	6,3	1827
K			0,216	20	0,65	0,3	105
L			3,92	65	1,2	23	6210
M			0,6	32	0,7	4	880
N			0,3	25	0,6	0,3	60
O			0,3	25	0,6	5	1000
P			3,32	65	1,1	8,5	1870
Q			1,57	50	0,7	6,5	845
R			0,262	25	0,55	0,5	75
S			0,262	25	0,55	0,5	75
T			1,046	40	0,8	5	1100
U			0,262	25	0,55	0,5	75
V			0,262	25	0,55	0,5	75
W			0,522	25	0,9	5	2000
X			0,262	25	0,55	0,5	75
Y			0,262	25	0,55	0,5	75
Z			1,75	50	0,8	28	4200
AA			0,125	16	0,55	0,3	90
AB			1,625	50	0,7	3,5	490
AC			0,3	25	0,6	6	1200
AD			0,1	16	0,45	0,3	60
AE			0,2	20	0,63	5	1500
AF			0,1	16	0,45	0,3	60
AG			0,1	16	0,45	5,3	1060
AH			1,315	40	1	8,5	2550
AI			0,125	16	0,55	0,3	90
AJ			1,19	40	0,9	12	3360
AK			0,125	16	0,55	0,3	90
AL			1,065	40	0,8	12	3000
AM			0,125	16	0,55	0,3	90
AN			0,94	32	1,1	4	1600
AO			0,32	25	0,63	11	2420
AP			0,125	16	0,55	0,3	90
AQ			0,195	20	0,6	11	3080
AR			0,07	12	0,5	3	900
AS			0,125	16	0,55	0,5	150
AT			0,62	32	0,8	12	3000
AU			0,125	16	0,55	0,3	90
AV			0,495	25	0,9	10	4000
AW			0,125	16	0,55	0,3	90
AX			0,37	25	0,7	14	3920

Troço	Observações	C. Crit.	V	Ø	Vel.	Compr.	P. Carga
			l/s	mm	m/s		Pa
Ida - Água Fria (Continuação)							
AY			0,125	16	0,55	2	600
AZ			0,25	20	0,7	12	4800
BA			0,125	16	0,55	2	600
BB			0,125	16	0,55	14	4200
BC		x	0,68	32	0,85	105	29400
BD			0,038	10	0,4	0,3	90
BE		x	0,642	32	0,8	15,5	4185
BF			0,018	20	0,6	5	1375
BG			0,09	12	0,63	2	800
BH			0,09	12	0,63	2	800
BI		x	0,462	25	0,9	6	2400
BJ			0,038	10	0,4	1,5	450
BK		x	0,424	25	0,8	5	1850
BL			0,18	20	0,6	5	1375
BM			0,09	12	0,63	2	800
BN			0,09	12	0,63	2	800
BO		x	0,244	20	0,7	16	6400
BP			0,038	10	0,4	1	300
BQ		x	0,206	20	0,64	11	3850
BR			0,17	20	0,6	4	1120
BS		x	0,038	10	0,4	2	600

Tabela AIII.2: Tubagem de água fria (Retorno)

Troço	Observações	C. Crit.	V	Ø	Vel.	Compr.	P. Carga
			l/s	mm	m/s	m	Pa
Retorno - Água Fria							
A			0,038	10	0,4	9	2700
B			0,038	10	0,4		0
C			0,018	20	0,6	0,5	137,5
D			0,09	12	0,63	1,5	600
E			0,09	12	0,63	1,5	600
F			0,056	10	0,4	5	1000
G			0,038	10	0,4	8	2400
H			0,094	12	0,65	6	2400
I			0,18	20	0,6	0,5	137,5
J			0,09	12	0,63	1,5	600
K			0,09	12	0,63	1,5	600
L			0,274	25	0,6	8,5	1530
M			0,038	10	0,4	1	300
N			0,312	25	0,63	9	1620
O			0,17	20	0,6	8,5	2380
P			0,482	25	0,8	4,5	1575
Q			0,038	10	0,4	0,3	90
R			0,68	32	0,85	50	14000
S		x	0,216	20	0,65	6,3	2205
T			0,216	32	0,85	0,3	105
U		x	0,432	25	0,7	6,3	2016
V			0,216	32	0,85	0,3	105
W		x	0,648	32	0,8	6,3	2268
X			0,216	32	0,85	0,3	105
Y		x	0,864	32	1,1	6,3	2520
Z			0,216	32	0,85	0,3	105
AA		x	1,08	40	1	23	6900
AB			0,6	32	0,7	8	1760
AC			0,3	25	0,6	0,3	60
AD			0,3	25	0,6	4,5	900
AE		x	1,68	50	0,75	6,5	910
AF			1,57	50	0,7	24	3120
AG			0,262	25	0,55	0,5	75
AH			0,262	25	0,55	0,5	75
AI			0,522	25	0,9	5	2000
AJ			0,262	25	0,55	0,5	75
AK			0,262	25	0,55	0,5	75
AL			1,046	40	0,8	5	1100
AM			0,262	25	0,55	0,5	75
AN			0,262	25	0,55	0,5	75
AO		x	3,25	65	1	29	5800
AP			0,125	16	0,55	0,3	90
AQ		x	3,375	65	1,1	6	1320
AR			0,3	25	0,6	20	4000
AS			0,1	16	0,45	5,3	1060
AT			0,1	16	0,45	0,3	60
AU			0,2	20	0,63	5	1500
AV			0,1	16	0,45	0,3	60
AW		x	3,675	65	1,2	8,5	2125
AX			0,125	16	0,55	0,3	90

Troço	Observações	C. Crit.	V	Ø	Vel.	Compr.	P. Carga
			l/s	mm	m/s		Pa
Retorno - Água Fria (Continuação)							
AY		x	3,8	65	1,2	12	3360
AZ			0,125	16	0,45	0,3	90
BA		x	3,925	65	1,2	12	3360
BB			0,125	16	0,55	0,3	90
BC		x	4,05	65	1,3	4	1160
BD			0,32	25	0,63	25	5500
BE			0,125	16	0,55	10,5	3150
BF			0,07	12	0,5	5	1500
BG			0,195	20	0,6	1,5	420
BH			0,125	16	0,55	0,3	90
BI		x	4,37	65	1,4	12	3600
BJ			0,125	16	0,55	0,3	90
BK		x	4,495	65	1,4	10	3250
BL			0,125	16	0,55	0,3	90
BM		x	4,62	65	1,4	14	4760
BN			0,125	16	0,55	2	600
BO		x	4,745	65	1,5	12	432
BP			0,125	16	0,55	2	600
BQ		x	4,87	65	1,5	12	4560
BR			0,125	16	0,55	2	600
BS		x	5	65	1,6	60	24000
BT		x	5,68	80	1,3	6	1380

ANEXO IV – Peças Desenhadas

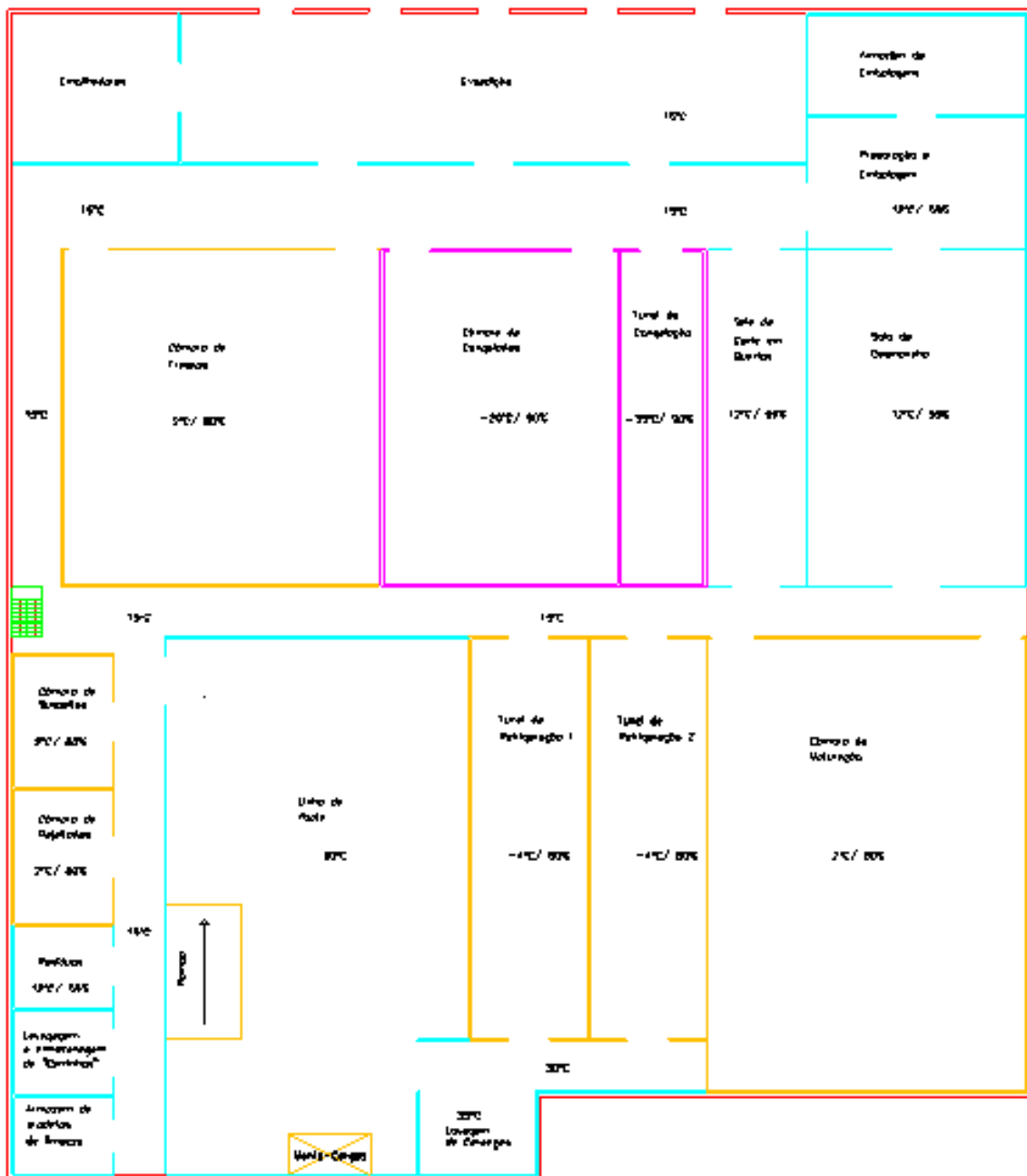


Figura AIV.1: Lay – Out do Piso 0

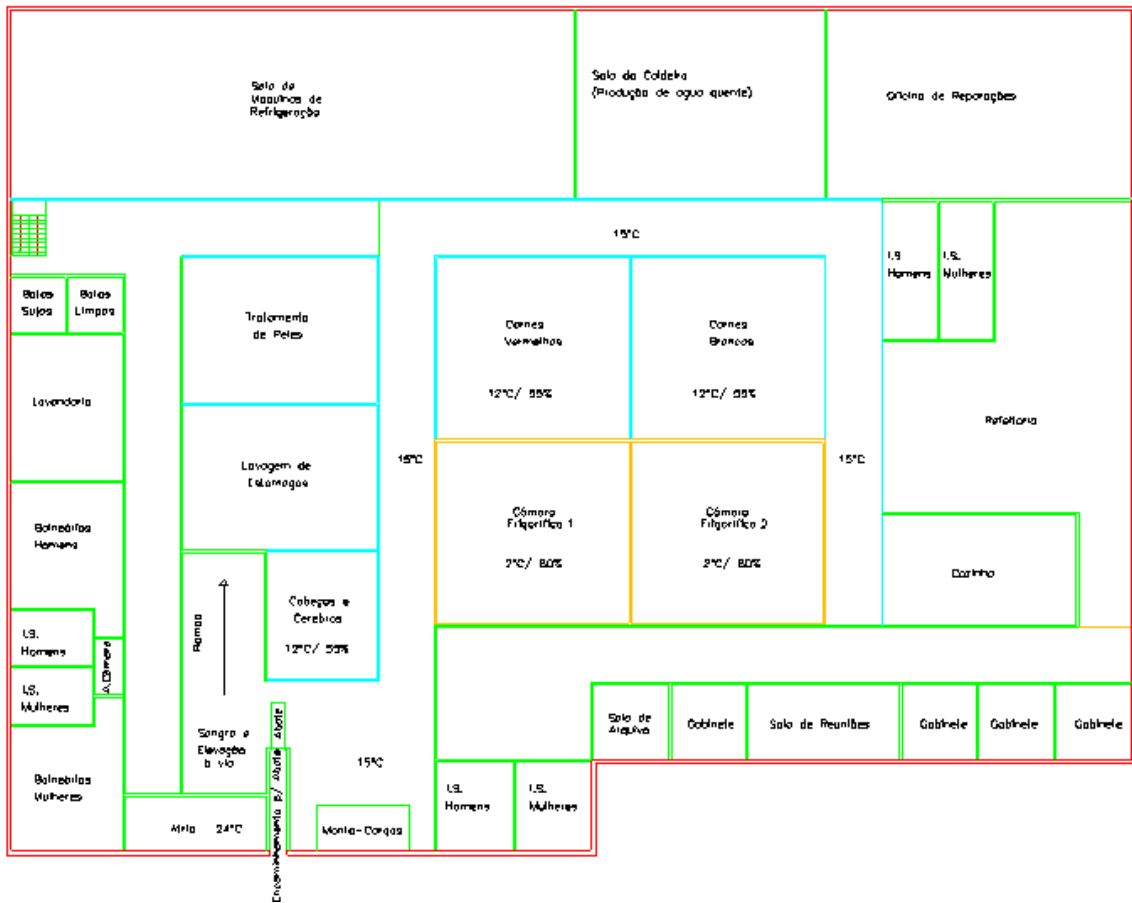


Figura AIV.2: Lay – Out da Cave

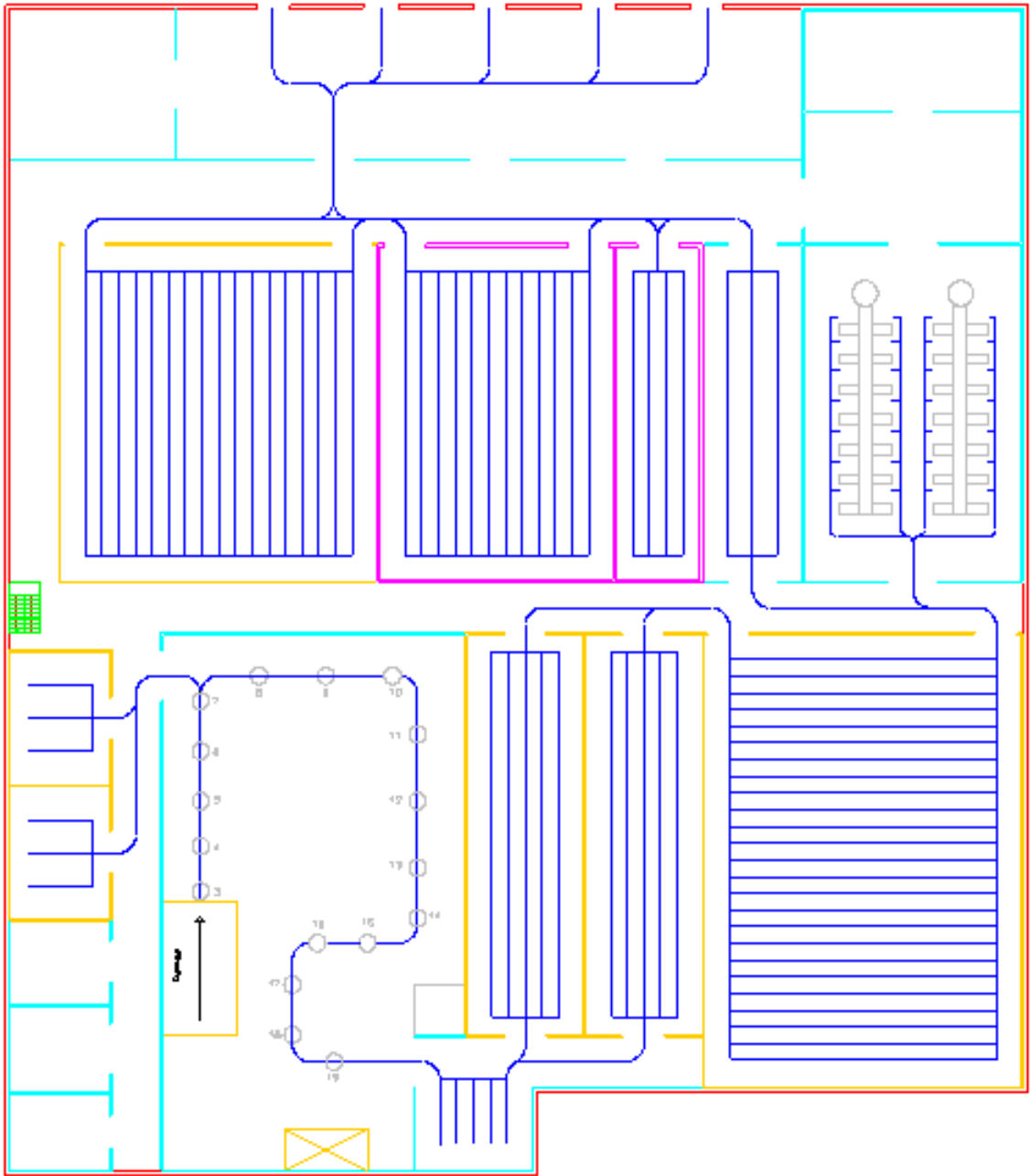


Figura AIV.3: Via aérea