



INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA
Departamento de Engenharia Mecânica

ISEL



A Logística na Cadeia de Frio em Portugal: Transporte de Produtos Perecíveis Congelados

CLÁUDIO SOCORRO CAETANO FERNANDES

(Licenciado em Engenharia Mecânica)

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

Orientadores:

Prof. Especialista Francisco Manuel Gonçalves dos Santos
Prof. Eng.º António Manuel Matos Guerra

Júri:

Presidente: Prof. Dr. João Manuel Ferreira Calado

Vogais:

Prof. Dr. João Nuno Pinto Miranda Garcia
Prof. Especialista Francisco Manuel Gonçalves dos Santos

Novembro de 2015



INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA
Departamento de Engenharia Mecânica

ISEL



A Logística na Cadeia de Frio em Portugal: Transporte de Produtos Perecíveis Congelados

CLÁUDIO SOCORRO CAETANO FERNANDES

(Licenciado em Engenharia Mecânica)

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

Orientadores:

Prof. Especialista Francisco Manuel Gonçalves dos Santos
Prof. Eng.º António Manuel Matos Guerra

Júri:

Presidente: Prof. Dr. João Manuel Ferreira Calado

Vogais:

Prof. Dr. João Nuno Pinto Miranda Garcia
Prof. Especialista Francisco Manuel Gonçalves dos Santos

Novembro de 2015

Resumo

Este trabalho é o resultado de uma dissertação de mestrado no âmbito do 2º ano de Mestrado em Energia, Refrigeração e Climatização do Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, e vai desenvolver-se numa empresa que comercializa e distribui uma vasta gama de produtos originários do mar, com maior incidência no peixe congelado e marisco.

No contexto atual da sociedade e face às exigências do mercado e dos Clientes, o transporte do produto congelado é um tema da atualidade e que reveste de importância crucial, uma vez que deve ser garantido que o produto perecível foi transportado dentro dos padrões legais de conservação e transporte e sem interrupção na cadeia logística.

O principal objetivo do projeto foi identificar qual o método mais adequado de transporte rodoviário de produtos perecíveis congelados (peixe), e analisar a importância da minimização da variação da temperatura na gestão do transporte de produtos perecíveis (TPP), integrada na *Supply Chain Management* (SCM). Apurar quais as causas e as consequências das variações de temperatura e as medidas a implementar para minimizar o seu impacto, numa perspetiva logística. As medições das variações térmicas foram realizadas no interior da caixa isotérmica com o recurso a equipamentos de medição de temperatura, “*Data Logger*” e o “*Termopar*”, tendo sido coletados os dados que após análise foram produzidas as respetivas conclusões.

De modo a avaliar esta temática foi elaborada uma revisão de literatura qualificada, baseada em artigos científicos, livros da especialidade, teses e dissertações.

O estudo foi realizado numa Empresa de dimensão média, localizada nos arredores de Lisboa, que realiza o transporte de peixe congelado e marisco. O referido estudo permitiu concluir que existem variações térmicas à medida que se aproxima do ponto de distribuição final e apresentadas soluções para a minimização deste problema.

Palavras-chave: Cadeia de Frio, Distribuição Física, Controlo de temperatura.

Abstract

This work aims is the result of a master's thesis under the 2nd year of Master in Energy, Refrigeration and Air Conditioning of the Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, and will develop a company that markets and distributes a wide range of products originating Sea, focusing on the frozen fish and seafood.

In the current context of society and meet the demands of the market and customers, the transport of frozen product is a topical issue and of crucial importance, since it must be ensured that the perishable product has been transported within the legal conservation standards and transportation and rolling in the logistics chain.

The main objective of the project was to identify the most appropriate method of road transport frozen perishable products (fish), and analyse the importance of minimizing the variation of temperature in the transport of perishables management (TPP), part of the Supply Chain Management (SCM). Which determine the causes and consequences of temperature changes and the measures to be implemented to minimize its impact on a logistics perspective. Measurements were made of the thermal variations within the isothermal box with the use of temperature measuring devices, "*Data Logger*" and "Thermocouple", the data having been collected which after analysis the respective conclusions were produced.

In order to assess this issue was elaborated a qualified literature review based on scientific papers, specialty books, theses and dissertations.

The study was performed in a medium-sized company located in the outskirts of Lisbon, which transports frozen fish and seafood. The study concluded that there are temperature changes as it approaches the final distribution point and presented solutions to minimize this problem.

Keywords: Cold Chain, Physical Distribution, temperature control.

Agradecimentos

Em primeiro lugar expresso os meus sinceros agradecimentos ao orientador Prof. Francisco Manuel Gonçalves dos Santos e ao coorientador Prof. António Manuel Matos Guerra, pela dedicação prestada e a forma como me apoiaram, motivaram e orientaram durante todo o desenvolvimento deste estudo, bem como pela disponibilidade demonstrada para o esclarecimento de dúvidas e recomendações.

A todos os professores com quem tive o privilégio de interagir ao longo de todo o curso agradeço pela partilha de conhecimento e experiência profissional.

Deixo um agradecimento aos responsáveis e técnicos das Empresas pela colaboração, disponibilidade de informação técnica e pela acessibilidade às instalações para o desenvolvimento do trabalho.

Às funcionárias das Bibliotecas do ISEL e do IST - Tagus Park, o meu obrigado pela disponibilidade de atendimento e consulta de Manuais, Livros e Publicações para a pesquisa bibliográfica.

Agradeço também a todos os meus familiares, colegas e amigos que direta ou indiretamente contribuíram com o seu apoio e amizade na conclusão desta grande etapa.

Dedico este trabalho em especial ao meu Pai e ao meu irmão que embora ausentes foram sempre fonte de força e de inspiração para ultrapassar os momentos mais difíceis deste percurso.

Lista de Acrónimos

ATP – Acordo relativo a Transportes Internacionais de Produtos Alimentares Perecíveis e aos Equipamentos Especializados a utilizar nestes Transportes.

FIFO – *First In First Out* – O primeiro a entrar é o primeiro a sair.

HACCP - *Hazard Analysis and Critical Control Points*, que significa Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controlo.

IMT – Instituto de Mobilidade e dos Transportes

INF- Instituto Nacional do Frio

JIP – *Just In Point* – No local certo

JIT – *Just In Time* - No momento certo

LIFO – *Last In First Out* – O último a entrar é o 1º a sair.

NP – Norma Portuguesa

RFID – Identificação por rádio frequência

Rt – Ratios, para a determinação da potência frigorífica, em função da tonelada de carga transportada ou do volume da caixa isotérmica

TI (max) – temperatura interior máxima

TICI - Sistemas e tecnologias de informação e comunicação inteligentes.

Lista de Símbolos

C_p - Calor específico [kJ/Kg.K] ou [kcal/Kg.°C]

L – comprimento da caixa isotérmica [m]

e – espessura do poliuretano [m]

k - coeficiente de transmissão térmica [W/m².K]

R – resistência térmica [$\frac{m^2K}{W}$]

k_f – coeficiente de convecção do fluído [W/m.°C]

μ - viscosidade dinâmica [kg/m/s]

ν - viscosidade cinemática [m²/s]

α - difusividade térmica [m²/s]

ρ - massa volúmica do ar [kg/m³]

1/h_i - resistência térmica da superfície interna [Kcal/h.m².K]

h_i – coeficiente de transferência de calor interior por convecção [W/m².K], para uma velocidade de 0,5m/s.

1/h_e - resistência térmica da superfície externa [Kcal/h.m².K]

h_e – coeficiente de transferência de calor exterior por convecção [W/m².K], para uma velocidade média de 8,33 m/s.

λ - Coeficiente de condutibilidade térmica do poliuretano (W/m.K),

Q- quantidade de calor total

Q₁ – quantidade de transferência de calor entre a caixa isotérmica e o meio ambiente

Q₂ – quantidade de calor transferido pelo produto

Q₃ – quantidade de calor resultante da operação do equipamento de frio (ventilador)

Q₄ – quantidade de calor resultante do transporte da carga

Pr – n° Prandtl

Nu – n° Nusselt

Re - n° Reynolds

W – trabalho [J]

R – resistência térmica [Ω]

m – massa [Kg]

ΔT – diferença de temperatura [$^{\circ}C$]

e – espessura de poliuretano [m]

δ - espessura [m]

λ - coeficiente de condutividade térmica do isolamento [$W/m^{\circ}C$]

T_{∞} - temperatura do meio ambiente [$^{\circ}C$]

A – área da caixa isotérmica [m^2]

W_c – Potência teórica do compressor [W]

Q_E – Capacidade de refrigeração do Evaporador [W]

v – velocidade do ar [m/s]

COP – coeficiente de performance

A_w – atividade da água

P – pressão de vapor no produto

P_0 – pressão de vapor saturante

q - quantidade de calor unitária

$\Delta\theta_1$ - variação de temperatura

Índice

1. Introdução.....	1
2. Caracterização da cadeia de frio e de logística.....	4
2.1. Enquadramento concetual	4
2.2. Retrospectiva histórica.....	4
2.3. Processos de conservação.....	5
2.3.1. Processos de refrigeração e de congelação.....	6
2.3.2. Fluxograma de processamento do pescado congelado.....	11
2.3.3. Fatores que influenciam a velocidade de arrefecimento do produto.....	12
2.3.3.1. Características do Pescado	13
2.3.4. Abordagem ao produto deste estudo.....	14
2.3.4.1. Intervenientes no transporte do peixe congelado	15
2.3.4.2. Perdas de qualidade no transporte.....	16
2.3.4.3. Agentes de deterioração dos produtos	17
2.4. Cadeia de frio e logística.....	18
2.4.1. Cadeia de frio	18
2.4.1.1. A cadeia de frio do peixe congelado.....	22
2.4.2. Logística.....	22
2.5. Sistemas de transporte de produtos perecíveis.....	26
2.5.1. Componentes do sistema de refrigeração por compressão de vapor	26
2.5.2. Ciclo de refrigeração por compressão do vapor	29
2.5.2.1. Ciclo Frigorífico simples.....	29
2.5.2.2. Comparação ente Ciclo Real e Ciclo Teórico Simples	30
2.5.2.3. Sistemas de refrigeração de veículos com equipamento isotérmico.....	31
2.6. Sistemas de Refrigeração no Transporte	32
2.6.1. Classificação dos veículos	34
2.6.1.1. Canais de fornecimento	34
2.6.2. Requisitos de acordo ATP.....	37
2.6.3. Monitorização do Frio no Transporte	40
2.6.4. Análise de Informação e tratamento de dados no transporte.....	41
2.6.5. Classificação de equipamentos	42

2.6.6. Marcação	45
3. Enquadramento do estudo de caso	46
3.1. Características do veículo com equipamento frigorífico do ensaio.....	46
3.2. Componentes da caixa isotérmica	48
3.3. Características do equipamento de produção de frio.....	49
3.4. Cálculo da Potência frigorífica do equipamento.....	49
4. Análise de dados do ensaio.....	58
4.1. Seleção da amostra e análise de dados	59
4.1.1. Amostra e ensaio de campo	59
4.1.2. Equipamentos utilizados.....	62
4.1.3. Medições.....	63
4.2. Análise de Variável	64
4.2.1. Registo de ensaios de temperatura no transporte do produto congelado.....	65
4.2.1.1. Ensaio de campo - Variação da temperatura e das condições de transporte.....	66
4.2.1.2. Tempo de paragem do veículo	70
4.3. Estudo comparativo de soluções de otimização	73
5. Contributos de boas práticas.....	77
5.1. Variação da temperatura de transporte.....	77
5.2. Condições operacionais de transporte.....	78
5.3. Formação na Segurança Alimentar	80
5.4. Descrição de boas práticas.....	81
5.5. Segurança Alimentar.....	83
5.5.1. Higiene dos Equipamentos e Superfícies de Transporte	84
5.5.2. Conformidade com a legislação em vigor.....	86
6. Análise de Resultados	87
Conclusão	90
Bibliografia.....	92
Legislação.....	96

Anexos	98
Anexo I.....	99
Anexo II.....	101
Anexo III.....	102
Anexo IV	103
Anexo V.....	104
Anexo VI.....	105
Anexo VII.....	106
Anexo VIII	107
Anexo IX.....	108
Anexo X.....	109
Anexo XI.....	110
Anexo XII.....	111
Anexo XIII	112

Índice Tabelas

Tab. 1.	Variação da temperatura de congelação com a velocidade de ar frio.....	10
Tab. 2.	Período de armazenamento.....	11
Tab. 3.	Diferenças morfológicas entre os tecidos musculares do peixe	13
Tab. 4.	Composição química do pescado.....	14
Tab. 5.	Influência da temperatura nas reações químicas	18
Tab. 6.	Temperaturas mínimas, máximas e ótimas de crescimento de microrganismos	18
Tab. 7.	Fatores chave relacionados com desempenho da distrib. física na cadeia de frio.....	20
Tab. 8.	Duração de conservação em função da temperatura	22
Tab. 9.	Dimensões do veículo de transporte de produtos perecíveis	47
Tab. 10.	Dimensões da caixa isotérmica	47
Tab. 11.	Dimensões do isolamento da caixa isotérmica.....	48
Tab. 12.	Caraterísticas da caixa isotérmica	48
Tab. 13.	Características do equipamento de frio.....	49
Tab. 14.	Registo de datas, locais e equipamentos de ensaios de campo.....	62
Tab. 15.	Duração do percurso entre pontos de entrega (sem contabilização de paragens)	62
Tab. 16.	Ensaio de campo - Evolução da temperatura do produto (peixe congelado)	66
Tab. 17.	Registo de temperatura e das condições de transporte	66
Tab. 18.	Variação da temp. exterior e temp. do produto.	69
Tab. 19.	Duração das paragens e desligam. do equipamento de frio dias 9 e 16/4/2015	70

Índice de Figuras

Fig. 1.	Curva típica de congelação de um alimento	8
Fig. 2.	Efeitos da congelação e formação de cristais de gelo (bacalhau).....	9
Fig. 3.	Curva de arrefecimento	10
Fig. 4.	Fluxograma de produção de postas de pescado para congelação	12
Fig. 5.	Fluxograma de transporte de peixe congelado	15
Fig. 6.	Estrutura da cadeia de frio.....	19
Fig. 7.	Papel central da Logística.....	24
Fig. 8.	Custos de logística na cadeia de abastecimento	25
Fig. 9.	Componentes do sistema de refrigeração.....	27
Fig. 10.	Ciclo teórico simples sobre um diagrama de Mollier no plano p-h.....	30
Fig. 11.	Diferenças entre o Ciclo Real e o Teórico Simples	30
Fig. 12.	Sistemas de transporte logísticos.....	35
Fig. 13.	Sistemas de rotação de stocks FIFO e LIFO	37
Fig. 14.	Caixa isotérmica – dimensões exteriores	50
Fig. 15.	Registo de temperatura da sonda da câmara frigorífica no dia 9/04/2015	60
Fig. 16.	Registo de temperaturas da sonda da câmara frigorífica no dia 16/04/2015	61
Fig. 17.	Sensor temperatura no interior da caixa isotérmica	63
Fig. 18.	Exemplos de “Data Logger”	64
Fig. 19.	Evolução da temperatura do peixe congelado e da caixa isotérmica no dia 09	67
Fig. 20.	Evolução da temp. peixe congelado e da caixa isotérmica no dia 16/04/2015	67
Fig. 21.	Duração da porta de descarga aberta e de desligamento do frio no dia 09/04/2015	70
Fig. 22.	Duração da porta de descarga aberta e de desligamento do frio no dia 16/04/2015	70
Fig. 23.	Variação da temperatura no interior da embalagem no dia 09/04/2015	71
Fig. 24.	Variação da temperatura no interior da embalagem no dia 16/04/2015	72
Fig. 25.	Massa de ar frio e de ar quente com abertura de porta do contentor.....	77

1. Introdução

O aumento da população mundial, a criação de modelos das atuais sociedades, as exigências do mercado e das empresas, com clientes cada vez mais exigentes, as alterações ao modo de consumo de alimentos, levaram ao crescimento de grandes quantidades de produtos alimentares frescos ou congelados, nos centros urbanos e rurais, passando a dar-se importância ao controlo da temperatura no transporte.

O crescente aumento da temperatura do Planeta levou a preocupação das Organizações e dos investidores a pensarem em formas de melhorar a rede e gestão do transporte e a gestão da cadeia de frio, para assegurar que o transporte dos produtos perecíveis fosse efetuado de forma a manter ao longo de toda a cadeia de frio as propriedades de um produto são e em condições de ser consumido.

Sabe-se que eventuais variações térmicas podem comprometer a qualidade do produto ficando impróprio para o consumo.

O presente estudo ambiciona contribuir para a melhoria do transporte dos produtos perecíveis congelados e para o aumento do nível de conhecimento neste domínio.

As exigências dos mercados e das atuais sociedades levaram ao crescimento económico e ao desenvolvimento dos sistemas de informação, dos sistemas de comunicação, da tecnologia, das redes rodoviárias assim como do setor dos transportes, por forma a obter maior eficácia na resposta a solicitações.

A questão central é verificar onde o produto perecível congelado (peixe congelado) sofre variações de temperatura desde o momento que sai do armazém do Fornecedor até ser distribuído às lojas de frio que servem o consumidor final e verificar a eficácia da implementação de uma nova solução.

Objetivo Geral - Investigar quais os fatores logísticos que causam variações térmicas no peixe congelado.

Eventuais variações térmicas podem comprometer a qualidade do produto ficando impróprio para o consumo.

Objetivo específico1 – Realizar medições das variações térmicas durante o período de distribuição, no espaço reservado ao transporte de peixe congelado, nos veículos de frio.

Objetivo específico2 – Identificar os fatores logísticos que contribuem para as variações térmicas no peixe congelado e que afetam a integridade e níveis de qualidade do mesmo.

A escolha deste tema deveu-se à importância de investigar na cadeia logística eventuais não conformidades que possam comprometer a qualidade do produto.

Identificada a não conformidade poderá ser alvo de correção para minimizar as reclamações dos Clientes.

Procurou-se analisar a importância da minimização da variação da temperatura na gestão do Transporte de Produtos Perecíveis (TPP), integrada na *Supply Chain Management* (SCM), apurar quais as causas das variações de temperatura e as medidas a implementar para minimizar o seu impacto, numa perspetiva logística.

A temperatura do ar na caixa isotérmica do veículo de transporte constitui um dos parâmetros principais que influencia a qualidade dos géneros alimentícios perecíveis durante o transporte (Berenstein, 1974).

Assim, no transporte terrestre de produtos perecíveis deve existir um controlo e monitorização da temperatura mais rigoroso, uma vez que no processo de distribuição física dos produtos perecíveis transportados há um abrir e fecho de portas dos veículos de frio, para a descarga dos produtos, que vai provocar instabilidade térmica no interior da caixa, pelas trocas entre as massas de ar frio e de ar quente.

Este estudo consiste em identificar e atenuar a variação da temperatura existente no transporte rodoviário da cadeia logística. Para o efeito fez-se um controlo e monitorização da temperatura da referida caixa isotérmica, da temperatura dentro da embalagem entregue ao último cliente e a temperatura do produto congelado (peixe). As medições foram realizadas ao longo da distribuição física diária.

No sentido de dar resposta a estas atividades, foram identificadas algumas ações:

Analisar a evolução térmica do ar no interior da caixa isotérmica;

Identificar o efeito da variação térmica no produto congelado (peixe);

Analisar formas de atenuar a saída de ar fresco e/ou entrada de ar exterior, no interior da caixa.

Dimensionar o equipamento de frio adequado ao transporte de 1000kg de peixe congelado.

Comparar qualitativamente e quantitativamente as soluções.

O caso concreto do estudo tem como vertente principal a melhoria do transporte dos produtos perecíveis congelados e o aumento do nível de conhecimentos neste domínio.

O trabalho está organizado em seis capítulos.

- No capítulo I, foi efetuada a introdução ao problema e apresentação dos objetivos geral e específicos, os pontos relevantes, a metodologia e a organização da dissertação.
- No capítulo II, reside o enquadramento concetual e a retrospectiva histórica, para melhor entendimento do conceito da cadeia de frio e de logística, da sua contextualização onde se destacam as características do produto perecível, a temperatura controlada, sistemas de refrigeração, acompanhada de pesquisa descritiva com revisão bibliográfica.
- No capítulo III, foi efetuado o enquadramento do estudo de caso e a caracterização do veículo e do equipamento de produção de frio tendo sido feita a pesquisa empírica para a determinação do cálculo da potência da unidade frigorífica.
- O capítulo IV consistiu numa pesquisa empírica, através de estudo de caso, a partir do tratamento e análise de dados coletados nas etapas operacionais da distribuição física de produtos perecíveis congelados.
- No capítulo V, foi realizada uma pesquisa descritiva com a indicação de contributos de boas práticas, condições de transporte e a segurança alimentar.
- No capítulo VI, estão descritos os resultados da pesquisa experimental.

Na seção Conclusões estão descritas as consequências principais decorrentes dos resultados de pesquisa empírica, as recomendações finais com a descrição de fatores logísticos e sugestões para futuros trabalhos.

2. Caraterização da cadeia de frio e de logística

2.1. Enquadramento concetual

A preservação dos produtos alimentares perecíveis em ambiente frio, refrigerado e climatizado, levou à integração de novos conceitos tais como a cadeia de frio, logística da cadeia de frio, logística de transportes, equipamentos e processos de manutenção do frio, regras de armazenagem e controlo de *stock* e a comercialização a temperatura controlada, para assegurar que em todos os elos da cadeia haja integração e coesão das operações com a finalidade de preservação do frio de alimentos perecíveis desde a produção ao consumo.

2.2. Retrospectiva histórica

As formas diversificadas de conservação de alimentos e o alargamento do tempo de armazenamento foram, ao longo da história, uma preocupação do Homem, pelo que teve de recorrer a criação de técnicas de conservação cada vez mais evoluídas para aumentar o período de vida útil dos géneros alimentícios. No Tempo da Idade da Pedra a conservação de alimentos era realizada por secagem ou na Idade do Fogo a conservação era por fumagem ou por cozedura. Outras técnicas de conservação utilizavam o gelo, a neve, o sal na transição da economia nómada para a economia agrícola.

Com o aumento gradual da temperatura exterior do planeta, a vasta gama de condições climáticas, a necessidade de abastecer as várias regiões, para além de outros recursos de transporte a utilização do transporte rodoviário, onde são notórios os efeitos da transferência de calor entre o ar exterior e as paredes da caixa isotérmica, a radiação solar e a conseqüente entrada de massa de ar exterior nas operações de carga ou de descarga dos alimentos, contribuiram para dificuldades substanciais na manutenção da temperatura e das características originais dos alimentos transportados.

Para minimizar as variações térmicas resultantes da transferência de massa de ar na distribuição da carga, levou a alterações profundas no setor dos transportes, com a modificação da carroçaria dos veículos de transporte e a seleção da unidade de produção de frio consoante as dimensões da caixa isotérmica (James, James e Evans, 2006).

Contudo, um dos aspetos mais importantes é o cumprimento de todos os requisitos de forma a manter as características originais de um produto saudável e próprio para o consumo.

A variação da temperatura na etapa do transporte é particularmente intensa e difícil de controlar, portanto a análise da variação da temperatura no transporte é a chave para o estudo da alteração da qualidade do produto perecível. A deterioração da qualidade do produto é acumulada e irreversível, mesmo em ambiente apropriado e está associado a flutuações de temperatura. É no transporte dos alimentos que é uma das etapas da cadeia logística que merece uma atenção redobrada pela preocupação em manter o produto perecível transportado dentro dos padrões seguros de temperatura ao longo de todo o processo de distribuição física, para a manutenção das propriedades organolépticas, de textura e nutricionais (Yue *et al.*, 2013).

Com a crescente exigência dos consumidores e paralelamente com o desenvolvimento da indústria do frio (refrigeração e congelação) e do setor dos transportes, é hoje possível melhorar a qualidade da alimentação e dispor na maioria dos países desenvolvidos de uma grande variedade de produtos ao longo do ano.

Atualmente com os requisitos que alguns produtos exigem, para a obtenção de baixas temperaturas, recorre-se a processos de compressão mecânica do vapor, ao sistema criogénico e ao sistema eutético.

2.3. Processos de conservação

Os processos de conservação variavam consoante as características específicas, tais como: posição geográfica (do país, da nação, da tribo, da família); proximidade de zonas marítimas ou de zonas fluviais; cultura; religião; temperatura do ar atmosférico; morfologia do terreno e desenvolvimento tecnológico. Dentro dos processos de conservação identificam-se: a salga e salmoura, a fumagem, a secagem, a liofilização (processo de desidratação a baixa temperatura), a apertização (conservação de produtos por meio de pasteurização e conserva em lata de folha), a radiação nuclear e a utilização do frio natural e o frio artificial.

O frio, não sendo o único processo de conservação, é no entanto o processo de conservação mais atual e o mais adequado às condições de conservação de produtos perecíveis alimentares (Santos, 2014).

2.3.1. Processos de refrigeração e de congelamento

Os processos de refrigeração e de congelamento dos alimentos reduzem efetivamente reações químicas e biológicas desencadeadas pela atividade de microrganismos e enzimas, além do fato da cristalização da água livre nos alimentos reduzir a atividade de água, retardando assim o processo de deterioração do alimento (ASHRAE, 2002; Delgado e Sun, 2001).

A preocupação com a preservação, conservação, a qualidade do produto e a segurança alimentar contribuíram para a boa integridade do produto e na manutenção da temperatura através de monitorização contínua ao longo de todo o processo de distribuição física.

Com o desenvolvimento de novas técnicas de construção, surgiram novos materiais baseados em materiais isolantes, de base natural ou sintética, com melhor proteção térmica, diminuição da espessura, menor peso e com resistências muito mais elevadas [ou seja, a aplicação de materiais com a condutividade térmica (λ) mais baixa possível], de modo a reduzir o fluxo calórico entre o ambiente exterior e o interior. Porém, com o decorrer do tempo estes materiais isolantes podem absorver humidade e provocar um aumento de coeficiente de condutividade térmica, em média de 7% do seu valor por cada 1 % de humidade absorvida, através de condensações, pela presença de humidade e aumento da porosidade do material (Shin e Kodide, 2012). Pelo que é necessário um bom investimento na aplicação de novas técnicas que garantam uma boa qualidade e que impliquem menor consumo de energia dos sistemas de refrigeração, menor peso e maior espaço útil.

É relevante, a implementação de Processos de Refrigeração e de Congelamento que conduzam a minimização das flutuações térmicas e utilizam o frio para prolongar a vida útil dos produtos perecíveis.

A utilização do frio como forma de preservação pode ser dividida em dois tipos:

- Refrigeração – processo que mantém a temperatura acima do ponto de congelamento da água, mas abaixo da temperatura crítica, a que surgem fenómenos de decomposição. A refrigeração é um meio de conservação temporária até que seja aplicado outro método de conservação. É a ação de retirar a energia térmica de um determinado corpo ou meio através de um ciclo termodinâmico que de uma forma controlada vai viabilizar processos de conservação de alimentos ou permitir conforto térmico. Permite reduzir o crescimento e o desenvolvimento microbianos de forma a não provocar danos nos alimentos, tentando manter a qualidade original do alimento e prolongar um pouco mais

a sua vida útil. Os parâmetros que se devem ter em conta na refrigeração para a conservação dos alimentos são: temperatura, humidade relativa, velocidade de circulação do ar, e a composição da atmosfera (Freitas e Figueiredo, 2000).

Entende-se por produto refrigerado, um produto arrefecido até à temperatura adequada, na base de regras científicas e tecnológicas, para conservação estabilizada e homogénea em todos os pontos do mesmo. Para manter uma temperatura de conservação homogénea em todos os produtos é essencial que a instalação frigorífica seja dimensionada tendo em conta as necessidades energéticas do sistema térmico global, a massa do produto a conservar, as características térmicas específicas dos produtos, os diferenciais térmicos por efeito de convecção entre o ar e a superfície do produto, a velocidade e recirculação de ar no interior da câmara, que não permitam grandes flutuações térmicas em diferentes pontos críticos da câmara frigorífica, com flutuações não superiores a 1°C.

- Congelação- processo utilizado para preservar a qualidade e a integridade do produto a conservar, em que a temperatura dos alimentos são reduzidas rapidamente, fazendo com que a água passe para o estado sólido. Permite a redução das alterações físicas, bioquímicas e microbiológicas no decurso do processo. A velocidade de congelação depende de uma série de fatores, tais como o procedimento de congelação utilizado, a temperatura de congelação, a velocidade de circulação do ar ou outro refrigerante, o tamanho e a forma de embalagem e o tipo de alimento. A congelação é um processo de conservação mais longo que mantém as suas propriedades físicas, microbiológicas e bioquímicas. É através de uma redução rápida da temperatura que a água que está presente nos alimentos solidifica formando pequenos cristais.

Para que o processo de congelação seja eficaz requer temperaturas de -18°C ou inferiores, sendo que é importante ter em atenção o processo e temperatura de congelação, isto é, se a congelação dos produtos alimentares é realizada de forma lenta ou rápida, assim como a velocidade da circulação do ar ou do refrigerante, tamanho e forma da embalagem e o tipo de alimento (Pereira, 2011).

Os produtos alimentares perecíveis, quando submetidos a baixas temperaturas, inferiores a 0°C, sofrem um processo de congelação, cuja causa se verifica por efeito de

solidificação da água que se encontra contida no produto, dado que a maior parte dos produtos alimentares têm na sua constituição entre outros elementos, 60% a 80% de água, matérias orgânicas e substâncias minerais.

A congelação não elimina as bactérias e os germes microbianos existentes no produto no momento do processo, inibe a partir -10°C o desenvolvimento dos germes e a temperaturas inferiores a -18°C o desenvolvimento de fungos. Permite ainda a destruição de larvas de ténia, das acárias quando o processo é realizado a temperaturas inferiores a -30°C , não evitando no entanto a evolução das características organoléticas dos produtos.

É possível uma conservação mais longa, apresentando mais vantagens no transporte a longas distâncias.

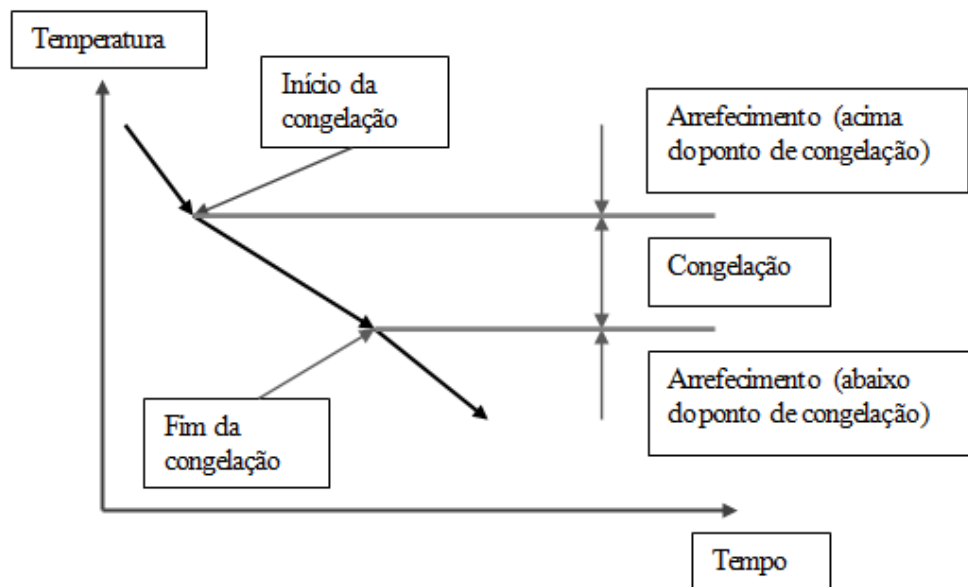


Fig. 1. Curva típica de congelação de um alimento

Fonte: Refrigeração e congelação de alimentos (Çengel e Boles, 2001)

A refrigeração de alimentos envolve o arrefecimento sem variação de fase, enquanto a congelação envolve três estágios: arrefecimento até ao ponto de congelação (perda de calor sensível); congelação (perda de calor latente) e o posterior arrefecimento até à temperatura desejada (perda de calor sensível do alimento congelado).

Temos dois tipos de congelação: congelação lenta e a congelação rápida (Freitas e Figueiredo, 2000).

- Congelação lenta: dá origem à formação de cristais de gelo tanto maiores quanto mais lenta esta for, dado que a temperatura do produto permanece próximo do ponto de congelação inicial. Os cristais de gelo pela sua geometria se apresentar sob a forma de dendrites e aguçadas danificam a as células e alteram as características do produto, tais como textura, sabor e afetam a qualidade do produto (Kolbe e Kramer, 2007).
- Congelação rápida: Ocorre quando a congelação se processa rapidamente e condiciona o crescimento de cristais de gelo, o que se traduz em cristais de menores dimensões, com uma geometria esférica e causam menor destruição mecânica das células do produto. A congelação rápida previne o crescimento microbiano, tem uma maior rapidez no retardamento da ação enzimática e reduzida velocidade das reações químicas. O tempo de congelação depende vários fatores tais como: a temperatura, o tamanho e a forma do produto, e o tipo de embalagem. Deve-se ter em conta que a evolução da temperatura é diferente à superfície que no centro do produto e vai influenciar a duração da congelação (Kolbe e Kramer, 2007).

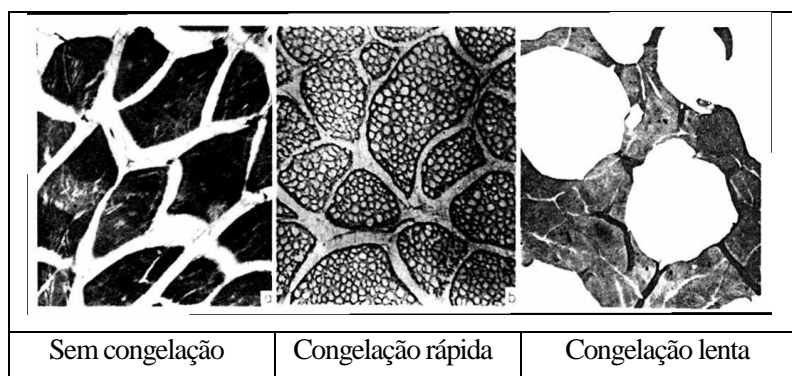


Fig. 2. Efeitos da congelação e formação de cristais de gelo (bacalhau).

Fonte: Planning for Seafood Freezing (Kolbe e Kramer, 2007)

Pode-se verificar através da tabela e do gráfico com a curva de arrefecimento (após aplicação no pescado), que a duração do tempo de congelação varia na razão inversa da velocidade do ar frio (Santos, 2014).

Velocidade do ar (m/s)	Tempo de congelação (min)
1,5	23
2	20
3	16
5	13
7,5	11
10	9,5
14	8

Tab. 1. Variação da temperatura de congelação com a velocidade de ar frio.
Fonte: Santos (2014, p. 43)

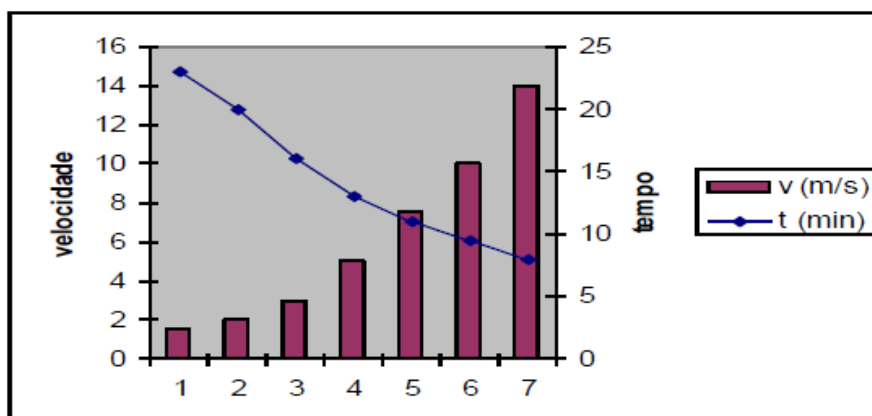


Fig. 3. Curva de arrefecimento

Fonte: Santos (2014, p. 44)

As proteínas do peixe sofrem permanentes alterações durante o tempo de congelação e a conservação em câmaras frigoríficas, a uma velocidade que depende da temperatura e da atividade da água, pelo que a partir de -18°C as variações são mais lentas, dado que a esta temperatura a atividade da água é inexistente.

O peixe gordo é mais sujeito a alterações químicas durante o período de armazenagem na câmara frigorífica, devido a temperaturas de conservação, à circulação de ar, falta de embalagem ou esta inadequada, e ao oxigénio contido na câmara de frio, dando origem a fenómenos de oxidação, desidratação e a mudança de cor. Nestes produtos é conveniente que seja utilizado o processo de vidragem, que consiste na aplicação de uma película de gelo na superfície do produto congelado

(através de pulverização, passagem ou mergulho em água) impedindo que este desidrate e aumentando o seu tempo de conservação.

O Instituto Internacional do Frio recomenda uma conservação do pescado congelado a temperatura da ordem de -18°C para peixe magro, -24°C para espécies gordas, condicionando a temperatura de congelação e armazenamento no período de vida útil do produto.

Produto	Período de armazenamento (meses)	Tempos de armazenamento (meses)	Tempo de armazenamento (meses)
	-18°C	-24°C	-30°C
Peixe gordo (vidrado)	5	9	12
Peixe magro (filete)	9	12	24
Peixe achatado	10	18	>24

Tab. 2. Período de armazenamento
Fonte: Santos (2014)

Os efeitos físicos da congelação apresentam uma grande influência no aspeto final do alimento, pois, por exemplo, durante o armazenamento sob congelação pode ocorrer a sublimação dos cristais de gelo que se encontram na superfície causando a designada queimadura na superfície do alimento, que se traduz pelo aparecimento de uma zona mais seca e granulosa na superfície do alimento (Freitas e Figueiredo, 2000).

2.3.2. Fluxograma de processamento do pescado congelado

Após a captura da matéria-prima, o pescado, é lavado em equipamentos cilíndricos, tanques, túneis, com água a pressão suficiente para a eliminação do muco presente, e assim permite a redução microbiana existente na superfície do pescado.

O processamento agrega valor ao pescado, que de matéria-prima perecível, passa a ser um produto com maior vida útil e com diversidade de opções de consumo (Argenta, 2012).

Na Figura seguinte está descrito sequencialmente através de um fluxograma as operações que decorrem desde a receção do pescado até à produção de postas de pescado para a congelação.

Fluxograma da produção de postas

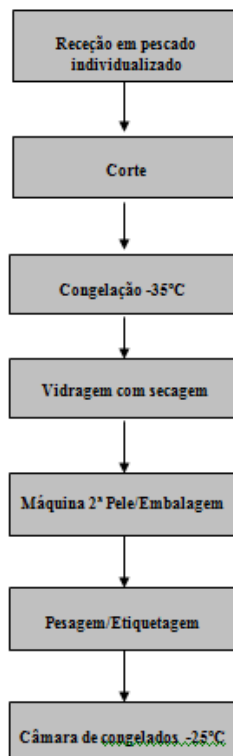


Fig. 4. Fluxograma de produção de postas de pescado para congelamento

A operação de vidragem no pescado congelado consiste no envolvimento numa camada de gelo, que tem semelhanças com o vidro e que se obtém após o peixe congelado ser mergulhado em água, de modo a que se forme, à sua volta, uma película de água (o vidrado). Esta camada de gelo tem uma função protetora, que evita a desidratação durante o armazenamento, sublimando a água da vidragem e a oxidação dos alimentos. Na comercialização do produto que passa pela operação de vidragem, na embalagem deverá estar indicado o peso líquido escorrido ou seja, o peso do produto antes de se adicionar a água de vidragem.

2.3.3. Fatores que influenciam a velocidade de arrefecimento do produto

No arrefecimento do produto é importante o parâmetro, a velocidade de arrefecimento, pois determina a rapidez de equilíbrio térmico do produto e que depende dos fatores, tais como:

- Quantidade de calor no produto;
- Temperatura do produto;

- Massa do produto;
- Natureza, forma geométrica e dimensão do produto

2.3.3.1. Características do Pescado

O pescado é um dos alimentos mais perecíveis e que requer cuidados adequados na sua manipulação, na aplicação dos conceitos básicos de conservação, desde que é capturado fresco até ser transportado à indústria transformadora ou ao consumidor final. A maioria dos peixes tem a estrutura corporal simétrica que pode ser dividida em 3 partes: cabeça, corpo e cauda. É na superfície do corpo que na maioria das espécies do pescado que assentam-se as escamas.

O músculo do peixe contém fibras musculares mais curtas que o dos mamíferos. O tecido muscular do peixe é composto de músculo estriado cuja unidade é a fibra muscular, constituída de sarcoplasma com núcleos, grãos de glicogénio, mitocôndrias e um grande número de miofibrilas. No pescado existem dois tipos de tecidos musculares, o branco ou claro e o vermelho ou escuro. Geralmente o tecido muscular do peixe é claro, mas a proporção varia de acordo com a atividade do peixe.

Na tabela seguinte estão representadas as diferenças morfológicas entre o tecido muscular branco e o tecido muscular escuro do pescado.

Morfologia	Músculo branco	Músculo escuro
Forma de um corte histológico transversal da fibra muscular	Multiangular	Circular
Distribuição de vasos sanguíneos no músculo	Dispersa	Compacta
Quantidade de membranas externas e internas no músculo	Pouca	Muita
Proporção de miofibrila/sarcoplasma	Grande	Pequena
Tamanho da fibra muscular	Grande	Pequeno

Tab. 3. Diferenças morfológicas entre os tecidos musculares do peixe
 Fonte: Tecnologia do Pescado, características e processamento da matéria-prima (Argenta, 2012)

A composição do pescado é muito variável consoante por exemplo a espécie, o indivíduo, a idade, o sexo, o meio ambiente e a época do ano. A composição química do pescado, gordo, semi-gordo e magro estão descritas na tabela seguinte:

	Gordo	Semi-gordo	Magro
Água (%)	68,6	77,2	81,8
Proteína (%)	20	19	16,4
Lípidos (%)	10	2,5	0,5
Carboidratos (%)	0	0	0

Tab. 4. Composição química do pescado

Fonte: Tecnologia do Pescado, características e processamento da matéria-prima (Argenta, 2012).

A água representa a maior percentagem quando comparada com os outros componentes, por isso apresenta grande influência na qualidade do produto, relativamente à coloração, suculência, textura e sabor. Em meios com a concentração de humidade elevada facilita o processo de deterioração do pescado e reduz a sua durabilidade.

Apesar de a tabela apresentar valor nulo para os hidratos de carbono, existem em percentagem reduzida que se situa entre os 0,01 a 0,7%, assim como os sais minerais entre 0,9 a 2%.

A fração lipídica é a mais variável de todas, em especial sazonalmente e funciona como reserva de energia. Consoante a percentagem de lípidos presentes a classificação de peixes varia: peixes gordos (>5%), peixe semi-gordo ou intermédios (entre 2 e 5%) e magros (<2%) (Pires, 2006).

2.3.4. Abordagem ao produto deste estudo

O produto alimentar que está a ser objeto do presente estudo é o peixe congelado.

Este produto alimentar sofre alterações físicas, organolépticas, textura, químicas, biológicas, ao longo da cadeia alimentar, desde a captura, recolha, transporte até ao consumo, que podem ser minimizadas através de uma excelente cadeia de frio. A temperatura do meio envolvente do produto quanto mais baixa for, isto é menor ou igual a -18°C, conduz a uma diminuição de modificações no produto perecível. A grande parte da composição dos produtos perecíveis é a água, variando entre os 60% e os 70%, no caso do peixe a variação é de 65% e os 80% (Santos

2014). As alterações térmicas existentes em toda a movimentação na cadeia de frio conduzem a alterações físicas, químicas, biológicas e mecânicas que podem ser minimizadas com a aplicação do frio. A atividade da água mesmo à temperatura de congelação ou de refrigeração mantém um certo grau de ação que introduz no produto um período de vida útil (Anexo IX, tab.1).

A atividade da água pode ser definida como a relação entre a pressão de vapor de água à superfície do produto perecível e a pressão do vapor saturante da água pura, à mesma temperatura (Santos, 2014).

$$A_w = P / P_o$$

Em que:

A_w = atividade da água

P = pressão de vapor no produto

P_o = pressão de vapor saturante

2.3.4.1. Intervenientes no transporte do peixe congelado

Os intervenientes mais comuns do transporte de peixe congelado, desde o momento da captura até ao consumidor final estão definidos no seguinte diagrama.

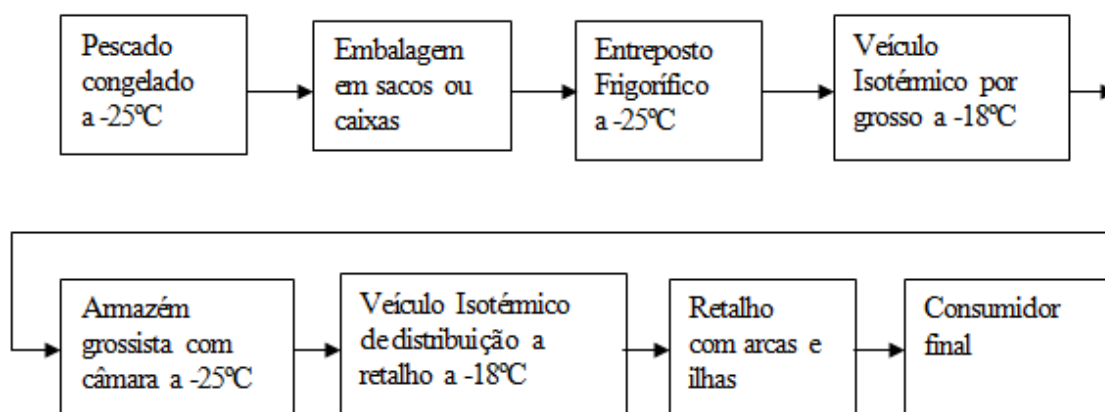


Fig. 5. Fluxograma de transporte de peixe congelado

O comércio de peixe congelado tem uma duração aproximada de 9 meses, desde a sua captura, passando pelo processo de refrigeração até ser colocado nos pontos de consumo. Isto é, cerca de 3 meses de preparação, 3 meses para transporte aos intermediários ou grossistas e 3 meses para colocação nos locais de venda ao consumidor (Heen, 1982).

2.3.4.2. Perdas de qualidade no transporte

A redução da temperatura para congelar o produto a ser transportado promove uma maior estabilidade microbiológica devido a mudança de estado da água que estava na forma líquida ao estado sólido, reduzindo a atividade de água do produto (Pereira, 2008).

É do senso comum que quanto maior for a distância a percorrer pelo produto congelado, mais precauções devem existir para evitar o rompimento da cadeia de frio e que percurso a curtas distâncias não necessitaria de grandes cuidados. Este raciocínio contribuiu para que as deslocções curtas fossem as mais críticas para a manutenção da cadeia de frio. Para contrariar este raciocínio foi ministrada formação e elaborados procedimentos para consciencialização dos vários intervenientes da cadeia de frio (Heap, 2006).

Um exemplo de problemas ocorridos na fase de congelação e/ ou na manutenção em estado congelado (como é o caso do transporte), é a perda de capacidade de retenção da água e o aparecimento de uma textura seca e dura no pescado congelado após descongelação (Ribeiro, 2012).

A qualidade do pescado é um conceito complexo que envolve um conjunto de fatores: segurança, valor nutricional, disponibilidade, integridade e frescura (Olafsdóttir et al., 2003 citado por Ribeiro, 2012).

Os métodos de avaliação da qualidade podem ser divididos em quatro categorias, sensoriais, bioquímicos e químicos, físicos e microbiológicos.

O método sensorial é considerado o mais importante para avaliar a frescura e qualidade dos produtos da pesca.(Nunes, Batista e Cardoso, 2007)

O QIM (*Quality Index Method*) (Método do índice de qualidade) é um método de avaliação de pescado rápido e objetivo que se baseia na avaliação das alterações que ocorrem no pescado. É atribuída uma pontuação de 0, 1, 2 ou 3 pontos de demérito às alterações que ocorrem principalmente no cheiro, textura, aspeto exterior dos olhos, pele e brânquias. O número de pontos atribuídos a cada uma das características é somado para obter uma pontuação sensorial total (Bremmer, 1985 citado por Ribeiro, 2012). O inconveniente deste método é o facto de requerer a descongelação do pescado, tornando-se um método destrutivo (Herrero et al., 2003 citado por Ribeiro, 2012).

Existe ainda um processo bioquímico de avaliação da qualidade do pescado congelado que consiste na medição de dimetilamina (DMA), este é um composto produzido por enzimas autolíticas durante o armazenamento em condições de congelação.

2.3.4.3. Agentes de deterioração dos produtos

A deterioração do pescado congelado depende de fatores intrínsecos (fatores que afetam a sua composição) e extrínsecos (fatores externos, tais como a velocidade de congelação, a temperatura de armazenamento, as flutuações de temperatura e o contacto do produto com o oxigénio durante o armazenamento e transporte) (Ribeiro, 2012).

A temperatura de armazenamento de congelados deve ser tão baixa quanto economicamente possível, idealmente inferior a -20°C (Rehbein, 2002 citado por Ribeiro, 2012) embora comercialmente se trabalhe a -18°C , devendo-se evitar flutuações desta, uma vez que podem induzir a recristalização, o que resultaria num produto de baixa qualidade, equivalente a um produto que sofreu congelação lenta.

Os agentes mais responsáveis por essa instabilidade são as enzimas (produzidas por células vivas que controlam a reação orgânica da degradação e da sínteses. Ação da enzima depende do pH, temperatura e da sua concentração), os microrganismos, bactérias e fungos (podem deteriorar ou decompor as substâncias de base dos produtos perecíveis, A ação destes depende da temperatura, humidade, oxigénio e o pH).

A humidade cria condições ótimas para o desenvolvimento de bactérias (valores de humidade entre 0,91 e 0,98) e fungos (entre 0,80 e 0,88), sendo que o Oxigénio é essencial para o desenvolvimento dos fungos aeróbios.

A temperatura tem importância nas reações químicas e no desenvolvimento de microrganismos e conforme o seu valor atua de forma diferente sobre o produto.

Temperatura °C	Resultado
[30; 40]	Favorece as reações enzimáticas
[50; 90]	Favorece a destruição das enzimas
[-2; 12]	Temperatura de refrigeração. Diminui a velocidade de reação, mas não pára. Aumenta o tempo de vida útil do produto.
-18°	Temperatura de congelação. Aumenta mais o tempo de vida útil e de conservação do produto, mas em períodos de conservação longos aparecem certas reações enzimáticas que alteram a qualidade do produto.

Tab. 5. Influência da temperatura nas reações químicas
Fonte: Instalações frigoríficas (Santos, 2014).

Crescimento de microorganismos patogénicos em alimentos

<i>Salmonella spp.</i>	5	45 - 47	35 - 37
<i>Staphylococcus aureus</i> : crescimento	7	48	35 - 40
toxinas	10	48	40 - 45
<i>Shigella spp.</i>	7	46	40 - 45
<i>Vibrio cholerae</i>	7	45 - 47	37
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	10	43	37
<i>Vibrio vulnificus</i>	8	43	37
<i>Yersinia enterocolitica</i>	-1	42	28 - 30

Tab. 6. Temperaturas mínimas, máximas e ótimas de crescimento de microrganismos
Fonte: Higiene e Segurança Alimentar no transporte de produtos alimentares (Baptista, 2007).

2.4. Cadeia de frio e logística

A cadeia de frio e logística são dois conceitos importantes em todo o processo que envolve o transporte do produto, peixe congelado, pelo que vão ser descritos nos subcapítulos seguintes.

2.4.1. Cadeia de frio

A cadeia de frio designa a sequência de procedimentos que se destinam a manter um ambiente a temperatura negativa ou refrigerado, com o objetivo da preservação de alimentos perecíveis. Agrega a gestão logística, as suas funções de controlo, monitorização e de rede

colaborativa, além dos recursos técnicos para a congelação ou refrigeração e segurança alimentar, até à comercialização. Esta manutenção de temperaturas dentro de limites suficientemente apertados garante que as reações enzimáticas e o desenvolvimento microbiano não tenham níveis prejudiciais à sua qualidade higiénica, nutricionais e organoléticas (Pereira *et al.*, 2010).

É um conjunto fechado de elos de ligação que requerem uma articulação sequencial de modo a funcionar como um todo e garantir que o frio se mantenha uniforme ao longo da mesma. É constituída por uma série de nós, os navios de pesca, entrepostos frigoríficos, hipermercados, sendo a interligação feita através de transportes, de modo que em qualquer movimentação dos produtos perecíveis entre os diferentes nós da cadeia deve ser salvaguardada pelas condições termohigrométricas idênticas em toda a cadeia, de forma a preservar a qualidade do produto perecível durante todo o processo de duração da comercialização (Santos, 2014).

A gestão da cadeia de frio pressupõe um conjunto significativo de atividades tais como: boas práticas de execução e manuseamento de alimentos, normas, procedimentos, regulamentos, integração de processos e formação (Montanari, 2008).

A infraestrutura da cadeia de frio consiste no armazém frigorífico, sistema de embalamento, veículos frigoríficos, sistemas de monitorização e dispositivos de medição de temperatura e humidade.

Na Figura seguinte está representada a estrutura da cadeia de frio, com as diferenças entre a gestão da cadeia de frio e a infraestrutura da cadeia de frio.

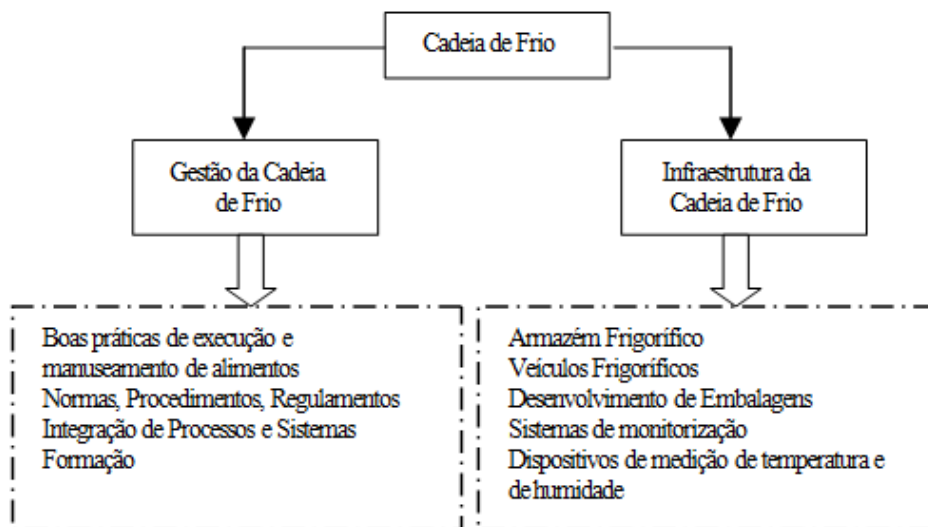


Fig. 6. Estrutura da cadeia de frio

No que concerne à estrutura da cadeia do frio, pode-se afirmar que se trata de uma estrutura complexa que pode ser influenciada por múltiplos fatores, entre os quais estão fatores logísticos, humanos, de infraestruturas, de formação e de normalização. Identificam-se na tabela seguinte alguns fatores chave relacionados com o desempenho da distribuição física da cadeia de frio.

#	Fator	Descrição
1	Histórico térmico	A temperatura medida em apenas um ponto da cadeia de frio não reflete a inércia provocada pelas trocas de calor nos ambientes em que o produto alimentar passou
2	Sistemas de refrigeração	Sistemas eficientes de refrigeração promovem rápida estabilização do padrão térmico do produto alimentar
3	Equipamento produção frio	Aparelhos de refrigeração e isolamentos deficientes causam quebra da cadeia de frio
4	Sistema ou estrutura de armazenagem	As condições de armazenagem, <i>layout</i> , estruturas, porta paletes, e sistemas de movimentação são fundamentais para a manutenção da cadeia de frio
5	Sistemas de verificação e endereçamento	Uma carga recebida perde valor qualitativo quando aguarda por despacho, etiquetagem e endereçamento
6	Previsão de encomendas e Gestão de <i>Stocks</i>	Regras de rotação de <i>stocks</i> , FIFO são determinantes na eficiência da distribuição física
7	Variação das encomendas	Campanhas promocionais e sazonais causam aumento de lotes escoados, incertezas e erros e afetam a temperatura do produto alimentar
8	Perfil do pedido	O nível de fracionamento da carga afeta a qualidade das operações de <i>picking</i> e roteirização e a variável da temperatura no final da cadeia
9	<i>Picking</i>	A forma de se montar cargas e de transportar pode reduzir a exposição do produto a atmosferas degradantes
10	Embalagem	Embalagens eficientes reduzem os efeitos da degradação por manuseio e trocas de calor em ambientes impróprios
11	Sistemas de informação	A tomada de decisões ao nível operacional depende de informações básicas, exatas e disponíveis a todo o instante
12	Roteirização	O planeamento de rotas de produtos perecíveis deve considerar uma sequência de paragens que minimize a perda de valor térmico
13	Força de trabalho	A falta de capacidade e motivação são responsáveis por perdas de sincronização, atrasos e perda de padrão térmico
14	Método de manuseamento	É um procedimento de ligação de um elo a outro da cadeia, portanto crítico

Tab. 7. Fatores chave relacionados com desempenho da distribuição física na cadeia de frio
 Fonte: A Gestão da cadeia de frio: uma análise de fatores logísticos.(Silva, 2010)

No caso de eventual rutura da cadeia de frio, vai provocar o efeito de *Forrester* ou designado também por efeito Chicote, pelo facto da variação da temperatura na cadeia de frio provocar alterações significativas na qualidade dos produtos de consumo.

O efeito de *Forrester* é caracterizado por ser um efeito que cria uma amplitude na onda de pressão (“efeito Chicote”) e que gera também o efeito *Backlash* que consiste numa amplitude na onda de reflexão ou repercussão (“folga”). O produto congelado ao ser transportado em ambientes onde tenham ocorrido alterações térmicas vai afetar a qualidade do produto, tornando-se impróprio para o consumo. Nesta situação há a ocorrência do transporte no circuito inverso, para análise, designado por logística inversa (Dias, 2013).

O setor dos transportes é um elemento chave na cadeia de fornecimento dos produtos e acaba por ter uma importância relevante em todo o processo logístico, devido à necessidade de salvaguardar com rigor todas as operações de distribuição de produtos perecíveis na cadeia de frio, que em caso de rutura pode degradar o produto transportado. Neste sentido houve uma grande expansão e desenvolvimento de infraestruturas das vias rodoviárias, ferroviárias, para redução da duração do tempo de transporte, aperfeiçoamento de técnicas de escoamento dos produtos e dos elos de ligação, com a utilização de sistemas frigoríficos mais eficientes, mais económicas e mais seguros.

As diferenças de temperatura nas operações de carga ou de descarga de produtos perecíveis, as condições da temperatura ambiente, acabam por produzir alterações significativas na qualidade do produto destinado ao consumo.

Os alimentos perecíveis devem ser apresentados, para transporte, frescos, refrigerados, congelados ou ultracongelados e nas condições de temperatura máxima fixadas (Regulamento (CE) nº 853/2004 de 29 de Abril, no seu anexo III e NP 1524, de 25 de Março de 1987 - tabela constante no anexo I – Tab. 1). Estas condições devem ser mantidas durante todo o tempo de transporte e, para isso, os veículos de transporte e contentores a utilizar, devem ser frigorificados ou refrigerados, conforme os casos (ARESP, 2008).

2.4.1.1. A cadeia de frio do peixe congelado

A cadeia de frio do peixe congelado compreende todo processo de armazenamento, conservação, distribuição, transporte e manipulação dos produtos, tendo em vista o controlo e manutenção adequada das baixas temperaturas necessárias para garantir a eficácia da cadeia de frio. Qualquer falha nesta cadeia pode comprometer a qualidade dos produtos, pois as velocidades das reações químicas, bioquímicas e microbiológicas estão diretamente relacionadas com a temperatura, causando impacto nos produtos alimentares a nível nutricional e da própria qualidade do produto alimentar (Pereira *et al.*, 2010).

Para correta conservação, após a captura do pescado, deve ser arrefecido o mais rapidamente possível, com a utilização do gelo, por ser o método mais eficaz para baixar a temperatura. Uma rápida congelação seguida de um arrefecimento a baixa temperatura é essencial para que a alteração de qualidade seja minimizada (Londahl, 1997 – Cit. por Boonsumrej *et al.*, 2007).

Na tabela abaixo é definido o tempo de conservação (mensal), sendo que, o pescado (peixe magro) armazenado numa câmara de congelação a -25°C , não deve permanecer mais de 18 meses. Este período pode ser dilatado até um máximo de 24 meses para valores de temperatura de -30°C (Santos, 2014).

Produtos	Tempo de conservação (meses)		
	-18°C	-25°C	-30°C
Produtos do mar Peixes gordos	4	8	12
Peixes magros	8	18	24
Peixes espalmados	10	24	>24
Lavagante, Caranguejo	6	12	15

Tab. 8. Duração de conservação em função da temperatura
Fonte: Instalações frigoríficas (Santos, 2014)

2.4.2. Logística

A logística é um processo operacional de planeamento de abastecimento e fornecimento de produtos, serviços e informação relacionada, desde o ponto de origem ao ponto de consumo. O ponto de origem considera-se o Armazém do Fornecedor, onde devem ser cumpridos um conjunto de disposições e regras específicas de acondicionamento dos produtos, movimentação de cargas, existência de espaços e zonas de circulação, dando cumprimento aos requisitos legais

em vigor, bem como o cumprimento das regras *FIFO* – (*First In First Out*) e *LIFO* – (*Last In First Out*) para o fornecimento dos produtos. Também faz parte da logística uma gestão sistemática e eficiente dos recursos envolvidos, prestando um serviço de qualidade de fornecimento e abastecimento. As atividades devem ser realizadas no tempo certo *JIT*- (*Just In Time*), no local certo *JIP*- (*Just In Point*) (Dias, 2013).

O conceito *JIT* é um conceito que se baseia numa ideia em que nenhuma atividade deve ter início antes que seja necessário, utiliza uma filosofia “*pull*” ou seja, as operações são realizadas consoante a necessidade do cliente, sendo assim possível contribuir para a redução do inventário.

Em alternativa ao modelo *JIT* há o modelo de organização “*lean*”, em que se verifica a redução do desperdício em todos os setores logísticos, conduzindo a um *stock* próximo do zero, desde a produção à distribuição minimizando e otimizando recursos.

A logística da cadeia de frio numa lógica funcional ou gestão funcional compreende um conjunto de atividades, que vão desde a determinação dos requisitos dos materiais (especificações), às atividades de distribuição física, às atividades de logística inversa, sendo integralmente dependente da infraestrutura e da gestão da informação de todo o ciclo (Rizzi *et al.*, 2011).

Um dos aspetos de logística é o impacto na cadeia de abastecimento motivado pela duração do processamento das encomendas, do atraso da disponibilização da documentação e da duração do tempo de transporte dos produtos, que se traduz em pouca flexibilidade, aumento de custos e menor eficiência da cadeia de abastecimento (Sowinski, 2003).

A necessidade de um planeamento bem coordenado, com flexibilidade na adaptação à procura, conjugado com uma boa comunicação ao longo da cadeia de fornecimento global de serviços, a adoção de um código uniforme de práticas baseados em regulamentos e Procedimentos Operacionais Padronizados (POPs), através de formação para minimizar eventuais riscos de erros humanos, vai contribuir para que a cadeia de abastecimento esteja preparada para responder positivamente às solicitações do mercado.

O desenvolvimento de um centro de operações e uma boa infraestrutura de comunicação, com a base de dados centralizada, acessível 24h por dia, irá permitir um fluxo contínuo de comunicação e informação sobre a indicação de rotas de transporte seguras e de tráfego reduzido é crucial neste tipo de ambiente sensível ao tempo (Vêronneau e Roy, 2009).

A logística tem um papel central no âmbito da economia, conforme Figura seguinte:

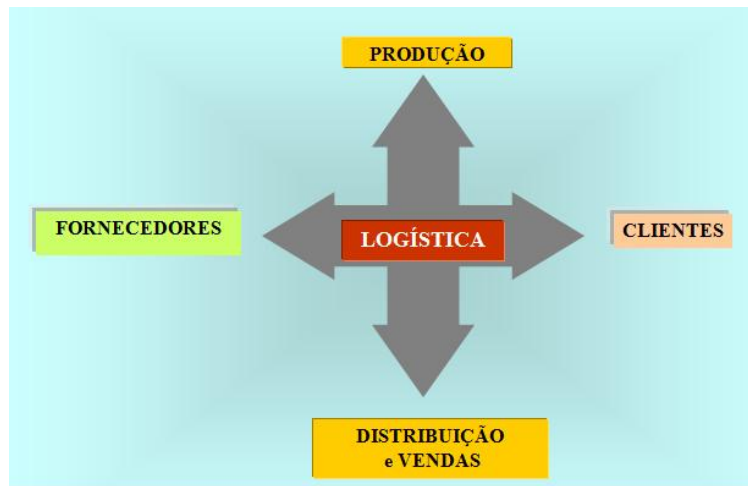


Fig. 7. Papel central da Logística

Fonte: Apresentação em *PowerPoint* da disciplina de Logística do curso de Mestrado em Eng.^a Mecânica do ISEL (Dias, 2014)

Estamos perante a evidência de que a logística, enquanto motor ou ferramenta estratégica, está associada ao valor, à estratégia e ao desenvolvimento futuro (Dias, 2014).

A logística da cadeia de frio deve estar orientada para o Cliente, e pode ser definida como um processo de planear, implementar e controlar de forma eficiente e sistemática, fluxos e *stocks* de produtos perecíveis, utilizando serviços e informações dos vários pontos de origem ao destino (Bogataj, Bogataj e Vodopivec, 2005).

Este desafio logístico específico para produtos perecíveis exige mais recursos de gestão logística, uma vez que adiciona o impacto de perdas por deterioração, exposição de itens não conformes e agrega custos adicionais para controlo e monitoramento, logística inversa e equipe especializada (Wadhwa, Saxena e Chan, 2008).

Há uma agregação de outras competências, como a refrigeração, segurança alimentar, a manutenção industrial e a tecnologia de controlo de temperatura e humidade.

Existem fatores logísticos fundamentais que podem alterar a eficiência da cadeia de frio.

A baixa humidade relativa pode desidratar o produto perecível e se for alta facilitará o desenvolvimento microbiano.

A redução da temperatura inibe o crescimento de culturas de microrganismos, a atividade de enzimas e reações químicas responsáveis pela deterioração de tecidos.

Os fatores que mais influenciam a qualidade dos produtos congelados depois de determinado período são:

- a) A natureza e a qualidade do produto ao iniciar a congelação;
- b) O tipo de processo de congelação;
- c) Tipo de embalagem;
- d) A temperatura de armazenamento, de movimentação e transporte e suas flutuações;
- e) O tempo de armazenamento.

É evidenciado na Figura seguinte, os custos cumulativos de logística e os custos totais, desde o ponto de origem da cadeia de abastecimento até ao cliente final. Os custos de logística representam cerca de 55% dos custos totais.

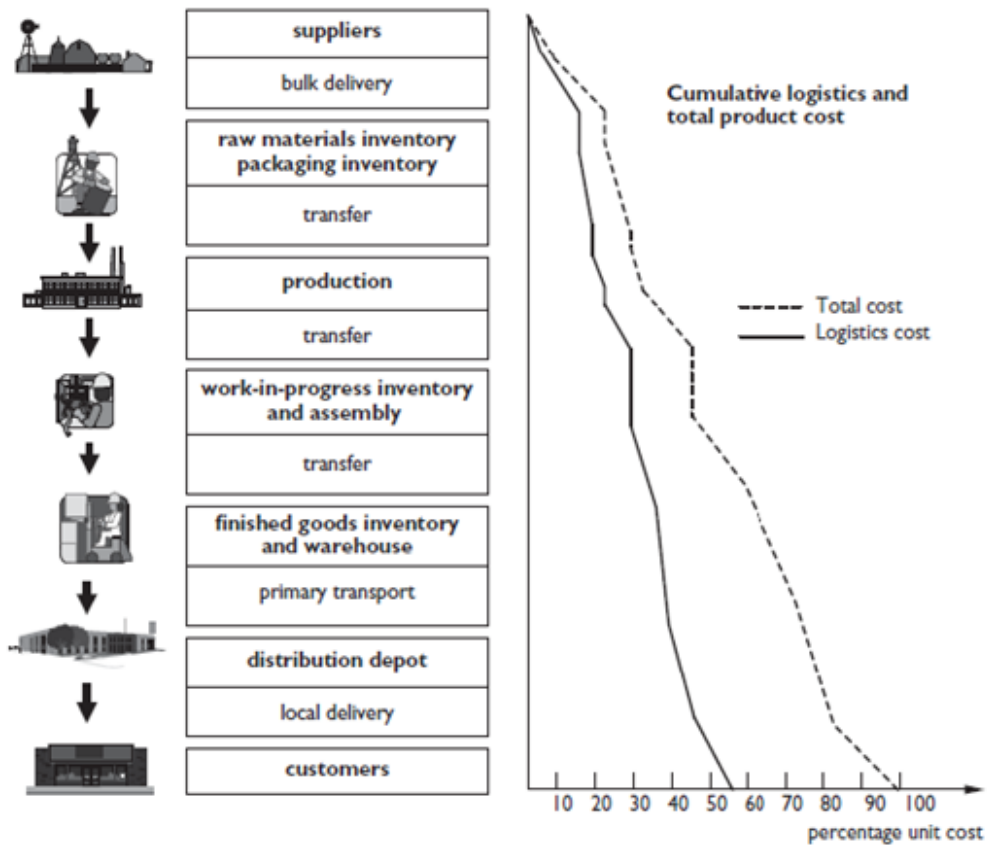


Fig. 8. Custos de logística na cadeia de abastecimento

Fonte: Rushton - The Handbook of Logistics and Distribution Management (Cit. por (Cardoso, 2012)

Com a disponibilização atempada e rigor da informação, acrescida de mais fiabilidade, qualidade e menos *stocks*, os sistemas logísticos conduzem a melhoria do nível de serviço e

mais satisfação do cliente, na medida em que as entregas são nas condições contratadas <right product>, no tempo certo <just in time> e no lugar exato <just in place> (Dias, 2014).

2.5. Sistemas de transporte de produtos perecíveis

Os transportes constituem-se como sendo uma ferramenta da logística que requerem uma avaliação rigorosa de adaptação dos veículos uma vez que asseguram a circulação de fluxos físicos, as mercadorias e produtos entre produtores e consumidores. Quanto mais interfaces de transbordo tiver, mais lenta e mais dispendiosa fica a operação e conduz a menor fiabilidade e maior a possibilidade de quebras e prejuízos (Dias, 2014).

Nos veículos destinados ao transporte deve haver uma avaliação rigorosa das condições de adaptação e de instalação dos equipamentos de produção de frio, dimensionados à capacidade máxima de transporte, para que o ar forçado mantenha a temperatura inicial do produto (Thompson, 2004).

O transporte de produtos perecíveis desde o armazenamento no produtor até chegar ao consumidor final, requer o máximo de controlo de temperaturas, isto é, a cadeia de frio tem de garantir que os produtos alimentares transportados mantêm as suas características iniciais ao longo de todo o processo, quer de armazenamento, conservação, distribuição, transporte e manipulação de produtos (Pereira, 2011) (Anexo I – Tab. 2).

Entre os fatores que influenciam a manutenção da temperatura do produto perecível por ar forçado, são além do diferencial de temperaturas entre a unidade de produção de frio e o ar ambiente, a área de contato do produto, a velocidade do ar e a disposição do produto na caixa (Baird, Gaffney e Talbot, 1988).

2.5.1. Componentes do sistema de refrigeração por compressão de vapor

A maioria dos equipamentos de produção de frio dos veículos isotérmicos são constituídos por unidades autónomas, com motor térmico gasóleo ou gasolina que alimenta o gerador para a produção de energia elétrica, ou por unidades em que a energia é obtida através de um gerador acoplado ao motor do veículo que produz a energia elétrica para alimentar o motor elétrico do compressor.

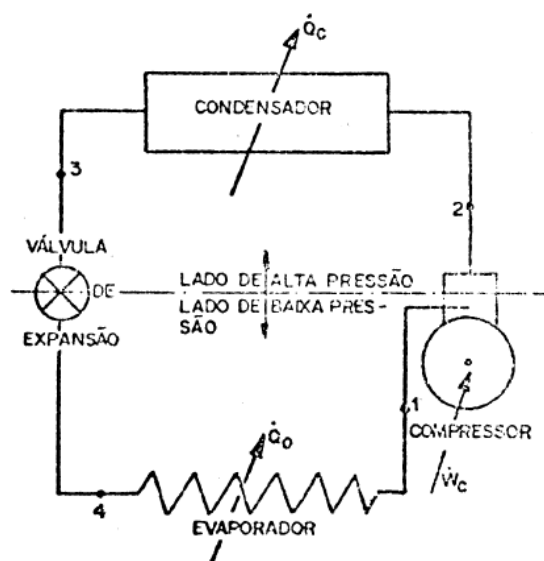


Fig. 9. Componentes do sistema de refrigeração

Fonte: Refrigeração e ar-condicionado – Parte II (Martinneli, [s.d.])

O sistema de refrigeração é composto por componentes principais que são: compressor, condensador, dispositivo de expansão, evaporador e de diversos acessórios como: controles, filtros, separadores de óleo, secadores, etc. Estes componentes são selecionados e montados pelos profissionais com base nos catálogos de fabricantes e numa perspectiva de eficiência do sistema e de manutenção do mesmo.

O ciclo frigorífico desta unidade é um ciclo frigorífico de compressão de vapor que possui os seguintes componentes:

- Compressor

O compressor é um dos principais componentes do sistema de refrigeração que promove o aumento de pressão e a circulação do fluido frigorígeno no sistema.

A escolha do tipo de compressor depende da capacidade de instalação frigorífica e são: alternativo, palhetas, Scroll, centrífugo e de parafuso.

O compressor alternativo é muito utilizado em sistemas de refrigeração e em sistemas de ar condicionado.

O compressor de parafuso é usado em refrigeração industrial para a compressão do amoníaco e de outro tipo de gases.

- Condensador

Um condensador transfere calor em três fases:

- Arrefecimento sensível do fluido frigorigéneo que entra no condensador sobreaquecido;
- Transferência de calor latente na fase da condensação;
- Subarrefecimento de líquido.

A quantidade de calor libertada num condensador depende do coeficiente global de transmissão de calor, da área de permuta e o meio de arrefecimento e da diferença de temperaturas entre o fluido em condensação (Anexo II- Fig. 1 e Anexo IV- Fig. 2a).

- **Evaporador**

O evaporador é um dos componentes principais de um sistema de refrigeração e tem a finalidade de extrair calor do meio a ser arrefecido.

O fluido frigorigéneo quando já se encontra na forma de vapor absorve calor latente a temperatura constante e terá algum sobreaquecimento com calor sensível controlado pelo bolbo da válvula de expansão termostática.

Tal como nos condensadores a potência frigorífica depende do coeficiente global de transmissão de calor, da área de permuta e da diferença de temperaturas entre o fluido em expansão e o meio a arrefecer (Anexo II- Fig. 1 e Anexo IV- Fig. 2a).

- **Válvula de expansão**

A válvula de expansão é o dispositivo que regula e controla a quantidade de fluido refrigerante.

Este dispositivo tem dois objetivos:

- Reduzir a pressão do fluido frigorigéneo no estado líquido e iniciar o processo de vaporização;
- Regular o caudal de fluido frigorigéneo que entra no evaporador, para que o compressor consiga aspirar e comprimir todo o caudal que sai do evaporador. O compressor e o dispositivo de expansão devem funcionar em equilíbrio com a potência do evaporador. Se houver desequilíbrio pode haver lugar a sobreaquecimento excessivo ($> 11^{\circ}\text{C}$), grande parte da superfície da serpentina do

evaporador vai sobreaquecer o refrigerante a capacidade e a eficiência do evaporador.

2.5.2. Ciclo de refrigeração por compressão do vapor

O ciclo de refrigeração atua de modo a transferir a energia térmica de um local a baixa temperatura para um a maior temperatura, à custa de fornecimento de trabalho.

No ciclo de compressão a vapor, o fluido frigorigéneo que chega ao compressor é sujeito a aumento de pressão e de temperatura através de trabalho fornecido ao compressor. O vapor a alta pressão e temperatura vai para o condensador onde rejeita calor para outro meio, condensando o fluido. O fluido no estado de líquido saturado segue em direção a um dispositivo de expansão onde o fluido passa do estado de líquido saturado a alta pressão para uma mistura líquido e vapor a baixa pressão e temperatura. O fluido frigorigéneo retira calor do ambiente ou sistema a ser refrigerado, por vaporização seguindo em direção ao compressor para fechar o ciclo.

O parâmetro utilizado nos sistemas de refrigeração é o COP, que significa coeficiente de eficiência ou de performance.

$$COP = \frac{\text{calor removido do ambiente a baixa temperatura pelo evaporador}}{\text{trabalho líquido fornecido pelo compressor}}$$

2.5.2.1. Ciclo Frigorífico simples

O ciclo teórico simples de refrigeração por compressão de vapor é apresentado num diagrama de Mollier no plano Pressão (P) – Entalpia (h).

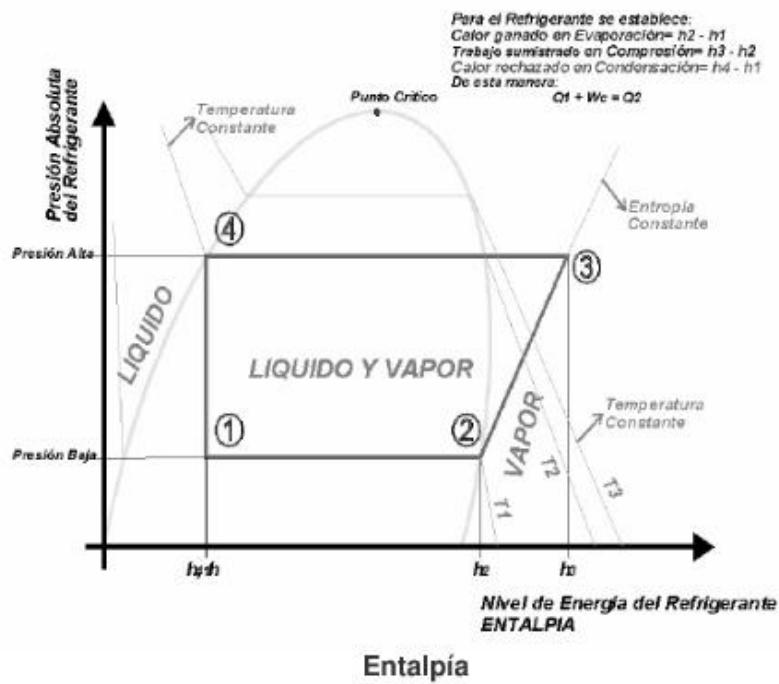


Fig. 10. Ciclo teórico simples sobre um diagrama de Mollier no plano p-h

Fonte: UNAD-Refrigeracion (Castelblancco e Leal, 2005)

2.5.2.2. Comparação entre Ciclo Real e Ciclo Teórico Simples

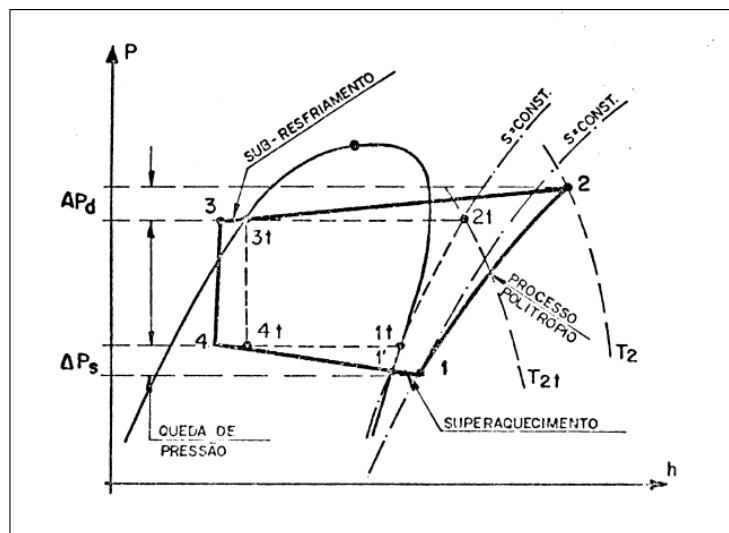


Fig. 11. Diferenças entre o Ciclo Real e o Teórico Simples

Fonte: Refrigeração e ar-condicionado – Parte II (Martinneli, [s.d.])

No ciclo real de refrigeração por compressão de vapor ocorrem irreversibilidades (devido ao atrito no fluido ao escoar entre as paredes internas do evaporador, condensador e tubagens ocorre perda de carga do refrigerante, bem como o subarrefecimento do refrigerante na saída do condensador e do sobreaquecimento na aspiração do compressor, sendo a compressão num ciclo real um processo politrópico enquanto que no ciclo ideal é isentrópico) que reduz a eficiência frigorífica.

Para um ciclo teórico ideal de compressão a vapor básico da Figura anterior, o COP (coeficiente de performance) pode ser determinado pela equação (Baird, Gaffney e Talbot, 1988):

$$COP = \frac{h_{1t} - h_{4t}}{h_{2t} - h_{1t}}$$

E, para o ciclo real da Figura anterior:

$$COP = \frac{h_1 - h_4}{h_2 - h_1}$$

2.5.2.3. Sistemas de refrigeração de veículos com equipamento isotérmico

- **Compressão de vapor**

A forma de obtenção de frio para o transporte de produtos perecíveis em veículos isotérmicos requer a instalação de unidades de refrigeração consoante o tipo de veículo (ligeiro ou pesado) e o transporte que se pretende realizar, quer urbano ou rural.

As unidades de refrigeração existentes podem-se classificar:

- Compressor acionado por motor elétrico – funciona por compressão de vapor, de modo autónomo e em situações estacionárias;
- Compressor acionado por motor gasóleo ou a gasolina – funciona por compressão de vapor de modo autónomo com os veículos em movimento ou estacionários;

- Com acoplamento ao motor do veículo - funciona por compressão de vapor ligada ao motor do veículo através de chamada “tomada de força” (gerador) e aplica-se a veículos ligeiros;

As três unidades indicadas utilizam um fluido frigorígeno. As características do fluido R404A, estão descritas no anexo VI.

Criogénio

A Criogenia – assenta na transferência de calor entre o produto a congelar (temperatura superior) e o fluido criogénio (temperatura inferior).

A unidade de refrigeração criogénica utiliza normalmente o gás N₂ (Azoto) na forma líquida, armazenado num depósito de alta pressão que se expande para aproximadamente -196°C. Esse gás é expandido através de um evaporador, arrefecendo a serpentina do evaporador e que através de ventilação forçada insufla o ar frio para o ambiente. O N₂ é indicado nas situações de resposta rápida à aplicação do frio.

O sistema eutético consiste em uma estrutura de tubos ou placas de material de boa condutividade térmica, que através da injeção de gás refrigerante vai congelar a solução eutética, geralmente (Cl₂Ca) a (-40°C), e que irá arrefecer a carga transportada.

Tem vantagem de promover o frio durante um período de 10 a 20 horas, ser um sistema silencioso, baixo risco de contaminação e prolonga as condições de operação e compensa as perdas de trocas de calor com a abertura das portas.

2.6. Sistemas de Refrigeração no Transporte

O transporte de produtos alimentares perecíveis é normalmente realizado em contentores construídos com base em normas internacionais de entidades supra nacionais, sendo a atividade dos transportes frigoríficos da tutela do Instituto de Mobilidade e Transportes (IMT). A elaboração de Normas de construção e ensaio são da competência do Instituto Português da Qualidade (IPQ).

O transporte de produtos alimentares muitas vezes não é realizado por empresas especializadas no transporte deste tipo de produtos, não existindo por parte dos operadores sensibilização para as questões específicas do transporte de produtos alimentares, nomeadamente os aspetos

relacionados com a higiene, segurança alimentar e até mesmo cumprimento das temperaturas de transporte dos produtos alimentares.

Os produtos alimentares sujeitos a condições controladas, tais como produtos refrigerados e congelados, é fundamental o controlo do parâmetro-chave de todo o processo que é a temperatura (Baptista, 2007).

O sistema de refrigeração nos veículos de transporte tem como finalidade manter a temperatura dos produtos, que se pressupõe estar correta no momento da carga e assegurar uma temperatura ambiente adequada de forma a impedir que existam alterações nos produtos refrigerados ou congelados. As alterações que possam ocorrer nos produtos alimentares por quebras na cadeia de frio são alterações microbiológicas, químicas e até mesmo físicas (Guedes, 2008).

O transporte é fundamental na manutenção da cadeia de frio dos alimentos e, como tal, requer o bom funcionamento do sistema de refrigeração do veículo, porque dele depende a qualidade e aceitação do produto. As manutenções regulares permitem avaliar um bom funcionamento do sistema de refrigeração e evitar danos que poderão contribuir para a deterioração do produto.

Para que a distribuição dos produtos alimentares processe com celeridade deve existir uma boa logística de transportes. A implementação de um sistema “*Milk Run*” (encontra-se descrita no ponto 2.6.1.1- Canais de fornecimento) é um modelo de gestão de transporte que tem vantagens relativamente ao sistema convencional, na medida em que há uma minimização do custo de transporte, utiliza a capacidade total do veículo e minimiza a impedância dos retornos em vazio. Com este sistema, obtém-se uma vantagem competitiva muito relevante na medida em que se verifica redução do número de veículos bem como dos sistemas de refrigeração o que implica uma redução de custos e de poluição ambiental comparado com o sistema convencional. Este sistema exige o cumprimento de prazos, fiabilidade e segurança nas entregas promovendo a compressão no tempo e melhoria da qualidade de serviço. É importante que na cadeia de frio haja uma avaliação de “*trade-off*” (análise ou estudo das vantagens e dos inconvenientes da escolha de determinada solução de compromisso) de um modo sistemático e permanente, para que seja ágil e flexível e possua resiliência. Na cadeia de frio onde estão implementados os sistemas e Tecnologias de Informação e Comunicação Inteligentes (TICI), trazem um valor acrescentado à cadeia de frio, dado que incorporam uma amplificação de visibilidade na cadeia (Dias, 2014).

Alguns fatores que merecem análise estão relacionados com: o serviço (cuidados a ter com o produto, tempo de resposta, relação com o cliente, custo, cobertura geográfica, monitorização, acessibilidades); a organização (dimensão da empresa, política de armazenamento, estratégia e marketing, sistemas logísticos, prioridades de investimento); o tráfego (percebibilidade, urgência, fragilidade) (Baptista, 2007).

2.6.1. Classificação dos veículos

As características dos veículos de transporte de produtos perecíveis são extremamente diferentes, no que se refere aos processos construtivos, à circulação do ar, ao isolamento e com equipamentos com capacidades distintas de frio.

Existem vários tipos de veículos de transporte de mercadorias, com dimensões variáveis, com marcas e modelos variáveis. Face à utilização que se pretende dar, à capacidade de carga, ao género/ ou tipo de carga a transportar, à distância a percorrer, aos locais urbanos ou rurais ou dentro da cidade, deve assim ser realizado estudo de viabilidade.

2.6.1.1. Canais de fornecimento

O modo rodoviário apesar das desvantagens do ponto de vista ambiental, de segurança e de sinistralidade é o mais flexível e o mais económico e o melhor serviço “porta-a-porta”, com elevada flexibilidade e minimiza os custos de armazenagem (Dias, 2014).

De acordo com os tipos de canais de fornecimento temos: transporte direto; montagem e o *Milk-Run*.

O transporte direto, transporte porta-a-porta, designado por *door-to-door* (d2d), adequa-se às redes que funcionam em JIT (*Just In Time*), utiliza o modo rodoviário, em que se verifica uma reposição contínua, com entregas permanentes ou de muito elevada frequência de pequenas quantidades de cada vez e não consegue assegurar economias de escala.

No transporte com montagem, há a criação de um ponto central que funciona como um centro de distribuição, que serve de interface entre o fornecedor e o consumidor.

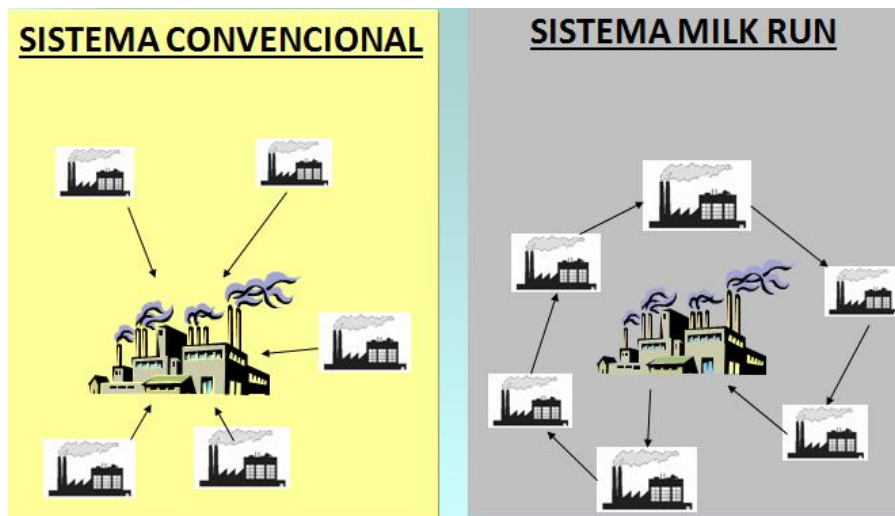
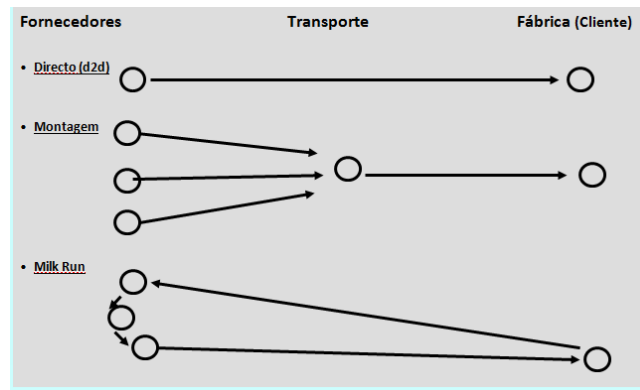


Fig. 12. Sistemas de transporte logísticos

Fonte: Sebenta da Unidade Curricular de Logística (Dias, 2014)

O sistema convencional caracteriza-se por ser um sistema que estabelece a ligação direta do fornecedor com cada cliente. Este sistema envolve maior quantidade de recursos humanos, rodoviários. Os custos associados ao consumo e ao tempo despendido são elevados.

O sistema *Milk-Run* consiste, basicamente, na recolha programada de matérias-primas, onde um veículo executa a operação de transporte. Este veículo rodoviário recolhe diretamente nos fornecedores, com horários definidos para as recolhas e respetivas entregas nos clientes no horário programado (Dias, 2014).

O sistema *Milk-Run* apresenta vantagens nos seguintes aspetos:

1. Minimiza o custo de transporte;
2. Reduz o número de veículos;
3. Reduz os custos;
4. Melhora os serviços prestados;
5. Reduz os *stocks*.

Para uma boa visibilidade, essencial aos sistemas logísticos e á cadeia de frio, é identificada no âmbito da logística a expressão *Track and Trace* que é o conjunto de processos pelos quais é possível o acompanhamento ou rastreamento e a monitorização da mercadoria no seu percurso, de maneira a saber, em qualquer momento, onde é que esta se encontra, além de outras informações fornecidas pelo RFID (*Radio Frequency Identify System*) (Dias, 2014).

Os sistemas de identificação por rádio frequência (RFID), permitem a comunicação *on-line* entre os intervenientes de um processo logístico e entre estes e o sistema central, possibilitando a comunicação de voz em tempo real e aplicações várias de transmissão de dados e são utilizados nas áreas de: receção, armazenagem, recolha, envio e gestão de inventários em armazém ou em trânsito (Dias, 2014).

Os sistemas logísticos operam em diferentes tipos de rotações de stocks, como:

- FIFO (*First in First out*) – o que significa que o primeiro produto a entrar no armazém é o primeiro a sair. É uma expressão usada no armazenamento de produtos perecíveis, face ao seu prazo de validade. Nas operações de *picking* este argumento do prazo de validade pode ser um constrangimento à rapidez da operação, o que pressupõe que o armazém deve estar bem organizado de modo a ser eficiente. (*Picking* – É a atividade onde começa o serviço ao cliente e consiste na recolha dos produtos certos e na quantidade certa, que foram previamente rececionados e armazenados, de forma a satisfazer as necessidades dos clientes.) Quanto mais rápido for o *picking*, mais rapidamente chega a encomenda ao cliente e obtemos minimização do tempo, de custo e maior qualidade da entrega.
- LIFO (*Last in First out*) – o que significa que o último produto a entrar no armazém é o primeiro a sair. É uma expressão usada na expedição de produtos para os quais o prazo de validade não existe ou não é importante (Dias, 2014).

O FIFO é um método de processamento de *stocks* no qual os elementos são enviados pela mesma ordem que foram recebidos, com o LIFO passa-se exatamente o oposto: os elementos são enviados pela ordem inversa da que foram recebidos. Como se pode observar na figura 13 está um exemplo de como estes sistemas funcionam.

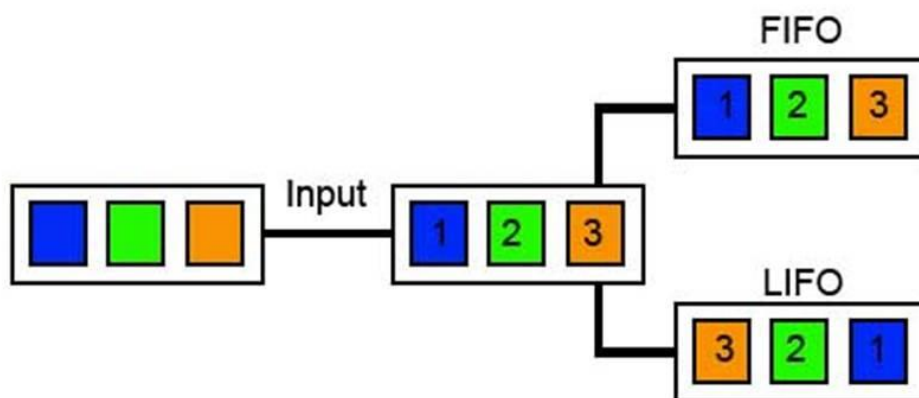


Fig. 13. Sistemas de rotação de stocks FIFO e LIFO

2.6.2. Requisitos de acordo ATP

No âmbito das atividades ligadas aos transportes da ONU (Organização das Nações Unidas), surgiu um Acordo Relativo aos Transportes Internacionais de Produtos Perecíveis e aos Equipamentos Especiais a Utilizar para estes Transportes (ATP) e aos equipamentos especializados a utilizar nos mesmos em que as partes contratantes desejam a melhoria das condições de conservação da qualidade dos produtos alimentares perecíveis no decurso das trocas, considerando que a melhoria dessas condições de conservação poderá levar ao desenvolvimento do comércio de produtos alimentares (ANTRAM, 2008).

Os veículos de transporte de produtos perecíveis podem ser diferenciados em diversas categorias, como isotérmicos, refrigerados, frigoríficos e caloríficos conforme o definido no ATP e na NP 1524.

O equipamento frigorífico para caixa isotérmica deve estar provido de um dispositivo de produção de frio, individual e autónomo para vários equipamentos de transporte, que permite para uma temperatura média exterior de +30°C, baixar e manter a temperatura no interior da caixa em conformidade com os regimes de temperatura e a classe respetiva:

a) Temperatura variável:

- Classe A, para equipamento de temperatura variável, entre +12°C e 0°C, inclusive;
- Classe B, para equipamento de temperatura variável, entre +12°C e -10°C, inclusive;
- Classe C, para equipamento de temperatura variável, entre +12°C e -20°C, inclusive.

b) Temperatura fixa:

- Classe D, para equipamento de temperatura fixa, a um valor igual ou inferior a 0°C;
- Classe E, para equipamento de temperatura fixa, a um valor igual ou inferior a -10°C;
- Classe F, para equipamento de temperatura fixa, a um valor igual ou inferior a -20°C.

Para classes B, C, E e F deve ser utilizado equipamento isotérmico reforçado.

A escolha e a utilização de agentes e de fluidos frigoríficos devem ter em conta o impacto ambiental sobre a camada de ozono e o efeito estufa. Por fluido frigorífico entende-se que é o elemento de transporte de energia num sistema frigorífico, cujas características termodinâmicas permite, através de fenómenos de mudança de estado, evaporação e condensação, absorver calor a baixas temperaturas e pressões e a perder ou permutar calor a altas temperaturas e pressões.

Além dos requisitos relativos às características térmicas, devem satisfazer outras características gerais e de ordem técnica, nomeadamente:

- Caixa isotérmica é um equipamento construído com paredes, pavimento, teto e portas, isoladas termicamente, incluindo cisternas;
- A dimensão da caixa isotérmica deve corresponder às dimensões previstas no Código de Estrada, sendo este tipo de caixa excecionada na largura, podendo atingir os 2,60 m, mas cumprir a altura permitida de 4,0m;
- Os equipamentos de transporte isotérmicos reforçados com largura superior a 2,5m deverão possuir paredes laterais de espessura mínima de isolamento de 45 mm;
- A parte do equipamento destinado ao transporte de produtos perecíveis deve estar livre de quaisquer dispositivos e acessórios não relacionados com aqueles produtos e, no caso de equipamentos rodoviários, não deve existir comunicação com a cabina do condutor;
- Todas as superfícies interiores, paredes, pavimento, teto, portas e outras, devem ser lisas, de cores claras e fabricadas em material de revestimento inalterável, resistente à

corrosão, inócuo, inodoro, impermeável, fácil de escovar, limpar, lavar e desinfetar e que não emitam nem absorvam odores;

- Nas paredes exteriores da caixa isotérmica é recomendável a utilização de cores claras, de forma a minimizar-se o efeito de insolação;
- Todos os materiais suscetíveis de entrar em contacto com os produtos transportados, devem estar em conformidade com disposições legais e regulamentares e serem incapazes de alterar aqueles produtos ou de lhes transmitir propriedades nocivas ou anormais;
- O conjunto de dispositivos de fecho dos veículos, à ventilação e ao arejamento, desde que necessários, devem permitir o transporte dos produtos ao abrigo de qualquer conspurcação;
- Os aparelhos de medição e registo da temperatura ambiente interior a que são submetidos os produtos transportados, ultracongelados, congelados ou refrigerados, devem ser instalados em local bem visível e de fácil acesso;
- Devem ser previstos estrados ou outros dispositivos destinados à circulação do ar junto ao pavimento, assim como assegurar as condições higio-sanitárias dos produtos transportados;
- As caixas isotérmicas devem ser concebidas de modo a não causar conspurcação nem contaminação dos produtos e evitar a saída direta de líquidos de escorrência para o exterior;
- As caixas isotérmicas devem possuir válvulas de equilíbrio de pressão, sempre que sejam utilizados agentes frigoríficos no estado gasoso (exemplo: fluido criogénicos);
- As portas e portinholas das caixas isotérmicas devem ser concebidas de forma a evitar a entrada de pragas;
- Requisitos de construção dos veículos e dos equipamentos que garantam as condições higiénicas adequadas de transporte dos produtos alimentares;
- Recomendações de manutenção dos veículos em condições higiénicas para que os produtos alimentares possam ser entregues em condições próximas das originais;
- Perigos de uma higiene precária ou de utilização de procedimentos de higienização dos veículos incompatíveis com a natureza das cargas de produtos alimentares transportados;

- Verificações e regras a cumprir nas operações de carga, transporte e descarga que garantam a qualidade comercial dos produtos alimentares.

Os veículos que se destinam ao transporte de produtos alimentares carecem de homologação e aprovação. Com base na Portaria nº 91/94 que estabelece as condições a que deve obedecer o controlo das temperaturas nos meios de transporte e nas instalações de depósito e armazenagem dos alimentos. Esta portaria, conjuntamente com o Acordo ATP, enquadra de forma geral os requisitos legais associados ao transporte de produtos alimentares.

O veículo que faz o transporte de produtos alimentares perecíveis carece de homologação e aprovação do IMT. Assim, devem ser utilizados equipamentos homologados e calibrados que permitam fazer o registo e uma monitorização contínua das condições do espaço do veículo que se destina ao transporte de produtos alimentares perecíveis.

O acordo ATP indica um conjunto de regras e normas que se aplicam às operações de transporte internacional de alimentos perecíveis e que alguns países que adotaram o referido Acordo como base para a sua legislação.

Existem atualmente um conjunto de soluções de equipamentos de frio que permitem avaliar qual a melhor solução a adotar para cada tipo de veículo e serviço que realizam.

2.6.3. Monitorização do Frio no Transporte

A monitorização da temperatura é um aspeto primordial e que deve ser continuamente avaliado durante o transporte de produtos perecíveis, e que requer procedimentos de monitorização claros, concisos e percetíveis.

A monitorização da temperatura é um dos aspetos críticos que carece de medição contínua e sistemática ao longo da cadeia de frio, pelo que deve ser suportado em procedimentos de monitorização da temperatura da caixa isotérmica do veículo que transporta produtos alimentares perecíveis. A monitorização da temperatura ambiente das câmaras frigoríficas, dos contentores dos veículos de transporte, bem como a temperatura interna das amostras deve ser realizada através de equipamentos homologados e calibrados.

Deve existir um plano de ações de formação e de sensibilização aos utilizadores dos veículos de transporte e a todos os trabalhadores que lidam direta ou indiretamente com o produto perecível.

A verificação de temperatura é um procedimento que deve ser realizado de forma sistemática, de modo a garantir que o produto se encontra em condições apropriadas durante o transporte.

Os procedimentos de monitorização da temperatura são baseados numa sequência de inspeções e medições de verificação de temperaturas no transporte de alimentos refrigerados e congelados, tais como:

- Inspeção e verificação da folha de registo ou registo das medições da temperatura do ar;
- Uso de um método não destrutivo de medição da temperatura do produto, caso a medição da temperatura do ar levante alguma dúvida acerca da temperatura dos produtos alimentares;
- Uso de um método destrutivo para a medição da temperatura. Esta etapa deve ocorrer apenas quando existirem evidências que levem à conclusão que os alimentos podem ter estado fora dos limites de temperatura recomendados.

2.6.4. Análise de Informação e tratamento de dados no transporte

Uma das partes mais importantes da cadeia de frio é o transporte conforme referido anteriormente e o objetivo fundamental deste tipo de transporte passa pela manutenção do produto a uma temperatura à qual a deterioração metabólica e microbiana é minimizada. De modo a garantir a boa qualidade do produto deve-se efetuar um controlo da medição da temperatura com equipamentos homologados e calibrados (ANTRAM, 2008).

A primeira característica a ser medida através dos equipamentos é a isoterminia (igualdade de temperatura), seguindo a característica da eficiência do grupo frigorífico (que é medido pela relação entre a quantidade de calor retirado por unidade de tempo e a quantidade de calor que entra por unidade de tempo). Um grupo frigorífico deverá ter um coeficiente de segurança em relação à sua potência, no mínimo de 1,75, para suportar todas as cargas suplementares e ao envelhecimento do material, paredes e do próprio equipamento (Commère, 2003).

2.6.5. Classificação de equipamentos

Para o presente estudo considerou-se que a definição de equipamento compreende qualquer veículo que possua caixa isotérmica destinada ao transporte de produtos perecíveis.

Conforme definido no ATP, os veículos de transporte rodoviários sob temperatura dirigida que transportam produtos alimentares perecíveis, classificam-se pelas suas características térmicas em veículos com equipamentos isotérmicos, refrigerados, frigoríficos e caloríficos (Anexo I – tab.1).

De acordo com a NP 1524:2009 e previstas no ATP os equipamentos são classificados de acordo com os seguintes pontos (Anexo I – Tab.1):

- Quanto ao tipo, isotérmico, refrigerado, frigorífico ou calorífico (R, F ou C)
- Quanto à isoterminia da caixa isotérmica: reforçado ou normal (R ou N)
- Quanto à temperatura de classe (A, B, C, D, ...); por exemplo, de acordo com a tabela num veículo refrigerado R da classe C, o transporte é realizado a uma temperatura máxima de -20°C .

Equipamento ou caixa isotérmica – Equipamento cuja caixa é constituída por paredes, incluindo pavimento, teto e portas termicamente isoladas, que permite limitar as trocas de calor entre o interior e o exterior da caixa, sem utilização de fonte de frio ou calor, de modo a que o coeficiente de transmissão térmica (coeficiente k), permita enquadrar o equipamento numa das seguintes categorias:

- equipamento isotérmico normal: caracterizado por um coeficiente k igual ou inferior a $0,7 \text{ W/ m}^2.\text{K}$.

- equipamento isotérmico reforçado: caracterizado por um coeficiente k igual ou inferior a $0,4 \text{ W/ m}^2.\text{K}$.

Nota: Os equipamentos de transporte isotérmicos reforçados com largura superior a 2,5m deverão possuir paredes laterais de espessura mínima de isolamento de 45 mm.

Equipamento calorífico para caixa isotérmica – Equipamento provido de um dispositivo de produção de calor que permite elevar e manter a temperatura no interior da caixa vazia durante 12 horas, sem reabastecimento, num valor constante nunca

inferior a +12°C, para uma temperatura média exterior da caixa, em conformidade com a classe respetiva:

- classe A, para temperatura média exterior de -10°C;
- classe B, para temperatura média exterior de -20°C;

Para a classe B deve ser utilizado equipamento isotérmico reforçado

Equipamento frigorífico para caixa isotérmica – Equipamento provido de um dispositivo de produção de frio, individual e autónomo para vários equipamentos de transporte, que permite para uma temperatura média exterior de +30°C, baixar e manter a temperatura no interior da caixa em conformidade com os regimes de temperatura e a classe respetiva:

a) temperatura variável

- classe A, para equipamento de temperatura variável, entre +12°C e 0°C, inclusive;
- classe B, para equipamento de temperatura variável, entre +12°C e -10°C, inclusive;
- classe C, para equipamento de temperatura variável, entre +12°C e -20°C, inclusive.

b) temperatura fixa

- classe D, para equipamento de temperatura fixa, a um valor igual ou inferior a 0°C;
- classe E, para equipamento de temperatura fixa, a um valor igual ou inferior a -10°C;
- classe F, para equipamento de temperatura fixa, a um valor igual ou inferior a -20°C.

Para classes B, C, E e F deve ser utilizado equipamento isotérmico reforçado.

A escolha e a utilização de agentes e de fluidos frigoríficos devem ter em conta o impacto ambiental sobre a camada de ozono e o efeito estufa.

Equipamento ou caixa refrigerada – Equipamento que por meio de uma fonte de frio, utiliza agentes frigoríficos e sistemas apropriados, que não sejam uma unidade de absorção ou mecânica, nomeadamente (entre outros):

- gelo hídrico, com ou sem adição de sal;

- placas eutéticas, amovíveis ou fixas (são contentores retangulares finos que contêm uma serpentina, onde circula um fluido frigorífero, e que pode ser ligada a um sistema de produção de frio com o objetivo de arrefecer uma mistura eutética que evolui como um acumulador térmico, por meio de variação de fases sólidas e líquidas, dependendo da concentração e da temperatura da mistura);
- gelo carbónico (gelo seco), com ou sem regulação de sublimação;
- gases liquefeitos ou criogénicos, com ou sem regulador de evaporação.

Este equipamento, para uma temperatura média exterior de +30°C, deve estar em conformidade com a classe respetiva:

- classe A, + 7°C, no máximo;
- classe B, -10°C, no máximo;
- classe C, -20°C, no máximo;
- classe D, 0°C, no máximo.

Para as classes B e C deve ser utilizada caixa isotérmica reforçada (NP 1524/2009).

Esta caixa deve possuir um ou mais compartimentos, recipientes ou reservatórios apropriados para o agente frigorífero e deve permitir ser carregado recarregado do exterior, ou ainda, no caso das placas eutéticas, regeneradas a partir do exterior.

Esses equipamentos devem estar dimensionados para que a fonte de frio baixe a temperatura ao nível previsto para a classe considerada e a mantenha durante 12 horas sem reabastecimento ou regeneração.

Estes equipamentos devem ostentar no exterior uma referência claramente visível e indelével com a seguinte indicação:

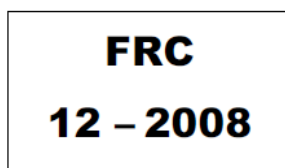
“Destinado exclusivamente a géneros alimentícios”.

2.6.6. Marcação

A marca de identificação dos equipamentos certificados no âmbito de aplicação do ATP, deve apresentar as características descritas no Anexo 1, apêndice 4 do ATP.

A marcação tem de ser conforme as características técnicas da marcação nacional descrita na NP 1524:2009 e deve ser afixada exteriormente e em ambos os lados do equipamento, nos cantos superiores dianteiros para as caixas e nas medianas dianteiras nas cisternas.

Identificação no veículo, a título de exemplo.



Em que FRC significa Veículo Frigorífico (F) com caixa reforçada (R) de classe C. No que respeita à data, esta refere-se à validade do certificado, ou seja, a data a partir da qual o veículo deverá ser novamente inspecionado, mês e ano (exemplo:12-2008).

3. Enquadramento do estudo de caso

O estudo de caso realizou-se numa empresa localizada nos arredores de Lisboa e iniciou a atividade no ano 1990, na área da comercialização e distribuição de Produtos Alimentares Congelados na zona da grande Lisboa e arredores.

A comercialização e a distribuição apesar de ter a maior incidência nos produtos originários da pesca, em que se destaca toda a gama de peixes, das melhores marcas e congelados exclusivamente em alto mar, também comercializa uma vasta gama de legumes, pré-cozinhados e mariscos.

A preocupação da gestão de topo é de fornecer aos clientes um serviço de qualidade, através de uma melhoria contínua das condições de armazenagem e uma frota de veículos convenientemente preparadas, com o sistema de Autocontrolo *Hazard Analysis and Critical Control Points* (HACCP) implementado, para fornecer resposta imediata às solicitações dos clientes.

Neste subcapítulo fez-se um estudo sobre o transporte de produtos congelados num veículo ligeiro de mercadorias fundamentalmente em área urbana.

3.1. Características do veículo com equipamento frigorífico do ensaio

O tipo de transporte que vai incidir o estudo de campo é no modo rodoviário. Apesar das desvantagens do ponto de vista da poluição ambiental, de segurança e de sinistralidade é até ao momento o sistema mais flexível e o mais rentável em termos de custos, uma vez que minimiza os custos de armazenagem, bem como o serviço pode ser realizado porta-a-porta (Dias, 2014).

A minimização de ocorrências com impacto para o consumidor, constitui uma preocupação para todos os intervenientes na cadeia alimentar, pelo que se considera importante todas as fases, incluindo o transporte dos produtos alimentares, desde o fornecedor até ao consumidor. Nesta cadeia o transporte e a distribuição de produtos alimentares são muitas vezes um dos elos mais fracos na garantia da segurança alimentar (Baptista, 2007).

As características do veículo objeto deste estudo são as seguintes (Anexo IV – Fig. 1 e Anexo XI – Fig. 1).

Marca:	Mercedes Benz
Modelo:	Sprinter 313 CDI/37/ FR
Teto:	Alto
Cilindrada:	2.148 cm ³
Categoria:	Ligeiro
Tipo:	Mercadorias
Combustível:	Gasóleo
Potência:	150 c.v.
Distância entre eixos (mm):	3.665
Volume de carga (m3):	10,5
Comprimento de caixa de carga máx. (mm):	3.265
Largura. de caixa de carga (mm):	1.780
Altura da caixa de carga (mm):	1.940
Peso em vazio 3,5 t (kg):	2.045-2.115
Capacidade de carga 3,5 t (kg):	1.385-1.455
Carga máx. sobre o tejadilho (kg):	150

Tab. 9. Dimensões do veículo de transporte de produtos perecíveis
Fonte: Catálogo do fornecedor

A caixa isotérmica possui 2 portas de acesso posterior e 1 porta de acesso lateral

As dimensões da caixa isotérmica (Anexo XI – Fig 1).

	Exterior (mm)	Interior (mm)
Comprimento:	3.265	3.060
Largura:	1.780	1.575
Altura:	1.940	1.685

Tab. 10. Dimensões da caixa isotérmica
Fonte: Catálogo do Fornecedor

O isolamento da caixa isotérmica é constituído por painéis em resina epoxy, isolado com poliuretano expandido, com a espessura abaixo indicada.

As dimensões do isolamento são em (mm):

Fundo:	120
Teto:	120
Frente:	120
Traseira:	80
Laterais:	100

Tab. 11. Dimensões do isolamento da caixa isotérmica
Fonte: Catálogo do Fornecedor

O volume útil da caixa isotérmica é: 8,1m³

3.2. Componentes da caixa isotérmica

Painéis sandwich poliuretano densidade (40/ 42)
Painel de teto reforçado para grupo de frio
Borrachas de vedação compostas por três
Fecho(s) em inox de (abertura/fecho) rápido
Dobradiças em alumínio
Porta traseira 2 batentes interior moldada com poliuretano com vedação através de membranas
Cava de rodas com ângulos definidos para melhor aproveitamento e acesso ao interior do forro
Rodapé em alumínio nas cavas de rodas com 200mm de altura
Luz interior embutida
Rampa em inox elevada 25mm de altura
Tubo de drenagem de líquidos
Termómetro
Estrado em alumínio anti-derrapante bago de arroz
Coefficiente global de transmissão térmica $K=0,35 \text{ w/m}^2\text{K}$ (Anexo II – Fig. nº 1)

Tab. 12. Características da caixa isotérmica
Fonte: Catálogo do Fornecedor

3.3. Características do equipamento de produção de frio

As características do veículo com equipamento de produção de frio estão representadas na tabela seguinte:

Marca:	FRIGICOL - THERMO KING
Modelo:	V300 20 MAX 380V
Funcionamento:	Através do veículo e/ou corrente elétrica (380v)
Temperatura de trabalho:	+ 12° a -20°C
Termógrafo temperatura digital com impressora	NA
Gás Refrigerante: R- 404A	(1,35kg)
Volume (m3):	13
Temperatura ambiente °C:	40
Corrente de consumo em estrada:	28A(12VDC); 14A(24VDC)
Corrente consumida em "stand by":	95A
Potência da unidade de frio	1740 W

Tab. 13. Características do equipamento de frio
Fonte: Catálogo do fornecedor

Identificam-se no anexo IV – Fig. 2, 2c, 3b, 3c, 4 e 4a, alguns exemplos de equipamentos de produção de frio e as vantagens de utilização do fluido frigorigéneo R404A.

3.4. Cálculo da Potência frigorífica do equipamento

Neste subcapítulo pretende-se efetuar o cálculo teórico da potência frigorífica para manter o produto a uma temperatura inferior a -18°C durante o processo de distribuição física.

Para o cálculo da potência frigorífica foram utilizadas as fórmulas abaixo indicadas da sebenta da unidade curricular de transmissão de calor e a sebenta de instalações frigoríficas do curso de Engenharia Mecânica do ISEL.

Coeficiente de Transmissão Térmica ou Coeficiente Global de Transmissão de Calor (k) – É igual ao inverso da Resistência Térmica Total (Rt). A quantidade de energia transferida por unidade de superfície, por unidade de tempo e por unidade de temperatura. O coeficiente k exprime-se em unidades do sistema SI, em Watt por metro quadrado e por Kelvin (W/m².K). O coeficiente k pode-se exprimir ainda em

quilocaloria por hora, por metro quadrado e por grau Célsius (kcal/h.m².°C), sendo 1 kW igual a 860 kcal/h.

k - Coeficiente de Transmissão Térmica (W/m².K)

W – Watt

R – Resistência térmica

$$K = \frac{1}{R} = \frac{W}{m^2K}$$

$$R = \frac{1}{K} = \frac{1}{he} + \frac{e}{\lambda} + \frac{1}{hi}$$

$$R = \frac{1}{W/m^2K} + \frac{m}{W/m.K} + \frac{1}{W/m^2K} = \frac{m^2K}{W}$$

Cálculo de R com o recurso ao anexo III – Tab. 1 (tabela da Unidade Curricular de Transmissão de Calor) (FRADE, J. V; Costa, 2013)

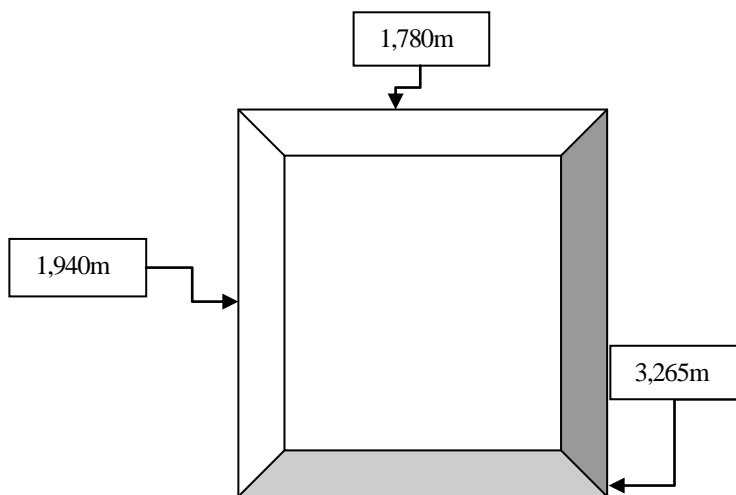


Fig. 14. Caixa isotérmica – dimensões exteriores

Velocidade do veículo= 60km/h

Considerando 8 horas de trabalho diário – o veículo está durante 4 horas parado e 4 horas à velocidade média 60 km/h

Velocidade média = ± 30km/h = 8,33m/s

Cálculo do coeficiente de convecção (h_{exterior}) (Unidade Curricular Transmissão Calor, ISEL)

Para temperatura exterior de 30° C ou seja 303 K e utilizando por aproximação o valor 300 K, obtemos os seguintes valores (Anexo III – tab.1).

$\rho = 1,1774 \text{ kg/m}^3$ - massa volúmica do ar a 300K

$\mu = 1,983 \times 10^{-5} \text{ kg/m.s}$ – viscosidade dinâmica

$Pr = 0,708$ – nº de Prandtl (relação entre a viscosidade cinemática - ν (m^2/s) e a difusividade térmica no fluido - α (m^2/s). É um número adimensional que está relacionado com o processo de transferência de calor por convecção. Controla a espessura da camada limite térmica)

$k_f = 0,02624 \text{ W/m } ^\circ\text{C}$ – coeficiente de convecção do fluido

$L = 3,265 \text{ m}$ – comprimento da caixa (Anexo XI – Fig. 1)

$e = 0,10 \text{ m}$ - espessura do poliuretano (Anexo XI – Fig. 1)

$v = 8,33 \text{ m/s}$ – velocidade de deslocação do veículo

Re = valor a calcular – nº de Reynolds (relaciona o efeito das forças de inércia com o efeito das forças viscosas sendo fundamental para a caracterização dos escoamentos laminares ou turbulentos)

$$Re = \frac{\rho \nu L}{\mu} \quad (\text{Unidade Curricular Transmissão Calor, ISEL})$$

$$Re = \frac{\rho \nu L}{\mu} = \frac{1,177 \times 8,33 \times 3,265}{1,983 \text{ kg} \times 10^{-5} / \text{m/s}} = 16,14 \times 10^5 > 5 \times 10^5 \text{ – regime turbulento}$$

O escoamento turbulento caracteriza-se por ser desordenado, em que o efeito das forças de inércia prevalece sobre as forças viscosas, apresenta um nº $Re > 5 \times 10^5$.

Nu - Número de Nusselt (razão entre a transferência de calor de um fluido por convecção e a transferência de calor por condução).

$$N_{\mu} = 0,036 Pr^{1/3} \times Re^{0,8} \quad (\text{Unidade Curricular Transmissão Calor, ISEL})$$

$$N_{\mu} = 0,036 \times 0,708^{1/3} \times (16,14 \times 10^5)^{0,8} = 2969,61$$

Coefficiente de convecção (h_{externo})

$$h_e = \frac{N_{\mu} \times k_f}{L} \quad (\text{Unidade Curricular Transmissão Calor, ISEL})$$

$$h_e = \frac{N_{\mu} \times k_f}{L} = \frac{2969,61 \times 0,02624}{3,265} = 23,87 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$

Cálculo do coeficiente de convecção (h_{interior}) (Unidade Curricular Transmissão Calor, ISEL)

Para temperatura interior de -18°C ou seja 255 K e utilizando por aproximação o valor 250 K , obtemos os seguintes valores (Anexo III – tab.1).

$$\rho = 1,4128 \text{ kg/m}^3 \quad - \text{ massa volúmica do ar a } 250 \text{ K}$$

$$\mu = 1,488 \times 10^{-5} \text{ kg/m.s} \quad - \text{ viscosidade dinâmica}$$

$$Pr = 0,722 \quad - \text{ n}^{\circ} \text{ de Prandtl}$$

$$k_f = 0,02227 \text{ W/m}^{\circ} \text{C} \quad - \text{ coeficiente de convecção do fluido interior}$$

$$L = 3,265 \text{ m} \quad - \text{ comprimento da caixa (Anexo XI – Fig. 1)}$$

$$v = 0,5 \text{ m/s} \quad - \text{ velocidade do ar no interior da caixa do veículo (valor indicado pelo Eng.}^{\circ} \text{ Matos Guerra)}$$

$$Re = \text{valor a calcular} \quad - \text{ n}^{\circ} \text{ de Reynolds}$$

$$Re = \frac{\rho \cup L}{\mu} = \frac{1,4128 \times 0,5 \times 3,265}{1,488 \text{ kg} \times 10^{-5} / \text{m/s}} = 1,55 \times 10^5 < 5 \times 10^5 \quad - \text{ regime laminar}$$

O escoamento laminar caracteriza-se por ser ordenado, em que o efeito das forças viscosas prevalece sobre as forças de inércia, apresenta um $n^{\circ} Re < 5 \times 10^5$.

N_{μ} - Número de Nusselt

$$N_{\mu} = 0,036Pr^{1/3} \times Re^{0,8}$$

$$N_{\mu} = 0,036 \times 0,722^{1/3} \times (1,55 \times 10^5)^{0,8} = 458,58$$

Coefficiente de convecção (h_{interior})

$$h_i = \frac{N_{\mu} \times k_f}{L} = \frac{458,58 \times 0,02227}{3,265} = 3,13 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$$

Cálculo da resistência térmica (R)

$$R = \frac{1}{K} = \frac{1}{he} + \frac{e}{\lambda} + \frac{1}{hi}$$

$$R = \frac{1}{he} + \frac{e}{\lambda} + \frac{1}{hi}$$

λ - Coeficiente de condutibilidade térmica do poliuretano: 0,022 (W/m.K) (Anexo II - tab. 1).

$$R = \frac{1}{23,87} + \frac{0,10}{0,022} + \frac{1}{3,13}$$

$$R = 4,91 \frac{m^2K}{W}$$

Cálculo do coeficiente de transmissão térmica (k)

$$k = \frac{1}{R} \left[\frac{W}{m^2K} \right]$$

$$k = \frac{1}{4,91} = 0,204 \frac{W}{m^2K}$$

$$k = 0,204 \frac{W}{m^2K}$$

$$\text{Condução} = \frac{e}{\lambda} \quad (\text{Unidade Curricular Transmissão Calor, ISEL})$$

e - espessura do poliuretano (m) = 0,10

he - Coeficiente de transferência de calor exterior por convecção ($W/m^2.K$), para uma velocidade média de 8,33m/s.

hi - Coeficiente de transferência de calor interior por convecção ($W/m^2.K$), para uma velocidade igual a 0m/s (parada).

λ - Coeficiente de condutibilidade térmica do poliuretano: 0,022 ($W/m.K$) (Anexo II - tab. 1)

Cálculo do valor térmico da condução:

$$\frac{e}{\lambda} = \frac{0,10}{0,022} = 4,54 \frac{m^2K}{W}$$

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4$$

Q - Quantidade de calor total

Q_1 - quantidade de transferência de calor entre a caixa isotérmica e o meio ambiente

Q_2 - quantidade de calor transferido pelo produto

Q_3 - calor resultante da operação do equipamento de frio (ventilador)

Q_4 - calor resultante de abertura de portas da caixa isotérmica para a distribuição da carga

Cálculo de Q_1

$$q = K \cdot \Delta\theta$$

$$Q = q \cdot A$$

q - quantidade de calor unitária

$\Delta\theta_1$ - variação de temperatura

A - Área da caixa

$Q_1 = K \cdot A \cdot \Delta\theta$ - entrada de calor pelas paredes da caixa

$$R = \frac{e}{\lambda_{\text{poliuretano}}} = \frac{0,10}{0,022} \cdot \frac{[m]}{\frac{[W]}{[mK]}} = 4,54 \frac{[m^2K]}{[W]}$$

$$k = \frac{1}{R} = \frac{1}{4,54} \frac{[m^2K]}{[W]} = 0,22 \frac{[W]}{[m^2K]} \quad (a)$$

$$\text{Área da caixa isotérmica} = [2 (1,94 \times 1,78) + 2 (3,265 \times 1,94) + 2 (3,265 \times 1,78)] = 31 [m^2] \quad (b)$$

$$\Delta\theta_1 = \theta_e - \theta_i [^\circ C]$$

$$\theta_e = 30^\circ C$$

$$\theta_i = -18^\circ C$$

$$\Delta\theta_1 = \theta_e - \theta_i [^\circ C] = (30^\circ - (-18^\circ)) = 48 [^\circ C] \quad (c)$$

de (a), (b) e (c)

$$Q_1 = K \cdot A \cdot \Delta\theta_1$$

$$Q_1 = 0,22 \frac{[W]}{[m^2K]} \times 31 [m^2] \times 48 [^\circ C] = 327,36 [kJ/h] = 91 [W] \quad (A)$$

Cálculo de Q₂

$$Q_2 = m \cdot C_p \cdot \Delta\theta_2 \text{ (arrefecimento do produto)}$$

C_p - calor específico (kJ/kg.K), C_p_{peixe congelado} = 2,2 kJ/kg.K (Corresponde ao C_p do peixe congelado

$$\text{a } -18^\circ C) \text{ (Anexo II – tab. 2)} \quad (a)$$

$$m = 1000 \text{ kg} \quad (b)$$

$$\Delta\theta_2 = (\text{temp. interior máx. produto} - \text{temp. interior mín. produto}) = (-16^\circ - (-18^\circ)) = 2 [^\circ C]$$

$$\text{(numa hora)} \quad (c)$$

de (a), (b) e (c)

$$Q_2 = m \cdot C_p \cdot \Delta\theta_2 = 1000 [kg] \times 2,2 [kJ/kg.K] \times 2 [^\circ C] = 4400 [kJ/h] = 1222 [W] \quad (B)$$

Cálculo de Q₃

Através da referência comercial do Ventilador, temos uma potência calorífica de 150 W

$$Q_3 = 150 \text{ W} \quad (C)$$

Cálculo de Q4

A - Dimensionamento da caixa isotérmica sem carga

$$V - \text{volume interior da caixa} = [C \times L \times A] = [3,060 \times 1,575 \times 1,685] = 8,1 \text{ m}^3 \quad (\text{a})$$

$$v = \text{volume específico } (-12^\circ\text{C}) \approx 0,74 \text{ m}^3/\text{kg} \quad (\text{Anexo X - Fig. 1}) \quad (\text{b})$$

de (a), (b)

$$m = \frac{V}{v} = \text{a } 10,9 \text{ kg} \quad (\text{massa de ar na carrinha vazia}) \quad (\text{c})$$

B – Determinação do Q₄ (dimensionamento da caixa isotérmica com carga)

Considerando a densidade de armazenagem da carrinha = 250kg/m³ (valor correspondente ao peso e à ocupação de 25 embalagens de 10kg/un (peixe) – dimensões aproximadas da embalagem:

$$0,40 \times 0,30 \times 0,18 \text{ m}$$

$$\text{Admitindo a capacidade total (máxima) de transporte} = 1000 \text{ kg} \quad (\text{d})$$

$$\text{Volume total de transporte da capacidade máxima} = (1000 \text{ kg} / 250 \text{ kg/m}^3) = 4 \text{ m}^3 \quad (\text{e})$$

$$\Delta\theta - \text{variação da temperatura interior } (-12 - (-18))^\circ\text{C} \quad (\text{f})$$

$$V_1 - \text{volume de ar da carrinha, excluindo o espaço de ocupação do produto} = (8,1 - 4) = 4,1 \text{ m}^3 \quad (\text{g} = \text{a} - \text{e})$$

$$m_1 - \text{massa de ar da carrinha, excluindo o espaço de ocupação do produto} = (4,1 / 0,74) = 5,54 \text{ kg} \quad (\text{h} = \text{g} / \text{b})$$

Considerando a abertura de portas durante 3 minutos, o ar da caixa isotérmica

sai em 50%, temos assim:

(i)

$$m_{1,1} = 5,54 \times 0,5 = 2,77 \text{ kg}$$

(j = hxi)

$$Q_4 = m_{\text{ar}} \times C_{p_{\text{ar}}} \times \Delta\theta_4$$

$$\text{sendo o } C_{p_{\text{ar}}} = 1,005 \text{ [kJ/kg.K]} \quad (\text{l})$$

$\Delta\theta_4$ - é a diferença entre a temperatura exterior com a temperatura interior da carrinha,
ou seja, $(30^\circ - (-18^\circ))=48^\circ\text{C}$ (m)

de (j), (l), (m)

$$Q_4 = m_{1.1} \times C_{p_{ar}} \times \Delta\theta_1 = 2,77 \text{ [kg]} \times 1,005 \text{ [kJ/kg.K]} \times 48 \text{ [}^\circ\text{C]} = 133,62 \text{ kJ} \quad (\text{n})$$

$$\text{Admitindo o número de aberturas de portas durante 1 hora} = 3 \quad \text{un} \quad (\text{o})$$

de (n), (o)

$$Q_{4'} = 3 \times 133,62 \text{ [kJ]} = 400,9 \text{ kJ/hora} = 400,9 \text{ kJ} / 3600\text{s} = 0,111 \text{ kW} = 111 \text{ W} \quad (\text{D})$$

Cálculo de Q

$$Q_{\text{total}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_{4'}$$

$$Q_{\text{total}} = 91 + 1222 + 150 + 111 = 1574 \text{ W}$$

$$(A+B+C+D)$$

A potência da unidade autónoma de produção de frio (potência do evaporador) através do catálogo (em anexo) da Thermo King, V-300 Max, Série ES200 – ES100, é de 1870 W – significa que está bem dimensionado (Anexo IV – Fig.3 e 3a, Catálogo do Fornecedor).

A unidade instalada na carrinha tinha a potência superior ao valor obtido nos cálculos efetuados.

4. Análise de dados do ensaio

Para o levantamento, em campo, das condições operacionais reais do transporte de produtos congelados, contou-se com a colaboração de uma empresa de dimensão média.

O veículo utilizado na monitorização é da marca Mercedes, modelo Sprinter, pertencente à frota de transporte da empresa e estava equipada com uma caixa isotérmica, com unidade de refrigeração e um termógrafo instalado na cabine do veículo.

A caixa isotérmica não possuía prateleiras internas para acomodação dos produtos transportados, apenas um estrado para não haver contacto das embalagens com o piso da caixa isotérmica.

No interior da caixa isotérmica estava instalado o evaporador, um ventilador e um sensor de temperatura que debitava os valores da temperatura do ar para o referido termógrafo.

Foi instalado um *data logger* no interior da embalagem que serviu para o estudo da temperatura da embalagem e um termopar com sonda para a medição da temperatura diretamente no produto, em todo o percurso da distribuição física.

A embalagem que serviu de amostra continha 10kg de pescada e foi colocada próximo à porta lateral de acesso, onde se efetuava a descarga dos produtos, para avaliar no momento de abertura de porta a influência da massa de ar quente proveniente do ambiente exterior. O *data logger* foi configurado para fazer o registo das medições de temperatura por minuto, tendo sido instalado no interior da embalagem quando esta se encontrava no armazém do fornecedor. O registo das medições foi iniciado nesse local e em todos os locais percorridos pela embalagem, tais como: o cais de expedição e a caixa isotérmica do veículo até à distribuição final da embalagem. Com o registo das medições gravadas na memória do *data logger* foi possível analisar graficamente os momentos de abertura de porta através dos perfis das curvas.

O *data logger* utilizado é da marca Testo, modelo 174T, com um canal e capacidade para armazenar aproximadamente 48000 valores.

Através dos equipamentos disponíveis foi realizada a monitorização e avaliação das alterações das condições operacionais do sistema de refrigeração e do ambiente no interior da caixa isotérmica.

Após a instalação dos sensores foi realizada a monitorização das variáveis relacionando-as com os eventos ocorridos nos percursos urbanos a fim de avaliar as condições operacionais e suas causas.

Esta avaliação foi importante para analisar as perturbações de abertura das portas e de outros eventos.

Durante o transporte e as entregas foi feito o acompanhamento em campo de todos os registos, desde o armazém do fornecedor até à distribuição ao último cliente, a fim de obter um melhor entendimento do resultado das monitorizações.

Ao longo de todo o acompanhamento da distribuição dos produtos nos pontos de entrega, teve-se o cuidado de não interferir na rotina do trabalho dos funcionários envolvidos no processo para que os dados obtidos na monitorização representassem da forma mais realista possível o que acontece na distribuição.

A monitorização foi realizada no mês de abril de 2015, na área metropolitana de Lisboa e nos arredores.

Todos os instrumentos foram previamente programados para ler e armazenar os dados durante o transporte abrangendo os locais de entrega visitados ao longo do dia.

Diariamente os sensores foram acionados manualmente pela manhã, antes da saída do veículo do fornecedor. No final do dia foi feita a transferência dos dados coletados em suporte informático para análise gráfica.

Para efeitos de realização de ensaios de campo foi utilizado o veículo com o equipamento de produção de frio (Anexo VII – Fig. 1 e Anexo IV Fig. 1), referido no sub-capítulo anterior, num período de 6 horas de distribuição urbana.

4.1. Seleção da amostra e análise de dados

4.1.1. Amostra e ensaio de campo

A seleção da amostra teve como base a escolha de uma embalagem de pescado com aproximadamente 10kg.

Durante a distribuição procurou-se verificar a temperatura da câmara frigorífica obtida pela sonda, registar a temperatura da caixa isotérmica e a temperatura no interior da embalagem escolhida para a amostra.

A temperatura da câmara frigorífica nos dias de ensaio de campo está representada no Anexo XII, tab. 1 e 2 e os gráficos nas figuras seguintes.

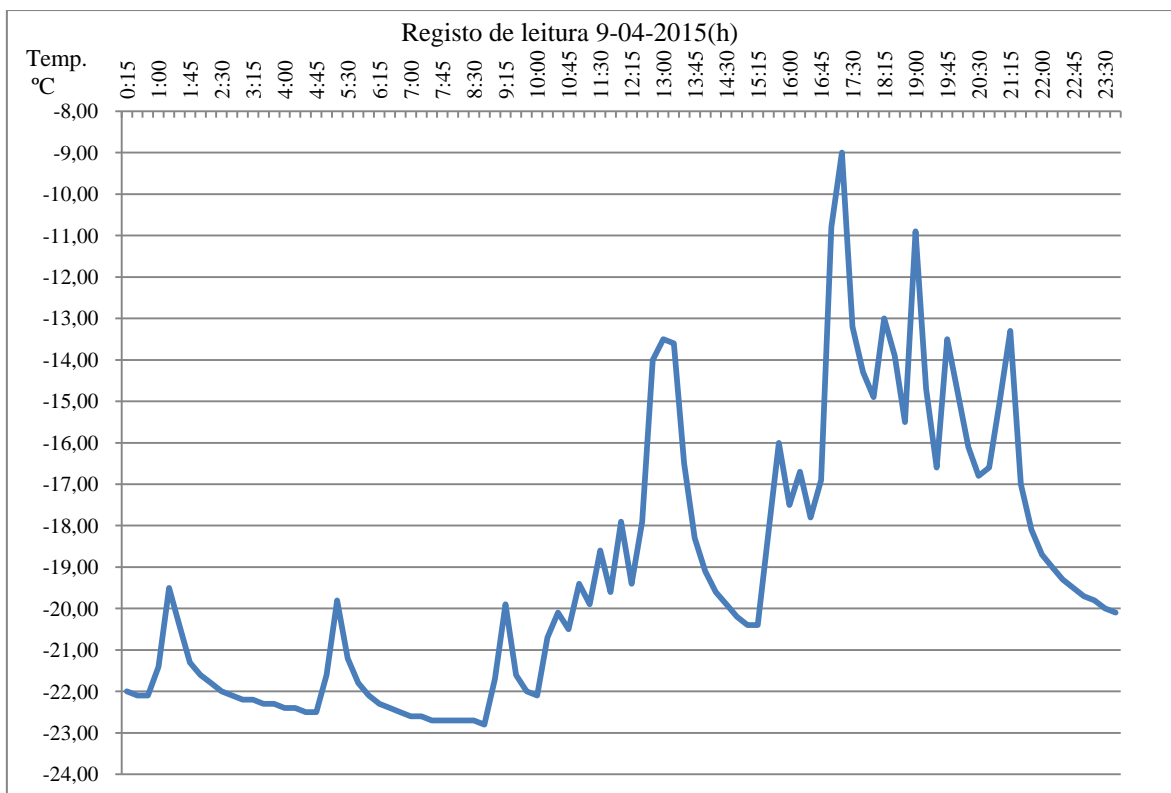


Fig. 15. Registo de temperatura da sonda da câmara frigorífica no dia 09/04/2015

Fonte: Registos fornecidos pelo Fornecedor

A fig.15 representa o perfil da curva obtida através da leitura dos dados da sonda de temperatura da câmara frigorífica no dia 09/04/2015 cujos valores estão representados no anexo XII, tab.1.

A temperatura no interior da câmara frigorífica variou no intervalo de -23°C a -9°C , com picos de temperatura no período compreendido entre as 12:00h e as 21:30h, tendo atingido o valor máximo às 17:15h (-9°C). No período das 16:45h e as 21:30h houve maior incidência de picos de temperatura provenientes de constante abertura e fecho de porta da câmara frigorífica.

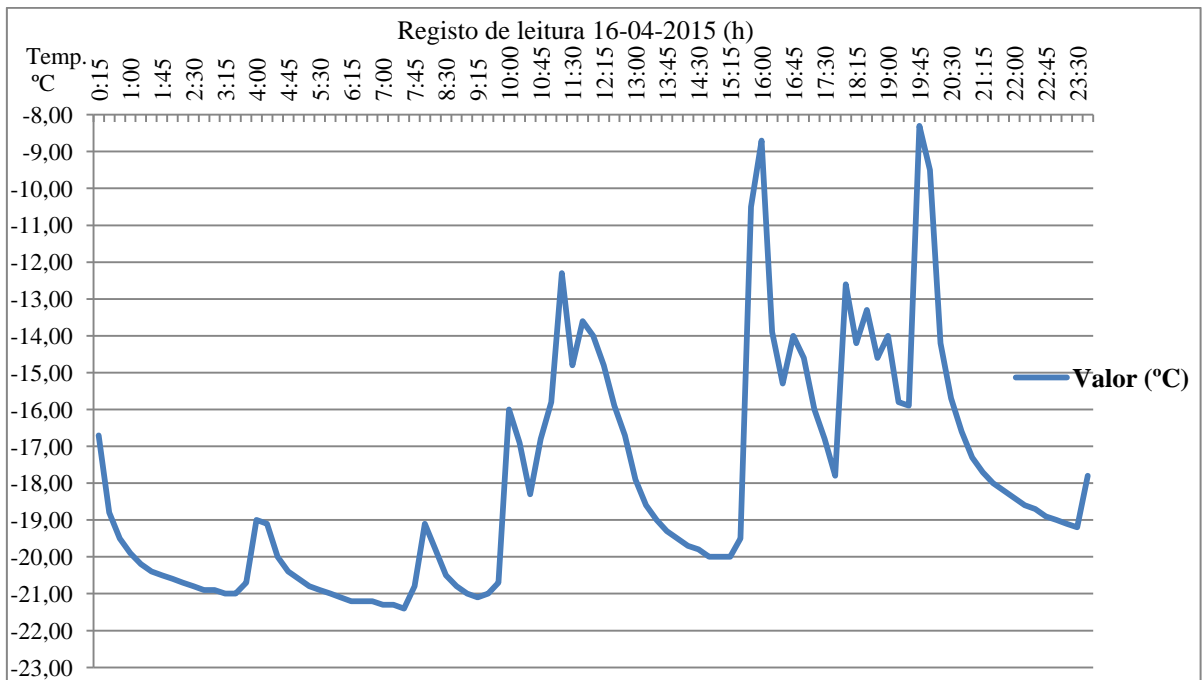


Fig. 16. Registo de temperaturas da sonda da câmara frigorífica no dia 16/04/2015

Fonte: Registos fornecidos pelo fornecedor

A fig.16 representa o perfil da curva obtida através da leitura dos dados da sonda de temperatura da câmara frigorífica no dia 16/04/2015, cujos valores estão representados no anexo XII, tab.2.

Nesse dia a temperatura variou entre -16°C e -8°C no período das 10:00h às 20:00h, tendo sido atingido os valores máximos às 19:45h (-8°C) e às 16:00h (-9°C).

Comparando os perfis das curvas obtidas a partir da leitura dos dados da sonda da câmara frigorífica que estão representadas nas figuras 15 e 16 constata-se que a temperatura variou aproximadamente entre os -23°C e -9°C no dia 9 e -21°C e -8°C no dia 16 e o maior pico de temperatura verificou-se no dia 16 (-8°C).

As variações térmicas no interior da câmara frigorífica foram provocadas pela entrada de ar ambiente provenientes de ações de abertura de porta da câmara por períodos prolongados quando se efetuava a carga ou a descarga dos produtos e/ou necessidades de manutenção.

Data de ensaio	Duração	Zona de distribuição	Temperatura ambiente	Equipamentos de ensaio no peixe	Pontos de realização de ensaio no peixe
09/04/2015	10h00 às 17h00	Lisboa e Arredores	12° a 20°C	a) Termopar; b) <i>Data Logger</i> ; c) Equipamento homologado do veículo	a) Diretamente no peixe congelado – com 2 cm de perfuração da sonda; b) No interior da embalagem junto a porta lateral da caixa isotérmica c) Ensaio do sensor instalado na caixa isotérmica
16/04/2015	10h00 às 16h00	Lisboa e Arredores	11° a 20°C	Conforme o dia 09/04/2015	Conforme o dia 09/04/2015

Tab. 14. Registo de datas, locais e equipamentos de ensaios de campo

Intervalo entre pontos de entrega	F- Duração do percurso entre pontos de entrega (min)							
	0 - 1	1 - 2	2 - 3	3 - 4	4 - 5	5 - 6	6 - 7	7 - 8
09/04/2015	20	10	5	7	5	4	8	50
16/04/2015	25	30	10	15	3	10	15	30

Tab. 15. Duração do percurso entre pontos de entrega (sem contabilização de paragens)

4.1.2. Equipamentos utilizados

O equipamento de refrigeração não possui capacidade instantânea suficiente para retirar a carga térmica proveniente da entrada do ar quente do ambiente externo entre uma abertura e outra durante as entregas. É essencial, assim, que a entrada de ar do ambiente externo seja evitada ao máximo, reduzindo-se o tempo e o número de abertura de portas [Tressler - *The freezing preservation of foods* (Cit. por Pereira *et al.*, 2010)].

E por conseguinte, avaliou-se termicamente o espaço de transporte do peixe, através de utilização de equipamentos de medição de temperatura. No que concerne aos equipamentos que foram utilizados para o registo das medições, descrevem-se os seguintes:

- Medição da temperatura do armazém frigorífico com o recurso à sonda existente nesse local (Anexo XII – Tab. 1 e 2).
- Temperatura da caixa isotérmica, obtida através da listagem do equipamento homologado instalado no veículo do frio (Anexo IV – Fig. 3d e Anexo VII – Fig. 3).

- Temperatura da embalagem que contém a pescada congelada, o “*Data Logger* Testo 174T” (adquirido em abril 2015) (Anexo V – Fig. 2). O *software* utilizado para a obtenção de tabelas e gráficos são da Entidade Testo.
- Termopar para medição da temperatura, diretamente no produto (Anexo V - Fig. 3 a 8).

O transporte de alimentos tem gerado grandes problemas aos fornecedores. A falta de controle durante o transporte da carga compromete a qualidade dos produtos, pelo que a utilização de “*data logger*” calibrados podem servir para análise de eventual variação de temperatura do produto (NOVUS, 2015).

Deste modo procurou-se fazer medições através de ensaios de campo, para se poder analisar se o produto está a ser transportado nas devidas condições ou se existem eventuais discrepâncias.

4.1.3. Medições

O veículo dispunha de apenas um sensor e estava fixado na parede a 10 cm do teto, conforme Figura:



Fig. 17. Sensor temperatura no interior da caixa isotérmica

As medições da caixa isotérmica foram realizadas através do equipamento que se encontrava instalado no veículo.

Foram também realizadas medições da temperatura desde a saída da câmara do Fornecedor (após o *picking*) até à distribuição da embalagem que contém o peixe congelado que serviu de medição ao último Cliente (Anexo V – Fig. 3), nos seguintes pontos:

- Na caixa isotérmica do veículo;
- Dentro da embalagem do peixe congelado;
- Diretamente no peixe congelado.

A análise de temperatura durante o transporte, para além do termógrafo que se encontrava equipado no veículo, foi com o recurso à sonda do termopar e do “Data Logger” (anexo V - Fig. 1 a 3), permitindo através da recolha de dados elaborar gráficos.



Fig. 18. Exemplos de “Data Logger”

Testo 174T é um registador de temperatura com sensor interno. Pequeno, leve e de utilização fácil, é ideal para controlo de temperatura no processo de conservação, distribuição e transporte de alimentos frescos ou congelados.

Ligando o instrumento ao PC através de uma porta USB é possível descarregar os dados memorizados e planificar os parâmetros de registo: unidade de medição (°C ou °F), intervalo de amostras (de 1 minuto a 24 horas), procedimento formal de início, tipo de registo, os limites do alarme e a palavra passe de segurança.

As características deste equipamento encontram-se descritas no anexo V - Fig. 1.

4.2. Análise de Variável

A análise da variável que foi objeto deste estudo é a temperatura. A temperatura foi avaliada desde o momento que o produto congelado esteve no armazém do fornecedor (Anexo VI – tab.1 e 2) até à última distribuição, através de equipamentos referenciados (Anexo V – Fig. 1 a 8).

- O 1º ensaio foi realizado numa embalagem de 10kg num lote de 50 unidades no dia 9/4/2015.
- O 2º ensaio foi realizado na semana seguinte no dia 16/04/2015, também numa embalagem de 10kg num lote de 40 unidades.
- Foram verificadas as temperaturas da embalagem à saída da câmara frigorífica, à entrada da caixa isotérmica.
- Foram lidos valores de temperatura no produto, na embalagem e na caixa isotérmica do veículo, para avaliação da variação térmica do produto durante a distribuição e das condições de transporte.
- A lógica da amostragem, consistiu na seleção de uma embalagem com características médias dos produtos distribuídos por este veículo.
- Foi analisada a variação da temperatura ao longo do processo da distribuição e procurou-se obter resultados que possam afetar a qualidade do produto final.

Apresentam-se abaixo os ficheiros da análise de campo.

4.2.1.Registo de ensaios de temperatura no transporte do produto congelado

O registo de temperaturas foi efetuado no modelo abaixo, com início no armazém do fornecedor, durante a deslocação e paragens do veículo até a entrega da embalagem ao último cliente.

Data da ensaio campo	Quant.Emb. Transp. (peso unit. emb.10kg)	Peso total Emb. (kg)	Quantidade de Clientes Abastecidos (un)	Duração do percurso (h)	Duração do picking (hora)	Duração do produto no Cais de Expedição (hora)	Tempo para carregamento do produto no veículo (hora)	Temp. Câmara Frigorífica (°C)
09/04/2015	50	500	7	5	0,5	1	0,75	-22
16/04/2015	40	400	8	5	0,3	0,75	0,4	-18

Data de ensaio campo	Temp. Cais Expedição (°C)	Temp. produto à saída Cam.Fri. (°C)	Temp. embalagem do produto (°C)	Temp. produto à entrada do veículo (°C)	Temp. da caixa isotérmica do veículo (°C)	Temp. ambiente 11h- 15h (°C)	Nº aberturas de porta lateral (un)	Duração da paragem do equipamento de frio (h) *
09/04/2015	13	-20,1	-20	-20	12	12 - 20	7	3,3
16/04/2015	13	-19,6	-19,2	-19	12	11 - 20	8	1,8

* - O equipamento de produção de frio está acoplado no motor do veículo e este esteve parado

Data de ensaio campo	Duração total de porta veículo aberta, para descarga (h)	Temp. média na embalagem do produto (°C)	Temp. média na embalagem após o período de tempo de abertura da porta (°C)	Temp. média do Prod. após o período de tempo de abertura de porta (°C)
09/04/2015	0,8	-16,6	-8,2	-16,5
16/04/2015	0,4	-12,6	-7,9	-15,2

Tab. 16. Ensaio de campo - Evolução da temperatura do produto (peixe congelado)

4.2.1.1. Ensaio de campo - Variação da temperatura e das condições de transporte

No ensaio de campo registou-se a variação da temperatura do peixe congelado ao longo da distribuição diária.

Pontos de entrega	Pontos de Entrega dias 09 e 16/04/2015																		
	0		1		2		3		4		5		6		7		8		
Data	9	16	9	16	9	16	9	16	9	16	9	16	9	16	9	16	9	16	
A - Temp. peixe congel.	-20,1	-19,6	18,4	-19,2	-17,5	-16	-16,6	-15	-16,5	-15	-14,4	-15	-14,4	-14	-14,4	-14	-14,4	-14	-16,6
B- Temp.caixa isotherm. antes desc.prod.	12	10	-10	-6	-8	-7	-17	-14	-18	-15	-18	-16	-19	-19	-19	-19	-18	-15	
C- Temp. caixa isotherm após desc. Prod.	12	12	-8,5	-1	-1	-1	-8	0	-14	-9	-1	-4	-12	-12	-14	-6	-14	-12	
D- Duração da porta de desc. aberta (min)	25	20	10	5	3	10	2	2	2	1	1	10	3	3	5	15	1	1	
E- Duração de desligam do frio (min)	25	23	15	7	6	12	4	3	4	2	120	90	8	5	23	17	1	2	

Tab. 17. Registo de temperatura e das condições de transporte

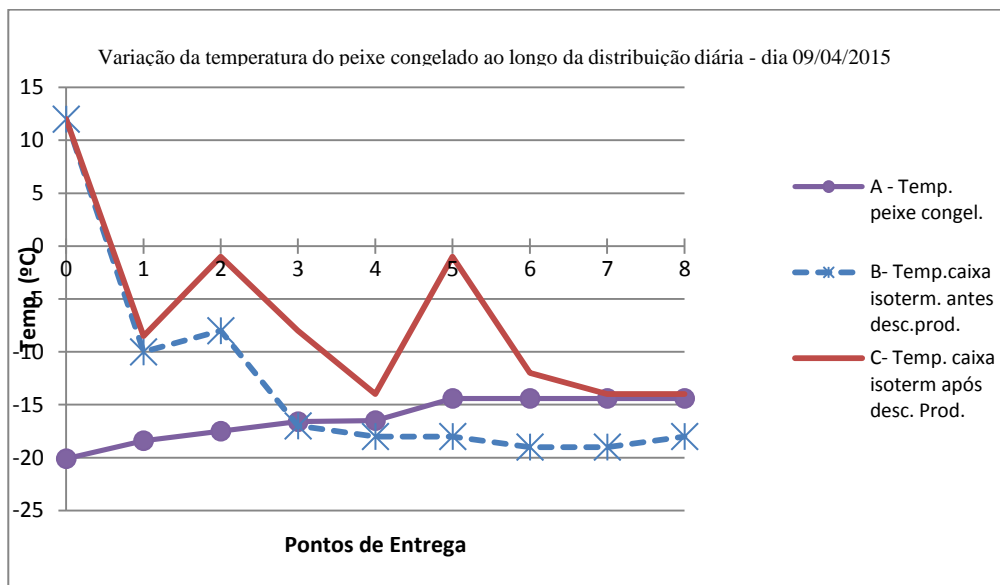


Fig. 19. Evolução da temperatura do peixe congelado e da caixa isotérmica no dia 09/04/2015

Fonte: Registos obtidos através de equipamentos de teste

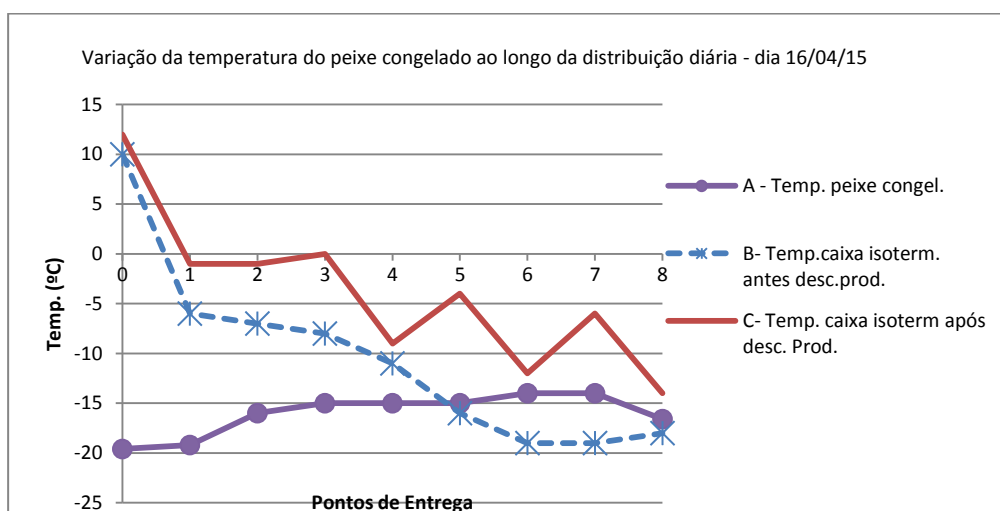


Fig. 20. Evolução da temp. peixe congelado e da caixa isotérmica no dia 16/04/2015

Fonte: Registos obtidos através de equipamentos de teste

Através da análise das Figuras 19 e 20 que representam o 1º dia e o 2º dia do ensaio respetivamente, verificou-se que:

- A temperatura do peixe congelado situou-se numa gama de valores entre -20 °C e -14 °C (6°C) no dia 09/04/2015 e entre -19°C e -14°C (5°C) no dia 16/04/2015;
- A temperatura da caixa isotérmica antes das descargas de produto variou entre -18°C e 12°C (30°C) no dia 09/04/2015 e entre -19°C e 10°C (29°C) no dia 16/04/2015;

- A temperatura da caixa isotérmica após as descargas de produto variou entre -14°C e 12°C (26°C) em ambos os dias;
- No momento inicial da colocação do produto do armazém na caixa isotérmica esta deveria estar a -18°C (valor mínimo legal), porém em ambos os ensaios as temperaturas eram superiores (1º ensaio: 12°C e 2º ensaio: 10°C);
- A temperatura média do produto foi de -16°C em ambos os ensaios;
- A descida da temperatura da caixa isotérmica e da temperatura do produto transportado registada na Figura 20 deve-se à ligação do equipamento de produção de frio durante o percurso final da distribuição, durante aproximadamente 30 min até ao último cliente e que permitiu recuperar a temperatura da caixa isotérmica e o arrefecimento da única embalagem de 10kgs que se encontrava no interior da caixa de distribuição.
- No ensaio 1, apesar de o percurso final ter sido de aproximadamente 50 min, não se registou diminuição da temperatura uma vez que o equipamento de produção de frio não estava ligado.
- A temperatura antes da descarga do produto foi sempre inferior à temperatura após a descarga, resultando numa temperatura média global dos dois dias de -11°C (antes da descarga) e -6°C (após a descarga):
 - 1º ensaio – Temp. média antes da descarga = -13°C; Temp. média após a descarga = -7°C;
 - 2º ensaio – Temp. média antes da descarga = -10°C; Temp. média após a descarga = -4°C;
- A temperatura da caixa isotérmica nas paragens realizadas após descarga do produto apresentou valores melhores no 1º ensaio e na maioria das situações abaixo dos -5 °C;
- Foi observado um aumento da temperatura do ar interior da caixa isotérmica durante as entregas e nos primeiros intervalos de distribuição não houve arrefecimento até à temperatura legal de transporte;
- Observou-se que, além do aumento de temperatura do ar do ambiente exterior durante as distribuições, a temperatura do produto que serviu de estudo também aumentou;

09/04/2015	11h (PE1)	15h (PE6)
Temp. exterior (°C)	12	20
Temp. peixe cong. (°C)	-18,4	-14,4
16/04/2015	11h (PE1)	15h (PE6)
Temp. exterior (°C)	11	20
Temp. peixe cong. (°C)	-19,2	-14

Tab. 18. Variação da temp. exterior e temp. do produto.

- Outros fatores que poderão ter contribuído para o aumento de temperatura estão descritos a seguir:
 - Paragem do motor, quando o cliente está ausente e nos centros comerciais a aguardar que seja libertado o espaço para se efetuar a descarga;
 - Dificuldade de estacionamento que algumas vezes pode prolongar o tempo de exposição do produto à temperatura ambiente.

4.2.1.2. Tempo de paragem do veículo

Situação	Pontos de Entrega dias 9 e 16/04/2015																	
	0		1		2		3		4		5		6		7		8	
Data	9	16	9	16	9	16	9	16	9	16	9	16	9	16	9	16	9	16
D- Duração da porta de desc. aberta (min)	25	20	10	5	3	10	2	2	2	1	1	10	3	3	5	15	1	1
E- Duração de desligam do frio (min)	25	23	15	7	6	12	4	3	4	2	120	90	8	5	23	17	1	2

Tab. 19. Duração das paragens e do desligamento do equipamento de frio nos dias 09 e 16/04/2015

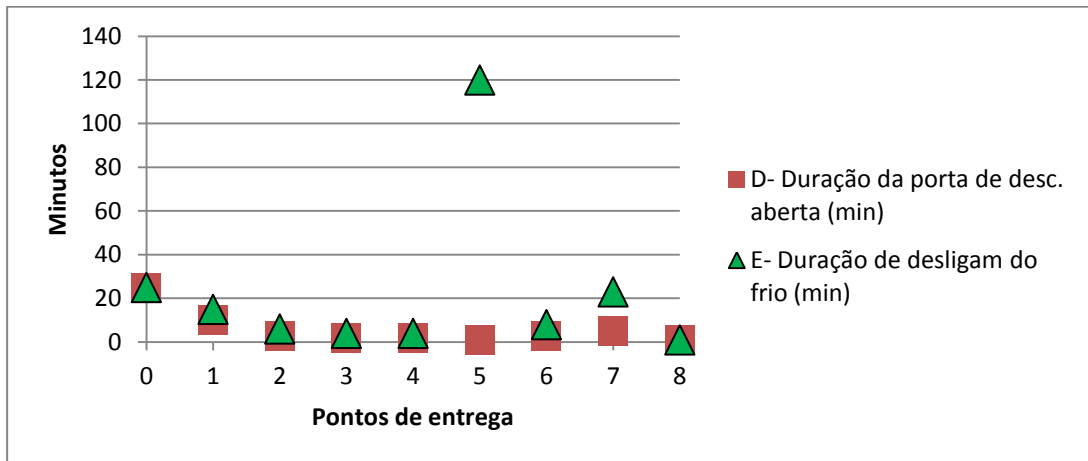


Fig. 21. Duração da porta de descarga aberta e de desligamento do frio no dia 09/04/2015

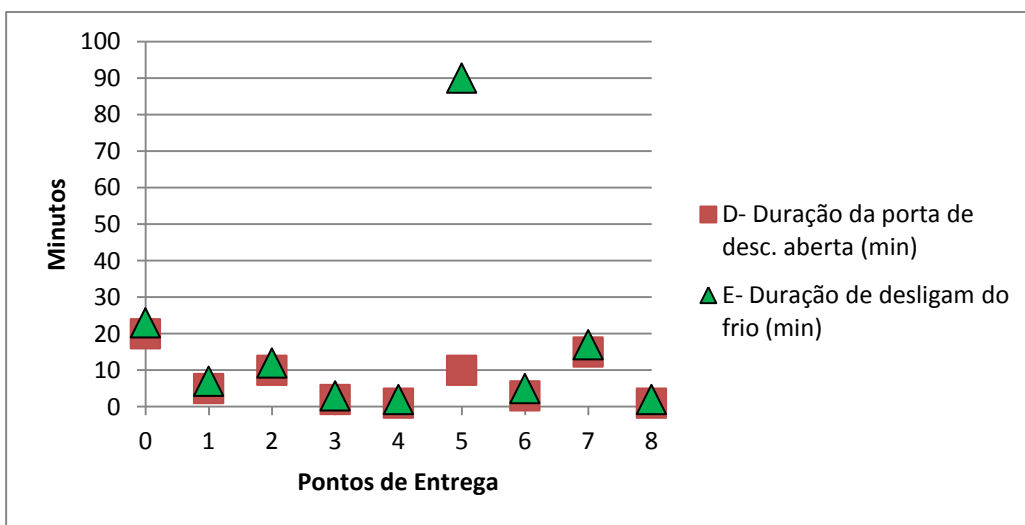


Fig. 22. Duração da porta de descarga aberta e de desligamento do frio no dia 16/04/2015

Através da análise das Figuras nº 21 e nº 22 que representam o 1º dia e o 2º dia do ensaio respetivamente, verificou-se que:

- A duração da porta de caixa aberta foi em períodos de tempo mais alargado no 2º ensaio comparativamente com o 1º ensaio, uma vez que esteve aberta por tempos superiores a 10 minutos, o que contribuiu para a subida da temperatura na caixa isotérmica;
- no que se refere à paragem de equipamento de frio, este foi mais extenso no 1º ensaio chegando a atingir cerca de 120 minutos de paragem.

Relatório da temperatura do interior da caixa onde se encontrava o peixe congelado em estudo, no dia 9/4/2015

Esta medição foi realizada através do equipamento de medição da temperatura, “Data Logger, 174 T” colocado no interior da embalagem do peixe congelado (Anexo V – Fig. 2)

Nome do aparelho: Claudio		09/04/2015 17:20:07			Página 1/1	
Tempo de início: 09/04/2015 11:18:00		Mínimo	Máximo	Valor médio	Valores limite	
Tempo de fim: 09/04/2015 17:18:00	Temperatura [°C]	-15,10	-7,50	-12,661	-30,0/70,0	
Canais de medição: 1						
Valores de medição: 361						
36877655						

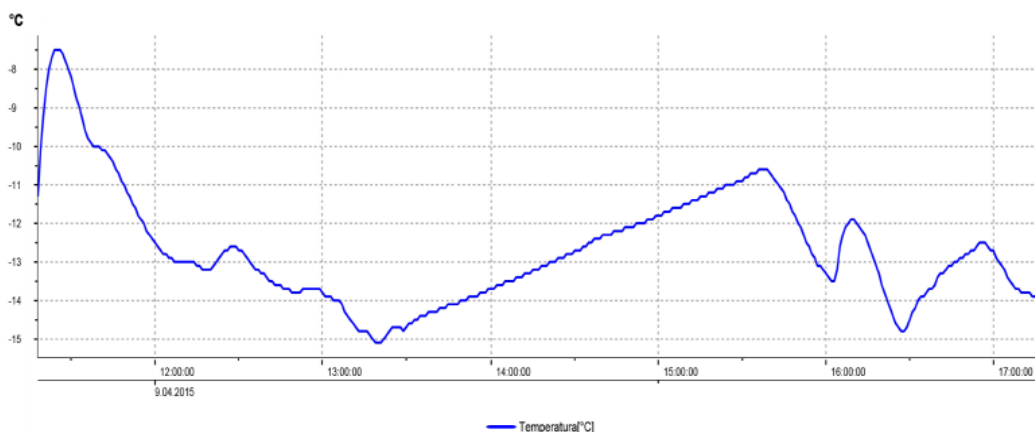


Fig. 23. Variação da temperatura no interior da embalagem no dia 09/04/2015

Fonte: Software da Entidade Testo

Relatório da temperatura do interior da caixa onde se encontrava o peixe congelado em estudo, no dia 16/4/2015

Nome do aparelho: Claudio		16/04/2015 17:44:52			Página	1/1
Tempo de início: 16/04/2015 11:06:00		Mínimo	Máximo	Valor médio	Valores limite	
Tempo de fim: 16/04/2015 17:42:00	Temperatura [°C]	-17,80	-10,30	-12,458	-30,0/70,0	
Canais de medição: 1						
Valores de medição: 397						
36877655						

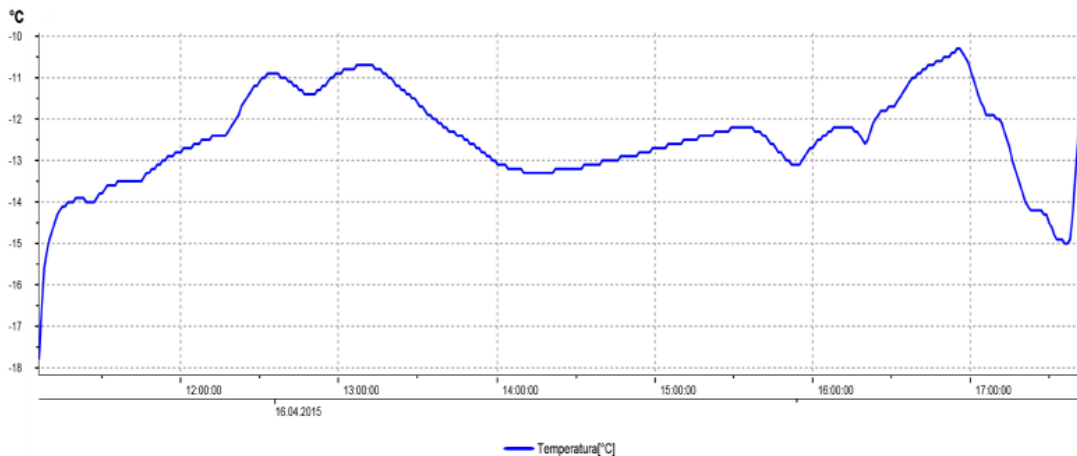


Fig. 24. Variação da temperatura no interior da embalagem no dia 16/04/2015

Fonte: *Software* da Entidade Testo

As figuras 23 e 24 representam o 1º dia e o 2º dia do ensaio, respetivamente da temperatura medida no interior da embalagem.

A temperatura da embalagem no 1º ensaio variou nos intervalos de $-7,5\text{ °C}$ e $-15,1\text{ °C}$ e no 2º ensaio entre os $-10,3\text{ °C}$ e $-17,8\text{ °C}$, em termos médios representa aproximadamente -12 °C , devido à paragem do equipamento de frio e ao tempo de permanência da porta de descarga aberta.

Verificou-se que quanto maior era o número de aberturas de porta, menor era a recuperação da temperatura na caixa.

Pode-se concluir que o sistema convencional de refrigeração utilizado em caixas isotérmicas não possui capacidade instantânea suficiente para atuar na redução das temperaturas internas após o final das entregas.

4.3. Estudo comparativo de soluções de otimização

Neste capítulo é feito um estudo comparativo das duas soluções, para a recuperação da temperatura no interior da caixa isotérmica.

A primeira solução utiliza um equipamento de produção de frio dimensionado para a capacidade da caixa isotérmica e a aquisição de cortinas de lamelas para as portas do quadro traseiro e porta lateral (Anexo VII – Fig.7 e Anexo XI – Fig. 1 e 3).

A segunda solução prevê a instalação de um equipamento de produção de frio de capacidade superior ao da primeira solução, mas sem a aquisição de cortinas de lamelas (Anexo XI – Fig. 2)

Cálculo de valores estimados para a primeira solução:

Cálculo de consumo total de energia por ano

Q – quantidade de calor total

Q_{1d} – quantidade de transferência de calor entre a caixa isotérmica e o meio ambiente por dia

Q_{2d} - quantidade de calor transferido pelo produto por dia

Q_{3d} - calor resultante da operação do equipamento de frio (ventilador) por dia

Q_{4d} - calor resultante do transporte da carga por dia

Cálculo de Q_1

$Q_1 = 91 \text{ W}$ (valor anteriormente calculado)

(A)

Cálculo de Q_2

$Q_2 = 1222 \text{ W}$ (valor anteriormente calculado) (B)

Cálculo de Q_3

$Q_3 = 150 \text{ W}$ (valor anteriormente calculado) (C)

Cálculo de Q_4

$Q_4 = 111 \text{ W}$ (valor anteriormente calculado) (D)

Com a montagem das cortinas de lamelas admite-se uma saída de ar frio cerca de 5% da caixa isotérmica. (a)

m_1 – massa de ar da carrinha (excluindo o espaço de ocupação do produto) de 5,54kg (b)

$$m_{1,1} = 5,54 \times 0,05 = 0,277 \text{kg} \quad c=(axb)$$

$$Q'_4 = m_{ar} \times C_{par} \times \Delta\theta_4$$

sendo o $C_{par} = 1,005 \text{ [kJ/kg.K]}$ (d)

$\Delta\theta_4$ - é a diferença entre a temperatura exterior com a temperatura interior da carrinha,
ou seja, $(30^\circ - (-18^\circ)) = 48^\circ\text{C}$ (e)

de (c), (d), (e)

$$Q'_4 = m_{1,1} \times C_{par} \times \Delta\theta_4 = 0,277 \text{ [kg]} \times 1,005 \text{ [kJ/kg.K]} \times 48 \text{ [}^\circ\text{C]} = 13,36 \text{ kJ} \quad (f)$$

Admitindo o número de aberturas de portas durante 1 hora = 3 un (g)

de (f), (g)

$$Q'_{4'} = 3 \times 13,36 \text{ [kJ]} = 40 \text{ kJ/hora} = 40 \text{ kJ} / 3600\text{s} = 0,0111 \text{ kW} = 11 \text{ W} \quad (D')$$

Cálculo de Q'_{total}

$$Q'_{total} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q'_{4'}$$

$$Q'_{total} = 91 + 1222 + 150 + 11 = 1474 \text{ W} \quad (A+B+C+D')$$

Cálculo de diferença de consumos (Q'')

$$Q'' = Q_{total} - Q'_{total} = 1574 - 1474 = 100 \text{ W} = 0,1 \text{ KW} \quad (E)$$

Cálculo de consumo de energia por hora (Q''_h)

Considerando uma tarifa de média utilização, no período II, III em horas de ponta obtemos do catálogo o o custo de consumo por kWh de 0,1308€ (Anexo X – Fig. 1). (h)

Com (E), (h)

$$Q''_h = 0,1 \times 0,1308 = 0,013 \text{ €/h} \quad (i)$$

Cálculo de consumo de energia por ano (Q''_a)

Considerando o período de laboração de 8h diárias, durante os 22 dias do mês e nos 11 meses do ano, obtemos:

$$Q''_a = 0,013 \times 8 \times 22 \times 11 = 25,17 \text{ €/ano} \quad (j)$$

Cálculo da amortização (A_z)

Custo de aquisição e instalação de cortinas de lamelas no quadro traseiro e porta lateral é de 332 €.

(Anexo XI – Fig. 2 e 3: Orçamento) (l)

$$A_z = 332 \text{ €} : 25,17 \text{ €/ano} = 13 \text{ anos}$$

O custo das referidas cortinas foi orçamentado após as modificações e de instalação do grupo de frio na carrinha, pelo que se a montagem das cortinas tivesse ocorrido de origem o custo seria inferior a 50%.

Assim, a amortização no limite seria de 6 anos.

A primeira solução é de aquisição de equipamento de produção de frio da marca *Thermoking* com a refª V300 20 Max com o custo de 8.800,00€ + IVA, acrescida da utilização de cortina de lamelas nas portas do quadro traseiro e porta lateral com o custo de 332,00€ + IVA, perfaz 9.132,00€ + IVA.

A segunda solução seria adquirir uma unidade de produção de frio de capacidade superior, da marca *Thermoking* V500 20 Max que tem o custo de 9.745,00€ + IVA.

Ao compararmos ambas soluções, tem vantagem a primeira solução do ponto de vista de redução de custos estimados com:

- Aquisição de equipamento de produção de frio e instalação de cortinas de lamelas, redução de 613 €;
- Menor consumo energético, devido à redução do período de operação do equipamento;
- Nas aberturas de porta, menores trocas de massas de ar;

- Minimização do diferencial térmico na caixa isotérmica e na afetação ao produto transportado.

A desvantagem será menor capacidade de produção de frio na recuperação das flutuações térmicas.

5. Contributos de boas práticas

5.1. Variação da temperatura de transporte

No transporte rural ou no transporte urbano de produtos perecíveis, verifica-se uma constante abertura e fecho de portas para a distribuição dos produtos que se encontram na caixa isotérmica até ao consumidor final. Esta ação conduz a uma saída de massa de ar frio da caixa isotérmica e entrada de ar exterior do ambiente para o interior da mesma e que conduz a um significativo aumento de temperatura (ASHRAE, 2002).

A entrada de ar exterior na caixa isotérmica cria cargas térmicas suplementares e promove a migração de humidade para o seu interior, o qual se condensa, sob a forma de gelo, na superfície do evaporador ou dos produtos a conservar, contribuindo para uma maior exigência de consumo de energia.

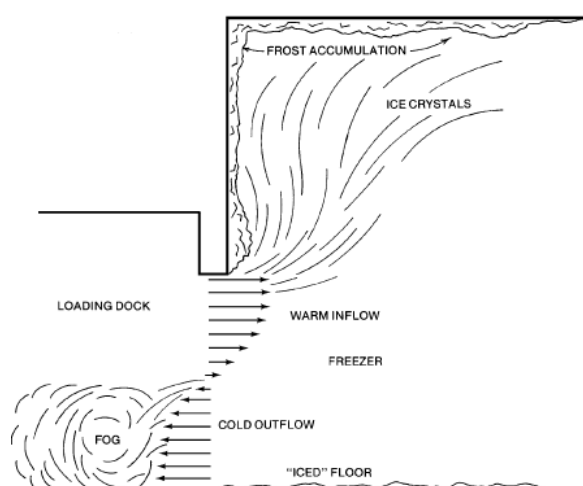


Fig. 25. Massa de ar frio e de ar quente com abertura de porta do contentor

Fonte: Refrigeration handbook (ASHRAE, 2002, p. 123)

Como o desempenho da unidade de produção de frio do veículo são diferentes, a capacidade de arrefecimento e a eficiência são distintos. Como a distribuição do ar interior nas diferentes partes da caixa isotérmica não é uniforme podem existir flutuações de temperatura que vão variar consideravelmente, pelo que devem existir registos de temperatura nos vários pontos (Yue *et al.*, 2013).

A medição e o controlo da temperatura são dois parâmetros muito importantes a ter em conta na plena manutenção e eficácia da cadeia de frio para a segurança alimentar, no entanto o parâmetro ou fator tempo também é muito importante para que um produto alimentar se mantenha seguro. O período de tempo a que um alimento poderá estar sujeito a temperaturas anómalas é de igual forma decisivo para a segurança dos produtos alimentares ou géneros alimentícios refrigerados e/ou ultracongelados (Guedes, 2008).

Segundo o Regulamento (CE) nº37/2005 relativo ao controlo das temperaturas nos meios de transporte e locais de armazenamento de alimentos ultracongelados destinados ao consumo humano, os meios de transporte e locais de armazenamento de produtos ultracongelados deverão ter disponíveis instrumentos de registo de temperaturas adequado para controlar, a intervalos regulares e frequentes, a temperatura do ar a que estão submetidos os alimentos congelados. O mesmo poderemos dizer que se aplica a produtos refrigerados, em que o transporte deve ser feito a uma temperatura adequada bem como o seu armazenamento.

Medição da temperatura do produto

A preparação da amostra e a medição da sua temperatura devem ser realizadas mantendo a amostra no ambiente refrigerado selecionado. A medição é efetuada do seguinte modo:

- Quando as dimensões do produto o permitirem, introduzir a sonda pré-arrefecida até uma profundidade de 2cm da superfície do produto;
- Quando não for possível realizar conforme descrito no ponto anterior, a sonda deve ser introduzida até uma profundidade mínima da superfície de três a quatro vezes o diâmetro da sonda (Baptista, Gaspar e Oliveira, 2007).

5.2. Condições operacionais de transporte

Quando as aberturas da porta são frequentes, há formação de gelo no evaporador, reduzindo o desempenho do sistema de refrigeração e aumentando a necessidade da realização de degelos, especialmente em ambientes com humidade relativa alta (Estrada-Flores *et al.*, 2006). O gelo formado dificulta a troca de calor entre a superfície da serpentina e o ar circulado pela câmara, podendo, inclusive, bloquear totalmente a sua passagem pela serpentina (Barbin, Neves Filho e Silveira Junior, 2009).

Durante as operações de carga e descarga dos produtos na câmara, o sistema de refrigeração deve estar desligado, tendo em vista que isto diminui o gasto de combustível e evita uma maior necessidade da realização de degelos (Hira, 2001 citado por Pereira *et al.*, 2010), pois, com os ventiladores do evaporador desligados, existe uma menor substituição do ar frio do ambiente interno pelo ar quente e húmido do ambiente externo.

A literatura consultada confirmou a necessidade de se verificar o efeito da entrada de carga térmica no ambiente refrigerado de câmaras frigoríficas durante o transporte de produtos refrigerados/congelados. Sendo assim, este trabalho visou compreender o processo de distribuição destes produtos nos centros urbanos, avaliando a influência das aberturas das portas da câmara na alteração da temperatura interna do ambiente frigorificado. Para isto, foi feita a monitoração das práticas operacionais adotadas ao longo do processo de distribuição, com o veículo comercial em trânsito e durante as entregas urbanas (Pereira *et al.*, 2010).

A minimização de ocorrências com impacto para o consumidor, constitui uma preocupação para todos os intervenientes na cadeia alimentar, pelo que se considera importante todas as fases, incluindo o transporte dos produtos alimentares, desde o Fornecedor até ao consumidor. Nesta cadeia o transporte e a distribuição de produtos alimentares são muitas vezes um dos elos mais fracos na garantia da segurança alimentar (Baptista, Gaspar e Oliveira, 2007).

Realizaram-se os trabalhos de campo com algumas deslocações à Empresa para acompanhamento do transporte de produtos perecíveis congelados desde o fornecedor até à distribuição ao último cliente.

As medições das temperaturas efetuadas foram a da temperatura da caixa isotérmica do veículo frigorífico e a temperatura no interior da embalagem do peixe congelado.

Na receção, os registos de temperatura do ar devem ser examinados. Consoante a metodologia de controlo estabelecida, o destinatário dos produtos pode optar por controlar a temperatura do produto de uma forma sistemática ou apenas se tiver dúvidas quanto aos registos de monitorização da temperatura do ar. A monitorização dos produtos pode incluir métodos não destrutivos ou destrutivos e pode ser avaliada a temperatura do produto na superfície ou no seu interior. Estes procedimentos são aplicáveis quer a matérias-primas quer a produtos acabados, em diferentes etapas da cadeia alimentar.

5.3. Formação na Segurança Alimentar

No âmbito do quadro legal comunitário, a formação profissional é uma obrigação legal muito embora deva ser entendida, para os colaboradores e empresários, como uma mais-valia.

Assim, cada colaborador deve ser convenientemente informado de todas as regras e instruções de trabalho da entidade empregadora, devendo ter conhecimento da respetiva documentação, que deverá ser elaborada e organizada por técnicos habilitados e, seja qual for a tarefa do colaborador, este poder ser responsabilizado pelo não cumprimento das regras de higiene pessoal.

A entrada em vigor do Regulamento (CE) nº 852/2004 desde 1 de Janeiro de 2006, reforça a obrigatoriedade de todos os colaboradores que manipulam alimentos, nomeadamente os que procedem ao seu transporte, terem formação em matéria de higiene adequada à sua atividade profissional e prevê a obrigatoriedade da formação profissional na aplicação dos princípios para os colaboradores que estejam envolvidos na implementação do sistema de segurança alimentar HACCP, que significa Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controlo.

A formação em higiene relativa ao peixe ou marisco tem uma importância fundamental e todos os intervenientes devem estar conscientes do seu papel e responsabilidade na proteção do peixe ou marisco de modo a evitar a contaminação ou deterioração. Os responsáveis pelo manuseamento devem dispor dos conhecimentos e qualificações necessários que lhes permitam manusear o peixe ou marisco de forma higiénica. As pessoas que manuseiam substâncias químicas de limpeza ou outros produtos potencialmente perigosos devem receber formação em técnicas de manuseamento seguro.

Cada instalação de peixe e marisco deve garantir que os indivíduos receberam formação adequada e apropriada sobre a conceção e a aplicação correta de um sistema HACCP e de controlo de processos. A formação do pessoal na utilização deste sistema é fundamental para o sucesso da implementação e o cumprimento dos objetivos do programa nos estabelecimentos de peixe e marisco. A aplicação prática deste tipo de sistemas é melhorada quando o indivíduo responsável concluiu a formação com aproveitamento.

Deve ser assegurada a formação periódica e adequada aos técnicos da empresa para o cumprimento dos princípios definidos pelo HACCP.

5.4. Descrição de boas práticas

Arrefecimento da Caixa Isotérmica

O arrefecimento da caixa isotérmica dos veículos destinados ao transporte de alimentos perecíveis deve ser efetuado antes de se efetuar a carga dos produtos, de forma a evitar choques térmicos que são prejudiciais à qualidade do produto.

Pelas mesmas razões, devem ser tomadas precauções para que as operações de carga e descarga dos veículos frigoríficos realizem-se com o máximo de rapidez e sem variação de temperatura que possa ser prejudicial à conservação da qualidade dos alimentos.

ARESP- Associação da Restauração e Similares de Portugal (ARESP, 2008).

Temperatura dos Produtos de Pesca Congelados

Para os produtos de pesca congelados a temperatura máxima admitida no seu interior é de -18°C, admitindo-se uma oscilação máxima de 3°C. Não deverão ser transportados produtos de pesca congelados cuja embalagem esteja danificada, que revele características típicas de recongelação, desidratação, oxidação, com manchas hemorrágicas e sinais evidentes de variações de temperatura, como gelo no interior da embalagem. Só deverão ser transportados produtos de pesca congelados em embalagens fechadas, limpas e rotuladas com as menções escritas exigidas legalmente (ARESP, 2008).

Temperatura correta

Para além dos termómetros existentes nos próprios veículos, o controlo da temperatura deve ser reforçado através de termómetros próprios para alimentos que exigem condições de conservação sob temperatura controlada (ultracongelados, congelados, refrigerados, quentes) devendo estes ser periodicamente verificados/calibrados, através de equipamentos próprios ou de empresas especializadas (ARESP, 2008).

A perda de qualidade do produto é cumulativa e irreversível, o que ressalta a necessidade de se manter a temperatura baixa do produto transportado ao longo de toda a cadeia do frio (Heap, 2006).

Antes da colocação do produto perecível na caixa isotérmica do veículo há um período de refrigeração da caixa de modo a atingir a temperatura adequada para o transporte. É necessário o veículo estar equipado com instrumentos para registo contínuo da temperatura do ar interno durante o transporte (ANTRAM, 2008).

Os momentos de carga e descarga dos produtos refrigerados e congelados podem ser os mais críticos para o rompimento da cadeia do frio se estas etapas não forem realizadas rapidamente (IIR, 2006 citado por Pereira *et al.*, 2010). As portas da câmara devem ficar abertas somente o necessário durante as entregas, devendo ser fechadas o mais rápido possível (Hira, 2001 citado por Pereira *et al.*, 2010).

É senso comum que, durante o transporte de alimentos refrigerados e congelados, quanto mais longo for o percurso maior deverá ser o cuidado para evitar o rompimento da cadeia do frio. Infelizmente, tem-se a ideia de que o inverso é verdadeiro, ou seja, se os percursos forem curtos durante as entregas destes produtos, não existe a necessidade de se preocupar com o rompimento da cadeia do frio. Este raciocínio faz com que os percursos curtos sejam os mais críticos para a manutenção da cadeia do frio (Heap, 2006).

Os produtos a serem transportados devem, obrigatoriamente, ter suas temperaturas reduzidas antes de entrarem na câmara (Heap, 2006), pois o sistema de refrigeração utilizado para o transporte de alimentos refrigerados e congelados não é dimensionado para reduzir a temperatura destes produtos (IIR, 2006 citado por Pereira *et al.*, 2010). O sistema de refrigeração de câmaras é dimensionado para somente manter a baixa temperatura dos produtos transportados, de modo que, para ser utilizado com o intuito de reduzir a temperatura do produto durante o transporte, o sistema de refrigeração precisaria ter uma capacidade muito maior do que a normalmente empregada (Pereira *et al.*, 2010).

Estão definidos no anexo XIII o manual de boas práticas que contém um conjunto de procedimentos de atuação para o transporte de produtos perecíveis congelados.

5.5. Segurança Alimentar

A gestão da frota de transporte de produtos alimentares perecíveis exige o cumprimento e a aplicação integral dos normativos e regulamentos legais estabelecidos para entidades e para o pessoal que opera no âmbito das áreas da saúde, higiene e qualidade.

É importante garantir boa prática do manuseamento e minimizar a contaminação e a perda de qualidade dos produtos alimentares perecíveis desde o momento da captura e transporte nas embarcações de pesca até ao final da cadeia de frio.

Contaminação pode ser definida com a presença de qualquer substância estranha ao género alimentício, quer seja de origem química, física ou biológica (bactérias, vírus, fungos ou parasitas), suscetível de causar doença ao indivíduo.

Em termos de segurança alimentar podemos identificar as seguintes contaminações:

Contaminação Física

A contaminação física resulta da deposição ou introdução de um qualquer objeto estranho no alimento, como seja um cabelo ou um inseto. Ou quando os alimentos não são embalados ou inadequadamente embalados, são contaminados pelo pó arrastado pelo sistema de ventilação, materiais de revestimento ou isolamento ou pelo mau estado de limpeza ou conservação dos veículos ou por incorreta manipulação do operador.

Principais fatores de risco:

1. Presença de objetos estranhos à atividade, no veículo e/ou nas caixas de transporte.
2. Veículos em mau estado de conservação.
3. Paletes em mau estado de conservação.

Contaminação Química

Este tipo de contaminação ocorre quando os alimentos entram em contacto com substâncias químicas ou com os seus resíduos, situação esta que advém, muitas vezes, do uso incorreto de detergentes, desinfetantes e lubrificantes.

Principais fatores de risco:

1. Deficiente manutenção do equipamento.
2. Práticas que favoreçam a contaminação cruzada.
3. Procedimentos de limpeza inadequados.

Contaminação Biológica

Este tipo de contaminação está associado à contaminação de um alimento por ação de microrganismos patogénicos (causam doenças), por exemplo bactérias, fungos, vírus, parasitas e toxinas microbianas. Existem também os microrganismos não patogénicos que fazem parte da flora humana, mas que não causam doença.

Os microrganismos são seres vivos muito pequenos que só se conseguem visualizar ao microscópio. Como qualquer ser vivo, respiram, alimentam-se e reproduzem-se muito rapidamente quando encontram condições favoráveis de temperatura, humidade, pH e oxigénio (ANTRAM, 2008).

A temperatura de frio (abaixo dos 5°C), também é possível controlar o crescimento microbiano, embora estas temperaturas não eliminem as bactérias, mas apenas suspendem o seu desenvolvimento.

5.5.1. Higiene dos Equipamentos e Superfícies de Transporte

No transporte, a multiplicação dos microrganismos pode ser controlada, através de utilização de boas práticas de higiene na sua manipulação, adequado isolamento do meio ambiente e de outros produtos não compatíveis, controlo do tempo e temperatura de carga, transporte e descarga.

Os equipamentos para o transporte de produtos perecíveis devem ser construídos nas paredes interiores, pavimentos e teto, por materiais resistentes, impermeáveis, imputrescíveis, sem emissão ou absorção de odores, quimicamente neutros em relação aos alimentos e detergentes, não tóxicos e laváveis, de forma a permitir uma higiene adequada (escovagem, lavagem, desinfeção), como serem adequados ao alimento e às condições de transporte.

Nos equipamentos rodoviários destinados ao transporte de produtos perecíveis não deve existir comunicação com a cabine do condutor e deve estar livre de quaisquer dispositivos e acessórios não relacionados com aqueles produtos. Os equipamentos, incluindo materiais, dispositivos e acessórios devem ser conservados limpos e desinfetados, conforme previsto no manual de procedimentos de autocontrolo (HACCP).

Todas as superfícies interiores devem ser lisas e de cores claras (também no exterior para minimizar o efeito de insolação), resistentes à corrosão, inócuo, inodoro, impermeável, fácil de limpar, lavar e desinfetar. O piso, estrados ou outros dispositivos devem permitir a circulação do ar junto ao pavimento e assegurar as condições higio-sanitárias dos produtos transportados.

As caixas isotérmicas devem ser concebidas de modo a não causar conspurcação nem contaminação de produtos e evitar a saída direta dos líquidos para o exterior, sendo que as portas e as portinholas devem ser concebidas de forma a evitar a entrada de pragas. Em caso de utilização de fluidos criogénicos ou agentes frigoríficos no estado gasoso as caixas isotérmicas devem possuir válvulas de pressão.

Deve existir um plano de manutenção para a limpeza da caixa isotérmica, para as unidades de produção de frio, para a distribuição de ar, aos sistemas de controlo e segurança. Este plano deve ser validado, cumprido e registado.

Os contentores e as câmaras frigoríficas, em que circulam os alimentos devem ser mantidos limpas e em condições que garantam a segurança dos mesmos, de acordo com um Plano de Higienização.

Deve haver o controlo (leitura e registo) das temperaturas dos alimentos à chegada ao local de receção das matérias-primas, independentemente de o transporte ter sido assegurado pelo fornecedor ou pelo próprio empresário.

Caso exista alguma anomalia que torne o alimento impróprio para consumo, este deve ser devidamente identificado e deverá fazer-se o registo da ocorrência.

No sentido de serem observados os requisitos de rastreabilidade (manutenção de temperatura e das condições higiénicas durante a carga, transporte e descarga) deve ser efetuada uma série de verificações, na presença de ambas as partes (transportador e responsáveis pela carga ou descarga) e anotados os resultados das medições, leituras e avaliações bem como de qualquer anomalia (ANTRAM, 2008).

5.5.2. Conformidade com a legislação em vigor

No final do trabalho encontra-se identificada e sistematizada a legislação nacional e comunitária relacionada com pescado e produtos do mar. A legislação identificada não é completamente exaustiva, tendo sido selecionada a legislação específica deste setor que foi considerada mais relevante.

6. Análise de Resultados

Os resultados obtidos das medições permitem concluir que o transporte em áreas urbanas é complexo pela multiplicidade de origens e destinos, bem como a quantidade e variedade de tráfego (ADEME, 2010; Rodrigues, 2013).

Através das colheitas obtidas pelos equipamentos disponíveis, foi possível avaliar os registos da temperatura do produto desde o armazém do fornecedor até à distribuição final, pelo que os resultados serão analisados ao longo da cadeia de frio.

Avaliação da temperatura em armazém:

No armazém através dos ensaios de leitura obtidos da sonda confirmou-se que se verificaram quebras em alguns períodos de tempo de permanência do produto em armazém. Esta situação deve-se à abertura de portas por um período de tempo prolongado, aproximadamente 15 minutos para a realização de operações de carga ou descarga de produtos em armazém (Hira, 2001 citado por Pereira *et al.* 2010).

Avaliação da temperatura no cais de expedição:

A temperatura no cais de expedição situa-se aproximadamente nos 13°C e o tempo de permanência das embalagens no mesmo local foi superior a 30 minutos, devido ao “*picking*” e à indisponibilidade de espaço para carregamento do veículo. Deve ser minimizado esse tempo de acordo com os estudos realizados pelo *International Institute of Refrigeration* (IIR, 2006 citado por Pereira *et al.*, 2010).

Avaliação do ensaio de campo:

Na avaliação do ensaio de campo foram identificados fatores logísticos que comprometem a qualidade do produto na cadeia de frio, tais como:

- 1- Tempo excessivo de permanência das embalagens dos produtos alimentares no cais de expedição, ficando sujeitas à temperatura ambiente, considerado por Heap (2006);

- 2- Tempo excessivo de porta aberta da caixa isotérmica na descarga de produtos, provocando gelo no evaporador e reduzindo a eficiência do sistema de refrigeração, confirmado por Estrada-Flores *et al.* (2006);
- 3- Intervalo de tempo curto entre distribuições de produtos aos clientes o que condiciona a recuperação da temperatura no interior da caixa, pela falta de capacidade de resposta imediata do equipamento de refrigeração, revelado pelos estudos do Tressler - *The freezing preservation of foods* (Tressler, 1968 citado por Pereira *et al.*, 2010);
- 4- A distribuição dos produtos realizada no período de tempo de maior exposição solar;
- 5- Em áreas urbanas dificuldades de paragem do veículo para efetuar a descarga dos produtos ou local inacessível para veículos;
- 6- Transporte manual dos produtos em grandes percursos e sujeito à temperatura ambiente;
- 7- No abastecimento a grandes superfícies, centros comerciais, hospitalares não foi otimizado o tempo de espera para a libertação do espaço para se efetuar a descarga;
- 8- Clientes ausentes que resultaram em deslocações indevidas, provocando atrasos no processo de operacionalização de distribuição da carga e maior exposição do produto a variações térmicas;
- 9- A acomodação da carga transportada, sem espaço livre entre as paletes e em contacto com as paredes da caixa, impedindo assim a circulação livre do ar e a refrigeração dos produtos transportados.

Algumas evidências dos resultados observados no transporte em áreas urbanas:

- As aberturas das portas durante as entregas resultaram na entrada de carga térmica do ambiente externo que elevou a temperatura interna da caixa para valores muito acima dos valores de set-point. No compartimento de congelados, o valor de set-point era de -18 °C e em todos os dias a temperatura atingiu valores superiores a 0°C, não tendo ocorrido a descongelação do produto.
- A paragem do motor do veículo durante os momentos de espera para a descarga dos produtos elevou a temperatura interna da caixa a valores críticos, -1°C e -4°C nos dias 9/4 e 16/4, respetivamente. Constatou-se que quanto maior o número de entregas, maior o número de abertura de portas, maior a entrada de ar quente

e seco proveniente do ambiente externo, e por conseguinte maior a necessidade de tempo de operação do equipamento de frio para restabelecer a temperatura de transporte de acordo com a legislação em vigor.

Para a minimização do consumo de combustível era frequente a paragem do motor do frio, durante a abertura de portas.

Constatou-se através das medições obtidas que existe uma quantidade de ar frio que sai da caixa isotérmica, para o exterior quando da abertura de porta do veículo, ao efetuar a descarga (representa aproximadamente 50% do volume total da massa de ar frio que é perdida para o exterior e resulta a entrada de ar do exterior).

Conclusão

Os resultados obtidos foram determinantes para a identificação da existência de fragilidades de fatores logísticos e térmico que podem comprometer o pescado.

A análise de campo de temperatura é consistente com as flutuações de temperatura de acordo com os dados de temperatura coletados dos sensores e termômetros utilizados no transporte e armazenamento, os quais mostram as variações térmicas representadas graficamente nos modelos apresentados.

No armazém ocorreram flutuações consideráveis na temperatura do ar (cerca de 10°C) e durante o transporte dos produtos (cerca de 25°C). Quanto à temperatura do produto no veículo, esta variou cerca de 5°C.

De acordo com os dados obtidos durante o transporte e face ao aumento da temperatura final do produto em relação à inicial, pode-se esperar uma diminuição da qualidade.

As flutuações térmicas poderão eventualmente provocar a alteração da integridade estrutural do produto, devido à formação de cristais de maiores dimensões, o que torna o tempo de conservação mais reduzido.

Os fatores identificados pelo estudo que podem contribuir para o aumento da temperatura durante o armazenamento foram aberturas de porta por período de tempo prolongado.

Os fatores identificados pelo estudo que podem contribuir para o aumento da temperatura durante o transporte foram:

- Temperatura inicial do produto;
- Temperatura média da caixa isotérmica;
- Temperatura exterior;
- Distância e tempo entre pontos de entrega;
- Tempo de desligamento do equipamento de produção de frio;
- Ausência de espaço de paragem do veículo.

Este estudo apresenta as seguintes limitações:

- A amostra selecionada não se poderá considerar representativa, mas funciona como ponto de partida para futuros estudos, uma vez que não se encontraram estudos que aprofundassem esta temática;

- Para uma leitura e acompanhamento dos dados mais rigoroso, seria necessário aumentar substancialmente a quantidade de sensores em todas as fases da cadeia de frio, assim como nos vários momentos que não fazem diretamente parte da cadeia mas que a podem influenciar;
- Dada a simplicidade e análise de dados não é passível de inferir conclusões muito específicas, no entanto, este estudo aponta a necessidade de futuros desenvolvimentos nesta área;
- Seria importante avaliar qualitativamente o produto após o período de armazenamento;
- Não se encontram estudos relativos à análise comparativa da qualidade do produto transportado quando este é sujeito às flutuações térmicas;
- Não se encontraram estudos detalhados relativos à análise comparativa do produto transportado em veículos frigoríficos equipados com cortinas tipo lamelas.

Pensa-se que este trabalho pode posteriormente ser desenvolvido de forma a aprofundar e melhorar o conhecimento existente e como tal sugerem-se os estudos futuros nesta área:

- Estudos comparativos das temperaturas de caixas isotérmicas, de vários tipos de veículos de transporte, de tipos de embalagens e produtos;
- Estudos realizados em todas as estações do ano e regiões do País;
- Estudos comparativos das flutuações térmicas durante o transporte em veículos equipados com sistemas de manutenção de temperatura, ou sem os mesmos (ex: cortina de lamelas, cortina de ar, com divisórias);
- Estudos da qualidade do produto transportado em veículos com e sem sistemas de manutenção de temperatura.

Bibliografia

ADEME - **Logistique urbaine, agir ensemble**. Montpellier : ADEME, 2010

ANTRAM - **Cadernos da ANTRAM / Propr. Associação Nacional de Transportadores Públicos Rodoviários de Mercadorias**. Lisboa : ANTRAM, 2008

ARESP - **Código de boas práticas do transporte de alimentos**

ARGENTA, F. F. - **Tecnologia do Pescado, características e processamento da matéria-prima**. [Em linha]. Rio Grande do Sul : Universidade Federal de Rio Grande do Sul, 2012.

Disponível em

WWW:<URL:<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/40077/000827108.pdf?se>>.

ASHRAE - **Handbook: Refrigeration**. EUA : American Society of Heating, 2002

BAIRD, C.; GAFFNEY, J.; TALBOT, M. - Winter conference. Em ASHRAE (Ed.) - **DA-88-17-4 -- Design Criteria for Efficient and Cost Effective Forced Air Cooling Systems for Fruits and Vegetables**. Dallas : ASHRAE, 1988

BAPTISTA, P.; GASPAR, P. D.; OLIVEIRA, J. - **Higiene e Segurança Alimentar na Distribuição de Produtos Alimentares**. Guimarães : Forvisão, 2007

BAPTISTA, P. - **Sistemas de Segurança Alimentar na Cadeia de transporte e Distribuição de Produtos Alimentares** [Em linha]. Guimarães : Forvisão, 2007. Disponível em WWW:<URL:http://elearning.iefp.pt/pluginfile.php/47923/mod_resource/content/0/manual-vol3.pdf>. ISBN 9789728942038.

BARBIN, D. F.; NEVES FILHO, L. C.; SILVEIRA JUNIOR, V. - Processo de congelamento em túnel portátil com convecção forçada por exaustão e insuflação para paletes. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. ISSN 0101-2061. 29:3 (2009) p.667–675. doi: 10.1590/S0101-20612009000300033.

BERENSTEIN, M. T. - **Systeme de Mesure et Enregistrement de la Temperature des Moyens de Transports Frigorifiques**. Transporte de denrées périssables en véhicules et conteneurs frigorifiques. Holanda, 1974.

BOGATAJ, M.; BOGATAJ, L.; VODOPIVEC, R. - Stability of perishable goods in cold logistic chains. **International Journal of Production Economics**. . ISSN 09255273. 93-94 (2005) p.345–356. doi: 10.1016/j.ijpe.2004.06.032.

BOONSUMREJ, S. *et al.* - Effects of freezing and thawing on the quality changes of tiger shrimp (*Penaeus monodon*) frozen by air-blast and cryogenic freezing. **Journal of Food Engineering**. 80:1 (2007) p.296–9.

CARDOSO, M. M. - **O Caso da SLOG – Serviços e Logística , S . A .** [Em linha]. Lisboa : IST. Disponível em WWW:<URL:https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/395144950756/Disertação_63612.pdf>.

CASTELBLANCCO, S. G.; LEAL, J. A. - **UNAD Refrigeracion**. Espanha, 2005.

ÇENGEL, Y. A.; BOLES, M. A. - **Refrigeração e congelação de alimentos**. Lisboa: McGraw-Hill, 2001.

COMMÈRE, B. - La maîtrise de la chaîne du froid pour l'hygiène et la qualité des aliments. **Bulletin de l'Institut International du Froid**. 83:2 (2003) p.4–14.

DELGADO, A. E.; SUN, D. - Heat and mass transfer models for predicting freezing processes – a review. **Journal of Food Engineering**. . ISSN 02608774. 47:3 (2001) p.157–174. doi: 10.1016/S0260-8774(00)00112-6.

DIAS, C. Q. - **Supply Chain Management. A Materialização da Cadeia de Valor**. Lisboa: Colibri, 2013.

DIAS, J. C. - **Logística, Logistics and Suplly Chain Management. Sebenta da Unidade Curricular de Engenharia Mecânica**. Lisboa: ISEL, 2014

ESTRADA-FLORES, S. *et al.* - Development and validation of «grey-box» models for refrigeration applications: A review of key concepts. **International Journal of Refrigeration**. . ISSN 01407007. 29:6 (2006) p.931–946. doi: 10.1016/j.ijrefrig.2006.03.018.

FRADE, J. V; COSTA, P. - **Transmissão de Calor – Sebenta da Unidade Curricular de Engenharia Mecânica**. Lisboa: ISEL, 2013

FREITAS, A. C.; FIGUEIREDO, P. - **Conservação de Alimentos** [Em linha]. Lisboa: Universidade Lusófona, 2000. Disponível em WWW:<URL:http://www.pfigueiredo.org/Book.pdf>.

GUEDES, R. - Manutenção da cadeia de frio nos produtos ultracongelados. **Segurança e qualidade alimentar**. 5 (2008) p.54.

HEAP, R. D. - Cold chain performance issues now and in the future. **Innovative equipment and systems for comfort & food preservation**. (2006) p.1–13.

HEEN, E. - Developments in chilling and freezing of fish. **International Journal of Refrigeration**. . ISSN 01407007. 5:1 (1982) p. 45–49. doi: 10.1016/0140-7007(82)90011-1.

JAMES, S. J.; JAMES, C.; EVANS, J. A. - Modelling of food transportation systems – a review. **International Journal of Refrigeration**. ISSN 01407007. 29:6 (2006) p.947–957. doi: 10.1016/j.ijrefrig.2006.03.017.

KOLBE, E.; KRAMER, D. - **Planning for Seafood Freezing** [Em linha]. Fairbanks, 2007. Disponível em WWW:<URL:<http://seafood.oregonstate.edu/.pdf Links/Planning-for-Seafood-Freezing.pdf>>.

MARTINNELI, L. C. - **Refrigeração e Ar-Condicionado - Partee II** [Em linha]. Brasil : Unijui, 2003. Disponível em WWW:<URL:http://wiki.sj.ifsc.edu.br/wiki/images/b/bb/RAC_II.pdf>.

MONTANARI, R. - Cold chain tracking: A managerial perspective. **Trends Food Sci. Tech.** 19:8 (2008) p. 425–431.

NOVUS - **Monitoramento e registro da temperatura ao longo de toda a cadeia do frio. Data-Loggers Portáteis** [Em linha], atual. 2015. Disponível em WWW:<URL:<http://www.novus.com.br/downloads/Arquivos/data loggers portateis.pdf>>.

NUNES, M. L.; BATISTA, I.; CARDOSO, C. - Aplicação do índice de qualiddae (QIM) na avaliação da frescura do pescado. Lisboa: IPIMAR, 2007.

PEREIRA, D. - **Importância da Cadeia de Frio na Segurança Alimentar de Produtos Congelados e Refrigerados**. Coimbra: Escola Superior Agrária, 2011.

PEREIRA, V. F. - **Avaliação de temperaturas no transporte frigorificado urbano de alimentos resfriados e congelados** [Em linha]. Brasil : Universidade Estadual de Campinas, 2008. Disponível em WWW:<URL:<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=vtls000437114>>.

PEREIRA, V. F. *et al.*- Avaliação de temperaturas em câmaras frigoríficas de transporte urbano de alimentos resfriados e congelados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. . ISSN 0101-2061. 30:1 (2010) p.158–165. doi: 10.1590/S0101-20612010000100024.

PIRES, P. V. - **Tecnologia do pescado**. Porto: Universidade do Porto, 2006

RIBEIRO, A. P. O. N. - **Avaliação de pescado congelado no posto de inspeção fronteiriço do porto de Leixões** [Em linha]. Porto: Universidade Católica Portuguesa do Porto, 2012.

Disponível em

WWW:<URL:[https://www.google.pt/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CCEQFjAAahUKEwjwjoDHmv7HAhVECB0KHRI2Cxc&url=http://repositorio.ucp.pt/bitstream/10400.14/10307/1/TESE Inspe%C3%A7%C3%A3o Pescado PIF.pdf&usq=AFQjCNGbSOTK9kiWGf8odb1k](https://www.google.pt/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CCEQFjAAahUKEwjwjoDHmv7HAhVECB0KHRI2Cxc&url=http://repositorio.ucp.pt/bitstream/10400.14/10307/1/TESE%20Inspe%C3%A7%C3%A3o%20Pescado%20PIF.pdf&usq=AFQjCNGbSOTK9kiWGf8odb1k)>.

RIZZI, A. *et al.* - Introduzione alla logistica e al supply chain management. Em **Logistica e tecnologia RFID** [Em linha]. Milão: Springer Milan, 2011. Disponível em WWW:<URL:<http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-8>>.

RODRIGUE, J. P. - Chapter 6 - Urban Transportation. Em **The geography of transport systems**. New York: Hofstra University, 2013

SANTOS, G. - **Instalações frigoríficas**. Lisboa: ISEL, 2014.

SHIN, A. H.; KODIDE, U. - Thermal conductivity of ternary mixtures for concrete pavements. **Cement and Concrete Composites**. ISSN 09589465. 34:4 (2012) p.575–582. doi: 10.1016/j.cemconcomp.2011.11.009.

SILVA, G. B. - **A gestão da cadeia de frio: uma análise de fatores logísticos**. Brasil: Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, 2010.

SOWINSKI, L. L. - **New food transport regs challenge the supply chain**. USA: World Trade, 2003.

THOMPSON, J. F. - Pre-cooling and storage facilities. **USDA Agriculture Handbook Number 66: The Commercial Storage of Fruits, Vegetables, and Florist and Nursery Stocks**. (2004) p.1–10.

VÊRONNEAU, S.; ROY, J. - Global service supply chains: An empirical study of current practices and challenges of a cruise line corporation. **Tourism Management**. 30:1 (2009) p.128–39.

WADHWA, S.; SAXENA, A.; CHAN, F. T. - Framework for flexibility in dynamic supply chain management. **International Journal of Production Research**. 46:6 (2008) p.1373–404.

YUE, J. *et al.* - Improved quality analytical models for aquatic products at the transportation in the cold chain. **Mathematical and Computer Modelling**. . ISSN 08957177. 58:3-4 (2013) p.474–479. doi: 10.1016/j.mcm.2011.11.003.

Legislação

Decreto-Lei nº 251/91-artº5 (16jul) e Portaria nº 91/94 – Temperatura e meios de transporte

Decreto-Lei nº 182/2006, 6 set - Higiene no trabalho.

Decreto-Lei nº 243/86 - Estabelecimentos de comércio, escritórios e serviços.

Decreto-Lei nº 37/2004 Estabelece condições a que deve obedecer a comercialização dos produtos da pesca e aquicultura congelados, ultracongelados e descongelados.

Decreto-Lei nº 134/2002 - - Estabelece o regime de rastreabilidade e de controlo das exigências de informação ao consumidor a que está sujeita a venda a retalho dos produtos da pesca e da aquicultura, nos termos do Regulamento 2065/2001.

Decreto-Lei nº 230/90 - Estabelece os requisitos a que deve obedecer a produção, comercialização e a conservação do pescado congelado e ultracongelado, bem como a sua embalagem e rotulagem.

Decreto-Lei nº 241/91 - Disciplina a forma de aprovação do modelo de certificado de origem e de salubridade dos produtos de pesca do boletim de verificação estatístico F (altera o Decreto-Lei n.º 266/86, de 3 de Setembro).

Decreto-Lei nº 243/2003 - Altera o Decreto-Lei nº 134/2002, de 14 de Maio, que estabelece o regime de rastreabilidade e de controlo das exigências de informação ao consumidor a que está sujeita a venda a retalho dos produtos da pesca e da aquicultura, nos termos do Regulamento 2065/2001.

Decreto-Lei nº 3/90 - Estabelece normas relativas à regulação dos níveis de resíduos admissíveis no pescado destinado à alimentação humana.

Decreto-Lei nº 37/2004 - Estabelece condições a que deve obedecer a comercialização dos produtos da pesca e aquicultura congelados, ultracongelados e descongelados.

Decreto-Lei nº 375/98 - Transpõe para a ordem jurídica interna a Diretiva 91/0493, do Conselho, de 23 de Julho, bem como a Diretiva 92/0048/CEE, do Conselho, de 16 de Junho, que fixa as normas mínimas de higiene aplicáveis aos produtos de pesca

obtidos a bordo de determinados navios e a Diretiva 95/0071/CE, do Conselho, de 22 de Dezembro que adota as norma sanitárias relativas à produção e à colocação no mercado dos produtos da pesca destinados ao consumo humano.

Decreto-Lei nº 447/99 - Transpõe para a ordem jurídica interna a Diretiva 97/0079/CE, do Conselho, de 18 de Dezembro, que altera a Diretiva 91/0493/CEE transposta pelo Decreto-Lei nº 375/98, de 24 de Novembro, relativo à produção e à colocação no mercado dos produtos da pesca destinados ao consumo humano.

Lei 102/2009 (10set2009) – Regulamentação de Código de Trabalho.

NP 1524:2009 – Transportes Terrestres de Produtos Perecíveis.

Portaria nº 134/83 - Altera os números 2.º, 4.º e 5.º da Portaria n.º 84/81, de 19 de Janeiro (estabelece disposições relativas às margens de comercialização de pescado congelado).

Portaria nº 335/91 - Aprova as normas técnicas de execução regulamentar do Decreto – Lei nº 230/90, de 11 de Julho (Produção, comercialização e a conservação do pescado congelado e ultracongelado).

Portaria nº 534/93 - Dá nova redação ao artigo 20º do Regulamento de Inspeção e Fiscalização Higieno-Sanitárias de Pescado anexo à Portaria nº 579/76, de 7 de Setembro (no que se refere à evisceração e preparação do pescado).

Portaria nº 559/76 - Aprova o “Regulamento de Inspeção e Fiscalização Higieno-Sanitárias do Pescado”.

Portaria nº 576/93 - Estabelece o Regulamento dos Controlos Veterinários Aplicáveis ao Comercio Intracomunitário de Produtos de origem animal.

Portaria nº 579/81 - Define os tipos comerciais de algumas espécies de pescado congelado semi-transformado.

Regulamento CE nº 37/2005 – Controlo de temperaturas nos meios de transporte.

Regulamento CE nº 852/2006 – Formação profissional no sistema HACCP.

Regulamento CE nº 853/2004, Anexo III, de 29 Abril – Condições máximas fixadas para transporte de alimentos.

Anexos

Anexo I

Designação	Isotermia	Classe	Identificação	Coefficiente K [kcal/h.m ² .°C]	Temperatura interior [°C]	Temperatura exterior [°C]
Isotérmico	Normal	–	IN	–	–	–
	Reforçado	–	IR	–	–	–
Refrigerado	Normal	A	RNA	0,7	+ 7	+ 30
	Reforçado	A	RRA	0,4	+ 7	+ 30
	Reforçado	B	RRB	0,4	- 10	+ 30
	Reforçado	C	RRC	0,4	- 20	+ 30
	Normal	D	RND	0,7	0	+ 30
	Reforçado	D	RRD	0,4	0	+ 30
Frigorífico	Normal	A	FNA	0,7	+12 / 0	+30
	Reforçado	A	FRA	0,4	+12 / -10	+30
	Reforçado	B	FRB	0,4	+12 / -10	+30
	Reforçado	C	FRC	0,4	+12 / -20	+30
	Normal	D	FND	0,7	+2	+30
	Reforçado	D	FRD	0,4	+2	+30
	Reforçado	E	FRE	0,4	-10	+30
	Reforçado	F	FRF	0,4	-20	+30
Calorífico	Normal	A	CNA	0,7	+12	-10
	Reforçado	A	CRA	0,4	+12	-10
	Reforçado	B	CRB	0,4	+12	-20

Tab. 1 - Classificação de Equipamentos segundo a NP 1524 e o ATP

Fonte: NP 1524:2009

Anexo I (cont.)

Temperatura máxima de transporte de produtos perecíveis

Produtos alimentares perecíveis			Classe dos Veículos ⁽¹⁾	Distância ou tempo aquém do qual é tolerado o emprego de um veículo de transporte diferente do refrigerado ou do frigorífico	
Estado	Natureza	Temperatura máxima (°C)		Fechado sem isolamento térmico	Veículo isotérmico IR ou IN
Ultracongelado	1. Todos	-18	CF	-	-
Congelado ⁽²⁾	2. Gelados e gelados de natas	-20	CF	-	-
	3. Produtos para opoterapia ⁽⁴⁾	-18	CF	-	-
	4. Produtos da pesca e aquicultura	-18	CF	-	-
	5. Torresmos para consumo humano	-18	CF	-	-
	6. Peixe inteiro em salmoura para conserva	-9	BCEF	-	-
	7. Carnes picadas e preparados de carne	-18	CF	-	-
	8. Carnes e miudezas	-12	CF	-	-
	9. Ovo líquido	-12	CF	-	-
	10. Manteiga, gorduras alimentares, natas	-14	CF	-	-
	11. Outros produtos congelados à exceção dos mencionados em 2, 3, 4, 6 e 9.	-12	CF	-	-
	Refrigerado ⁽³⁾	12. Produtos da pesca ou da aquicultura, fresco em gelo fundente	2	ABCD	-
13. Molusco e crustáceos (mortos)		2	ABCD	-	-
14. Bacalhau salgado verde e bacalhau semi-seco		4	ABCD	-	-
15. Bacalhau salgado seco		7	ABCD	-	-
16. Pratos cozinhados e preparados ⁽⁵⁾ , cremes para pastelaria, pastelaria fresca e derivados de ovos		3	ABCD	-	-

Tab. 2- A temperatura máxima admissível no transporte, em função do produto, do veículo e da duração.

Fonte: NP 1524:2009

Anexo II



ACTA DE ENSAIO nº	2A004712
TEST REPORT No	
DATA DATE	2015-01-20
MODELO MODEL	ATP2A - f

PARTE 2 SECTION 2

Medição do coeficiente global de transmissão térmica dos equipamentos, com excepção das cisternas destinadas ao transporte de líquidos alimentares, em conformidade com o apêndice 2 do anexo 1 do ATP. – PO-LABET/05 Rev. 01.
Measurement in accordance with ATP, annex 1, appendix 2, of the overall coefficient of heat transfer of equipment other than tanks for liquid foodstuffs – PO-LABET/05 Rev. 01.

Método experimental utilizado no ensaio Experimental method used: **aquecimento interior** *internal heating*

Data e hora do fecho das portas e orifícios Date and time of door and opening closing (Hora Time 00h): **2015/01/19 – 10 h 55 min.**

MÉDIAS OBTIDAS EM 18 h de REGIME ESTÁVEL AVERAGE VALUES FROM 18 h OF STABILISED REGIME

(das from **2015/01/19 - 16 h 01 min** às to **2015/01/20 - 10 h 01 min**)

Nas 8h antes do regime permanente 8 h before permanent regime: das from **2015/01/19 – 16 h 01 min** às to **2015/01/19 – 22 h 01 min**

	MIN.	MAX.	MED. AVE.
a) Temperatura média exterior da caixa <i>Outside average temperature</i>	Te = 7.5	7.6	7.5 °C
b) Temperatura média interior da caixa <i>Inside average temperature</i>	Ti = 32.5	32.6	32.5 °C
c) Diferença média de temperaturas obtidas <i>Average temperature difference</i>	ΔT =		25.0 K
Nas 12h do regime permanente 12 h of permanent regime: das from 2015/01/19 - 22 h 01 min às to 2015/01/20 - 10 h 01 min			
a) Temperatura média exterior da caixa <i>Outside average temperature</i>	Te = 7.5	7.6	7.6 °C
b) Temperatura média interior da caixa <i>Inside average temperature</i>	Ti = 32.5	32.6	32.5 °C
c) Diferença média de temperaturas obtidas <i>Average temperature difference</i>	ΔT =		24.9 K
Nas 6h do cálculo do coeficiente K 6 h of K calculation regime: das from 2015/01/20 - 04 h 01 min às to 2015/01/20 - 10 h 01 min			
a) Temperatura média exterior da caixa <i>Outside average temperature</i>	Te = 7.5	7.6	7.6 °C
b) Temperatura média interior da caixa <i>Inside average temperature</i>	Ti = 32.5	32.6	32.6 °C
c) Diferença média de temperaturas obtidas <i>Average temperature difference</i>	ΔT _K =		25.0 K
Heterogeneidade máxima de temperaturas <i>Maximum temperature heterogeneity</i>			
No exterior da caixa <i>Outside the equipment</i>			0.1 K
No interior da caixa <i>Inside the equipment</i>			0.9 K
Temperatura média das paredes da caixa <i>Mean wall temperature</i>			(Te + Ti) / 2 = 20.1 °C
Duração total do ensaio <i>Total test duration</i>			23 h 05 min
Duração do regime permanente <i>Duration of the permanent regime</i>			12 h 15 min
Potência total consumida (resistências e ventiladores) <i>Total power (resistance and ventilators)</i>			W1 = 415.6 W

Coeficiente global de transmissão térmica Overall coefficient of heat transfer	$K = \frac{W1}{S \cdot \Delta T_K} = 0.353 \rightarrow 0.35 \text{ w / m}^2 \text{ K}$
---	--

Rastreabilidade: Temperaturas, Potência Eléctrica e Dimensões rastreadas ao ISQ – LABMETRO
Temperatures, Electrical power and Dimensions are mastered to ISQ – LABMETRO

Incerteza: A incerteza expandida está expressa pela incerteza padrão multiplicada pelo factor de expansão k = 2, o que para uma distribuição normal corresponde a uma probabilidade de, aproximadamente, 95%.....: **± 3 % (Erro máximo)**

Incerteza: The expanded uncertainty is designed by the standard uncertainty multiplied by the expansion factor 2, meaning that for a normal distribution it corresponds to a 95% probability: **± 3 % (Maximum error)**

Tendo em consideração os resultados dos ensaios acima referidos, o equipamento **PODE SER APROVADO** mediante certificado, nos termos do apêndice 3 do anexo 1 do ATP, válido pelo prazo máximo de seis anos, passando o equipamento a usar a marca de identificação IR, válido até **20 de Janeiro de 2021**.

According to the above test results the equipment **CAN BE RECOGNIZED** by means of a certificate in accordance with ATP annex 1, appendix 3, valid for a period of not more than six years, with the distinguishing mark: IR, valid until 20 of January of 2021.

Emitido em Done at **Castelo Branco** em on: **20 de Janeiro de 2015**.

Fig. 1 – Coeficiente global de transmissão térmica
Fonte: Catálogo do Fornecedor

Anexo II (cont.)

Propriedades térmicas de materiais isolantes

Material	Densidade (kg/m ³)	Condutividade térmica 24°C (W/m.K)
Espuma rígida de PU (Poliuretano)	32	0,017 (c/ CFC11) 0,022 (c/ HCFC-141b)
Poliuretano expandido	16	0,035
Lã-de-vidro	65-160	0,037
Lã-de-rocha	100-300	0,046
Cortiça	220	0,049
Madeira (pinho branco)	A	0,112

Tab. 1 - Propriedades térmicas de materiais isolantes
Fonte: Faculdade Engenharia da Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Estudo comparativo do coeficiente de condutividade térmica, Tese de Mestrado de Luíz Alberto Moura Alimena, Portalegre (outubro 2009), pg 19.

Temperatura (°C)	Entalpia a -40°C (kcal/kg)	Calor específico (kcal/kg °C)
-40	0.00	0.44
-36	1.77	0.45
-32	3.60	0.47
-28	5.55	0.51
-24	7.67	0.55
-20	10.03	0.62
-16	12.69	0.72
-14	14.18	0.78
-12	15.84	0.87
-10	17.73	1.01
-8	19.99	1.27
-6	23.01	1.85
-4	28.05	3.61

Tab. 2 - Calor específico do peixe congelado

Fonte: Sebenta da U.C. de Instalações Frigoríficas do Mestrado em Engenharia Mecânica

Anexo III

Tabela 1 – Propriedades do ar à pressão atmosférica

Os valores de μ , k , c_p e Pr não são fortemente dependentes da pressão e podem ser usados para uma faixa razoavelmente extensa de pressões.

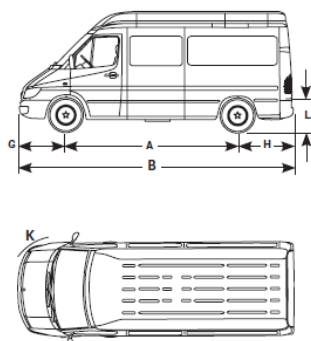
T, K	ρ kg/m ³	c_p , kJ/ kg · °C	μ , kg/m · s × 10 ⁶	ν , m ² /s × 10 ⁶	k , W/ m · °C	α , m ² /s × 10 ⁴	Pr
100	3,6010	1,0266	0,6924	1,923	0,009246	0,02501	0,770
150	2,3675	1,0099	1,0283	4,343	0,013735	0,05745	0,753
200	1,7684	1,0061	1,3289	7,490	0,01809	0,10165	0,739
250	1,4128	1,0053	1,488	9,49	0,02227	0,13161	0,722
300	1,1774	1,0057	1,983	16,84	0,02624	0,22160	0,708
350	0,9980	1,0090	2,075	20,76	0,03003	0,2983	0,697
400	0,8826	1,0140	2,286	25,90	0,03365	0,3760	0,689
450	0,7833	1,0207	2,484	31,71	0,03707	0,4222	0,683
500	0,7048	1,0295	2,671	37,90	0,04038	0,5564	0,680
550	0,6423	1,0392	2,848	44,34	0,04360	0,6532	0,680
600	0,5879	1,0551	3,018	51,34	0,04659	0,7512	0,680
650	0,5430	1,0635	3,177	58,51	0,04953	0,8578	0,682
700	0,5030	1,0752	3,332	66,25	0,05230	0,9672	0,684
750	0,4709	1,0856	3,481	73,91	0,05509	1,0774	0,686
800	0,4405	1,0978	3,625	82,29	0,05779	1,1951	0,689

Tab. 1 – Propriedades do ar à pressão atmosférica

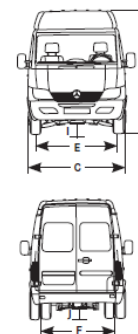
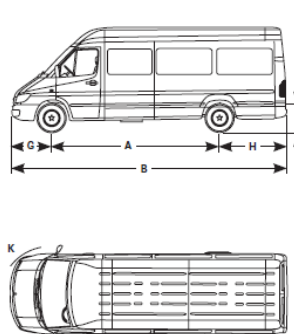
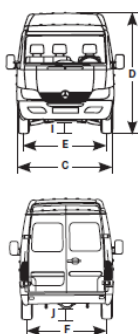
Fonte: Frade, J. V.; Costa, P. (2013) Sebenta da unidade curricular de transmissão de calor do curso de Engenharia Mecânica

Anexo IV

313 CDI



413 CDI



	313 CDI	413 CDI
A - Distância entre eixos	3.000/3.550	4.025
B - Comprimento total	4.890/5.640	6.590
C - Largura	1.922	1.994
D - Altura (descarregado), teto baixo/teto elevado	2.365/2.595	2.610
E - Bitola - eixo dianteiro	1.638	1.647
F - Bitola - eixo traseiro	1.630	1.552
G - Balanço dianteiro	939	939
H - Balanço traseiro	950/1.149	1.625

I - Vão livre dianteiro	211	194
J - Vão livre traseiro	189	172
K - Círculo de viragem do veículo, mØ	11,2/12,8	14,3
L - Altura plataforma de carga/solo, descarregado:	670/660	690

	313 CDI	413 CDI
Compartmento de carga: Comprimento	2.515/3.265	4.215
Largura	1.736	1.736

	313 CDI	413 CDI
Altura (teto baixo/alto)	1.633/1.855	1.855
Volume de carga, m ³	7,0/9,1/10,4	13,4
Porta traseira: Largura	1.560	1.560
Altura (teto baixo/alto)	1.540/1.775	1.775
Porta lateral: Largura	1.045	1.045
Altura	1.520	1.520

Fig. 1 - Dados técnicos mercedes sprinter furgão

Fonte: Catálogo da Mercedes

Equipamento de produção de Frio para instalação em viaturas de transporte de produtos perecíveis

Dimensions (mm)



V-200/V-300 Condenser Single
Temp with electric stand-by



ES100
Ultra Slim Evaporator



ES100N*
Ultra Slim Evaporator



V-200/V-300 Spectrum with
electric stand-by



ES150 MAX
Ultra Slim Evaporator



ES300
Ultra Slim Evaporator



V-100 Condenser with and without
electric stand-by and V-200/V-300
Condenser without electric stand-by



ES200
Ultra Slim Evaporator



In-cab Direct Smart Reefer

Fig. 2 - Dimensões dos Condensadores, Evaporadores e do termógrafo aplicável em viatura

Anexo IV (cont.)

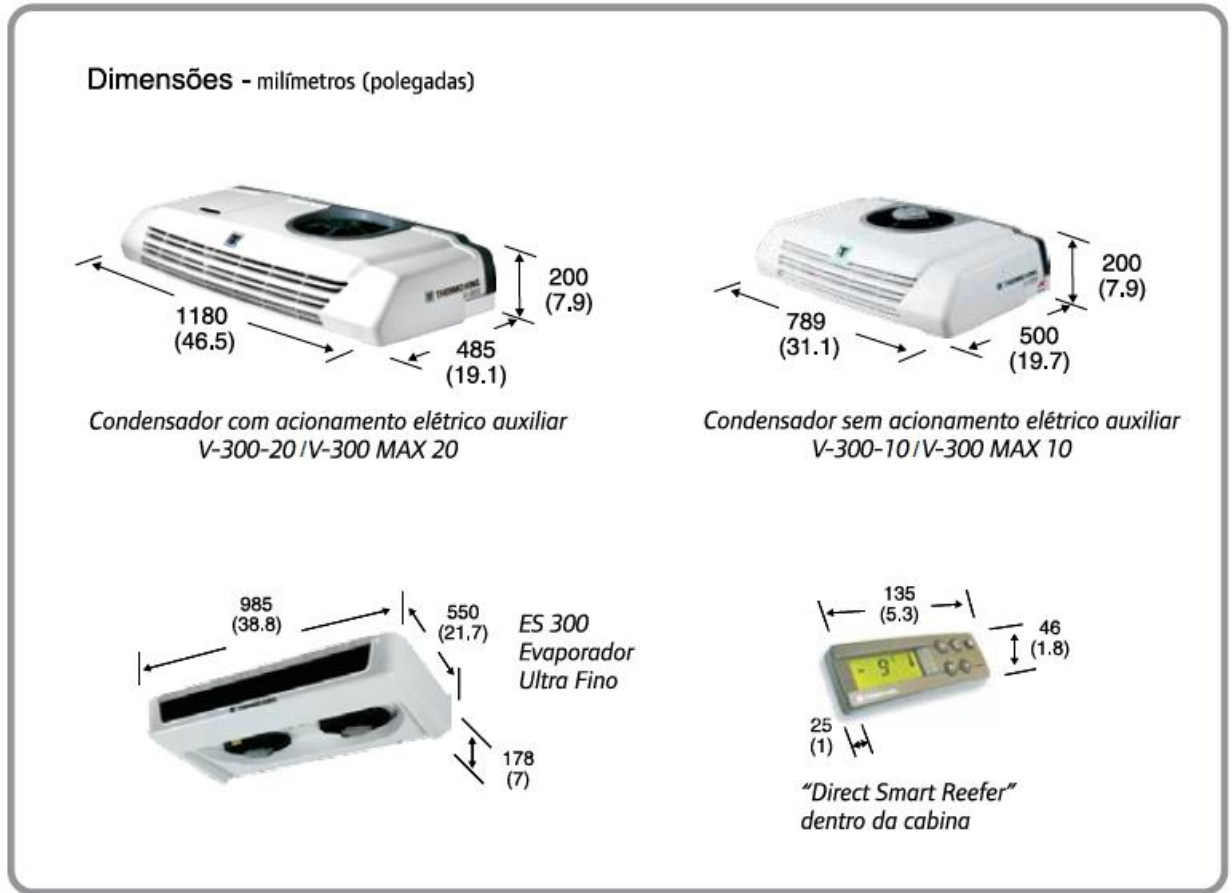


Fig. 2a- Dimensões dos Condensadores, Evaporadores e do termógrafo aplicável em viatura

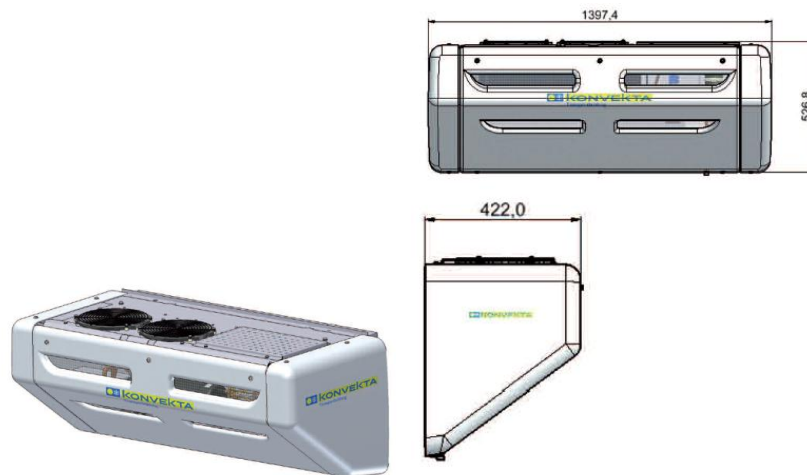


Fig. 2 b – Dimensões do Condensador DKD 324 - TK 2950 ou TK 4050

Fonte: Catálogo Konvekta

Anexo IV (cont.)

Evaporador VD 3013 ou VD 4015

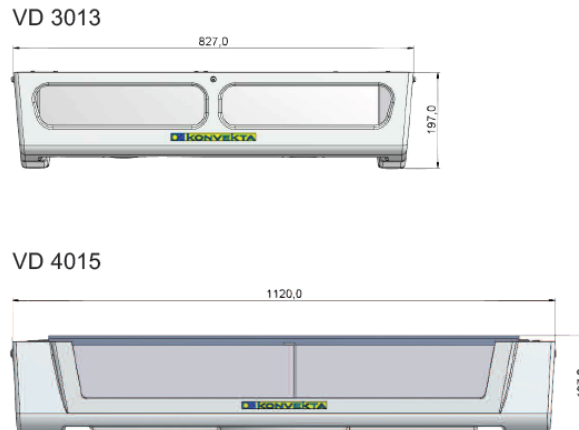


Fig. 2c – Dimensões do Evaporador VD 3013; VD 3014 - TK 2950 ou TK 4050

Fonte: Catálogo Konvekta

V-Series refrigeration capacity

SPECIFICATIONS	V-100			V-200			V-300			V-100 MAX		V-200 MAX		V-300 MAX	
	(HFC R-134A REFRIGERANT)						(HFC R-404A REFRIGERANT)								
SYSTEM NET COOLING CAPACITY UNDER ATP CONDITIONS INCLUDING 30°C AMBIENT, EUROPEAN STANDARD															
	°C	0°C	-20°C	0°C	-20°C	0°C	-20°C	0°C	-20°C	0°C	-20°C	0°C	-20°C		
Air return/on the road	W	1665	680	2255	945	2965	1260	2080	1090	2770	1460	3330	1840		
Electric stand-by 50 Hz	W	975	390	1850	685	2090	865	1260	695	1970	1130	2840	1235		

SPECIFICATIONS	V-200 MAX SPECTRUM	
Total nominal capacity on engine power at -20°C/30°C		
ES100 MAX + ES100 MAX	1750 W	
ES100 MAX + ES100N MAX*	1750 W	
Total nominal capacity on electric standby at -20°C/30°C		
ES100 + ES100	1170 W	
ES100 + ES100N*	1170 W	
EVAPORATOR	ES100 MAX	ES100N MAX*
Individual capacity on engine power		
0°C/30°C	2670 W	2260 W
-20°C/30°C	1450 W	1345 W
Individual capacity on electric standby		
0°C/30°C	2195 W	2015 W
-20°C/30°C	1125 W	1015 W
EVAPORATOR FAN PERFORMANCE		
Airflow volume @ 0 Pa static pressure	660 m³/h	530 m³/h

Capacity on engine power given at 2400 rpm (ATP conditions)
 * ES100N only available upon special request. Please consult with your ASM.

Fig. 3 – Especificação dos condensadores e dos evaporadores

Fonte: Catálogo do fornecedor Thermo King

Anexo IV (cont.)

SPECIFICATIONS		V-300 MAX SPECTRUM		
Total nominal capacity on engine power at -20°C/30°C				
ES150 + ES150		2150 W		
ES150 + ES100		2150 W		
ES200 + ES100		1870 W		
Total nominal capacity on electric standby at -20°C/30°C				
ES150 + ES150		1380 W		
ES150 + ES100		1415 W		
ES200 + ES100		1315 W		
EVAPORATOR	ES150 MAX	ES100 MAX	ES200 MAX	
Individual capacity on engine power				
0°C/30°C	2895 W	2685 W	2940 W	
-20°C/30°C	1625 W	1540 W	1585 W	
Individual capacity on electric standby				
0°C/30°C	2340 W	2205 W	2480 W	
-20°C/30°C	1240 W	1145 W	1180 W	
EVAPORATOR FAN PERFORMANCE				
Airflow volume @ 0 Pa static pressure	890 m³/h	765 m³/h	1210 m³/h	

Capacity on engine power given at 2400 rpm (ATP conditions)

Fig. 3a - Especificações dos evaporadores (cont.)

Fonte: Catálogo do fornecedor Thermo King

V-Series range

V-SERIES	*					
V-100 10	R-134a	✓	-	-	-	-
V-100 20	R-134a	✓	-	✓	-	-
V-100 MAX 10	R-404A	✓	-	-	-	-
V-100 MAX 20	R-404A	✓	-	✓	-	-
V-100 MAX 30	R-404A	✓	-	-	-	✓
V-100 MAX 50	R-404A	✓	-	✓	-	✓
V-200 10	R-134a	✓	-	-	-	-
V-200 20	R-134a	-	✓	✓	-	-
V-200 MAX 10	R-404A	✓	-	-	-	-
V-200 MAX 20	R-404A	-	✓	✓	-	-
V-200 MAX 30	R-404A	✓	-	-	-	✓
V-200 MAX 50	R-404A	-	✓	✓	-	✓
V-200 MAX 30 Spectrum	R-404A	✓	-	-	✓	✓
V-200 MAX 50 Spectrum	R-404A	-	✓	✓	✓	✓
V-300 10	R-134a	✓	-	-	-	-
V-300 20	R-134a	-	✓	✓	-	-
V-300 MAX 10	R-404A	✓	-	-	-	-
V-300 MAX 20	R-404A	-	✓	✓	-	-
V-300 MAX 30	R-404A	✓	-	-	-	✓
V-300 MAX 50	R-404A	-	✓	✓	-	✓
V-300 MAX 30 Spectrum	R-404A	✓	-	-	✓	✓
V-300 MAX 50 Spectrum	R-404A	-	✓	✓	✓	✓

V-Series range: legend




-  Refrigerant
-  Small platform
-  Large platform
-  Stand-by
-  Multi temp.
-  Heating
- ✓ Included
- Not included

Fig. 3b - Gama de séries de condensadores da Thermo King

Fonte: Catálogo do fornecedor Thermo King

Anexo IV (cont.)

Unit selection guide

The table below indicates a guide to select the right unit in the V-100/V-200/V-300 series that could match your application. These figures are maximum vehicle volumes, calculated in road operation, at 2400 rpm compressor speed and 30°C/40°C ambient temperature.

MODEL	AMBIENT TEMPERATURE			
	30°C		40°C	
	m ³			
	+0/2°C	-20°C	+0/2°C	-20°C
V-100	12	5	8	4
V-100 MAX	16	8	11	6
V-200	18	9	13	7
V-200 MAX	22	13	15	10
V-300	25	10	18	8
V-300 MAX	28	17	20	13
V-200 MAX Spectrum		12		9
V-300 MAX Spectrum		16		12

Recommendations are based on precooled loads and K value of 0.35 W/m²K is used for frozen goods (-20°C) and 0.5 W/m²K for fresh goods (0°C and +6°C), for a distribution of 8 hours. Recommendations are not a guarantee of performance as there are many variables to be considered. See your Thermo King dealer for complete information.

Fig. 3c - Modelo de condensador em função do volume e da temperatura interior da caixa

Fonte: Catálogo do fornecedor Thermo King



Fig. 3d - Termógrafo de aplicação em viatura

Fonte: Catálogo do fornecedor Thermo King

Anexo IV (cont.)

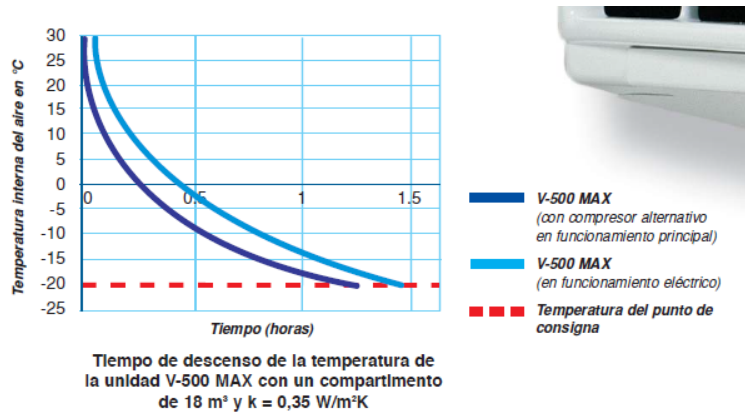


Fig. 3e - Comparação entre a utilização do compressor alternativo com o de funcionamento elétrico

Fonte: Catálogo da Thermo King

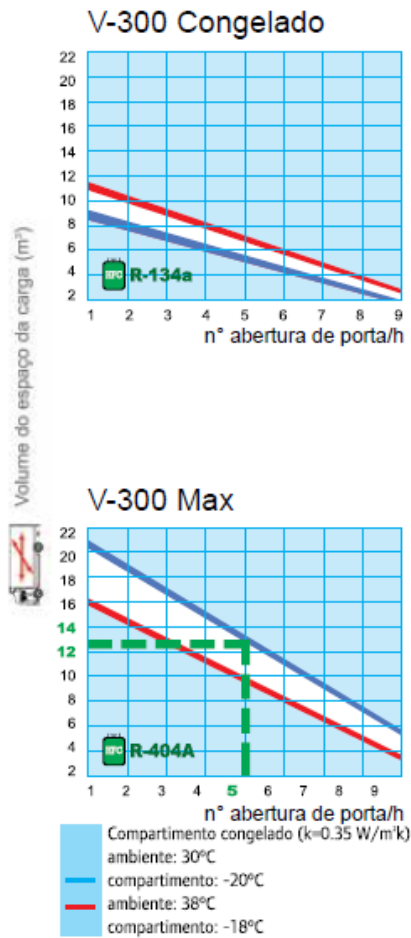


Fig. 4 – Relação entre o condensador, volume de espaço de carga e n° abertura porta

Fonte: Catálogo do fornecedor Thermo King

Anexo IV (cont.)

Capacidade de Refrigeração

 R-134a

Temperatura ambiente de 38°C		
Capacidade de Refrigeração - compressor a 2400 rpm		
V-300 (Refrigerante HFC R-134a)		
Retorno de ar/Na estrada	BTU/h	Watts
2°C	9590	2810
-18°C	4130	1120
Acionamento elétrico auxiliar de 60Hz		
2°C	6690	1960
-18°C	2425	680

 R-404A

Temperatura ambiente de 38°C		
Capacidade de Refrigeração - compressor a 2400 rpm		
V300 MAX (Refrigerante HFC R-404A)		
Retorno de ar/Na estrada	BTU/hr	Watts
2°C	10015	2935
-18°C	5835	1710
-29°C	3530	1035
Acionamento elétrico auxiliar de 60Hz		
2°C	5800	1700
-18°C	3790	1110
-29°C	2560	750

Fig. 4a – Capacidade de refrigeração utilizando o R-404A

Anexo V

Exemplos de termômetros de teste

Modelo: Testo 104 – termómetro desdobrável

Termómetro desdobrável estanque que mede a temperatura dos alimentos a qualquer altura – em produção, armazenamento e transporte. É portátil, prático e resistente quando realiza medições de monitorização. Começa a medição de um ângulo aproximado de 30°.

Vantagens do equipamento: É adequado para medições de temperatura interior através de uma sonda desdobrável de metal resistente, comprida e estável. Reconhecimento automático do valor final através do Auto-Hold e armazenamento de valores mín/máx. A superfície revestida por borracha garante um manuseamento antiderrapante. Possui um amplo visor iluminado que permite leituras rápidas e se erros de medição.


Testo 174T – mini data logger temperatura – Especificação Técnica	
	
Dados técnicos	
Faixa de medição	-30 a +70°C
Exatidão	±0,5°C (-30 a +70°C)
Resolução	0,1°C
Sensor capacitivo de humidade	
Faixa de medição	0 a 100°C
Exatidão	±3°C (2 a +98°C)
Resolução	0,1°C
Classe de Proteção	IP65
Canais	1
Garantia	2 anos
Taxa medição	1 min a 24 horas
Tipo de bateria	2 baterias de lithium (CR2032)
Durabilidade	500 dias (ciclo medição 15 min a 25°C)
Temperatura de operação	-30 a +70°C
Temperatura de armazenagem	-40 a +70°C
Dimensões	60 x 38 x 18,5 ppm

Fig. 1 - Termómetro de teste: Testo 174T

Fonte: Catálogo da Testo

Anexo V (cont.)

Testo 103 – Termómetro desdobrável – Especificação técnica



Dados técnicos

Faixa de medição	-30 a +220°C
Exatidão	±0,5°C (-30 a +99,9°C)
	±1,0 ano (+100 a 220°C)
Resolução	0,1°C

Dados técnicos gerais

Carcaça	ABS
Classe de Proteção	IP55
Comprimento eixo sonda	75 ppm
Comprimento ponta eixo sonda	22 ppm
Diâmetro do eixo da sonda	3 ppm
Diâmetro ponta eixo sonda	2,3 ppm
Ligar/Desligar	Com mecanismo de desdobrar
Padrões	EN 13485
Garantia	2 anos
Tipo de bateria	2 baterias de lithium (CR2032)
Durabilidade	300 h (típicamente a 25°C)
Dimensões	189 x 35 x 19 ppm (sonda penetração aberta)

Fig. 2 - Termómetro de teste: Kit Testo 103 de medição de temperatura dos alimentos

Fonte: Catálogo da Testo

Anexo V (cont.)

Sonda termopar feita de tubo de aço inoxidável (3/16 polegadas de diâmetro e 7 1/4 polegadas de comprimento). A alça em ângulo reto permite torcer e puxar



Fig 3 - Sonda do termopar

Fonte: Kolbe et all (2004)

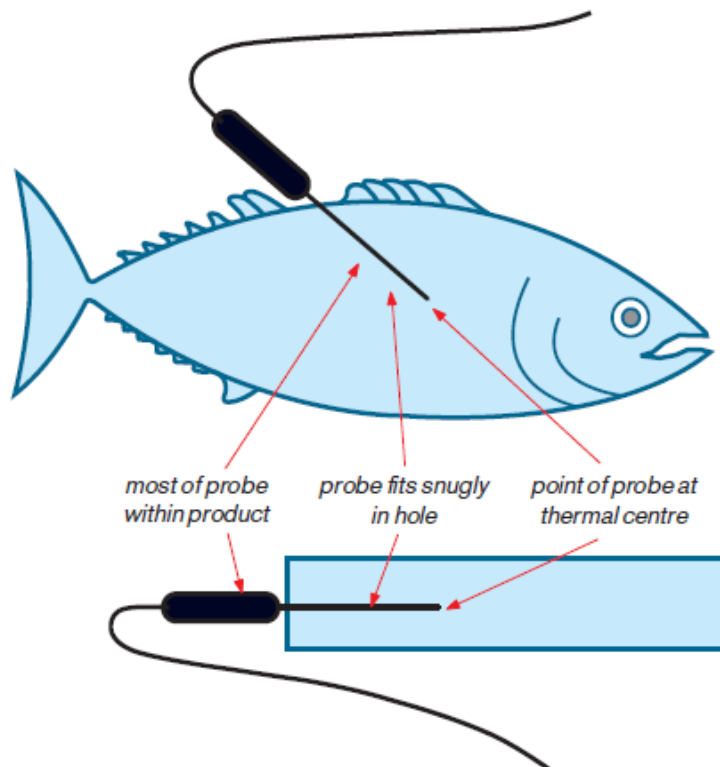


Fig 4 - Inserção da ponta de prova de temperatura no interior do peixe

Fonte: Thomas, Miller. 2006, Carefullt to carry, Frozen fish on reefer vesseles and in containers, UK.

Anexo V (cont.)



Fig 5 - Medida da temperatura do produto embalado em cartão

A temperatura com a ponta da prova medida na diagonal, nos topos opostos, nos cantos inferiores e no centro da face.

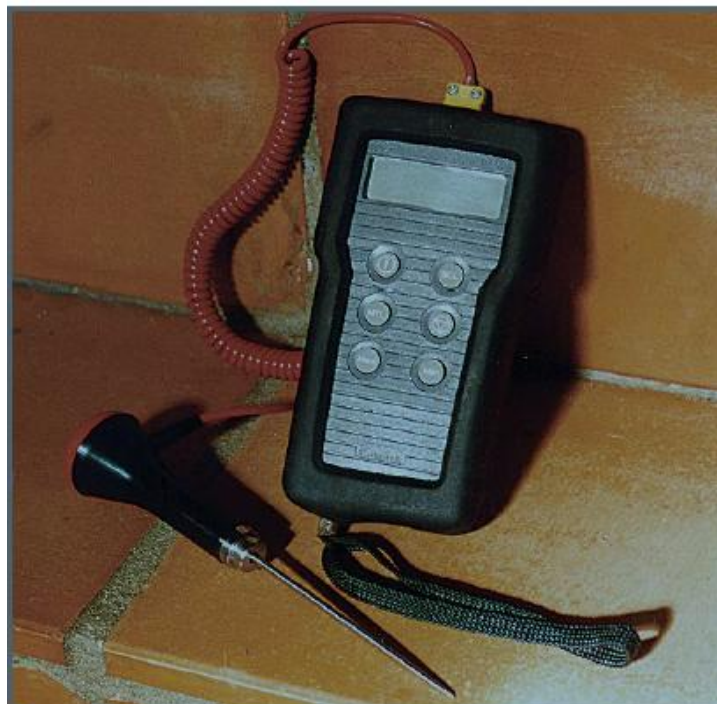


Fig 6 - Termómetro e a ponta de prova

A calibração do termómetro e da sonda deve ser feita de acordo com as instruções do fabricante

Anexo V (cont.)



Fig. 7 - Peixe congelado individualmente



Fig. 8 - Filetes de peixe congelado envolvidos em plástico e embalados numa caixa de papelão

Anexo VII



Fig. 1 - Viatura Mercedes de transporte de produtos alimentícios



Fig. 2 - Porta lateral da caixa isotérmica

Anexo VII (cont.)



Fig. 3 - Interior da caixa isotérmica, com equipamento de frio e sensor de temperatura



Fig. 4 - Caixa isotérmica; divisória e as calhas no teto e nas paredes laterais da caixa isotérmica.

Anexo VII (cont.)



Fig. 5 - Calhas no teto da viatura para deslocamento da divisória



Fig. 6 - Calhas laterais para deslocamento da divisória

Anexo VII (cont.)



Fig. 7 - Cortina com lamelas transparentes

Anexo VIII

Variações da atividade da água em função da temperatura

TEMPERATURA (°C)	ACTIVIDADE
< -18°C	<ul style="list-style-type: none">• Reacções enzimáticas quase nulas• Regime de congelados• Actividade do gelo em crescimento
-18°C	<ul style="list-style-type: none">• Actividade da água igual a zero ($A_w = 0$)
-18°C < t < 0°C	<ul style="list-style-type: none">• Actividade da água superior a zero ($A_w > 0$) a tender para zero
> 0°C	<ul style="list-style-type: none">• Actividade da água a crescer• Desenvolvimento bacteriano
0°C < t < +13°C	<ul style="list-style-type: none">• Regime de refrigerados
+35°C < t < +40°C	<ul style="list-style-type: none">• Reacções enzimáticas
+55°C < t < +90°C	<ul style="list-style-type: none">• Destruição das enzimas
> 100°C	<ul style="list-style-type: none">• Processos de esterilização e de pasteurização

Tab. 1 – Variação da atividade da água em função da temperatura
Fonte: Santos, G. Sebenta Instalações Frigoríficas, ISEL, (2014), p.23

Apesar da Temperatura inferior a -18°C, aumentar o tempo de vida útil de conservação do produto, em períodos de conservação longos, a qualidade do produto diminui, ao surgirem certas reacções enzimáticas e certos fenómenos indesejáveis

Anexo IX

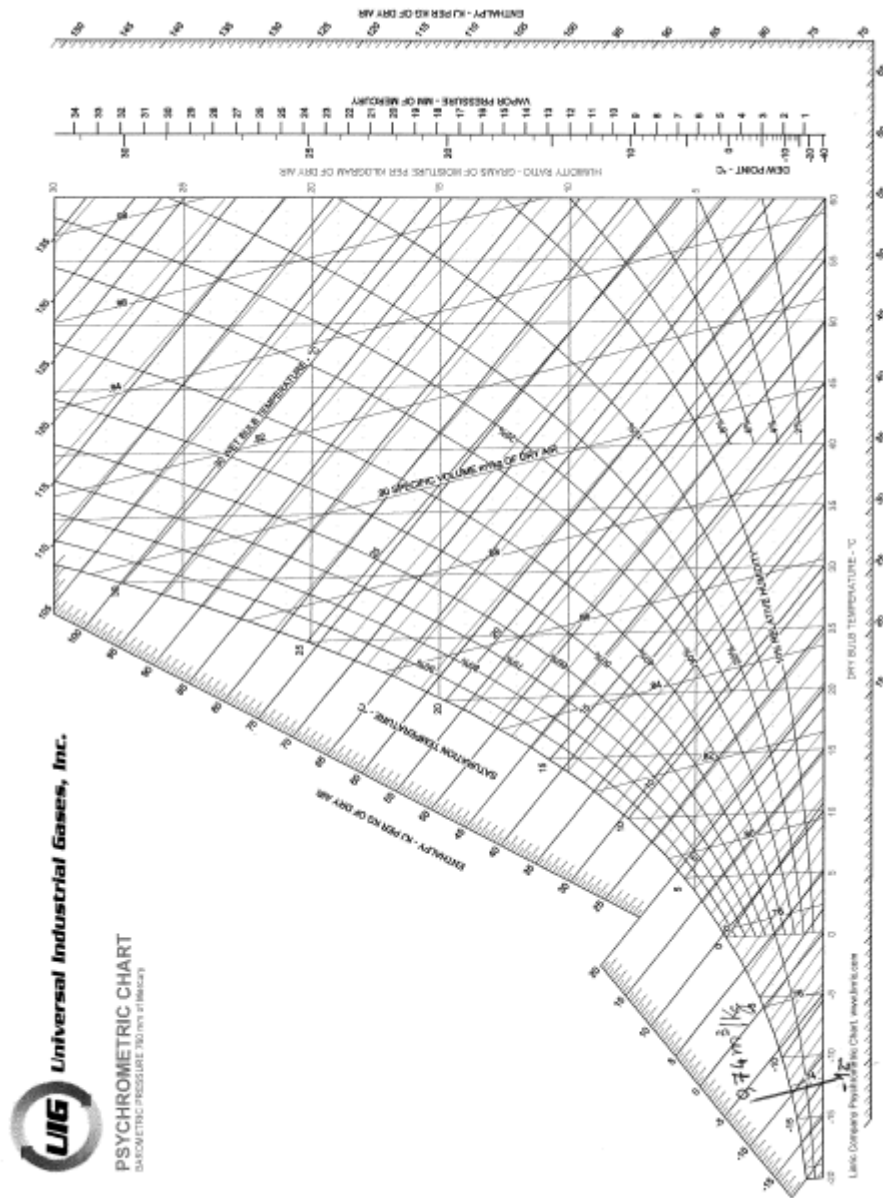


Fig. 1 – Determinação do volume específico a (-12° C)

Anexo X

TARIFA TRANSITÓRIA DE VENDA A CLIENTES FINAIS EM AT		PREÇOS	
Termo tarifário fixo		(EUR/mês)	(EUR/dia)
		72,20	2,3739
Potência		(EUR/kW.mês)	(EUR/kW.dia)
Tarifa de longas utilizações	Horas de ponta	6,227	0,2047
	Contratada	0,850	0,0279
Tarifa de médias utilizações	Horas de ponta	6,035	0,1984
	Contratada	0,702	0,0231
Tarifa de curtas utilizações	Horas de ponta	12,235	0,4022
	Contratada	0,496	0,0163
Energia activa		(EUR/kWh)	
Tarifa de longas utilizações	Períodos I, IV	Horas de ponta	0,1177
		Horas cheias	0,0949
		Horas de vazio normal	0,0722
		Horas de super vazio	0,0607
	Períodos II, III	Horas de ponta	0,1167
		Horas cheias	0,0973
		Horas de vazio normal	0,0742
		Horas de super vazio	0,0680
Tarifa de médias utilizações	Períodos I, IV	Horas de ponta	0,1297
		Horas cheias	0,0970
		Horas de vazio normal	0,0728
		Horas de super vazio	0,0630
	Períodos II, III	Horas de ponta	0,1308
		Horas cheias	0,1001
		Horas de vazio normal	0,0760
		Horas de super vazio	0,0680
Tarifa de curtas	Períodos I, IV	Horas de ponta	0,1516
		Horas cheias	0,1109
		Horas de vazio normal	0,0733
		Horas de super vazio	0,0645

Fig. 1 – Custo de tarifas de energia

Anexo XI

N.º: MC 1065 / 2008		Carvoeira, 17 de Outubro de 2008		Página: 1	
Elementos da Viatura:					
Marca: Mercedes		Modelo: Sprinter L2 HZ			
Características do Forro:					
Modelo: J. P. FORRO III		Isolamentos:			
Dimensões (mm)		Exterior		Interior	
Comprimento		3265		3060	
Largura		1780		1575	
Altura		1940		1685	
		Fundo: 120 mm		Tolerância Dim.: +/- 0,05	
		Tecto: 120 mm		Vol. Útil +/-: 8,1 m3	
		Frente: 120 mm			
		Traseira: 80 mm			
		Laterais: 100 mm			
Descrição do Forro (Standard):					
Painéis sandwich poliuretano densidade (40 / 42)					
Estrado em alumínio anti-derrapante bago de arroz					
Termómetro de temperatura					
Tubo drenagem líquidos (1)					
Rampa em inox elevada 25 mm altura					
Luz interior embutida (1)					
Cava de rodas com ângulos definidos para melhor aproveitamento e acesso ao interior do forro					
Rodapé alumínio nas cavas de roda com 200mm de altura					
Porta traseira 2 batentes interior moldada c/ poliuretano c/ vedação através membranas					
Porta lateral 1 batente interior moldada c/ poliuretano c/ vedação através membranas					
Dobradiças em alumínio					
Fecho(s) em inox de (abertura / fecho) rápido					
Painel do tecto reforçado para grupo de frio					
Borrachas de vedação compostas por três membranas					
Certificado ATP, com coeficiente K válido por 6 anos					
<u>Adaptação ao Forro:</u>					
Adaptação ao Espaço Interior, de acordo com Dimensões do Ofício de Homologação.					
Preço Unitário Referente ao Forro Frigorífico: Sujeito ao IVA de acordo com a Lei em Vigor. Facturado por					
Jorge Pires, Lda				Eur: 7.000,00 €	
Equipamento de Frio					
Marca: Thermo King					
Modelo: V300 26 Max					
Funcionamento: Através da viatura e ou corrente eléctrica (380v).					
Temperatura Trabalho: + 12º a - 20º C (graus)					
Termógrafo temperatura digital com impressora					
Preço Unitário Referente a Motor de Frio Sujeito ao IVA de acordo com a Lei em Vigor. Facturado por					
Jopifil, Lda.				Eur: 8.800,00 €	
Condições a acordar					
Adjudicação por requisição ou 20% do valor total.					
Entrega a acordar entre ambas as partes, de acordo com entrada do chassis nas nossas instalações					
<u>Proposta válida:</u>					
Trinta (30) dias após a data da proposta.					
Reservamos o direito a alterar esta proposta sem aviso prévio em caso de alteração de custos ou erro gráfico.					

Fig. 1 – Características do Equipamento de Frio e do Forro

Fonte: Catálogo do Fornecedor

Anexo XI (cont.)



JORGE PIRES
CARROÇARIAS

Cliente: **CLAUDIO FERNANDES**

AVC de: **PROPRIO** Contacto:

Endereço: **0**

MASSAMÁ

Código Postal: **0000-000** | **0**

N.I.F.:

NP Orç.: **ORC0240/15rev00** Carvoeira, 28 de maio de 2015 Página: 1/2

Elementos da Viatura:

Marca da Viatura: Mercedes	Modelo da Viatura: Sprinter C.Cabine
N.º de Chassis da Viatura: Sem informação do Cliente	Distância Eixos: Sem informação do Cliente

Descrição Técnica da Carroçaria

Modelo da Caixa: PLUMA FRIGO II	Classificação da Caixa: Frigorífica
Dimensões Interiores: C.3308 x L.1868 x A.1876 mm	Dimensões Exteriores: C.3500 x L.2000 x A.2100 mm
Isolamentos: Tecto: 100 Fundo: 100 Laterais: 60 Frente: 100 Traseira: 80 mm	
Volume interior: 11,59 m3	

Descrição da Carroçaria Standard:

a) Painéis sandwich de poliuretano com densidade de 40 kg/m3 e acabamentos exteriores e interiores em poliéster branco

b) Perfis de definição da carroçaria exteriores em alumínio colado nas horizontais e poliéster colado nas verticais

c) Perfis de definição da carroçaria interiores em poliéster verticais e horizontais

d) Fundo construído em contraplacado de alta densidade, com revestimento em poliéster rugoso, cor cinzenta

e) Quadro traseiro Pluma em aço inoxidável, composto por porta de 2 batentes com borrachas de vedação de alta eficiência, um fecho embutido por batente em inox com sistema de fechadura e cadeado, kit correia limitadora de abertura de portas zincado e kit fixador de porta tipo rebatível

f) Subchassis fabricado em aço-carbono e pintado de acordo com as especificações do veículo

g) Estribo traseiro de acesso à caixa rebatível zincado

i) Acessórios standard:

- 2 Sitões de drenagem de líquidos
- Iluminação interior e exterior LED
- Batentes de embate traseiros em borracha
- Guarda-lamas em alumínio com palas anti-projeção de acordo com a legislação em vigor

Observações: Carroçaria em poliéster branco, sem decoração publicitária.

VALOR DA CARROÇARIA (S/ IVA): 7 838,00 €

Descrição do Equipamento de Produção de Frio:

Fabricante: Thermo King	Modelo: V 500 20
Funcionamento: Mecânico acionado através da viatura e corrente elétrica 380V	Temperatura de Trabalho: entre 0°C e -10°C
Termógrafo: Digital c/Impressora Carrier Datacold 250 R (Rádio)	

Observações: **Garantia 12 Meses (Revisão Anual) 12 Meses / Assistência Local na Garantia**

VALOR DO EQUIPAMENTO DE PRODUÇÃO DE FRIO (S/ IVA): 9 745,00 €

Fig. 2 – Orçamento para instalação da caixa isotérmica e do grupo de frio

Fonte: Catálogo do Fornecedor

Anexo XI (cont.)



Cliente: **CLAUDIO FERNANDES**

A/C de: **PROPRIO**

Contacto:

N.I.F.:

Nº Orç.: **ORC0240/15rev00** Carvoeira, 28 de maio de 2015 Página: 2/2

As descrições da carroçaria encontram-se na página 1/2.

Equipamentos Adicionais / Opcionais:

- 1 porta lateral de 1 batente com: borraschas de vedação de alta eficiência, 1 fecho embutido por batente em inox, sistema de fechadura com cadeado, 1 estribo lateral de acesso à caixa fixo, zincado e kit fixador de porta tipo rebatível
- Rodapé L em alumínio reforçado de 200mm para embate de carga

- 1 divisória amovível com isolamento de 60mm de espessura, calhas no tecto, travamento no fundo, sem kit multi-temperatura

1 067,00 €

- Lamelas transparentes para quadro traseiro completo

211,00 €

- Lamelas transparentes para 1 porta lateral

121,00 €

- Kit corta-vento modelo médio Jorge Pires

- Kit para Grupo de Frio, inclui: reforços para fixação

Fig. 3 – Orçamento de instalação de cortinas com lamelas transparentes e da divisória

Fonte: Catálogo do Fornecedor

Anexo XII

Temperatura da Câmara Frigorífica do Fornecedor

REGISTO DE LEITURA (h) 09/04/2015	VALOR (°C)	REGISTO DE LEITURA (h) 09/04/2015	VALOR (°C)
0:15	-22,00	12:15	-19,40
0:30	-22,10	12:30	-17,90
0:45	-22,10	12:45	-14,00
1:00	-21,40	13:00	-13,50
1:15	-19,50	13:15	-13,60
1:30	-20,40	13:30	-16,50
1:45	-21,30	13:45	-18,30
2:00	-21,60	14:00	-19,10
2:15	-21,80	14:15	-19,60
2:30	-22,00	14:30	-19,90
2:45	-22,10	14:45	-20,20
3:00	-22,20	15:00	-20,40
3:15	-22,20	15:15	-20,40
3:30	-22,30	15:30	-18,20
3:45	-22,30	15:45	-16,00
4:00	-22,40	16:00	-17,50
4:15	-22,40	16:15	-16,70
4:30	-22,50	16:30	-17,80
4:45	-22,50	16:45	-16,90
5:00	-21,60	17:00	-10,80
5:15	-19,80	17:15	-9,00
5:30	-21,20	17:30	-13,20
5:45	-21,80	17:45	-14,30
6:00	-22,10	18:00	-14,90
6:15	-22,30	18:15	-13,00
6:30	-22,40	18:30	-13,90
6:45	-22,50	18:45	-15,50
7:00	-22,60	19:00	-10,90
7:15	-22,60	19:15	-14,70
7:30	-22,70	19:30	-16,60
7:45	-22,70	19:45	-13,50
8:00	-22,70	20:00	-14,80
8:15	-22,70	20:15	-16,10
8:30	-22,70	20:30	-16,80
8:45	-22,80	20:45	-16,60
9:00	-21,70	21:00	-15,00
9:15	-19,90	21:15	-13,30
9:30	-21,60	21:30	-17,00
9:45	-22,00	21:45	-18,10
10:00	-22,10	22:00	-18,70
10:15	-20,70	22:15	-19,00
10:30	-20,10	22:30	-19,30
10:45	-20,50	22:45	-19,50
11:00	-19,40	23:00	-19,70
11:15	-19,90	23:15	-19,80
11:30	-18,60	23:30	-20,00
11:45	-19,60	23:45	-20,10
12:00	-17,90		

Tab. 1 - Listagem de dados da sonda da câmara do fornecedor – dia 09/04/2015

Fonte: Registos fornecidos pelo Fornecedor

Anexo XII (cont.)

REGISTO DE LEITURA (h) 16/04/2015	VALOR (°C)	REGISTO DE LEITURA (h) 16/04/2015	VALOR (°C)
0:15	-16,70	12:15	-14,80
0:30	-18,80	12:30	-15,90
0:45	-19,50	12:45	-16,70
1:00	-19,90	13:00	-17,90
1:15	-20,20	13:15	-18,60
1:30	-20,40	13:30	-19,00
1:45	-20,50	13:45	-19,30
2:00	-20,60	14:00	-19,50
2:15	-20,70	14:15	-19,70
2:30	-20,80	14:30	-19,80
2:45	-20,90	14:45	-20,00
3:00	-20,90	15:00	-20,00
3:15	-21,00	15:15	-20,00
3:30	-21,00	15:30	-19,50
3:45	-20,70	15:45	-10,50
4:00	-19,00	16:00	-8,70
4:15	-19,10	16:15	-13,90
4:30	-20,00	16:30	-15,30
4:45	-20,40	16:45	-14,00
5:00	-20,60	17:00	-14,60
5:15	-20,80	17:15	-16,00
5:30	-20,90	17:30	-16,80
5:45	-21,00	17:45	-17,80
6:00	-21,10	18:00	-12,60
6:15	-21,20	18:15	-14,20
6:30	-21,20	18:30	-13,30
6:45	-21,20	18:45	-14,60
7:00	-21,30	19:00	-14,00
7:15	-21,30	19:15	-15,80
7:30	-21,40	19:30	-15,90
7:45	-20,80	19:45	-8,30
8:00	-19,10	20:00	-9,50
8:15	-19,80	20:15	-14,20
8:30	-20,50	20:30	-15,70
8:45	-20,80	20:45	-16,60
9:00	-21,00	21:00	-17,30
9:15	-21,10	21:15	-17,70
9:30	-21,00	21:30	-18,00
9:45	-20,70	21:45	-18,20
10:00	-16,00	22:00	-18,40
10:15	-16,90	22:15	-18,60
10:30	-18,30	22:30	-18,70
10:45	-16,80	22:45	-18,90
11:00	-15,80	23:00	-19,00
11:15	-12,30	23:15	-19,10
11:30	-14,80	23:30	-19,20
11:45	-13,60	23:45	-17,80
12:00	-14,00		

Tab. 2 - Listagem de dados da sonda da câmara do fornecedor – dia 16/04/2015

Fonte: Registos fornecidos pelo Fornecedor

Anexo XIII

Manual de boas práticas

O objetivo deste manual consiste em descrever um conjunto de procedimentos a ter em conta pelo utilizador para assegurar a manutenção das características originais do produto até ser disponibilizado ao cliente final.

Na generalidade dos casos, o transporte pode representar o elo mais deficiente da cadeia, por ser durante o mesmo que a qualidade e a segurança dos alimentos pode ser afetada pelas condições climatéricas ambientais, pelas modificações temporais da temperatura ou pelo desempenho deficiente da unidade de frio ou do comportamento do profissional que realiza as operações.

Requisitos dos veículos de transporte sob temperatura dirigida

Os veículos de transporte sob temperatura dirigida devem estar equipados com unidades de refrigeração adequadas à dimensão da carga máxima e possuir um plano de manutenção e de procedimentos de higienização dos veículos compatível com a natureza dos produtos transportados;

Os veículos e os equipamentos para o transporte de produtos alimentares perecíveis devem obedecer a requisitos específicos de construção de forma a permitir uma higiene adequada (escovagem, lavagem e desinfeção) e deve ser projetada para maximizar o desempenho da cadeia de frio, otimizar o custo de propriedade, minimizando o impacto ambiental;

Adaptar os veículos com termógrafo e instalação de sensores de temperatura para monitorizar a temperatura do ar dentro do compartimento de carga durante o transporte.

Recomendações de transporte sob temperatura dirigida

É necessário que a temperatura recomendada para a conservação do produto congelado seja mantida ao longo da cadeia de fornecimento e o transporte ser efetuado respeitando as boas práticas de higiene e segurança;

As operações de carga, transporte e descarga dos veículos de transporte devem ser realizadas com segurança e rapidez e sem a variação da temperatura que possa prejudicar a conservação da qualidade dos alimentos;

Anexo XIII (cont.)

Climatizar a caixa isotérmica antes da colocação do produto perecível congelado, pois o sistema de arrefecimento utilizado para o transporte de alimentos resfriados e congelados não está dimensionado para reduzir a temperatura destes produtos;

Verificar a temperatura do produto antes de proceder ao seu carregamento na caixa isotérmica, uma vez que a temperatura exterior pode causar variações térmicas que prejudicam a boa conservação dos alimentos;

As operações de carga ou descarga dos veículos de transporte devem ser realizadas com o máximo de rapidez, reduzindo o tempo máximo de abertura de porta para períodos inferiores a 3 minutos, para melhor conservação da qualidade dos alimentos;

Quando os períodos de paragem são prolongados (superior a 30 minutos) ativar o funcionamento através da ligação elétrica sempre que possível para manter a temperatura de transporte na caixa isotérmica legalmente definida;

Quando as aberturas da porta são frequentes, há formação de gelo no evaporador, reduzindo a eficiência do sistema de refrigeração e aumentando a necessidade da realização de descongelações, especialmente em ambientes com humidade relativa alta;

Devido às condições climáticas seria vantajoso que a distribuição se realizasse no início do período da manhã ou no final do dia, evitando operar deste modo no período mais desfavorável do ponto de vista térmico;

Por dificuldades de estacionamento em áreas urbanas deverá ser utilizado uma caixa isotérmica de transporte manual para minimização do tempo de exposição do produto à temperatura ambiente;

Cais de Expedição

Minimizar o tempo de exposição dos produtos perecíveis congelados no cais de expedição/receção, nomeadamente na redução do tempo da operação “*picking*”;

Melhorar a gestão do tempo na colocação dos produtos no veículo;

Anexo XIII (cont.)

Caixa isotérmica

A caixa isotérmica deve encontrar-se limpa, sem poeiras, odores, fragmentos orgânicos ou minerais;

Os produtos congelados na caixa isotérmica devem estar acondicionados de forma a facilitar uma boa circulação de ar entre os produtos, a parede, o piso e teto;

Instalar nas portas da caixa isotérmica, cortinas com lamelas ou tiras de plástico flexíveis que minimizam a saída de ar frio;

Utilizar a porta lateral para o escoamento dos produtos constitui um bom princípio para reduzir a saída de ar frio da caixa isotérmica;

Quando a quantidade de produtos a transportar é reduzida, colocar uma divisória isotérmica no compartimento de carga;

Quando se efetua o carregamento de produtos na viatura, sempre que possível devem existir mangas de interligação entre o cais de expedição e o compartimento de carga do veículo.

Nota: Considerar os Regulamentos Comunitários, bem como a legislação em vigor e os Manuais de ARESP; ANTRAM e HACCP.