

**UNIVERSIDADE DOS AÇORES**  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

**CADEIA DE FRIO E SEGURANÇA ALIMENTAR –  
CONTROLO ESTATÍSTICO DA TEMPERATURA**

**Tese de Mestrado em Engenharia Zootécnica**

**Orientadora:** Prof.<sup>a</sup> Doutora Maria de Lurdes Dapkevicius

**HENRIQUE ADRIANO BRUGES DA COSTA**

**ANGRA DO HEROÍSMO**

**2010**



## **AGRADECIMENTOS**

Ao longo do meu percurso académico e durante a realização da tese de mestrado tive o apoio e incentivo de pessoas a quem gostaria de expressar o meu sincero reconhecimento e apreço.

À Senhora Professora Doutora Maria de Lurdes Dapkevicius por ter sido orientadora do meu mestrado, pela amizade, paciência, disponibilidade, ensinamentos e apoio prestado durante a elaboração da tese.

Ao Senhor Professor Doutor Airidas Dapkevicius por me ter ajudado na parte estatística do mestrado.

Aos professores da Universidade dos Açores que me acompanharam ao longo do meu percurso académico neste estabelecimento de ensino, bem como a todos aqueles que de uma forma ou de outra, contribuíram para o êxito da minha permanência nesta instituição.

À empresa Inovadora, na pessoa do senhor Gaspar Costa, responsável pela empresa a nível Açores, pela amizade, disponibilidade, sinceridade, conselhos e ensinamentos profissionais transmitidos ao longo da escrita da tese, bem como aos meus colegas e amigos de trabalho Senhor Francisco Guedes, Paulo Rego e Rita Ribeiro pela amizade demonstrada.

Aos meus pais, Gilberto e Teresa ao meu irmão Duarte, à minha noiva Márcia Coelho e à Lina, por todo o amor, paciência, apoio e incentivo, pois sem eles não teria sido capaz de aqui chegar. São os melhores amigos que alguém pode desejar.

Aos meus futuros sogros, Senhor Carlos e Dona Maria, e ao meu futuro cunhado e afilhado João pela preocupação, disponibilidade, incentivo e amizade transmitida ao longo deste tempo.

À minha avó, Conceição Quartilho, pela amizade, preocupação e carinho demonstrado ao longo do mestrado.

À memória do meu avô, Gilberto Costa, pela sua preocupação e sábios conselhos dados ao longo do meu percurso académico.

À memória da minha avó, Odília Bruges, pela preocupação e incentivo ao longo do meu percurso académico.

## RESUMO

Os restaurantes e os mercados são locais que manipulam grandes variedades de alimentos, destinados a um público muito diverso nos quais se incluem grupos de risco. Em relação aos produtos refrigerados e congelados o controlo da temperatura é de vital importância, para a garantia da segurança alimentar.

Este trabalho teve como principal objectivo avaliar a conformidade das temperaturas do ar no interior do equipamento, a temperatura do visor do equipamento e as temperaturas internas dos produtos em equipamentos de refrigeração e congelação.

Avaliou-se o grau de conformidade em relação às temperaturas de conservação dos alimentos no frio, em 15 restaurantes e 15 mercados situados na Ilha Terceira. Nos restaurantes, analisaram-se 29 equipamentos de refrigeração e 49 de congelação; nos mercados, estes valores foram respectivamente de 26 para a refrigeração e de 58 para a congelação. Foram efectuadas medições à temperatura do ar no interior de todos os equipamentos de refrigeração e de congelação e à temperatura dos produtos que estes continham, em 5 pontos de amostragem.

Posteriormente, efectuou-se a comparação entre as temperaturas médias medidas no ar do equipamento, as temperaturas medidas no produto, e as temperaturas observadas no visor do equipamento. Estabeleceu-se, igualmente, uma comparação entre os pontos de amostragem no interior do equipamento e fez-se ainda uma análise comparativa das temperaturas do ar e do produto em arcas horizontais e verticais.

Na congelação, a percentagem de não conformidades, nos mercados, foi de 46,6%; nos restaurantes, este valor situou-se nos 55,1%. Na refrigeração, os valores de não conformidades foram respectivamente de 100% para os mercados e de 37% para os restaurantes. As temperaturas internas do ar e do visor dos equipamentos de refrigeração e congelação, bem como as temperaturas dos produtos, foram influenciadas por diversos factores, tais como: sobrelotação dos equipamentos, abertura frequente das portas, má regulação dos equipamentos, utilização de equipamento inadequado e falta de manutenção preventiva.

**Palavras-chave:** Controlo de temperatura, Congelação, Refrigeração, Mercados, Restaurantes.

## ABSTRACT

Restaurants and supermarkets manipulate a large variety of food products, that are sold to a variety of persons, some of which belong to risk groups. Thus, temperature control of refrigerated and frozen products is vital for the assurance of food safety in these enterprises.

The main purpose of this work was to evaluate the conformity of air temperatures inside of the equipment, the temperatures indicated by the equipment visor and the product temperature in refrigeration and freezing equipments in 15 restaurants and 15 supermarkets located in Terceira Island (Azores, Portugal). Twenty-nine refrigeration equipments and forty-nine freezing equipments were analyzed in restaurants. In supermarkets, 26 refrigerators and 58 freezers were evaluated. Temperature was measured in the air inside of all freezers and refrigerators, and in the products stored in them. Measurements were carried out in five points for each equipment. Subsequently, the average temperatures measured in the air and in the product were compared with the temperatures observed in the equipment visor. The temperatures obtained in the different sampling points inside of the equipments were compared and a comparison of the air and product temperatures in vertical and horizontal freezers was also carried out.

In supermarket freezers, the percentage of non-conformities was 46.6%. In restaurants, the freezer temperatures were found to be non-conform in 55.1% of the cases. All temperatures measured in supermarket refrigerators were non-conform, whereas the percentage of non-conform temperatures in restaurant refrigerators was 37%. All measured temperatures were influenced by factors, such as product overload, frequent opening, poor regulation of the equipment, usage of inadequate cold equipment and lack of preventive manutention.

The obtained data show that the situation in terms of the cold storage of foods in restaurants and supermarkets in Terceira Island is far from controlled. It is urgent to correct this situation, before public health problems ensue.

**Keywords:** Temperature control, freezing, refrigeration, supermarkets, restaurants.

# ÍNDICE

<b>Agradecimentos</b>	<b>I</b>
<b>Resumo</b>	<b>III</b>
<b>Abstract</b>	<b>IV</b>
<b>Índice</b>	<b>V</b>
<b>I. Introdução</b>	<b>1</b>
<b>II. Objectivos</b>	<b>2</b>
<b>III. Revisão Bibliográfica</b>	<b>3</b>
3.1. Doenças transmitidas pelos alimentos	3
3.1.1. Condições para a ocorrência de doenças transmitidas pelos alimentos	4
3.1.2. Consequências para a segurança alimentar de uma higiene pessoal inadequada	6
3.1.3. Principais microrganismos patogénicos que condicionam a segurança alimentar	7
3.2. Garantia da segurança pela Indústria Alimentar	8
3.2.1. Pré-requisitos	9
3.2.2. Implementação do Sistema de Autocontrolo	10
3.2.3. Os princípios e a metodologia HACCP	13
3.3. Os microrganismos e a temperatura	14
3.3.1. O efeito da temperatura no crescimento microbiano	14
3.3.1.1. Mesófilos	17
3.3.1.2. Psicrófilos obrigatórios	18

3.3.1.3. Psicotróficos	19
3.3.1.4. Termófilos	19
3.3.2. Os microrganismos e as temperaturas de refrigeração e congelação	20
3.3.2.1. Efeito da congelação sobre os microrganismos	21
3.3.2.2. Efeito da refrigeração sobre os microrganismos	23
3.3.2.3. Impacto das baixas temperaturas sobre a qualidade e segurança dos alimentos	24
3.3.3. Deterioração dos alimentos conservados pelo frio	25
3.3.3.1. Reacções químicas que determinam a vida de prateleira dos produtos refrigerados	27
3.3.3.2. Reacções enzimáticas que determinam a vida de prateleira dos produtos refrigerados	28
3.3.3.3. Processos físico-químicos que determinam a vida de prateleira dos produtos refrigerados	29
3.3.3.4. Alterações do valor nutritivo dos alimentos refrigerados	30
3.3.3.5. Alterações do valor nutritivo dos alimentos congelados	30
3.3.4. Importância do controlo da temperatura para a segurança dos alimentos	33
3.4. Métodos de conservação a baixas temperaturas	34
3.4.1. Refrigeração	35
3.4.2. Congelação	37
3.4.3. Equipamentos de frio para os estabelecimentos alimentares	40
3.5. Monitorização da temperatura	42
<b>IV. Material e Métodos</b>	<b>45</b>

<b>V. Resultados e Discussão</b>	<b>47</b>
5.1. Análise global das não-conformidades	47
5.2. Análise das não conformidades em equipamento de congelação nos restaurantes	48
5.3. Análise das não conformidades em equipamento de congelação nos mercados	52
5.4. Análise das não conformidades em equipamento de refrigeração nos restaurantes	55
5.5. Análise das não conformidades em equipamento de refrigeração nos mercados	58
5.6. Análise das causas das falhas por Diagrama causa-efeito de Ishikawa	60
5.6.1. Possíveis estratégias para a melhoria das falhas detectadas	63
<b>VI. Conclusões</b>	<b>65</b>
<b>VII. Bibliografia</b>	<b>67</b>
<b>VIII. Anexos</b>	<b>76</b>



## I. INTRODUÇÃO

Este trabalho foi realizado num conjunto de empresas pertencentes à carteira de clientes da A-Inovadora.

A A-Inovadora é uma empresa de consultoria nas áreas da Higiene e Segurança Alimentar e Fiscalização Preventiva fundada em 1996, que tem como principal objectivo apoiar as empresas e organizações no desenvolvimento de factores de segurança, competitividade e aumento de produtividade.

Esta empresa está implantada nos Açores nas Ilhas de Santa Maria, São Miguel, Terceira, Pico e Faial. Quanto à sua estrutura possui uma equipa de 5 elementos, dos quais quatro são responsáveis pelo contacto com as empresas, sendo atribuído a cada um destes um grupo de clientes. O quinto elemento presta apoio jurídico. A empresa está certificada pela qualidade segundo a norma internacional **NP EN ISO 9001:2008**.

Faz parte das funções da empresa consciencializar os seus clientes para a importância da implementação de sistemas de garantia da segurança (programas pré-requisitos e autocontrolo – *Hazard Analysis Critical Control Points*) e orientá-los na implementação destes mesmos sistemas. Sendo a temperatura um importante pré-requisito para o *Hazard Analysis Critical Control Points* (HACCP) A-Inovadora considera de vital importância todos os aspectos relacionados com o controlo deste parâmetro nas empresas com as quais trabalha. Assim, ao discutir possibilidades para a realização deste trabalho considerou-se que o controlo da temperatura se revestia de carácter prioritário para a empresa. Por outro lado, não existem dados suficientes que permitam caracterizar a situação das empresas alimentares açorianas quanto ao controlo da temperatura, uma vez que os trabalhos realizados anteriormente incidiam sobre um número muito pequeno de empresas.

## **II. OBJECTIVOS**

Tendo em vista a importância do frio na conservação e segurança dos alimentos, estabeleceram-se os seguintes objectivos para o mestrado:

- Contribuir para a construção das bases da garantia da segurança alimentar nas empresas da ilha Terceira;
- Acompanhar o processo de implementação das Boas Práticas em 30 empresas (15 mercados e 15 restaurantes) situadas na ilha Terceira, no que concerne aos parâmetros seguros de temperatura;
- Sensibilizar os manipuladores de alimentos para as Boas Práticas, em especial para a importância dos registos de controlo das temperaturas, enquanto factor extrínseco de influência para a susceptibilidade dos alimentos aos riscos microbiológicos, durante o processo de refrigeração, congelação e armazenamento;
- Monitorizar a temperatura do ar, do visor e dos alimentos nos refrigeradores e congeladores disponíveis nas empresas;
- Avaliar a conformidade das temperaturas dos equipamentos de refrigeração e congelação, bem como as temperaturas dos alimentos presentes no seu interior;
- Consciencializar os manipuladores de alimentos para a necessidade da melhoria dos processos relacionados com a temperatura de armazenagem no frio.

### **III. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

#### **3.1. Doenças transmitidas pelos alimentos**

A garantia da segurança dos alimentos em empresas como restaurantes e mercados, que abastecem um número elevado de consumidores, é fundamental (Aureli *et al.*, 2000). Uma má regulação da temperatura é um factor importante, que contribui para a incidência de intoxicações alimentares, sendo que a monitorização correcta da temperatura durante o processamento, distribuição e armazenamento, é uma forma simples e eficiente de as reduzir (McMeekin *et al.*, 1997; Forsythe, 2006).

O *Center for Disease Control* nos Estados Unidos, define como doença transmitida por alimentos, um incidente em que duas ou mais pessoas apresentem os mesmos sintomas de doença, após a ingestão de um mesmo alimento e as análises epidemiológicas apontem o alimento como a origem da doença. É, no entanto, possível que face à gravidade de um agente, como, por exemplo a ocorrência de botulismo ou envenenamento químico, um único caso possa ser suficiente para desencadear acções (Baptista e Venâncio, 2003).

As doenças de origem alimentar são uma das principais preocupações ao nível da Saúde Pública, quer pelas consequências que podem advir para as pessoas afectadas, que podem ficar com sequelas graves ou até mesmo morrer, quer pelas consequências económicas, directas e indirectas, para a empresa. Nas consequências económicas directas realçam-se as indemnizações às pessoas afectadas, ao estabelecimento comercial onde o produto foi adquirido e possíveis coimas de acordo com a lei. As consequências económicas indirectas tem um efeito mais duradouro no tempo, e a principal é o efeito negativo em termos de imagem e confiança, por parte dos consumidores, para a empresa/produto (Saraiva e Baptista, 2003).

Os consumidores também estão preocupados com a segurança dos produtos alimentares. Este aumento da preocupação deve-se a incidentes na segurança alimentar registados na última década (Gomes-Neves *et al.*, 2007).

As pessoas que de alguma forma contactam com os alimentos nas diversas fases da sua produção, são portadores de microrganismos que podem contaminar os alimentos

e causar doenças a quem consome os alimentos (Saraiva e Baptista, 2003). De facto, as pessoas envolvidas na produção de alimentos constituem um dos veículos principais de contaminação microbiológica dos alimentos podendo o agente infeccioso ser transferido para os alimentos directamente ou por contaminação cruzada (Veiros *et al.*, 2009). Estes microrganismos estão presentes, vivem e desenvolvem-se em diversas partes do corpo, como, por exemplo, o cabelo, nariz, boca, garganta, intestinos, pele, mãos e unhas. Mesmo que a pessoa apresente um estado de saúde normal, sem sintomas de qualquer doença, existem sempre no seu corpo microrganismos que podem passar para os alimentos e causar doenças a quem os consome, se houver posteriormente, condições que conduzam ao seu desenvolvimento, como abusos de temperatura (Saraiva e Baptista, 2003).

Os casos registados e notificados de doenças provocadas por alimentos constituem apenas uma pequena fracção de todas as ocorrências que ocorrem efectivamente. A probabilidade de que um caso seja reconhecido e notificado pelas autoridades de saúde depende, entre vários factores, da participação por parte dos consumidores, do registo por parte das autoridades médicas e das acções desenvolvidas pelas entidades nacionais com responsabilidade de vigilância sanitária. Os alimentos mais frequentemente associados a casos de intoxicação alimentar são os de origem animal (Baptista e Venâncio, 2003; WHO, 2007).

### **3.1.1. Condições para a ocorrência de doenças transmitidas pelos alimentos**

Os principais grupos de risco para a ocorrência de doenças transmitidas pelos alimentos são: crianças, idosos, grávidas, imunodeficientes, pessoas predispostas a outras doenças e indivíduos que estão a ser submetidos a tratamentos químicos (Martínez-Tomé *et al.*, 2000; McCabe-Sellers e Beattie, 2004).

As três maiores causas que contribuem para esses problemas são o reaquecimento inadequado, refrigeração incorrecta e confecção das refeições muito tempo antes de serem servidas (Weingold *et al.*, 1994)

Para que uma enfermidade transmitida pelos alimentos ocorra, o microrganismo patogénico ou a sua toxina deve estar presente no alimento (Mossel *et al.*, 1995; Soares, 2007). Na maioria dos casos de doenças provocadas por alimentos será necessário que (Baptista e Venâncio, 2003):

- O microrganismo patogénico se encontre em quantidade suficiente para causar uma infecção ou para produzir toxinas;
- O alimento seja capaz de sustentar o crescimento dos microrganismos patogénicos;
- O alimento permaneça na zona de perigo de temperatura por tempo suficiente para que o microrganismo se multiplique e/ou produza toxina;
- Seja ingerida uma quantidade suficiente do alimento, de modo a ultrapassar o limiar de susceptibilidade do indivíduo que ingere o alimento.

De acordo com o exposto, as enfermidades transmitidas por alimentos são classificadas em infecções, intoxicações ou infecções mediadas por toxinas (Baptista e Venâncio, 2003).

Infecção transmitida por alimentos é uma doença que resulta da ingestão de alimentos que contêm microrganismos vivos prejudiciais, como *Salmonella*, *Shigella*, *Bacillus cereus*, vírus da hepatite A e *Trichinella spirallis* (Baptista e Venâncio, 2003).

As intoxicações podem ser causadas por alimentos quando as toxinas estão presentes no alimento ingerido, mesmo que os microrganismos que lhe deram origem tenham sido eliminados. Essas toxinas geralmente não possuem odor ou sabor não sendo detectável organolepticamente a sua presença nos alimentos. Alguns exemplos deste tipo de toxinas são a toxina produzida pelo *Clostridium botulinum*, a enterotoxina do *Staphylococcus* e as micotoxinas (Baptista e Venâncio, 2003).

No caso de infecções mediadas por toxinas, a produção da toxina dá-se após a ingestão do alimento, quando este possui uma determinada quantidade de microrganismos patogénicos, capazes de produzir ou de libertar toxinas quando ingeridos. Entre os microrganismos que podem ocasionar este tipo de situações inclui-se o *Vibrio cholerae* e o *Clostridium perfringens* (Baptista e Venâncio, 2003).

Segundo Manask (2002), sempre que se verifique manipulação incorrecta dos alimentos e/ou técnicas impróprias de armazenamento, deve-se proceder à sua melhoria ou alteração, de forma a diminuir o risco de causarem doenças alimentares.

A preparação higiénica dos alimentos e educação/formação dos envolvidos na preparação, processamento e distribuição das refeições são linhas cruciais na defesa da prevenção da maioria dos tipos de doenças de transmissão alimentar (Gibson *et al.*, 2002; Anderson *et al.*, 2004).

### **3.1.2. Consequências para a segurança alimentar de uma higiene pessoal inadequada**

Algumas doenças com origem nos alimentos podem afectar a saúde dos trabalhadores e consumidores. Da mesma forma, os trabalhadores podem transmitir agentes patogénicos aos alimentos. Assim, a higiene pessoal dos trabalhadores, os processos, as infra-estruturas e os equipamentos terão um papel decisivo na segurança e qualidade alimentar (Guedes, 2006).

A higiene pessoal dos indivíduos que estão envolvidas na manipulação e produção de alimentos, bem como os comportamentos por estes assumidos durante a produção de alimentos, constitui uma preocupação fundamental na indústria alimentar. Se uma pessoa que trabalha com alimentos mantiver uma higiene pessoal inadequada durante a produção, como por exemplo não lavar as mãos depois de ir à casa de banho ou tiver as unhas sujas, pode estar a transmitir microrganismos aos alimentos. Os microrganismos encontrando condições adequadas para se multiplicarem, podem vir a causar doenças graves a um elevado número de consumidores. Verificam-se situações de má disposição, febre, vómitos e diarreias, sendo os casos mais graves os que culminam com a morte. Os idosos, as crianças e pessoas debilitadas por doenças ou por anomalias no sistema imunitário são particularmente susceptíveis (Saraiva e Baptista, 2003).

Os principais microrganismos que podem estar presentes no corpo e roupas das pessoas e passar para os alimentos, causando doença, são (Saraiva e Baptista, 2003):

- *Staphylococcus aureus*;
- *Escherichia coli*;
- *Salmonella typhi*;
- *Shigella* spp.;
- *Listeria* spp.;
- *Streptococcus* spp.;
- Vírus da hepatite.

### **3.1.3. Principais microrganismos patogénicos que condicionam a segurança alimentar**

A segurança alimentar pode ser posta em causa devido à presença de microrganismos patogénicos, causando assim uma preocupação ao nível da Saúde Pública. Os principais agentes patogénicos que preocupam as entidades reguladoras são:

- *Staphylococcus aureus*;
- *Escherichia coli* enterohemorrágica (ruminantes);
- *Salmonella* spp. (todas as carnes);
- *Listeria monocytogenes* (todas as carnes);
- *Campylobacter jejuni/coli* (aves);
- *Yersinia enterocolitica* (carne de porco);
- *Clostridium perfringens* (produtos processados);
- *Clostridium botulinum* (produtos processados).

Todos estes microrganismos possuem estirpes que são capazes de crescer a temperaturas inferiores a 7°C, com excepção do *Staphylococcus aureus* (Jay *et al.*, 2005). Existe uma preocupação particular quando estas espécies estão presentes e/ou podem crescer em produtos prontos a comer (IFT, 2003).

### **3.2. Garantia da Segurança pela Indústria Alimentar**

A segurança alimentar surge nos dias de hoje como uma das principais preocupações da indústria alimentar (Ellis e Goodacre, 2001; Maldonado *et al.*, 2004). Tal sucede-se devido à preocupação do consumidor com os alimentos que ingere actualmente e do receio que estes não sejam seguros para a saúde humana sendo que, a susceptibilidade dos alimentos para os perigos químicos, físicos e microbiológicos é de extrema importância em termos de segurança alimentar (Bolat, 2002; Hogg *et al.*, 2004). A contaminação dos alimentos pode ser de vários tipos: física (vidro, metal, plástico, etc.), química (detergentes, toxinas, alergéneos, etc.) ou microbiológicos (bactérias, vírus, parasitas e toxinas) (Fernandes, 2004). A larga disseminação dos contaminantes dos alimentos, sobretudo os perigos microbiológicos que tem vindo a originar incidentes de extrema gravidade e risco elevado para a saúde dos consumidores, passou a exigir a implementação de sistemas que garantam a segurança dos alimentos (Novais, 2006).

É necessário assegurar a confiança dos consumidores através de uma formulação aberta e transparente da legislação alimentar, e da adopção por parte das autoridades públicas de medidas adequadas para informar a população, sempre que existam fundamentos legítimos de suspeita de que um género alimentício possa constituir um risco para a saúde pública (Regulamento (CE) nº178/2002 do Parlamento Europeu e do Conselho de 28 de Janeiro de 2002).

No passado dava-se maior ênfase a outras matérias, nomeadamente à indústria e à harmonização da legislação alimentar. Mais tarde, com a sucessão de crises alimentares, a segurança alimentar passou a ter o papel principal (Dias, 2006).

A utilização de ferramentas como as Boas Práticas de Higiene (BPH) e as Boas Práticas de Fabrico (BPF) em conjunto, constituem os pré-requisitos. As Boas Práticas de Higiene são um conjunto de condições e medidas necessárias para garantir a segurança e higiene dos alimentos em todas as etapas da cadeia alimentar. As Boas Práticas de Fabrico são normas definidas para a operação e gestão das empresas alimentares, de modo a garantir o fabrico de alimentos seguros. Por outro lado, as Boas

Práticas são a base da implementação e do bom funcionamento de um sistema de autocontrolo como o HACCP (Hogg *et al.*, 2004).

### **3.2.1. Pré-requisitos**

Os programas de pré-requisitos são definidos como os procedimentos universais usados no controlo das condições ambientais de um estabelecimento alimentar, contribuindo para uma melhor segurança dos produtos. O HACCP não é um programa que possa ser utilizado isolado, necessitando para isso de apoio dos programas de pré-requisitos. Os programas de pré-requisitos devem ser desenvolvidos, implementados e documentados (Pais, 2007).

Antes da aplicação de um sistema HACCP devem estar implementados, e em pleno funcionamento, os seus pré-requisitos que, regra geral, controlam os perigos associados com a envolvente ao estabelecimento alimentar, enquanto ao sistema em si se exige que controle os perigos relacionados directamente com o produto/processo. De acordo com a legislação, são considerados pré-requisitos HACCP (Van Schothorst, 2004):

- Instalações e equipamentos;
- Boas práticas de higiene;
- Controlo de fornecedores;
- Controlo de resíduos;
- Controlo de pragas;
- Planos de higienização (limpeza e desinfeção);
- Qualidade da água;
- Manutenção da cadeia de frio;
- Saúde e higiene dos manipuladores;

➤ Formação.

Após a implementação e cumprimento destes pré-requisitos, pode-se avançar com a implementação do sistema HACCP, cujo êxito reside na sua completa adequação à realidade da empresa (Van Schothorst, 2004).

Programas formais de pré-requisitos são usados largamente e com sucesso para a implementação do HACCP no processamento alimentar, sendo o controlo da temperatura um dos mais importantes (Escriche *et al.*, 2006).

A segurança alimentar do consumidor depende do controlo da temperatura ao longo de todas as fases da cadeia de frio: produção, transporte, armazenamento, exposição, refrigeração e congelação. Apesar da boa higiene e do progresso tecnológico a nível do equipamento, a refrigeração e a congelação continuam a ser uma fonte de preocupação, pois alguns alimentos são armazenados a temperaturas superiores às recomendadas (Laguerre *et al.*, 2002).

### **3.2.2. Implementação do Sistema de Autocontrolo**

A compreensão da segurança alimentar é um conceito que começa com as tecnologias e continua com a legislação do produtor ao consumidor (Jevsnik *et al.*, 2006).

Contudo, em muitas áreas existe uma compreensão deficiente do conceito de pré-requisitos, o que faz com que a força da aplicação do HACCP se torne mais difícil, tornando um mecanismo de controlo de segurança alimentar menos eficiente (Wallace e Williams, 2001).

A legislação actual requer que todos os estabelecimentos alimentares implementem sistemas de controlo para garantir a segurança alimentar usando os princípios do HACCP, para deste modo identificar e controlar os perigos alimentares focando os pontos críticos que afectam directamente a segurança dos alimentos (Walker e Jones, 2002).

O principal objectivo das novas regras gerais e específicas de higiene é assegurar um alto nível da protecção ao consumidor relativamente à segurança alimentar. Os operadores devem garantir que todos os estados de produção, processamento e distribuição de alimentos estejam de acordo com o regulamento de higiene 852/2004. Este regulamento realça a importância da cadeia de frio através do sistema do HACCP para todas as etapas alimentares que requerem regime de frio ou congelação.

Todos os intervenientes numa cadeia alimentar têm a responsabilidade de garantir a segurança dos produtos alimentares nas fases em que intervêm, independentemente da natureza das actividades que desenvolvem. Ao contrário da ideia normalmente vulgarizada de que a segurança alimentar é algo que deve ser apenas assegurado pela indústria, a existência de sistemas de segurança alimentar é um requisito para todas as unidades, industriais ou não, onde se proceda à preparação, transformação, fabrico, embalamento, armazenagem, transporte, distribuição, manuseamento e venda ou colocando à disposição do consumidor de géneros alimentícios (Baptista e Venâncio, 2003).

Para reforçar a protecção da saúde humana e conseqüentemente o grau de confiança dos consumidores, Portugal criou de modo semelhante à legislação europeia, o Decreto-Lei nº 67/98 de 18 de Março, alterado pela declaração de rectificação nº 9-C de 30 de Abril e pelo Decreto-Lei nº 425/99 de 21 de Outubro que estabelece as regras gerais de higiene a que devem estar sujeitos os géneros alimentícios em todas as fases (Baptista e Antunes, 2005).

Uma protecção adequada dos consumidores para as doenças alimentares pode ser realizada pela implementação dos pré-requisitos, complementada por uma abordagem sistemática à identificação e avaliação dos perigos para a segurança alimentar, recorrendo ao sistema HACCP (Soriano *et al.*, 2002).

O Sistema HACCP pretende controlar os processos de produção, baseando-se em princípios e conceitos preventivos. Pretende-se aplicar as medidas preventivas de forma a garantir um controlo eficiente, através da identificação de pontos ou etapas onde os perigos possam ser controlados, os de natureza química, física e os de natureza biológica/microbiológica (Baptista *et al.*, 2003). É um sistema racional, lógico,

integrado, contínuo e sistemático. É racional porque se baseia em dados registados referentes a doenças transmitidas por alimentos, é lógico e integrado, já que considera as matérias-primas, o processo e o uso do produto e subsequente análise dos riscos. Como sistema contínuo, permite identificar os potenciais problemas antes que eles ocorram, ou no momento em que surgem, facilitando a aplicação imediata das medidas correctivas. Finalmente sistemático, por conduzir a um plano completo resultante de uma metodologia de análise que abrange todas as operações, processos e medidas de controlo (Inovadora, 2009). Possui uma base científica, e assenta numa abordagem sistemática e preventiva, que permite não só garantir a inocuidade do alimento, mas também a redução de custos operacionais, diminuindo a necessidade de realização de análises microbiológicas e a destruição ou o reprocessamento, por razões de segurança, do produto final. A implementação do Sistema HACCP facilita o cumprimento das exigências legais, e permite o uso mais eficiente de recursos na resposta imediata a questões relacionadas com a inocuidade dos alimentos. O sistema HACCP pode e deve ser aplicado a todas as etapas de processamento e desenvolvimento de alimentos, desde a produção primária até ao consumidor final (Baptista *et al.*, 2003).

O Sistema HACCP – *Hazards Analysis and Critical Control Points* (Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controlo) baseia-se na identificação dos perigos relacionados com a segurança alimentar para o consumidor que podem ocorrer ao longo da cadeia de transformação de produtos alimentares de produção, na avaliação desses perigos e, para os perigos considerados significativos, no estabelecimento de processos de controlo por forma a garantir a segurança dos alimentos (Baptista *et al.*, 2003).

Muitas vezes os Pontos Críticos de Controlo estabelecidos dizem respeito a etapas do processamento onde é aplicada a temperatura (Luning *et al.*, 2002).

Segundo o Decreto-Lei n.º 67/98, a livre circulação de mercadorias e a protecção da saúde dos consumidores são princípios fundamentais e indissociáveis a que deve estar sujeita a comercialização dos géneros alimentícios. Estes princípios impõem um elevado grau de segurança no tocante à higiene dos produtos. Com vista a reforçar a protecção da saúde humana e o conseqüente grau de confiança dos consumidores, a União Europeia procedeu à harmonização das normas gerais de higiene aplicadas aos géneros alimentícios. O programa de Segurança Alimentar está concebido para ajudar as

empresas alimentares a cumprir com a **Directiva Comunitária 93/43/CEE** relativa à higiene dos géneros alimentícios transposta para a ordem jurídica nacional pelo Decreto-Lei n.º 67/98 de 18 de Março e **recentemente revogada pelo Regulamento (CE) n.º 852/2004 do Parlamento Europeu e do Conselho de 29 de Abril**.

### **3.2.3. Os princípios e a metodologia HACCP**

O sistema HACCP assenta num conjunto de 7 princípios fundamentais (Baptista *et al.*, 2003):

- Princípio 1: Análise de perigos;
- Princípio 2: Determinação dos pontos críticos de controlo (PCC);
- Princípio 3: Estabelecimento de limites críticos;
- Princípio 4: Estabelecimento de um sistema de monitorização;
- Princípio 5: Estabelecimento de acções correctivas;
- Princípio 6: Estabelecimento de procedimentos de verificação;
- Princípio 7: Estabelecimento de documentação e registo.

Na prática, a implementação de um Sistema HACCP segue normalmente uma metodologia constituída por 12 passos sequenciais, a qual se baseia nos 7 princípios enunciados. Na realidade, 7 passos da metodologia de implementação do Sistema HACCP coincidem com os 7 Princípios do HACCP. A esses são adicionados 5 passos preliminares que correspondem à estruturação da equipa que vai desenvolver o estudo e planeamento do HACCP e à compilação de informação de suporte relevante para a realização da análise de perigos, nomeadamente: a descrição do produto; a identificação do uso pretendido; a construção do fluxograma e a confirmação do fluxograma no terreno (Baptista *et al.*, 2003).

Os 12 passos da metodologia de implementação de um Sistema de HACCP são os seguintes (Baptista *et al.*, 2003):

- Constituição da equipa HACCP;
- Descrição do produto;
- Identificação do uso pretendido;

- Construção do fluxograma;
- Confirmação do fluxograma no terreno;
- Identificação e análise de perigos, análise e identificação de medidas preventivas para controlo dos perigos identificados (Princípio 1);
- Determinação dos pontos críticos de controlo (Princípio 2);
- Estabelecimento dos limites críticos de controlo para cada PCC (Princípio 3);
- Estabelecimento do sistema de monitorização para cada PCC (Princípio 4);
- Estabelecimento de acções correctivas (Princípio 5);
- Estabelecimento de procedimentos de verificação (Princípio 6);
- Estabelecimento de controlo de documentos e dados (Princípio 7).

### **3.3. Os microrganismos e a temperatura**

A temperatura é um dos factores mais relevantes na conservação, preparação e confeção de alimentos. Os aspectos mais proeminentes relacionados com os géneros alimentícios e controlo das temperaturas encontram-se descritos no Regulamento da Higiene dos Géneros Alimentícios (Regulamentação (CE) 852/2004, 853/2004 e 854/2004). O factor mais crítico na garantia da qualidade e no prolongamento da vida dos alimentos é a temperatura. Os abusos de temperatura têm um efeito especialmente adverso de fácil deterioração (Pais, 2007).

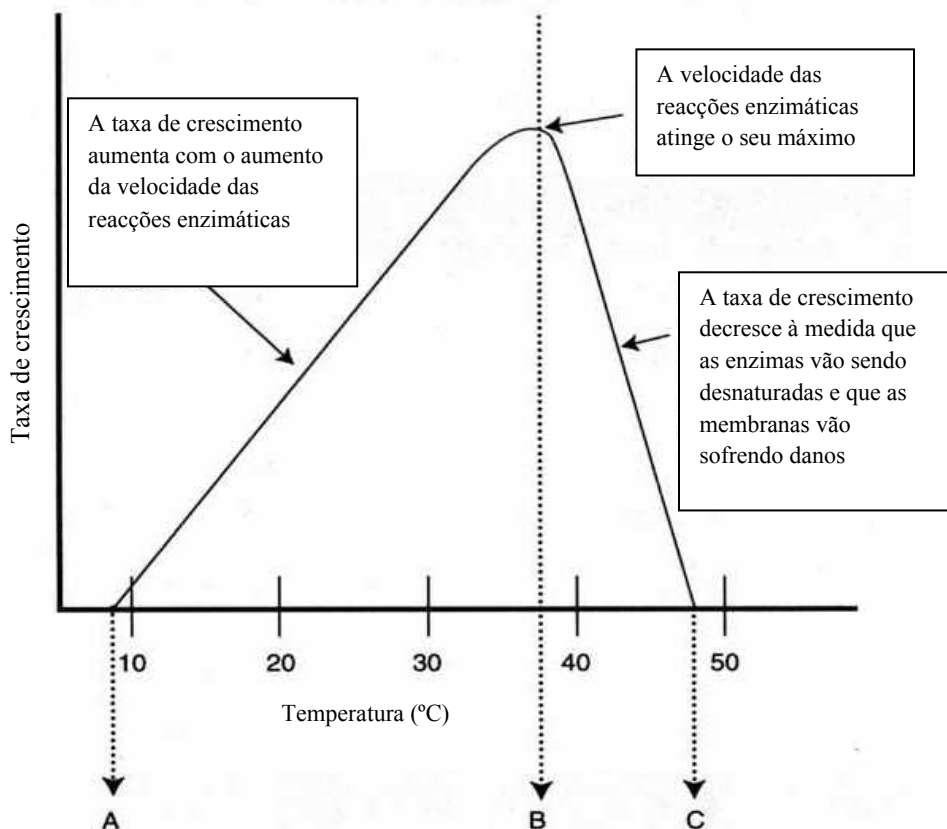
#### **3.3.1. O efeito da temperatura no crescimento microbiano**

A temperatura é um dos factores ambientais que mais afecta a actividade e crescimento microbiano. Isto deve-se principalmente à influência da temperatura sobre a actividade das enzimas microbianas. Quanto mais baixa for a temperatura, mais lentas serão as reacções bioquímicas, enzimáticas e o crescimento microbiano. O frio inibe ou retarda a actividade das enzimas microbianas dos alimentos, a velocidade de outras reacções químicas não enzimáticas e o crescimento dos microrganismos nos alimentos (Inovadora, 2009).

A temperatura ideal para o crescimento microbiano situa-se no intervalo entre 5°C e 65°C. Este intervalo de temperatura denomina-se zona de perigo. É importante manter os alimentos fora da zona de perigo microbiano, porque nesta zona as bactérias duplicam-se a cada 20, 30 minutos, o que faz com que a permanência de alimentos neste intervalo comprometa a sua segurança (Abgrall e Misner, 1998). Dito de outra forma, para impedir o desenvolvimento microbiano é necessário manter as temperaturas inferiores a 5°C ou superiores a 65°C (Esteves *et al.*, 2002).

O intervalo de temperaturas que permite o crescimento de uma dada população microbiana é determinado principalmente pelos efeitos que a temperatura tem sobre as membranas e as enzimas dos microrganismos que a compõem (Garbutt, 1997).

A relação entre a taxa de crescimento e a temperatura para os microrganismos é ilustrada na figura 1.



**Figura 1** - Relação entre a taxa de crescimento e a temperatura para os microrganismos. Fonte: Garbutt,1997.

Na primeira parte do gráfico, de **A** para **B**, a taxa de crescimento aumenta, devido ao aumento da velocidade das reacções enzimáticas. Em **B**, a taxa de crescimento atinge o máximo, em virtude destas reacções terem atingido a sua taxa máxima. Segue-se um declínio rápido na taxa de crescimento, como consequência da desnaturação das enzimas pelo calor e devido aos danos sofridos pelas membranas celulares, atingindo-se um ponto (**C**), onde o crescimento cessa. As temperaturas **A**, **B** e **C** são as temperaturas cardinais para o crescimento. **A** é a temperatura mínima, a menor temperatura onde se verifica crescimento. A temperaturas abaixo do mínimo as propriedades das membranas celulares mudam, fazendo com que a célula não consiga transportar para o seu interior os nutrientes de que necessita. **B** é a temperatura óptima, a temperatura à qual os organismos crescem mais rapidamente. **C** é a temperatura máxima, a temperaturas superiores a esta não existe crescimento, em resultado das enzimas ficarem desnaturadas e por conseguinte perderem a capacidade de catalisar reacções celulares essenciais. Estas temperaturas também actuam sobre as proteínas e lípidos na membrana celular, impedindo o seu funcionamento normal. Nem todos os microrganismos apresentam uma temperatura óptima distinta, visto que, muitas vezes têm um intervalo óptimo de crescimento (Garbutt, 1997).

As temperaturas mínima e máxima para o crescimento de um microrganismo dependem de factores como o pH e a actividade da água ( $a_w$ ). Se estes factores relativos ao meio (pH e  $a_w$ ) se encontrarem fora dos seus valores óptimos, a temperatura mínima aumentará e a temperatura máxima diminuirá, estreitando-se assim o intervalo de crescimento (Garbutt, 1997).

Com base nas temperaturas cardinais para o crescimento os microrganismos são divididos em cinco grupos (Garbutt, 1997):

- Mesófilos
- Psicrófilos obrigatórios
- Psicrotróficos
- Termófilos
- Termófilos extremos

Os valores das temperaturas cardinais aplicáveis a estes grupos estão descritas no quadro 1.

<b>Grupos</b>	<b>Mínimo °C</b>	<b>Ótimo °C</b>	<b>Máximo °C</b>
<b>Psicrófilos obrigatórios</b>	-10	10-15	20
<b>Psicrotróficos</b>	-10	20-30	42
<b>Mesófilos</b>	5	28-43	52
<b>Termófilos</b>	30	50-65	70
<b>Termófilos extremos</b>	65	80-90	100

**Quadro 1** - Grupos de microrganismos baseados nas temperaturas de crescimento. Fonte: Garbutt, 1997.

### **3.3.1.1. Mesófilos**

Os mesófilos são organismos adaptados para crescer na zona de temperatura média, são o grupo mais importante, porque neles se encontram os microrganismos com taxas de crescimento mais rápidas e a maioria dos microrganismos patogénicos fazem parte deste grupo. Estes têm a capacidade de poderem viver no corpo humano e em outros animais de sangue quente, embora também possam estar presentes no solo e na água de climas tropicais e temperados. Uma característica importante dos mesófilos é o facto de não possuírem capacidade para crescer a temperaturas baixas (-1°C a 5°C). A maior parte dos mesófilos, tem uma temperatura de crescimento óptima nos 37°C. Como exemplo deste grupo pode-se mencionar géneros representativos de bactérias (*Salmonella* spp. e *Staphylococcus aureus*), leveduras e bolores. O quadro 2 apresenta as temperaturas de crescimento cardinais para algumas das bactérias mesófilas implicadas na deterioração dos alimentos e/ou na transmissão de doenças alimentares (Garbutt, 1997).

<b>Organismos</b>	<b>Mínimo °C</b>	<b>Ótimo °C</b>	<b>Máximo °C</b>
<i>Salmonella spp.</i>	5,3	37	45-47
<i>Staphylococcus aureus</i>	6,7	37	45
<i>Clostridium perfringens</i>	20	37-45	50
<i>Clostridium botulinum A/B</i>	12,5	37-40	50
<i>Campylobacter jejuni</i>	30	42-45	47
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	10	30-37	42
<i>Bacillus cereus</i>	10	28-35	48

**Quadro 2** - Temperaturas cardinais para os organismos mesófilos que provocam a deterioração do alimento. Fonte: Garbutt,1997.

O intervalo de temperaturas e a temperatura óptima para o crescimento e para a produção de toxinas pelos patógenos podem ser diferentes. Por exemplo, o *Staphylococcus aureus* apresenta temperaturas óptima e mínima para a produção de toxinas superiores às temperaturas para o crescimento da bactéria (Quadro 3).

	<b>Temperatura de crescimento °C</b>	<b>Temperatura para a produção de toxinas °C</b>
<b>Mínima</b>	6,7	10
<b>Ótima</b>	37	40-45
<b>Máxima</b>	45,6 (já foi registado 48)	45,6 (já foi registado 48)

**Quadro 3** - Temperaturas para a produção de toxinas pelo *Staphylococcus aureus*. Fonte: Garbutt,1997.

### 3.3.1.2. Psicrófilos obrigatórios

São organismos que têm como habitat natural zonas da Terra como os oceanos Ártico e Antártico e outros locais onde as temperaturas são baixas ao longo do ano (na terra, inferiores a 0°C e nos oceanos, a 1°C a 5°C). Os organismos deste grupo crescem a temperaturas tão baixas quanto -10°C, e as temperaturas óptima e máxima são baixas (Garbutt, 1997). Os problemas causados pelos psicrófilos têm vindo a aumentar, devido ao desenvolvimento de técnicas de conservação pelo frio na cadeia alimentar, visto ser o grupo que melhor se adapta a baixas temperaturas (Adams e Moss, 2000).

### **3.3.1.3. Psicrotróficos**

Os psicrotróficos são microrganismos que podem crescer a uma temperatura entre 0°C a 7°C e possuem a capacidade de formar colónias visíveis (ou turbidez) num espaço de 7 a 10 dias neste intervalo de temperatura. Devido ao facto de nem todos os psicrotróficos crescerem à mesma taxa acima do limite de 0°C a 7°C, os termos euripsicrotróficos (*eurys* – largo ou amplo) e stenopsicrotrófico (*stenos* – estreito ou pequeno) tem sido sugeridos. Os euripsicrotróficos caracterizam-se por não formar colónias visíveis no intervalo de tempo de 6 a 10 dias, enquanto que os stenopsicrotróficos formam colónias visíveis em cerca de 5 dias (Jay *et al.*, 2005).

Estes organismos são encontrados na água e no solo, em zonas onde as temperaturas são relativamente elevadas no Verão e baixas no Inverno – climas temperados. A temperatura mínima a que o crescimento microbiano pode ocorrer é normalmente considerada como sendo -12°C. A temperatura óptima para estes microrganismos situa-se entre 25°C a 30°C e a máxima normalmente é de 30°C a 42°C, no entanto, existem bolores psicrotróficos que podem ainda crescer a temperaturas tão altas como 58°C (Garbutt, 1997). Os psicrotróficos têm vindo a tornar-se mais importantes devido à introdução de tecnologias de conservação pelo frio na cadeia alimentar (Adams e Moss, 2000).

### **3.3.1.4. Termófilos**

Os termófilos podem crescer em qualquer ambiente onde a temperatura seja elevada. Os termófilos extremos são encontrados a temperaturas superiores a 100°C (Garbutt, 1997). Estes microrganismos podem ter alguma importância em ambientes de processamento específicos, onde o perfil de temperaturas e os tempos de permanência lhes sejam favoráveis (Adams e Moss, 2000).

### **3.3.2. Os microrganismos e as temperaturas de refrigeração e congelação**

A conservação pelo frio tem a vantagem de preservar grande parte do valor nutritivo e organoléptico dos alimentos. Porém tem a desvantagem de não eliminar os microrganismos presentes nos alimentos, nem a acção nociva das suas toxinas, apenas os inactiva, daí que quando encontram condições ambientais favoráveis retomam a sua actividade. Assim, é importante garantir a boa qualidade das matérias-primas antes da refrigeração e congelação, para além do controlo cuidadoso da temperatura no decorrer destes processos (Inovadora, 2009).

A congelação e a refrigeração fazem parte dos métodos habitualmente empregues pela indústria alimentar para a conservação dos produtos. As baixas temperaturas retardam as reacções químicas, bem como a actividade das enzimas e dos microrganismos dos alimentos. Para as matérias-primas ou alimentos que não possam ser armazenados com segurança à temperatura ambiente, o controlo da temperatura assume um papel ainda mais crítico, devendo assegurar-se que a cadeia de frio não é interrompida (Baptista e Linhares, 2005).

Os benefícios da aplicação de baixas temperaturas na indústria dos alimentos são (Garbutt, 1997):

- Conservam-se os alimentos sem alterar muito as suas propriedades nutricionais, a cor, textura e aroma;
- Há um melhor controlo sobre a taxa das alterações enzimáticas, químicas e microbianas nos alimentos;
- Facilitam-se os processos de separação da fracção lipídica dos alimentos;
- Melhora-se a eficiência doutras operações unitárias, como descascar ou descaroçar frutos para processamento posterior;
- Reduz-se a perda de flavor nos sumos de frutos (citrinos em especial);
- Existe melhor controlo sobre o desenvolvimento das actividades metabólicas das culturas de arranque e dos microrganismos desejáveis dos alimentos (como no caso dos iogurtes);

- Aumenta-se a solubilidade do dióxido de carbono nas bebidas gaseificadas.

### **3.3.2.1. Efeito da congelação sobre os microrganismos**

Quando uma população de microrganismos é submetida a congelação, somente uma parte dessa população sobreviverá. O número de sobreviventes no alimento quando completamente congelado situa-se entre os 40 a 90%. A percentagem de sobrevivência é difícil de prever, na medida em que depende dos seguintes factores (Garbutt, 1997):

- O tipo de organismo: os organismos Gram-negativos são mais susceptíveis de afectar a congelação do que os Gram-positivos. Os esporos bacterianos são extremamente resistentes e virtualmente não são afectados pelo processo de congelação;
- A idade das células na população: as células na fase de crescimento são mais susceptíveis de sofrerem lesões do que as que estão na fase estacionária. Esta situação parece estar associada com o conteúdo elevado de lípidos das membranas das células da fase estacionária;
- A variação do arrefecimento até à temperatura final de armazenamento: quanto mais rápido for o processo de abaixamento da temperatura menores serão os danos nas células;
- A temperatura final à qual o alimento é congelado: quanto mais baixa for a temperatura maior o número de organismos sobreviventes. Os efeitos adversos são proporcionalmente próximos do ponto de congelação;
- A composição do alimento: em condições ácidas existe um aumento dos efeitos de deterioração na congelação, contudo certos constituintes presentes no alimento podem actuar como crioprotectores (substâncias que protegem as células dos estragos provocados pela congelação);
- O tempo de armazenamento no estado congelado: à medida que o tempo passa verifica-se um declínio no tempo de vida das células. Há um rápido decréscimo inicial no número (nos primeiros dias) de células seguido de uma redução mais lenta. Este efeito é mais sentido nas Gram-negativas;

- O tratamento antes da congelação: as células que foram danificadas por processos anteriores à congelação são mais susceptíveis a não sobreviverem;
- A taxa de descongelação: o efeito da descongelação na sobrevivência das células depende da taxa inicial de congelação. Com a congelação lenta a taxa de descongelação tem pouco efeito na sobrevivência. Contudo, se o material original passa de congelação rápida seguida de descongelação lenta formam-se cristais de gelo, o que faz com que as células sejam mais susceptíveis de serem danificadas. A congelação rápida seguida de descongelação rápida não produz esse efeito logo não existe esse perigo.

Durante a congelação, ocorrem uma série de eventos que contribuem para a inactivação/destruição das células microbianas (Jay *et al.*, 2005):

- Formação de cristais de gelo (congelação rápida e lenta), quando se esgota a água verifica-se a desidratação das células;
- Aumento da viscosidade do material celular, sendo isso uma consequência directa da água estar armazenada sob a forma de cristais de gelo;
- Redução de gases citoplasmáticos como o O<sub>2</sub> e o CO<sub>2</sub> uma menor quantidade de O<sub>2</sub> para as células aeróbias reduz as reacções respiratórias. Também o maior estado difuso do O<sub>2</sub> causa um aumento da actividade oxidativa no interior da célula;
- Modificação do pH na matéria celular;
- Efeitos na concentração de electrólitos celulares – estes efeitos são também uma consequência da concentração de água na formação de cristais de gelo;
- Alterações no estado coloidal do protoplasma celular;
- Desnaturação de algumas proteínas celulares;
- Choque em alguns microrganismos, sendo esta afirmação mais correcta para os termófilos e mesófilos do que para os psicrófilos;
- Danos metabólicos em algumas células microbianas.

### 3.3.2.2. Efeito da refrigeração sobre os microrganismos

A refrigeração origina um fenómeno conhecido como choque pelo frio que causa a morte e lesões numa proporção da população microbiana.

A extensão do choque pelo frio depende de factores como (Adams e Moss, 2000):

- O tipo de microrganismos (os Gram-negativos são mais susceptíveis do que os Gram-positivos);
- A fase de crescimento (as células em fase exponencial são mais susceptíveis do que as células em fase estacionária);
- O diferencial de temperatura e o grau de arrefecimento (em ambos os casos quanto maior for maior será o dano);
- A taxa de crescimento.

O principal mecanismo do choque pelo frio nas membranas é provocado por alterações nos lípidos presentes nas membranas, que criam poros hidrofílicos onde o conteúdo citoplasmático pode perder-se (Adams e Moss, 2000).

O choque pelo frio pode causar dois tipos de danos às células microbianas (Garbutt, 1997):

- Danos directos.
- Danos indirectos.

Os danos directos encontram-se associados ao processo de arrefecimento dos alimentos da temperatura ambiente até à temperatura de refrigeração. A extensão dos danos depende da taxa de arrefecimento, sendo maiores quando a taxa é lenta. Este tipo de danos resulta de alterações da estrutura da membrana celular, que permite a fuga de constituintes celulares importantes como aminoácidos e ATP, as células em crescimento activo são mais susceptíveis do que as que se encontram em fase estacionária (Garbutt, 1997).

Os danos indirectos estão relacionados com a manutenção da temperatura de refrigeração por períodos de tempo mais ou menos prolongados (vários dias), e é

independente da taxa à qual se arrefecem os alimentos. Este tipo de danos está associado com o efeito negativo das baixas temperaturas sobre os processos de trocas metabólicas entre as células microbianas e o seu meio (nutrientes e produtos de excreção). Deste modo, as células sofrem empobrecimento em nutrientes essenciais e acumulam produtos de excreção tóxicos, que podem conduzir à sua morte (Garbutt, 1997).

Quer no caso dos danos directos quer nos indirectos, o choque pelo frio afecta especialmente os microrganismos mesófilos em particular os bacilos Gram-negativos, entre os quais se incluem algumas espécies patogénicas como a *Salmonella* spp., embora os patógenos Gram-negativos mesófilos possam ver os seus números reduzidos devido aos choques pelo frio, o efeito microbicida da refrigeração não é previsível, e as células que sofreram danos sub-letais podem recuperar posteriormente se o alimento for mantido a temperaturas superiores. Por isso, a refrigeração não deve ser encarada como um tratamento microbicida (Garbutt, 1997).

### **3.3.2.3. Impacto das baixas temperaturas sobre a qualidade e segurança dos alimentos**

A segurança alimentar surge actualmente como uma das principais preocupações da indústria alimentar. Tal decorre da grande preocupação do consumidor com os alimentos que consome actualmente e do receio que estes não sejam seguros para a saúde humana, ou seja, que não sejam inócuos (Hogg *et al.*, 2004).

A refrigeração, não só aumenta o tempo de vida de armazenamento dos alimentos como também inibe o crescimento de mesófilos patogénicos. Por isso, tem impacto quer sobre a segurança, quer sobre a qualidade dos alimentos (Garbutt, 1997). Para todos os efeitos, os alimentos conservados a -10°C não permitem o crescimento de microrganismos, pelo que a congelação é um método eficaz para a conservação dos alimentos. Contudo, é necessário não esquecer que nem a refrigeração nem a congelação vão tornar um produto inseguro num produto seguro, porque a sua letalidade microbiológica é limitada e as toxinas pré-formadas vão persistir (Adams e Moss, 2000).

O grau de sobrevivência dos microrganismos depois da congelação vai depender das condições precisas da congelação, da natureza do alimento e da composição da sua microflora. O armazenamento por congelação pode inactivar com segurança organismos como os protozoários patogénicos e vermes parasitários. O conteúdo dos alimentos muitas vezes actua como crioprotectores para bactérias, por isso as bactérias patogénicas podem sobreviver por longos períodos no estado congelado (Adams e Moss, 2000).

Os efeitos da temperatura sobre o crescimento microbiano são bem conhecidos. Tipicamente, a taxa de crescimento diminui quando as temperaturas são baixas. As baixas temperaturas têm como resultado um aumento da duração da fase de latência, bem como uma redução da taxa de crescimento na fase exponencial. Muitos microrganismos não conseguem sequer crescer às temperaturas de refrigeração (abaixo de 7°C). Contudo, há muitos que podem fazê-lo, sendo que alguns destes são patogénicos. O *Clostridium botulinum* tipo E pode crescer a temperaturas da ordem de 3,3°C, a *Listeria monocytogenes* pode crescer até 3°C e a *Yersinia enterocolitica* pode sobreviver até aos 0°C. Boas práticas sanitárias e de produção, são significativas para a prevenção do crescimento de importantes patogénicos psicrotróficos como *Listeria monocytogenes* e a *Yersinia enterocolitica*, por isso deve-se encher os refrigeradores de acordo com a sua capacidade de refrigeração e fazer o controlo da temperatura de armazenamento (Sergelidis *et al.*, 1997). A presença de *Listeria* spp. pode ser um indicativo de pouca higiene e de cenários de contaminação cruzada que pode favorecer a persistência de *Listeria monocytogenes* (Azevedo *et al.*, 2005).

### **3.3.3. Deterioração dos alimentos conservados pelo frio**

A refrigeração ou congelação é frequentemente citada como um possível factor de incidentes na qualidade dos produtos (James *et al.*, 2008).

Os alimentos perecíveis devem ser armazenados a temperatura controlada, para retardar o crescimento dos microrganismos e consequentemente a deterioração. Deve-se assegurar que a temperatura dos alimentos perecíveis atinja, no máximo, os 5°C durante toda a sua permanência na cadeia de refrigeração (ANZFA a, 2001). O armazenamento

por congelação deve funcionar de modo a manter a temperatura dos alimentos a  $-18^{\circ}\text{C}$  ou mais baixa, com um mínimo de desvios possível (*Codex Alimentarius*, 1976), visto que a temperatura de armazenamento determina a qualidade final do produto (Archer, 2004).

A temperatura de armazenamento dos alimentos é um dos factores determinantes na qualidade dos produtos. Existem muitos métodos de conservação alimentar, os quais podem ser divididos em processos bactericidas, que destroem os microrganismos (irradiação e cocção) e processos bacteriostáticos como a refrigeração e congelação. A temperatura adequada durante o processo de conservação é de fundamental importância para inibir a proliferação microbiana e minimizar as reacções químicas que causam a deterioração dos alimentos (Silva, 1997).

O frio tem sido reconhecido como um excelente método de conservação de alimentos, além de ser seguro e confiável (Murmman *et al.*, 2004). A temperatura altera a fisiologia dos microrganismos e tem um efeito selectivo na microflora do alimento, levando a que predominem os psicrófilos e psicrotróficos na refrigeração, e os mesófilos à temperatura ambiente. A maioria dos microrganismos requer temperaturas superiores a  $10^{\circ}\text{C}$  para a sua proliferação. Ao referir-se à refrigeração geralmente considera-se temperaturas inferiores a  $10^{\circ}\text{C}$ , que inibem o desenvolvimento dos microrganismos mesófilos. No entanto, os psicrotróficos ainda são capazes de se desenvolverem entre  $0^{\circ}\text{C}$  a  $7^{\circ}\text{C}$ . Mesmo para estes, quanto mais baixa for a temperatura, menor será a velocidade de multiplicação. Assim, um alimento sofrerá deterioração aproximadamente duas vezes mais rápida a temperaturas superiores a  $10^{\circ}\text{C}$  do que a temperaturas entre  $0^{\circ}\text{C}$  a  $5^{\circ}\text{C}$  (Franco e Landgraf, 1996; Sivansakar, 2004). Quanto mais baixa for a temperatura de congelação e refrigeração, maior será a vida de prateleira do produto, sendo o frio um dos melhores meios para se manter a coloração, o aroma e a aparência de muitos alimentos (Franco e Landgraf, 1996; Murmman *et al.*, 2004).

A vida de prateleira dos alimentos armazenados depende da manutenção das condições de temperatura, sendo que oscilações térmicas podem determinar vários problemas, como a deterioração do alimento e a formação de cristais de gelo maiores no interior do produto armazenado (Proudlove, 1996).

Os alimentos são sistemas complexos e activos. Assim para avaliar a vida de prateleira, tem que se compreender o conjunto de reacções microbiológicas, enzimáticas e físico-químicas que existem no seu interior, e identificar os motivos e mecanismos responsáveis pela sua degradação ou perda de características. A vida de prateleira avalia a evolução microbiológica no alimento e depende de três factores: factores intrínsecos relacionados com o produto, onde o pH e o  $a_w$  são os mais importantes; factores extrínsecos relacionados com o ambiente, na qual a temperatura é a variável mais importante e os factores implícitos relacionados com o comportamento dos microrganismos perante a combinação dos factores intrínsecos e extrínsecos. Isto significa que combinando valores de pH,  $a_w$  e temperatura, poderão ser proporcionadas condições para um maior desenvolvimento microbiológico no alimento ou pelo contrário inibir o seu crescimento.

O tempo máximo de refrigeração e congelação não é só baseado em factores microbiológicos, mas também em factores como a textura, sabor, tenrura, cor e qualidade nutricional (Jay *et al.*, 2005).

Ocorrem muitas alterações químicas, bioquímicas e físicas durante a armazenagem dos alimentos em refrigeração, que conduzem a perdas mais ou menos acentuadas de qualidade dos produtos. Em muitos casos, são estas reacções e não o crescimento microbiano, que limitam a vida de prateleira dos produtos refrigerados. Em geral, a velocidade destas reacções decresce com a temperatura, embora haja algumas excepções importantes a esta regra (Hartel e Heldman, 1997).

### **3.3.3.1. Reacções químicas que determinam a vida de prateleira dos produtos refrigerados**

As reacções químicas que afectam a vida de prateleira dos alimentos à temperatura ambiente também se aplicam aos alimentos refrigerados. Contudo, as taxas destas reacções são reduzidas pelas baixas temperaturas, conduzindo a uma extensão da vida de prateleira. Estas reacções são:

**Oxidação dos lípidos.** Nas carnes, aves, produtos lácteos, alguns peixes e alimentos processados que contém lípidos, a oxidação destes constituintes é um elemento significativo da qualidade durante a armazenagem em refrigeração por períodos prolongados. Como sucede com a maioria das reacções de deterioração, a velocidade da oxidação dos lípidos diminui com a temperatura. Contudo, as taxas de oxidação do óleo de milho, por exemplo, sofrem uma diminuição de apenas duas vezes a uma temperatura de 4 °C em comparação com a armazenagem à temperatura ambiente (Hartel e Heldman, 1997).

**Reacção de Maillard.** Esta reacção química complexa entre açúcares redutores e proteínas, que conduz a um escurecimento (não enzimático) dos alimentos, também se verifica às temperaturas de refrigeração. Contudo, a sua velocidade é reduzida 2 a 3 vezes aquando da armazenagem em refrigeração. Assim, outras alterações negativas da qualidade assumem, na maioria dos casos, um papel mais importante do que esta na determinação da vida de prateleira dos alimentos refrigerados (Hartel e Heldman, 1997).

### **3.3.3.2. Reacções enzimáticas que determinam a vida de prateleira dos produtos refrigerados**

As enzimas dos alimentos podem ser endógenas (se ocorrem naturalmente nas matérias-primas usadas para confeccioná-los) ou exógenas (se foram adicionadas durante o processamento alimentar ou através de contaminantes). As enzimas presentes nos alimentos participam em muitas reacções com impacto negativo sobre a qualidade dos alimentos armazenados em refrigeração (Hartel e Heldman, 1997).

**Escurecimento enzimático.** O escurecimento enzimático ocorre nos frutos e vegetais quando os seus tecidos são danificados acidentalmente ou no decorrer do seu processamento (descasque, corte, fatiamento, etc.). As fenolases contidas nos tecidos reagem com os compostos fenólicos dos alimentos, em presença do oxigénio, originando um pigmento amarelo-acastanhado. A taxa e extensão do escurecimento depende da concentração da enzima no alimento, do tipo de produto, do seu pH, da disponibilidade de oxigénio, das condições da embalagem, da presença de inibidores

enzimáticos e da temperatura. A temperatura, em geral, reduz a taxa desta reacção (Hartel e Heldman, 1997).

**Glicólise.** Nos tecidos vivos, a degradação do glicogénio é um aspecto importante do funcionamento das células. Após a colheita ou abate, este processo continua a verificar-se. As baixas temperaturas diminuem a taxa desta reacção (Hartel e Heldman, 1997).

**Proteólise.** As proteases presentes nos alimentos podem alterar o aroma e a textura de muitos produtos, como peixe, carne e lacticínios. Estas enzimas degradam as proteínas dos alimentos, produzindo péptidos de cadeias curtas e aminoácidos. Muitos destes péptidos têm um impacto considerável sobre as alterações do flavor durante a armazenagem, embora também afectem a textura. Nas carnes, por exemplo, a proteólise é uma das responsáveis pelo amolecimento dos tecidos que ocorre após o abate e que se designa por condicionamento. Nos queijos, a proteólise contribui para a produção de sabores característicos (Hartel e Heldman, 1997).

**Lipólise.** As lipases, quer endógenas, quer adicionadas, catalizam a hidrólise dos triacil gliceróis a ácidos gordos, mono e diacilgliceróis. Como muitos ácidos gordos têm odores desagradáveis, a sua acumulação conduz a um decréscimo da qualidade. Contudo, em certos queijos (ex. Roquefort, Parmesão) a lipólise contribui para o flavor final, desejável, do produto (Hartel e Heldman, 1997).

### **3.3.3.3. Processos físico-químicos que determinam a vida de prateleira dos produtos refrigerados**

**Migração de componentes.** Em muitos produtos, a migração de componentes de e para os alimentos pode estar na base de alterações consideráveis na sua qualidade. Um dos componentes mais móveis, e também dos mais importantes, dos alimentos é a água. Os alimentos facilmente perdem ou ganham humidade, dependendo das condições de armazenagem e das características do produto. A taxa de migração da água depende de diferenças entre a actividade da água dos diversos constituintes do alimento e do ambiente de armazenagem, que por sua vez dependem da temperatura. A armazenagem

em refrigeração diminui a taxa de migração da humidade entre os elementos estruturais dum alimento (p. ex., entre os ingredientes duma pizza), mas aumenta a taxa de evaporação devido à diminuição da pressão parcial de vapor do ar frio que rodeia o alimento. A taxa de secagem dos alimentos durante a armazenagem em refrigeração pode ser controlada empregando métodos apropriados de embalagem (Hartel e Heldman, 1997).

**Alterações de fase.** Nalguns produtos, há uma tendência para se verificarem alterações de fase lentas, que vão gradualmente diminuindo a qualidade dos produtos. Por exemplo, o endurecimento do pão está associado, em parte, à retrogradação do amido. Este fenómeno consiste na lenta cristalização deste constituinte maioritário do pão, que conduz ao endurecimento da matriz do produto. Este processo ocorre com maior rapidez às temperaturas de refrigeração do que à temperatura ambiente. O aparecimento duma camada esbranquiçada à superfície do chocolate e o endurecimento da manteiga, que se devem à cristalização dos lípidos a baixas temperaturas, são também exemplos de processos de mudança de fases (Hartel e Heldman, 1997).

#### **3.3.3.4. Alterações do valor nutritivo dos alimentos refrigerados**

Apesar de, em geral, se verificar um decréscimo na taxa das reacções quando a temperatura decresce, podem ainda ocorrer perdas significativas de nutrientes nos produtos refrigerados. As vitaminas, em especial a vitamina C e as do grupo B são especialmente atingidas. Em geral, os glícidos, lípidos e proteínas dos alimentos não sofrem alterações tão importantes como as das vitaminas. A extensão da perda de vitaminas depende do tipo de produto (pH, teor em água, concentração de enzimas), da concentração em O<sub>2</sub> da atmosfera de armazenagem, da humidade do ambiente de armazenagem e da temperatura de refrigeração (Hartel e Heldman, 1997).

#### **3.3.3.5. Alterações do valor nutritivo dos alimentos congelados**

Existem cinco factores importantes para a manutenção da qualidade dos produtos armazenados em congelação: efeitos da concentração dos solutos, efeitos do

tamanho das partículas dos cristais de gelo, taxa de congelação, temperatura final atingida e efeitos de ciclos de congelação-descongelação intermitentes (Garbutt, 1997).

Os efeitos da concentração de solutos têm um papel importante na manutenção da qualidade da maior parte dos alimentos. O alimento tem que estar completamente congelado para que a sua qualidade se mantenha durante a armazenagem em congelação. A existência dum zona parcialmente congelada ou dum núcleo descongelado irá provocar a deterioração das propriedades do alimento (textura, cor, flavor, etc.). O motivo para isto reside não só na possibilidade de crescimento microbiano, mas também na elevada concentração de solutos que fica na água remanescente, não congelada. A elevada concentração dos solutos na água não congelada dos alimentos afecta de forma negativa a sua qualidade, devido a (Garbutt, 1997):

- Precipitação ou cristalização dos solutos, como sucede com a lactose nos gelados, que, ao precipitar, pode conferir-lhes uma textura arenosa;
- Desnaturação e precipitação das proteínas;
- Decréscimo dos valores de pH, atingindo-se valores abaixo do ponto isoeléctrico das proteínas devido ao acréscimo da concentração dos solutos ácidos, causando coagulação e precipitação das proteínas;
- Instabilização de suspensões coloidais;
- Supersaturação dos gases, forçando a que sejam expelidos dos alimentos, como na congelação de bebidas gaseificadas;
- Desidratação dos tecidos adjacentes.

O tamanho dos cristais de gelo também afecta a qualidade dos alimentos que se encontram armazenados em congelação. Quando a água que está no interior das células de tecidos que foram vivos, como carne, peixe, frutos e vegetais, congela rapidamente, formam-se cristais de pequeníssimas dimensões. Contudo, se a taxa de congelação for lenta, o tamanho dos cristais é muito maior e, para além disso, formam-se também agregados de cristais, que podem conduzir à ruptura das células por mecanismos físicos. A formação de cristais de gelo de grandes dimensões pode também afectar emulsões como a manteiga, produtos espumosos como os gelados e géis como os pudins e recheios de tartes, resultando no aumento da sinerese nestes produtos (Garbutt, 1997).

A taxa de congelação é importante porque uma congelação rápida ou instantânea produz cristais de gelo muito pequenos e também minimiza o tempo de contacto das estruturas do alimento com concentrações elevadas de solutos (Garbutt, 1997).

A temperatura final e a sua manutenção durante todo o ciclo de vida comercial do produto, com uma tolerância de variabilidade de  $\pm 1^{\circ}\text{C}$ , é muito importante. A escolha de temperaturas iguais ou inferiores a  $-18^{\circ}\text{C}$  baseia-se em dados experimentais e é um compromisso entre custo mínimo e qualidade óptima. Do ponto de vista microbiológico, não seria necessário armazenar os alimentos a temperaturas de  $-18^{\circ}\text{C}$ , porque a maioria dos patógenos não cresce a temperaturas inferiores a  $+3,3^{\circ}\text{C}$  e mesmo os microrganismos deteriorantes não conseguem crescer abaixo de  $-9,4^{\circ}\text{C}$ . Contudo, as reacções enzimáticas não param (apenas desaceleram) para estas temperaturas, isto porque as enzimas mantêm a sua actividade para temperaturas muito mais baixas, da ordem dos  $-73^{\circ}\text{C}$ . A armazenagem por períodos prolongados à temperatura de  $-9,4^{\circ}\text{C}$ , em que uma parte considerável da água dos alimentos não se encontra congelada, conduz à deterioração enzimática dos alimentos e afecta negativamente a sua qualidade, em especial por conduzir a deterioração oxidativa. Por este motivo, é necessário inactivar as enzimas de frutos e vegetais por branqueamento antes de proceder à sua congelação (Garbutt, 1997).

A  $-18^{\circ}\text{C}$ , as reacções não enzimáticas de deterioração dos alimentos também não cessam completamente, apenas se processam a uma taxa muito mais lenta (Garbutt, 1997).

Ciclos intermitentes de congelação e descongelação (devidos ao mau funcionamento dos equipamentos e/ou a falhas na manipulação dos alimentos congelados) afectam negativamente a qualidade dos produtos alimentares armazenados em congelação. Os danos verificados durante a congelação lenta também ocorrem durante a descongelação lenta. Uma flutuação de apenas  $3^{\circ}\text{C}$  (a  $-18^{\circ}\text{C}$ ) pode causar danos apreciáveis. Os efeitos negativos das elevadas concentrações de solutos começam a verificar-se quando a temperatura sobe acima dos  $-12^{\circ}\text{C}$ , resultando numa perda de fluidos pelos tecidos congelados (Garbutt, 1997). Para Hazelwood e McLean (1996) e Hobbs e Roberts (1998), o uso correcto dos equipamentos de frio reduz significativamente a deterioração dos alimentos e os riscos à saúde.

### **3.3.4. Importância do controlo da temperatura para a segurança dos alimentos**

O controlo da temperatura é essencial para reduzir o crescimento microbiano e minimizar o risco de ocorrerem toxi-infecções alimentares. Controlar a temperatura significa manter os alimentos bem frios ou bem quentes de modo a garantir a sua segurança. Como as bactérias são invisíveis a olho nú e não podem ser removidas fisicamente do alimento, o que se pode fazer apenas é controlar os seus níveis. Existem duas formas de utilizar a temperatura para conseguir o seu controlo destruindo as bactérias perigosas e reduzindo os seus níveis através da cozedura ou reaquecimento ou controlando o seu crescimento mantendo os alimentos muito quentes ou muito frios. Para alimentos de elevado risco, este tipo de controlo é o mais importante na medida em que permite promover a segurança destes alimentos (Pais, 2007).

Como a temperatura influencia a multiplicação microbiana, a falta de controlo desta na conservação de alimentos de fácil deterioração, acarreta não só importantes perdas económicas e nutricionais, como também compromete a segurança higio-sanitária e altera as características sensoriais dos alimentos, como o sabor, cor, textura e odor (Lima, 2001; Figueiredo *et al.*, 2003; Góes *et al.*, 2004). Deste modo, o controlo do tempo e temperatura são considerados parâmetros fundamentais para o controlo dos perigos microbianos (Pais, 2007).

Uma falha no controlo da temperatura do ar do equipamento de refrigeração pode resultar no crescimento microbiano e potencial perigo. De facto, a temperatura do ar de um refrigerador é crítica para o controlo do crescimento microbiano, podendo vir a ser considerada um PCC (ponto crítico de controlo) num sistema de HACCP. De acordo com o Decreto-Lei nº 132/2000, deverá ser efectuado um registo e controlo periódico das temperaturas em todas as câmaras de refrigeração e congelação usadas para a conservação dos alimentos.

Muitos refrigeradores domésticos estão incorrectamente ajustados, estando a funcionar a temperaturas superiores à temperatura recomendada sendo assim capazes de suportar um crescimento sub-ótimo mas significativo de organismos mesófilos como o *Staphylococcus aureus* e a *Salmonella* spp. (Flynn *et al.*, 1992; Jonhson *et al.*, 1998). Os

refrigeradores correctamente ajustados podem proporcionar o crescimento de patogénicos psicotróficos como a *Listeria monocytogenes* e a *Yersinia enterocolitica* que podem aumentar para números significativos em alimentos armazenados por longos períodos em refrigeradores domésticos (Jackson *et al.*, 2007).

Um inadequado controlo da temperatura dos alimentos é uma das causas mais comuns de intoxicações alimentares ou deterioração dos alimentos.

Apresentam-se no quadro 4 as temperaturas aconselháveis para o armazenamento de alimentos congelados e refrigerados.

<b>Matéria-prima</b>		<b>Temperatura de armazenamento recomendada (°C)</b>
<b>Produtos lácteos</b>	Iogurtes	0 a 5
	Queijo fresco	0 a 5
	Leite do dia	0 a 5
	Manteigas e margarinas	0 a 5
<b>Carne</b>	Carnes e derivados congelados	Inferior a -18
	Fresca	0 a 5
	Aves e criação	0 a 5
	Fiambre, salsicharia, etc.	0 a 5
<b>Pescado</b>	Congelado	Inferior a -18
	Fresco	0 a 3
<b>Ovos</b>	Frescos	0 a 15*
	Pasteurizados	0 a 3
<b>Hortofrutícolas</b>	Frescos	7 a 10
	Congelados	Inferior a -18
<b>Pastelaria variada com creme</b>		0 a 5

**Quadro 4** - Temperaturas de armazenamento para alimentos congelados e refrigerados.

Fonte: Morais e Pinto, 2000.

\*Idealmente de 10°C a 15°C

### 3.4. Métodos de conservação a baixas temperaturas

Podem subdividir-se os métodos de processamento e conservação a baixas temperaturas em dois tipos: refrigeração e congelação.

### 3.4.1. Refrigeração

A refrigeração pode ser definida como, um processo de remoção de calor de um espaço fechado, com o objectivo de reduzir e manter a temperatura deste espaço, abaixo da temperatura da atmosfera circundante (Pruthi, 1999).

A refrigeração distingue-se da congelação com base na temperatura a que é conduzida cada uma destas operações. Refrigerar significa armazenar os alimentos a temperaturas superiores à correspondente ao ponto de congelação da água nos alimentos. Empregam-se, geralmente, temperaturas entre  $-2,2^{\circ}\text{C}$  e  $+16^{\circ}\text{C}$ , apesar de a água pura congelar a  $0^{\circ}\text{C}$ , a maioria dos alimentos só começa a congelar a temperaturas iguais ou inferiores a  $-2,2^{\circ}\text{C}$ . Na maioria dos casos, os frigoríficos operam a temperaturas entre os  $4^{\circ}\text{C}$  e os  $7^{\circ}\text{C}$ . A estas temperaturas os psicrófilos ainda tem capacidade de se desenvolverem e eventualmente tornar o alimento potencialmente perigoso, embora a sua taxa de crescimento seja lenta (Garbutt, 1997).

A refrigeração pode condicionar a natureza e a extensão dos danos que os alimentos sofrem durante o armazenamento. Factores como as baixas temperaturas, empregam um efeito selectivo prevenindo o crescimento dos mesófilos e conduzem a uma microflora dominada pelos psicotróficos (Adams e Moss, 2000).

A armazenagem em refrigeração pode garantir a conservação de alimentos perecíveis por períodos que vão de alguns dias até várias semanas, dependendo do tipo de alimento considerado. Em virtude deste facto verifica-se um aumento da fase de retardamento em termos de tempo, e diminuição da taxa de crescimento dos microrganismos, o que faz com que o tempo de armazenamento do alimento seja maior do que se esperaria, se este tivesse sido armazenado à temperatura ambiente (Garbutt, 1997).

A vida de prateleira dos alimentos refrigerados depende de vários factores (Garbutt, 1997):

- Composição do alimento;
- Nível inicial de contaminação e o tipo de psicotróficos presentes;

- A utilização ou não de outros métodos de conservação (por exemplo: vácuo) em conjunto com a refrigeração. No caso de se recorrer ao vácuo o nível de segurança para o alimento é maior, na medida em, que através deste processo é possível reduzir o crescimento de microrganismos patogénicos;
- A temperatura à qual o alimento é armazenado vai influenciar a duração dos produtos. Quanto mais perto do limite inferior em termos de temperatura de conservação maior a durabilidade do produto em armazém.

A refrigeração não só aumenta a duração da vida de prateleira do alimento como inibe o crescimento dos mesófilos (entre os quais, das bactérias patogénicas). Em resultado da refrigeração pode-se afirmar que através desta se consegue uma maior segurança para o consumidor, na medida em que existe um maior controlo sobre o desenvolvimento dos microrganismos (Garbutt, 1997).

A refrigeração é pois uma importante barreira contra a deterioração e o crescimento microbiano (Codex *Alimentarius*, 1999).

Na sociedade moderna, a refrigeração é um dos métodos mais frequentes de conservação dos alimentos perecíveis (Esteves *et al.*, 2002).

Os alimentos refrigerados representam um dos mais rápidos sectores de crescimento das indústrias de mercado e de serviço alimentar e, numa época de globalização, quando alguns alimentos exigem uma temperatura específica de armazenamento no transporte até ao consumidor, a existência de uma cadeia de frio torna-se cada vez mais importante (Ovca e Jevsnik, 2009).

O controlo da cadeia de frio é fundamental para preservar a segurança e qualidade de alimentos refrigerados (Tom, 2006). O uso impróprio da refrigeração pode trazer consequências a nível do crescimento de microrganismos, afectando a qualidade, a segurança e a vida de prateleira dos alimentos (Esteves *et al.*, 2002; Ovca e Jevsnik, 2009). Para alimentos perecíveis, a cadeia de frio deve estar a temperaturas inferiores a 5°C ou obedecer às temperaturas recomendadas nas embalagens (Likar e Jevsnik, 2006).

Nos últimos anos, tem-se assistido a um aumento significativo dos alimentos refrigerados disponíveis no mercado, como a carne fresca, o peixe e os lacticínios assim

como uma grande variedade de novos produtos, incluindo refeições completas, saladas, sobremesas entre muitos outros. Três factores principais contribuíram para este desenvolvimento (Adams e Moss, 2000):

- A tendência por parte dos produtores alimentares, para a valorização dos seus produtos;
- O consumidor procurar alimentos frescos e ao mesmo tempo querer a conveniência de comprar ocasionalmente e a facilidade de preparação;
- A possibilidade técnica de dispor de uma eficiente cadeia de frio (a organização e a infraestrutura que permite a manutenção de temperaturas baixas ao longo da cadeia a partir do produtor até ao consumidor).

### **3.4.2. Congelação**

A congelação é uma técnica ancestral para a conservação dos alimentos, que teve a sua origem na China (Archer, 2004).

Por congelação, entende-se manter o alimento a temperaturas que garantam a sua congelação completa. Os alimentos começam a congelar no intervalo de  $-0.5^{\circ}\text{C}$  a  $-3^{\circ}\text{C}$  e a congelação completa só pode, regra geral, ser mantida por armazenagem a temperaturas iguais ou inferiores a  $-18^{\circ}\text{C}$ . Do ponto de vista tecnológico, a rapidez de congelação é normalmente avaliada pelo tempo necessário para que toda a massa do alimento ultrapasse o intervalo térmico entre  $-1^{\circ}\text{C}$  a  $-5^{\circ}\text{C}$ , uma vez que é neste intervalo que congela 80% da sua água de constituição (Dias, 2007).

Na prática, a congelação envolve a redução da temperatura do alimento embalado ou no seu todo, para níveis bem abaixo do ponto de congelação, geralmente entre os  $-10^{\circ}\text{C}$  e  $-20^{\circ}\text{C}$ . A conversão de água em gelo aumenta a concentração de solutos dissolvidos em água não congelada e assim baixa a actividade da água do alimento. Deste modo, a congelação tem um duplo efeito inibidor sobre os microrganismos, afectando o crescimento devido à aplicação de temperaturas inferiores ao seu mínimo e à obtenção de baixas concentrações de água disponível (Rizvi, 2002). Pode ainda

induzir a alterações genéticas nos microrganismos, despoletando a actividade de certos genes e inibindo outros (Archer, 2004).

Alimentos congelados ou alimentos confeccionados e guardados sob congelação, devem ser conservados a uma temperatura não superior a  $-18^{\circ}\text{C}$  (Santos, 2007). Desta forma, os alimentos podem conservar-se durante algum tempo, dependendo do tipo de alimento considerado. A congelação é considerada a técnica mais bem sucedida para a conservação dos alimentos a longo prazo (Archer, 2004), visto que o conteúdo de nutrientes é largamente retido e o produto congelado assemelha-se ao produto fresco (Adams e Moss, 2000).

A congelação retarda a deterioração dos alimentos e aumenta a sua segurança, não só por impedir o desenvolvimento de microrganismos, mas também, pelo abrandamento da actividade enzimática, que pode causar deterioração. Apesar de alguns microrganismos serem destruídos durante o processo de congelação, esta não pode ser encarada como tendo acção microbicida, porque a maioria dos microrganismos (com excepção dos parasitas) sobrevivem, motivo pelo qual os alimentos devem ser manipulados cuidadosamente tanto antes da congelação como depois da descongelação (Fellows, 2000).

O processo de congelação consiste em retirar calor específico e latente ao produto para que a sua água de constituição congele. Quanto mais rápida for a dissipação de calor, menores dimensões terão os cristais de gelo formados e menor será também a alteração da estrutura celular dos produtos submetidos a este processo. Portanto, um aparelho de congelação deve ter potência frigorífica suficiente para que a transferência de calor do alimento para o meio receptor se faça num tempo razoável de acordo com o tipo e as dimensões do alimento (Dias, 2007).

Existem duas maneiras básicas de congelação que são: a congelação rápida e a congelação lenta.

A congelação rápida, é o processo pelo qual a temperatura do alimento está abaixo dos  $-20^{\circ}\text{C}$  em 30 minutos. Este tratamento pode ser realizado por imersão directa ou por contacto indirecto do alimento com o congelador com a deslocação de bolsas de

ar frias à volta do alimento que está a ser congelado. A congelação lenta, refere-se ao processo pelo qual a temperatura desejada é obtida em 3-72 horas. A congelação rápida apresenta mais vantagens do que a lenta, do ponto de vista da qualidade do produto, uma vez que o menor tamanho dos cristais de gelo permite danificar minimamente as células dos tecidos que o constituem, garantindo assim uma melhor conservação das suas propriedades sensoriais. Contudo, as células microbianas sobrevivem melhor quando a congelação é rápida do que quando esta é feita lentamente, o que reforça a necessidade da observação de Boas Práticas durante a congelação e descongelação dos alimentos (Jay *et al.*, 2005).

No que respeita à formação dos cristais a congelação lenta favorece a formação de grandes cristais de gelo extracelulares, o que desencadeia um aumento da concentração de solutos no ambiente que rodeia a célula, seguido por plasmólise, e posteriormente a contracção e morte das células. Não há evidência que algum mecanismo de destruição esteja associado com a formação de cristais de gelo fora da célula. Enquanto a congelação rápida favorece a formação de pequenos cristais de gelo intracelulares, a congelação lenta contribui para cristais de maiores dimensões que irão causar a rotura das células do alimento, resultando em perdas de qualidade, motivo pelo qual não deve ser praticada (Jay *et al.*, 2005).

<b>Congelação rápida</b>	<b>Congelação lenta</b>
Formação de pequenos cristais de gelo	Formação de grandes cristais de gelo
Bloqueio ou supressão do metabolismo	Colapso da comunicação do metabolismo
Exposição rápida à concentração de constituintes adversos	Exposição prolongada a condições adversas ou factores prejudiciais
Não há adaptação a temperaturas baixas	Adaptação gradual
Choque térmico	Não há efeito de choque
Não existe efeitos protectores	Acumulação de solutos concentrados com efeitos benéficos.
Evita o desequilíbrio metabólico interno	

**Quadro 5** - Comparação dos métodos de congelação. Fonte: Jay *et al.*, 2005.

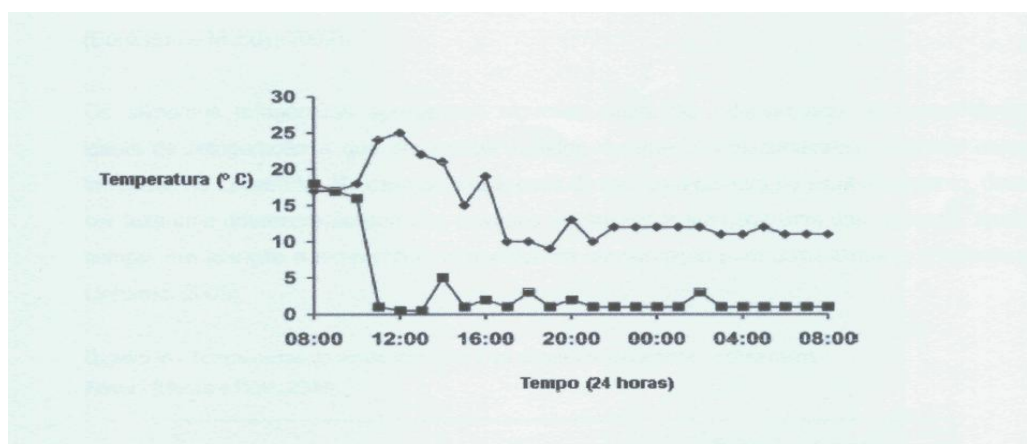
Durante a congelação do alimento a água é removida da solução e transformada em cristais de gelo. A diminuição da concentração da água durante a congelação do alimento é acompanhada de alterações nas suas propriedades (pH, acidez, força iónica, viscosidade, pressão osmótica, pressão de vapor, ponto de congelação, tensão superficial e interfacial e potencial redox). O crescimento dos cristais é um dos factores que limita o tempo de vida de congelação de certos alimentos, porque os cristais ao crescerem provocam lesões nas células na medida em que rompem as paredes celulares e as estruturas internas, tornando o produto descongelado com uma textura e sabor diferente. Durante a descongelação o alimento congelado pelo método de congelação lenta tende a perder mais água do que o alimento que foi congelado por congelação rápida no mesmo período de tempo (Jay *et al.*, 2005).

A congelação e descongelação podem tornar alguns alimentos mais susceptíveis ao ataque microbiológico, devido à destruição das barreiras antimicrobianas no produto e à condensação de água à sua superfície. Os alimentos descongelados deterioram-se mais depressa do que os alimentos que não foram descongelados, pelo que não se deve congelar o produto após ter sido descongelado, visto que, este perde textura e outras qualidades, para além de aumentar os riscos de contaminação do produto (Adams e Moss, 2000).

### **3.4.3. Equipamentos de frio para os estabelecimentos alimentares**

Uma questão importante para a estabilidade da temperatura e, conseqüentemente, para a conservação e segurança dos produtos armazenados a baixas temperaturas é o tipo de equipamento utilizado. Devido ao seu menor preço, é frequente, em empresas de pequena dimensão, o recurso a equipamentos para uso doméstico, em vez de utilizarem equipamento específico para fins comerciais. Num estudo realizado por Walker *et al.* (2003), no Reino Unido, verificou-se que 60% das empresas utilizavam frigoríficos domésticos. A monitorização das temperaturas, nos dois tipos de equipamento (Figura 2) revelou existirem diferenças acentuadas no controlo da temperatura entre frigoríficos domésticos e comerciais. Dado que apenas com recurso a frigoríficos comerciais se conseguem temperaturas adequadas e estáveis,

as empresas devem utilizar exclusivamente equipamentos deste tipo para a conservação dos alimentos em refrigeração (Walker *et al.* 2003).



**Figura 2** - Registos de temperatura num refrigerador doméstico (♦) e num refrigerador comercial (■) utilizados em restauração. Temperatura do ar medida por data logger das 8:00 até às 10:00 da manhã. Fonte: Walker *et al.*, 2003.

A circulação correcta do ar é vital para um controlo eficiente da temperatura em todos os tipos de equipamento, sendo que o design básico da unidade é importante. Mas mesmo os melhores designs podem apresentar zonas quentes e zonas frias. Em unidades com design inadequado, a variação da zona mais fria para a mais quente pode ser muito significativa. Não se deve portanto sobrecarregar demasiado as unidades de refrigeração e não posicionar os alimentos de modo a provocar um bloqueio do ar (Miller *et al.*, 1997).

A temperatura deve ser controlada e registada regularmente (ARESP, 2006), e a arrumação dos alimentos deve proporcionar ao mesmo tempo boa visibilidade e acesso fácil ao conteúdo do equipamento.

Todos os alimentos que necessitam de frio para a sua conservação devem ser colocados em câmaras frigoríficas ou de congelação respeitando os seguintes princípios (Esteves *et al.*, 2002):

- O equipamento de frio deve localizar-se em áreas bem ventiladas e fora das zonas de preparação de alimentos ou da luz solar directa;
- A cadeia de frio dos alimentos nunca deve ser interrompida, o que significa que os alimentos devem manter sempre a mesma temperatura;

- As câmaras não devem encontrar-se demasiadamente cheias, de modo a permitir uma boa circulação de ar à volta dos produtos, devendo-se encher no máximo até dois terços da sua capacidade. No caso de não haver espaço no refrigerador, devem ser removidos os alimentos que não sejam potencialmente perigosos, como as bebidas, pois a temperatura destes não é crítica;
- Todos os alimentos conservados no frio devem estar devidamente acondicionados, ou seja, tapados e identificados de forma a reduzir o risco de contaminação cruzada e assim facilitar o consumo de alimentos adquiridos há mais tempo, não sendo permitidos alimentos sem rótulo e desprotegidos;
- As portas das câmaras devem permanecer o mínimo tempo possível abertas, devendo-se ter o cuidado de verificar o estado das borrachas e a sua vedação;
- É proibida a presença de latas, sacos de plástico pretos ou de supermercado (só é permitido sacos de plástico transparentes), estrados ou caixas de madeira, e caixas de cartão no interior das câmaras;
- No caso de avaria do sistema de frio, o proprietário do estabelecimento deve contactar o responsável pelo material para que a avaria seja reparada o mais rapidamente possível, devendo os alimentos serem colocados em equipamentos de frio alternativos. Neste caso o equipamento deverá ser selado com uma etiqueta indicadora da falha.

Em empresas de pequena dimensão, é difícil manter as temperaturas ideais para diferentes grupos de alimentos, isto devido ao número reduzido de equipamentos de frio tanto de refrigeração como de congelação, necessários para a separação dos diferentes grupos alimentares (Santos, 2007).

### **3.5. Monitorização da temperatura**

A medição da temperatura consiste no registo exacto, por meio de equipamento apropriado, da temperatura de uma amostra. Os meios de transporte e as instalações de depósito e armazenagem dos alimentos ultracongelados devem estar equipados com instrumentos apropriados de registo, aprovados pelas autoridades competentes, para o

controle, a intervalos de tempo regulares, da temperatura do ar (Portaria nº 91/94 de 7 de Fevereiro). Os aparelhos de registo de temperatura devem ser revistos com regularidade e ser testada a sua precisão. Existem dois métodos que são recomendados para a medição da temperatura: medição interna da temperatura interna do produto e a medição da temperatura da superfície da embalagem (Codex Alimentarius, 1976).

Embora a lei aborde a temperatura do alimento, é mais apropriado, em muitas situações, medir a temperatura do ar da unidade de refrigeração. A temperatura do ar e do alimento não têm que ser necessariamente as mesmas. Nalgumas situações as medições da temperatura do ar tendem a ser inconstantes. Um aumento da temperatura do ar na unidade de refrigeração por um curto período de tempo não terá necessariamente como resultado uma mudança significativa da temperatura do produto refrigerado. Deste modo, o uso da temperatura de refrigeração como um limite crítico pode resultar em requisitos demasiado rigorosos. Medir a temperatura do alimento é, portanto, o único método seguro de monitorizar (Miller *et al.*, 1997; Bankston e Moody, 2002).

Quando se determina a frequência de monitorização da temperatura de armazenagem do produto, é importante assegurar que o intervalo entre as verificações da temperatura seja estabelecido para assegurar que os perigos estão a ser controlados e o tempo é permitido para uma acção correctiva apropriada (Anónimo a, s.d.). As verificações diárias e regulares são necessárias para mostrar que as temperaturas encontram-se dentro dos padrões legais. Estas verificações devem ser realizadas cuidadosamente, para ter a certeza que a temperatura medida é uma boa reflexão da temperatura do alimento na unidade de refrigeração. Nalgumas circunstâncias é necessário medir a temperatura em vários pontos dentro da unidade de refrigeração (Miller *et al.*, 1997).

O registo e o controlo das temperaturas do equipamento de conservação pelo frio, refrigeração e congelação, são de extrema importância para a eficácia e garantia de que os produtos finais, disponíveis para o consumidor, encontram-se em boas condições e respeitam e salvaguardam a saúde pública (Inovadora, 2006).

A medição da temperatura envolve dois aspectos: obter uma temperatura exacta durante a medição usando um equipamento apropriado; seleccionar um número representativo de locais para medição fornecendo informação sobre a temperatura média de um lote e os desvios desta. Existem dois métodos recomendados para a medição da temperatura (Codex *Alimentarius*, 1976):

- Medição da temperatura interna do produto
- Medição da temperatura na superfície da embalagem

Entende-se por temperatura, a temperatura registada no local específico pelo termossensor do instrumento ou dispositivo de medição (Portaria nº 91/94 de 7 de Fevereiro).

Qualquer empresa que venda, transporte, prepare, cozinhe ou armazene alimentos potencialmente perigosos necessita de termómetros para medir a temperatura. O termómetro permite visualizar se os alimentos potencialmente perigosos estão a ser cozinhados suficientemente bem, se estão a ser mantidos a temperaturas correctas de refrigeração, ou se estão a ser arrefecidos ou reaquecidos em segurança. O termómetro serve também para certificar se os alimentos potencialmente perigosos se encontram a temperaturas correctas quando chegam à empresa (ANZFA b, 2001).

O cumprimento rigoroso dos procedimentos e periodicidade de calibração é muito importante, isto porque, poderemos incorrer na situação de estarmos a registar temperaturas que não correspondem à temperatura real, o que pode colocar em risco a segurança dos alimentos e, conseqüentemente a saúde dos consumidores (Baptista e Linhares, 2005).

## IV. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho teve por base o estudo dos equipamentos de refrigeração e congelação de 15 restaurantes e 15 mercados situados na Ilha Terceira. Analisaram-se 29 equipamentos de refrigeração e 49 de congelação para os restaurantes. Quanto aos mercados estes valores foram respectivamente de 26 para a refrigeração e de 58 para a congelação.

Foram efectuadas medições (distância de 20 cm do objecto a medir) à temperatura do ar no interior de todos os equipamentos de refrigeração e congelação e à temperatura dos produtos que estes continham, através de 5 pontos de amostragem (superiores esquerdo e direito, centro e inferiores esquerdo e direito). Este processo foi realizado recorrendo – se a um termómetro infra-vermelho de pistola com mira laser-*SAEP066* (Brannan) com intervalo de medição de temperaturas de  $-50^{\circ}\text{C}$  a  $+208^{\circ}\text{C}$  e precisão de  $\pm 1,5\%$  da leitura. As medições foram efectuadas no decorrer de uma das visitas mensais de acompanhamento das empresas em estudo. Prepararam-se gráficos de controlo com o objectivo de detectar eventuais não conformidades e avaliar a extensão das mesmas. Consideraram-se não conformes as temperaturas de congelação situadas fora do intervalo  $-18^{\circ}\text{C}$  a  $-23^{\circ}\text{C}$  e as temperaturas de refrigeração não abrangidas pelo intervalo de  $0^{\circ}\text{C}$  a  $5^{\circ}\text{C}$ . Procedeu-se à preparação de tabelas ANOVA através de uma folha de cálculo (Excel, Office 2007) para estudar as comparações entre:

- Restaurantes;
- Mercados;
- Locais dentro do equipamento;
- A temperatura do visor e temperatura no interior do equipamento;
- A temperatura do produto e a temperatura no interior do equipamento;
- A média da temperatura do produto e a temperatura do visor;
- Temperaturas no interior dos equipamentos em arcos horizontais e verticais;
- Temperaturas dos produtos em arcos horizontais e verticais.

Apresentam-se em anexo (Anexos I-IV) os *outputs* do programa relativos à análise estatística.

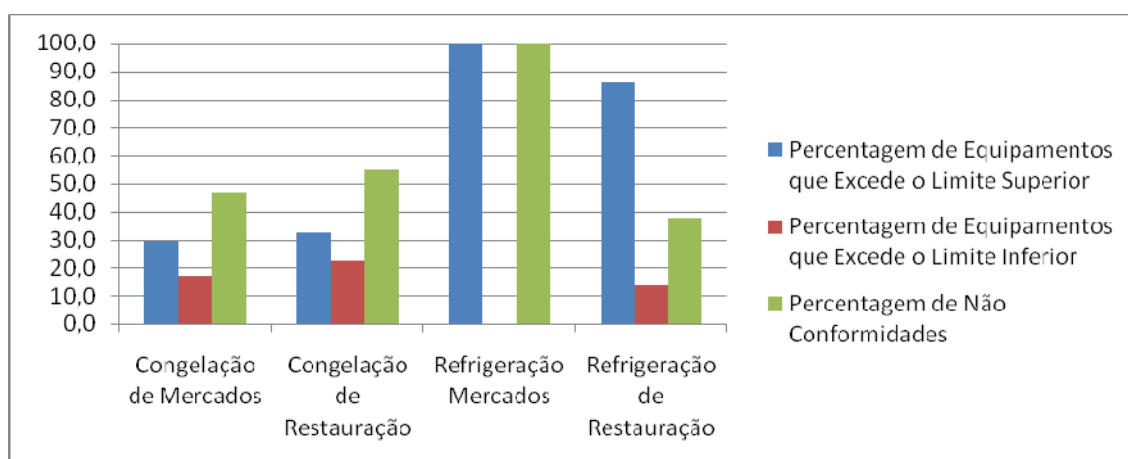
Procedeu-se à observação dos comportamentos do pessoal (funcionários da empresa, clientes, gestores, fornecedores e técnicos de frio), métodos de trabalho e características do equipamento, com vista a averiguar as possíveis causas de situações de não conformidades nos equipamentos eventualmente detectadas, tendo sido posteriormente sugeridas soluções para a melhoria destas situações. A observação destes parâmetros foi feita no âmbito das visitas mensais de acompanhamento às empresas durante o ano de 2009.

Para organizar estes dados e sistematizar as possíveis origens dos problemas detectados recorreu-se à elaboração de um diagrama causa-efeito de Ishikawa.

## V. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1. Análise global das não-conformidades

Na Figura 3 apresentam-se as percentagens de não conformidades nos equipamentos de refrigeração e congelação das 30 empresas estudadas. Dividiram-se as não conformidades entre exceder o limite superior e o limite inferior. Quando se excede o limite superior a segurança dos alimentos pode ser comprometida por se atingirem temperaturas inadequadas para o controlo dos microrganismos patogénicos. No caso das temperaturas situadas abaixo do limite inferior, apenas são postos em causa outros aspectos da qualidade (textura, aspecto, etc.).



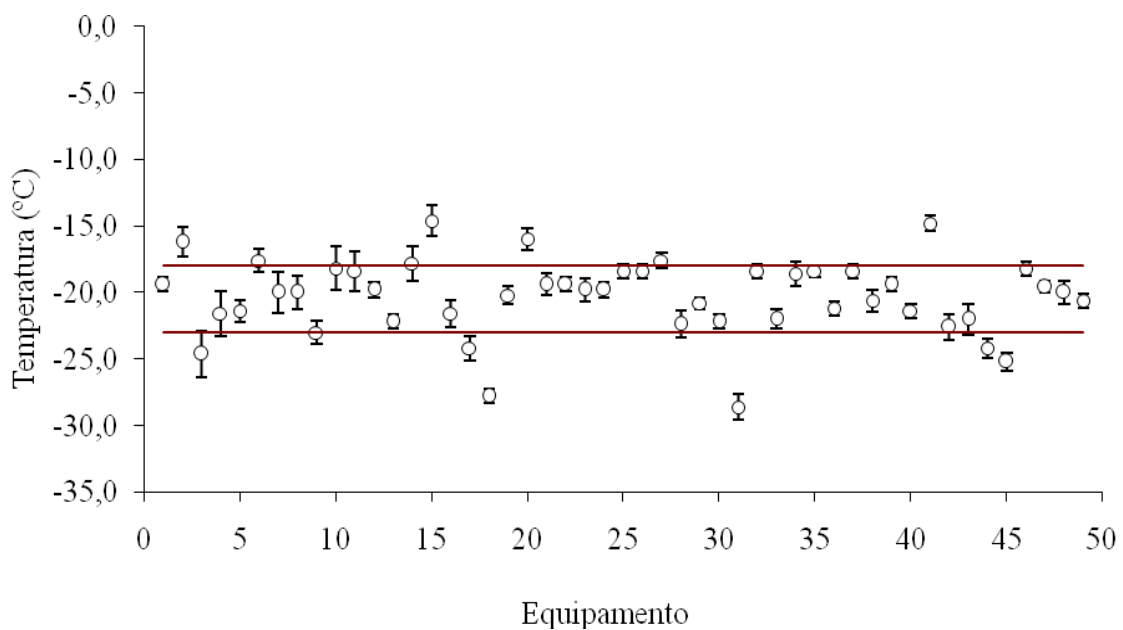
**Figura 3** – Percentagem de não conformidades das temperaturas do ar interior em equipamentos de refrigeração (55) e congelação (107) em 30 estabelecimentos do ramo alimentar localizados na ilha Terceira.

No estudo efectuado em 58 equipamentos de congelação em mercados verificou-se que 46,6% apresentavam não conformidades, sendo 29,3% referente a valores superiores ao limite superior e 17,2% ao limite inferior. Quanto aos restaurantes o número de equipamentos de congelação analisados foi de 49 sendo a percentagem de não conformidades de 55,1%, o que correspondeu a uma percentagem de 32,7% relativos ao limite superior e 22,4% ao limite inferior. Relativamente aos equipamentos de refrigeração nos mercados (26) a percentagem de não conformidades foi de 100% sendo este valor referente na sua totalidade a valores acima do limite superior permitido. No que concerne aos equipamentos de refrigeração dos restaurantes (29) observou-se

que 37,9% apresentavam não conformidades, distribuídas respectivamente por 86,2% acima do limite superior permitido e 13,8% para o limite inferior.

Esta situação aponta para graves falhas, que são mais críticas no caso da refrigeração nos mercados. Para melhor compreender as causas desta situação procedeu-se à análise mais aprofundada recorrendo a técnicas de controlo estatístico da qualidade, cujo resultado se apresenta em seguida.

## 5.2. Análise das não conformidades em equipamentos de congelação nos restaurantes



**Figura 4** – Temperatura do ar no interior de 49 equipamentos de congelação pertencentes a 15 restaurantes localizados na Ilha Terceira (Açores). Cada ponto representa a média de 5 medições em locais diferentes do equipamento e as barras de erro representam o respectivo desvio padrão.

Na figura 4 apresentam-se os resultados da medição da temperatura do ar no interior de 49 equipamentos de congelação localizados na Ilha Terceira. Foram efectuadas 5 medições em pontos diferentes do equipamento. Contudo, não se verificaram diferenças significativas ( $p \geq 0,05$ ) entre os pontos de amostragem estudados,

o que indica que a temperatura no interior dos equipamentos era uniforme. Observaram-se diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre restaurantes devido a diversos factores tais como: equipamentos próximos de fontes de calor, mal regulados, demasiado cheios, com excesso de gelo e com falta de manutenção preventiva. De acordo com Laguerre *et al.* (2002) e Esteves *et al.* (2002), as variações de temperaturas também podem ocorrer devido à sobrelotação do equipamento ou devido à heterogeneidade de temperaturas dentro de cada equipamento e de equipamento para equipamento. Esta sobrelotação dos equipamentos verificou-se em alguns restaurantes, e a heterogeneidade também foi verificada, daí algumas das variações de temperaturas detectadas.

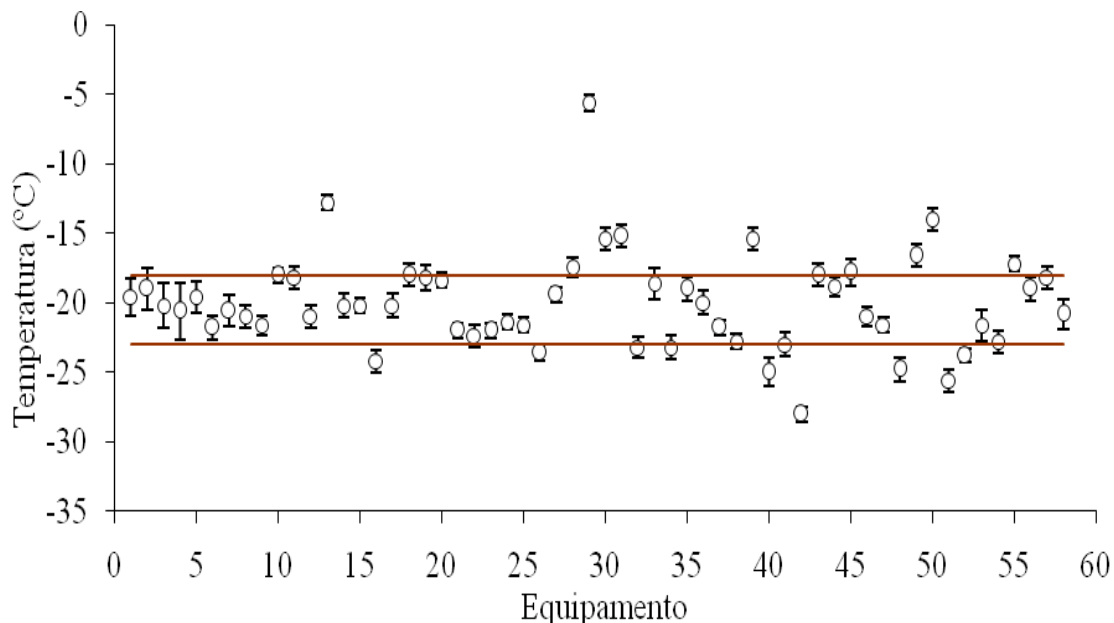
No quadro 6, comparam-se as temperaturas médias medidas no ar do equipamento com as temperaturas medidas no produto e as temperaturas observadas no visor do equipamento. Não se observaram diferenças significativas ( $p \geq 0,05$ ) entre a temperatura do visor e a temperatura do ar, pelo que pode concluir-se que a temperatura do visor dá uma boa indicação da temperatura do ar no interior das arcas. Existiram contudo diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre a temperatura do ar no interior do equipamento e a temperatura do produto, sendo mais elevada a temperatura do ar, encontrando-se em concordância com o que Miller *et al.* (1997) e Bankston Jr. e Moody (2002) reportaram, que a temperatura do ar e do produto não tem que ser necessariamente as mesmas e que nalgumas circunstâncias as medições da temperatura do ar tendem a ser inconstantes. Um aumento da temperatura do ar da unidade de frio por um curto período de tempo não terá necessariamente como resultado uma mudança significativa da temperatura do produto. Segundo Miller *et al.* (1997) a temperatura do ar irá oscilar mais rapidamente do que a temperatura do produto, especialmente se as portas dos equipamentos forem abertas com muita frequência. Consequentemente, a temperatura do visor também foi significativamente diferente ( $p < 0,05$ ) da média da temperatura do produto, donde se pode concluir que apesar da temperatura do visor dar uma boa indicação da temperatura do ar no interior das arcas congeladoras não mostra a temperatura real a que o produto se encontra armazenado. O quadro 6 permite comparar as temperaturas do ar e do produto em arcas horizontais e verticais. Verificaram-se diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) em ambas situações, sendo a temperatura do ar e do produto mais elevada no caso das arcas horizontais e isto deve-se principalmente à abertura prolongada das portas do equipamento o que vai ao encontro do que diz

Esteves *et al.* (2003) e Laguerre *et al.* (2002), onde as portas das câmaras devem permanecer o mínimo tempo possível abertas, devendo-se ter o cuidado de verificar o estado das borrachas e a sua vedação. A observação do comportamento do pessoal demonstrou que existe alguma falta de cuidado em relação à abertura das portas dos equipamentos. Nas arcas verticais o fecho das portas é automático o que limita o tempo em que estão abertas, fazendo com que existam menos perdas de frio, mas o mesmo não se verifica relativamente às arcas horizontais, que são de fecho manual e mais difícil.

**Quadro 6** – Temperatura do ar, do produto e indicada pelo visor em 49 equipamentos de congelação pertencentes a 15 restaurantes localizados na Ilha Terceira (Açores). Os valores indicados para a temperatura do ar e do produto representam a média  $\pm$  desvio padrão de 5 valores.

Código dos equipamentos		Temperatura do ar	Temperatura do produto	Temperatura do visor
Arcas horizontais	R1a	-19,4 $\pm$ 0,55	-20,4 $\pm$ 0,55	-19
	R1b	-16,2 $\pm$ 0,84	-15,6 $\pm$ 1,14	-17
	R1c	-24,6 $\pm$ 0,55	-21,2 $\pm$ 1,73	-22
	R1d	-21,6 $\pm$ 1,14	-18,6 $\pm$ 1,67	-26
	R2a	-21,4 $\pm$ 0,55	-15,8 $\pm$ 0,84	-20
	R2b	-17,6 $\pm$ 0,55	-21,2 $\pm$ 0,84	-21,2
	R2c	-20,0 $\pm$ 1,58	-15,4 $\pm$ 1,52	-20
	R2d	-20,0 $\pm$ 1,41	-23,0 $\pm$ 1,22	-21
	R2e	-23,0 $\pm$ 0,71	-19,8 $\pm$ 0,84	-24
	R3a	-18,2 $\pm$ 0,45	-19,2 $\pm$ 1,64	-18
	R3b	-18,4 $\pm$ 0,55	-19,6 $\pm$ 1,52	-18
	R3c	-19,8 $\pm$ 0,84	-18,4 $\pm$ 0,55	-18
	R3d	-22,2 $\pm$ 0,84	-18,4 $\pm$ 0,55	-21
	R4b	-14,6 $\pm$ 1,14	-10,6 $\pm$ 1,14	-15
	R4c	-21,6 $\pm$ 1,34	-20,0 $\pm$ 1,00	-21
	R5a	-24,2 $\pm$ 1,30	-21,4 $\pm$ 0,89	-19
	R5b	-27,8 $\pm$ 1,30	-23,6 $\pm$ 0,55	-23
	R7a	-19,8 $\pm$ 1,30	-20,2 $\pm$ 0,84	-20
	R7b	-19,8 $\pm$ 0,84	-16,6 $\pm$ 0,55	-20
	R7c	-18,4 $\pm$ 0,55	-15,4 $\pm$ 0,55	-19
	R7d	-18,4 $\pm$ 0,55	-17,6 $\pm$ 0,55	-19
	R7e	-17,6 $\pm$ 0,55	-16,4 $\pm$ 0,55	-18
	R8b	-20,8 $\pm$ 0,45	-16,8 $\pm$ 0,45	-23
	R8c	-22,2 $\pm$ 0,84	-18,6 $\pm$ 0,55	-22
	R9a	-28,6 $\pm$ 0,89	-26,0 $\pm$ 1,00	-30
	R10a	-18,4 $\pm$ 0,55	-17,6 $\pm$ 0,55	-21
	R10b	-22,0 $\pm$ 0,71	-22,0 $\pm$ 0,71	-23
	R10c	-18,6 $\pm$ 0,55	-16,4 $\pm$ 0,89	-19
	R11a	-18,4 $\pm$ 0,55	-15,8 $\pm$ 0,45	-18
	R11b	-21,2 $\pm$ 0,84	-20,4 $\pm$ 0,55	-19
	R12a	-18,4 $\pm$ 0,55	-17,6 $\pm$ 0,55	-18
	R12b	-20,6 $\pm$ 0,55	-18,8 $\pm$ 0,84	-21
	R12c	-19,4 $\pm$ 0,55	-21,4 $\pm$ 0,55	-19
R12d	-21,4 $\pm$ 0,89	-22,6 $\pm$ 0,55	-24	
R13a	-14,8 $\pm$ 0,84	-14,6 $\pm$ 0,55	-12	
R13b	-22,6 $\pm$ 1,14	-17,0 $\pm$ 1,00	-21	
R13c	-22,0 $\pm$ 0,71	-16,6 $\pm$ 1,14	-23	
R14a	-24,2 $\pm$ 0,84	-21,0 $\pm$ 0,71	-25	
R14b	-25,2 $\pm$ 0,84	-21,0 $\pm$ 0,71	-23	
R15a	-18,2 $\pm$ 0,45	-17,6 $\pm$ 0,55	-23	
R15b	-19,6 $\pm$ 0,55	-17,8 $\pm$ 0,45	-23	
R15c	-20,0 $\pm$ 0,71	-17,2 $\pm$ 0,84	-24	
R15d	-20,6 $\pm$ 0,55	-20,6 $\pm$ 0,55	-25	
Arcas verticais	R4a	-17,8 $\pm$ 0,45	-15,8 $\pm$ 1,30	-18
	R5c	-20,2 $\pm$ 0,84	-15,0 $\pm$ 0,71	-23
	R6a	-16,0 $\pm$ 1,00	-14,2 $\pm$ 0,84	-16
	R6b	-19,4 $\pm$ 0,55	-15,2 $\pm$ 0,84	-17
	R6c	-19,4 $\pm$ 0,55	-17,6 $\pm$ 0,55	-19
R8a	-22,4 $\pm$ 1,14	-20,0 $\pm$ 1,00	-24	

### 5.3. Análise das não-conformidades em equipamentos de congelação nos mercados



**Figura 5** – Temperatura do ar no interior de 58 equipamentos de congelação pertencentes a 15 mercados localizados na Ilha Terceira (Açores). Cada ponto representa a média de 5 medições em locais diferentes do equipamento e as barras de erro representam o respectivo desvio padrão.

Na figura 5 apresentam-se os resultados da medição da temperatura do ar no interior de 58 equipamentos de congelação localizados na Ilha Terceira. Foram efectuadas 5 medições em pontos diferentes do equipamento. Contudo, não se verificaram diferenças significativas ( $p \geq 0,05$ ) entre os pontos de amostragem estudados, o que indica que a temperatura no interior dos equipamentos era similar. Observaram-se diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre mercados devido a diversos factores tais como: equipamentos mal regulados, demasiado cheios, com excesso de gelo e com falta de manutenção preventiva. De acordo com Laguerre *et al.* (2002) e Esteves *et al.* (2002), as variações de temperaturas também podem ocorrer devido à sobrelotação do equipamento ou devido à heterogeneidade de temperaturas dentro de cada equipamento e de equipamento para equipamento. Esta sobrelotação dos equipamentos verificou-se em alguns mercados, e a heterogeneidade também foi verificada, daí algumas das variações de temperaturas detectadas.

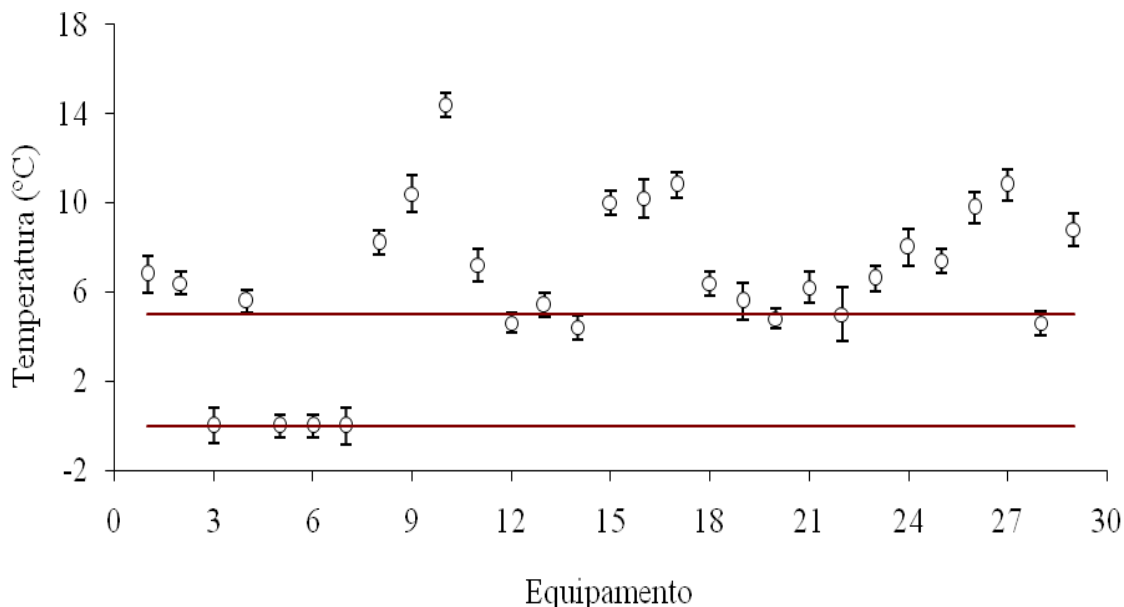
No quadro 7, comparam-se as temperaturas médias medidas no ar do equipamento com as temperaturas medidas no produto e as temperaturas observadas no visor do equipamento. Observaram-se diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre a temperatura do visor e a temperatura do ar pelo que pode concluir-se que a temperatura do visor não dá uma boa indicação da temperatura do ar no interior das arcas. Existiram diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre a temperatura do ar no interior do equipamento e a temperatura do produto, encontrando-se em concordância com o que Miller *et al.* (1997) e Bankston Jr. e Moody (2002) reportaram, que a temperatura do ar e do produto não tem que ser necessariamente as mesmas e que nalgumas circunstâncias as medições da temperatura do ar tendem a ser inconstantes. Um aumento da temperatura do ar da unidade de frio por um curto período de tempo não terá necessariamente como resultado uma mudança significativa da temperatura do produto. Segundo Miller *et al.* (1997) a temperatura do ar irá oscilar mais rapidamente do que a temperatura do produto, especialmente se as portas dos equipamentos forem abertas com muita frequência. Consequentemente, a temperatura do visor também foi significativamente diferente ( $p < 0,05$ ) da média da temperatura do produto, donde se pode concluir que, apesar da temperatura do visor dar uma boa indicação da temperatura do ar no interior das arcas congeladoras, não mostra a temperatura real a que o produto se encontra armazenado. Nos mercados, a temperatura do visor não dá uma boa indicação nem da temperatura do ar nem da temperatura do produto. Assim, a temperatura do visor não deverá ser usada para acções de monitorização. Embora seja um processo mais moroso e complexo, é preferível proceder à monitorização da temperatura do produto através de um termómetro adequado e devidamente calibrado.

Relativamente à comparação entre arcas verticais e horizontais, constataram-se diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre a temperatura do produto nos dois tipos de equipamentos, mas não ( $p \geq 0,05$ ) entre a temperatura do ar.

**Quadro 7** – Temperatura do ar, do produto e indicada pelo visor em 58 equipamentos de congelação pertencentes a 15 mercados localizados na Ilha Terceira (Açores). Os valores indicados para a temperatura do ar e do produto representam a média  $\pm$  desvio padrão de 5 valores.

Código dos equipamentos		Temperatura do ar	Temperatura do produto	Temperatura do visor
Arcas horizontais	M1a	-19,6 ± 0,55	-19,2 ± 1,30	-20
	M1b	-19,0 ± 0,70	-16,2 ± 1,48	-19
	M1c	-20,2 ± 0,80	-16,0 ± 1,58	-22
	M1d	-20,6 ± 0,50	-14,4 ± 2,07	-20
	M2a	-19,6 ± 0,50	-17,4 ± 1,14	-21
	M2b	-21,8 ± 0,80	-12,8 ± 0,84	-22
	M2c	-20,6 ± 0,90	-13,4 ± 1,14	-21
	M2d	-21,0 ± 1,00	-15,8 ± 0,84	-22
	M4a	-21,0 ± 1,20	-14,8 ± 0,84	-21
	M4b	-12,8 ± 0,84	-17,6 ± 0,55	-13
	M4c	-20,2 ± 0,84	-13,2 ± 0,84	-18
	M4d	-20,2 ± 0,84	-22,6 ± 0,55	-22
	M4e	-24,2 ± 0,45	-20,8 ± 0,84	-27
	M5a	-20,2 ± 0,84	-15,8 ± 0,84	-16
	M5b	-18,0 ± 0,71	-12,2 ± 0,84	-16
	M5c	-18,2 ± 0,84	-15,6 ± 0,89	-22
	M5d	-18,4 ± 0,89	-13,6 ± 0,55	-18
	M6a	-22,0 ± 0,71	-21,4 ± 0,55	-24
	M6b	-22,4 ± 0,55	-18,2 ± 0,84	-24
	M6c	-22,0 ± 1,00	-14,4 ± 0,55	-22
	M6d	-21,4 ± 0,89	-14,4 ± 0,55	-23
	M7a	-21,6 ± 0,55	-19,4 ± 0,55	-22
	M7b	-23,6 ± 0,55	-18,6 ± 0,55	-24
	M7c	-19,4 ± 1,14	-20,6 ± 0,55	-21
	M8a	-17,4 ± 0,55	-1,0 ± 0,71	-18
	M8b	-5,6 ± 1,14	-4,6 ± 0,55	-3
	M8c	-15,4 ± 0,89	-16,2 ± 0,84	-17
	M9a	-15,2 ± 0,84	-21,2 ± 0,84	-19
	M9b	-23,2 ± 1,30	-17,0 ± 0,71	-23
	M9c	-18,6 ± 0,55	-10,6 ± 1,14	-22
	M9d	-23,2 ± 0,84	-14,8 ± 0,84	-22
	M10a	-19,0 ± 1,22	-12,2 ± 0,84	-19
	M10b	-20,0 ± 1,22	-16,2 ± 0,84	-20
	M11a	-21,8 ± 0,84	-15,4 ± 0,55	-21
	M11b	-22,8 ± 0,45	-12,4 ± 0,55	-24
	M11c	-15,4 ± 0,55	-18,8 ± 0,84	-20
	M11d	-25,0 ± 1,00	-13,0 ± 1,00	-26
	M11e	-23,0 ± 0,00	-18,8 ± 0,84	-24
	M11f	-28,0 ± 0,00	-23,4 ± 0,55	-26
	M12a	-18,0 ± 0,00	-15,2 ± 0,84	-17
	M12b	-18,8 ± 0,45	-17,0 ± 0,71	-19
	M12c	-17,8 ± 0,45	-13,0 ± 1,00	-17
M12d	-21,0 ± 0,71	-17,0 ± 0,71	-21	
M13a	-21,6 ± 1,14	-16,6 ± 0,55	-20	
M13b	-24,8 ± 1,30	-21,8 ± 0,84	-25	
M13c	-16,6 ± 1,14	-14,2 ± 0,84	-16	
M13d	-14,0 ± 0,71	-19,2 ± 0,84	-14	
M14a	-25,6 ± 0,89	-21,8 ± 0,84	-26	
M14b	-23,8 ± 0,84	-23,8 ± 0,45	-24	
M14c	-21,6 ± 1,14	-17,4 ± 1,14	-23	
M14d	-22,8 ± 0,45	-23,2 ± 0,84	-22	
M14e	-17,2 ± 0,45	-15,6 ± 0,55	-18	
M15a	-19,0 ± 0,00	-17,2 ± 0,84	-19	
M15b	-18,2 ± 0,45	-19,2 ± 0,84	-19	
M15c	-20,8 ± 0,45	-19,8 ± 1,10	-21	
Arcas verticais	M3a	-21,6 ± 1,10	-16,0 ± 0,71	-17
	M3b	-18,0 ± 0,70	-16,6 ± 0,55	-18
	M3c	-18,2 ± 0,80	-23,8 ± 0,84	-20

#### 5.4. Análise das não conformidades em equipamentos de refrigeração nos restaurantes



**Figura 6** – Temperatura do ar no interior de 29 equipamentos de refrigeração pertencentes a 15 restaurantes localizados na Ilha Terceira (Açores). Cada ponto representa a média de 5 medições em locais diferentes do equipamento e as barras de erro representam o respectivo desvio padrão.

Na figura 6 apresentam-se os resultados da medição da temperatura do ar no interior de 29 equipamentos de refrigeração de restaurantes localizados na Ilha Terceira. Foram efectuadas 5 medições em pontos diferentes do equipamento. Contudo, não se verificaram diferenças significativas ( $p \geq 0,05$ ) entre os pontos de amostragem estudados, o que indica que a temperatura no interior dos equipamentos era uniforme encontrando-se de acordo com as temperaturas verificadas por Laguerre *et al.* (2002), que num estudo realizado em refrigeradores na França denotou que não existe diferenças significativas entre as temperaturas superior, média e inferior dos equipamentos de refrigeração. Observaram-se diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre restaurantes devido a diversos factores tais como: equipamentos próximos de fontes de calor, mal regulados, demasiado cheios e com falta de manutenção preventiva. De acordo com Laguerre *et al.* (2002) e Esteves *et al.* (2002), as variações de temperaturas também podem ocorrer devido à sobrelotação do equipamento ou devido à heterogeneidade de temperaturas dentro de cada equipamento e de equipamento para equipamento. Esta sobrelotação dos

equipamentos verificou-se em alguns restaurantes, e a heterogeneidade também foi verificada, daí algumas das variações de temperaturas detectadas. Tendo em linha de conta o Decreto Regulamentar nº. 4/99 de 1 de Abril, os equipamentos de frio devem localizar-se o mais afastados possível de fontes de calor, e, normalmente, as não conformidades observadas deviam-se à colocação dos refrigeradores em cozinhas pequenas e frequentemente junto aos fogões, fazendo com que estes equipamentos de frio recebessem muito calor, principalmente durante as horas de confecção dos alimentos.

No quadro 8, comparam-se as temperaturas médias do ar no equipamento, do produto e as observadas no visor do equipamento. Não se observaram diferenças significativas ( $p \geq 0,05$ ) entre a temperatura do visor e a temperatura do ar, pelo que pode concluir-se que, a temperatura do visor dá uma boa indicação da temperatura do ar no interior das arcas. Estes resultados não vão de encontro aos resultados apresentados por Santos M. (2007), onde é referido a existência de diferenças significativas entre a temperatura do visor e a temperatura do interior das arcas. Existiram, contudo, diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre a temperatura do ar no interior do equipamento e a temperatura do produto sendo mais elevada a temperatura do produto, encontrando-se em concordância com o que Miller *et al.* (1997) e Bankston Jr. e Moody (2002) reportaram, que a temperatura do ar e do produto não tem que ser necessariamente as mesmas e que nalgumas circunstâncias as medições da temperatura do ar tendem a ser inconstantes. Um aumento da temperatura do ar da unidade de frio por um curto período de tempo, não terá necessariamente como resultado uma mudança significativa da temperatura do produto. Segundo Miller *et al.* (1997), a temperatura do ar oscila mais rapidamente do que a temperatura do produto, especialmente se as portas dos equipamentos forem abertas com muita frequência. Não foram observadas diferenças significativas entre ( $p \geq 0,05$ ) a temperatura do visor e a temperatura do produto, donde se pode concluir que, a temperatura do visor dá uma boa indicação da temperatura do ar no interior das arcas, mostrando assim, a temperatura real a que o produto se encontra armazenado.

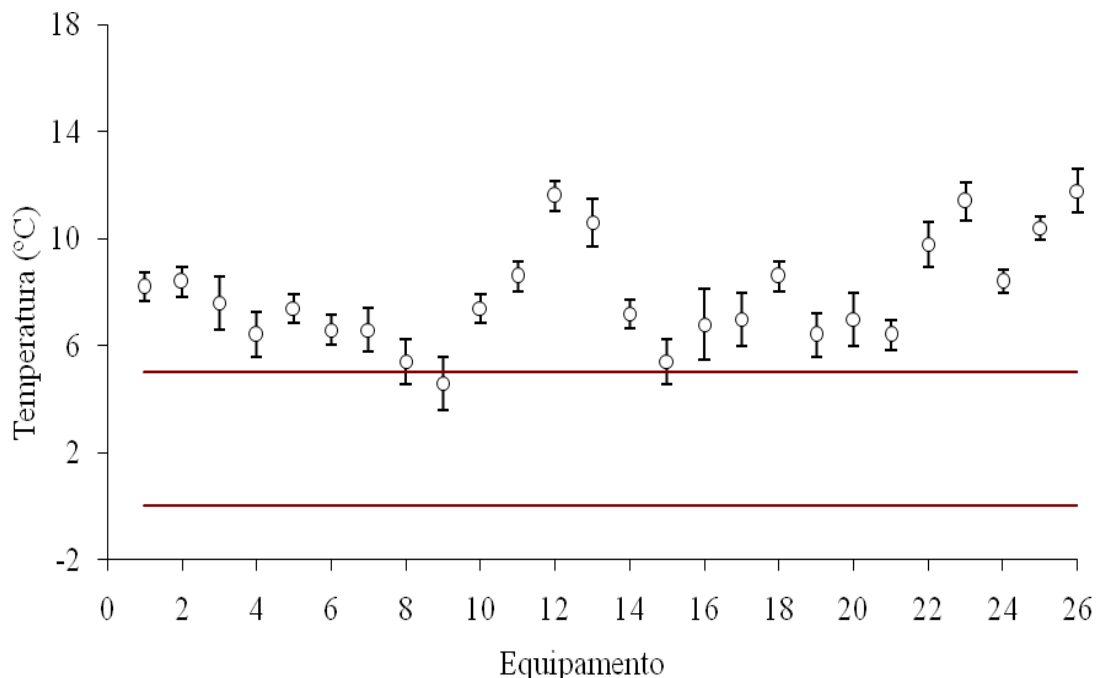
Não se verificaram diferenças significativas ( $p \geq 0,05$ ) entre arcas horizontais e verticais, quer no que toca à temperatura do ar, quer no que toca à temperatura do produto. As temperaturas do ar e do produto na maioria das arcas de refrigeração

analisadas, foram superiores ao limite de temperatura de refrigeração recomendada. Os valores obtidos estão de acordo com os resultados apresentados por Walker *et al.* (2003), onde se referia que os equipamentos domésticos de frio apresentavam temperaturas mais altas, que os equipamentos industriais, conseqüentemente também a temperatura dos produtos mais elevada.

**Quadro 8** – Temperatura do ar, do produto e indicada pelo visor em 29 equipamentos de refrigeração pertencentes a 15 restaurantes localizados na Ilha Terceira (Açores). Os valores indicados para a temperatura do ar e do produto representam a média  $\pm$  desvio padrão de 5 valores.

Código dos equipamentos		Temperatura do ar	Temperatura do produto	Temperatura do visor
Arcas horizontais	R1b	6,4 $\pm$ 0,50	7,4 $\pm$ 0,50	5
	R2b	5,6 $\pm$ 0,50	7,6 $\pm$ 0,50	5,4
	R3b	6,4 $\pm$ 0,50	9,4 $\pm$ 0,50	6
	R5b	10,4 $\pm$ 0,50	8,8 $\pm$ 0,80	10
	R7b	4,4 $\pm$ 0,50	5,6 $\pm$ 0,50	5,3
	R11b	6,2 $\pm$ 0,40	8,0 $\pm$ 0,70	8
	R11c	5,0 $\pm$ 0,70	4,0 $\pm$ 1,20	4,5
	R12b	8,0 $\pm$ 0,70	9,2 $\pm$ 0,80	9
	R14b	10,8 $\pm$ 0,80	11,0 $\pm$ 0,70	10
	R15b	8,8 $\pm$ 0,80	9,0 $\pm$ 0,70	4,7
Arcas verticais	R1a	6,8 $\pm$ 0,40	6,2 $\pm$ 0,80	8
	R2a	6,4 $\pm$ 0,50	10,2 $\pm$ 0,80	7
	R3a	6,6 $\pm$ 0,50	8,6 $\pm$ 0,50	6
	R4a	6,6 $\pm$ 0,50	7,8 $\pm$ 0,80	8
	R5a	8,2 $\pm$ 0,80	11,6 $\pm$ 0,50	9
	R6a	14,4 $\pm$ 0,50	15,6 $\pm$ 0,50	15
	R6b	7,2 $\pm$ 0,40	8,0 $\pm$ 0,70	10
	R6c	4,6 $\pm$ 0,50	6,2 $\pm$ 0,40	8
	R7a	5,4 $\pm$ 0,50	6,4 $\pm$ 0,50	6,2
	R8a	10,0 $\pm$ 1,0	9,4 $\pm$ 0,50	9
	R8b	10,2 $\pm$ 0,80	8,8 $\pm$ 0,80	9
	R9a	10,8 $\pm$ 0,80	7,6 $\pm$ 0,50	10
	R9b	6,4 $\pm$ 0,50	11,6 $\pm$ 0,50	9
	R10a	5,6 $\pm$ 0,50	7,2 $\pm$ 0,80	8
	R11a	4,8 $\pm$ 0,40	7,2 $\pm$ 0,40	7
	R12a	6,6 $\pm$ 0,50	7,4 $\pm$ 0,50	7
	R13a	7,4 $\pm$ 0,50	8,6 $\pm$ 0,50	8
	R14a	9,8 $\pm$ 0,80	12,0 $\pm$ 0,70	13
	R15a	4,6 $\pm$ 0,50	4,0 $\pm$ 0,50	5,1

## 5.5. Análise das não conformidades em equipamentos de refrigeração nos mercados



**Figura 7** – Temperatura do ar no interior de 26 equipamentos de refrigeração pertencentes a 15 mercados localizados na Ilha Terceira (Açores). Cada ponto representa a média de 5 medições em locais diferentes do equipamento e as barras de erro representam o respectivo desvio padrão.

Na figura 7 apresentam-se os resultados da medição da temperatura do ar no interior de 26 equipamentos de refrigeração de 15 mercados localizados na Ilha Terceira. Foram efectuadas 5 medições em pontos diferentes do equipamento. Não se verificaram diferenças significativas ( $p \geq 0,05$ ) entre os pontos de amostragem estudados, o que demonstra que a temperatura no interior dos equipamentos era homogénea, encontrando-se de acordo com as temperaturas verificadas por Laguerre *et al.* (2002), que num estudo realizado em refrigeradores na França, denotou que não existe diferenças significativas entre as temperaturas superior, média e inferior dos equipamentos de refrigeração. Observaram-se diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre mercados devido a diversos factores tais como: equipamentos mal regulados, demasiado cheios e com falta de manutenção preventiva. Segundo Laguerre *et al.* (2002) e Esteves *et al.* (2002), as variações de temperaturas também podem ocorrer devido à sobrelotação

e heterogeneidade de temperaturas dentro de cada equipamento, e de equipamento para equipamento. Constatou-se a sobrelotação e a heterogeneidade dos equipamentos em alguns mercados, daí algumas das variações de temperaturas detectadas.

No quadro 9, comparam-se as temperaturas médias medidas no ar do equipamento com as temperaturas medidas no produto e as temperaturas observadas no visor do equipamento. Não se observaram diferenças significativas ( $p \geq 0,05$ ) entre a temperatura do visor e a temperatura do ar, pelo que pode concluir-se que a temperatura do visor dá uma boa indicação da temperatura do ar no interior dos frigoríficos. Estes resultados não vão de encontro aos resultados apresentados por Santos M. (2007), onde é referido a existência de diferenças significativas entre a temperatura do visor e a temperatura do interior das arcas. Existiram contudo diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre a temperatura do ar no interior do equipamento e a temperatura do produto, sendo mais elevada a temperatura do produto, encontrando-se em concordância com o que Miller *et al.* (1997) e Bankston Jr. e Moody (2002) reportaram, que a temperatura do ar e do produto não tem que ser necessariamente as mesmas e que nalgumas circunstâncias as medições da temperatura do ar tendem a ser inconstantes. Um aumento da temperatura do ar da unidade de frio por um curto período de tempo, não terá necessariamente como resultado uma mudança significativa da temperatura do produto. Segundo Miller *et al.* (1997), a temperatura do ar oscila mais rapidamente do que a temperatura do produto, especialmente se as portas dos equipamentos forem abertas com muita frequência. Não se verificaram diferenças significativas ( $p \geq 0,05$ ) entre a temperatura do visor e a temperatura média dos produtos, donde se pode concluir que, a temperatura do visor dá uma boa indicação da temperatura do ar no interior das arcas, mostrando assim, a temperatura real a que o produto se encontra armazenado.

**Quadro 9** – Temperatura do ar, do produto e indicada pelo visor em 26 equipamentos de refrigeração pertencentes a 15 mercados localizados na Ilha Terceira (Açores). Os valores indicados para a temperatura do ar e do produto representam a média  $\pm$  desvio padrão de 5 valores.

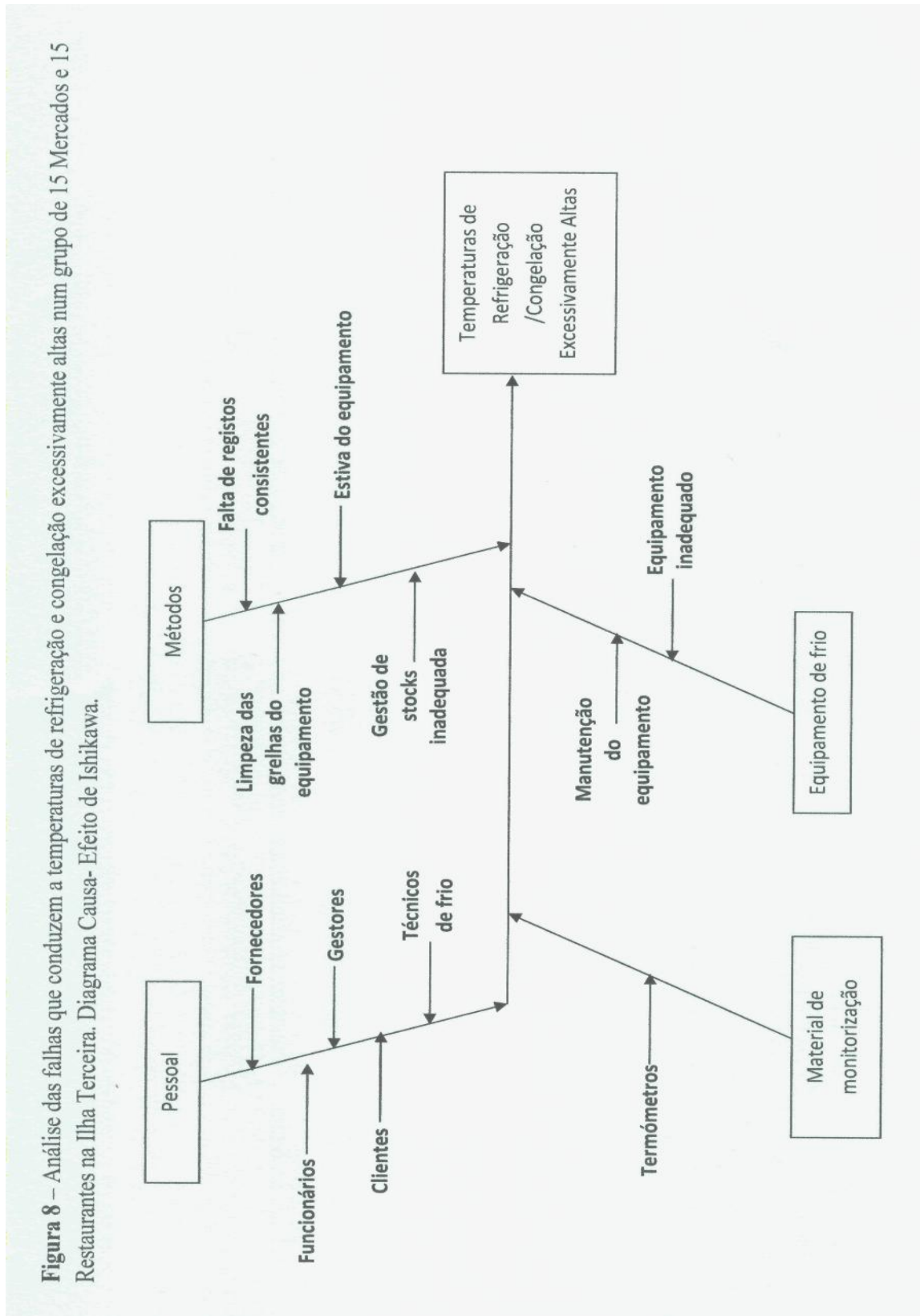
Código dos equipamentos		Temperatura do ar	Temperatura do produto	Temperatura do visor
Arcas verticais	M1a	8,2 $\pm$ 0,84	10,6 $\pm$ 0,55	13
	M1b	8,4 $\pm$ 0,55	7,4 $\pm$ 0,55	11
	M2a	7,6 $\pm$ 0,55	7,0 $\pm$ 1,00	7
	M2b	6,4 $\pm$ 0,55	8,2 $\pm$ 0,84	8
	M3a	7,4 $\pm$ 0,55	10,4 $\pm$ 0,55	3,7
	M3b	6,6 $\pm$ 0,89	10,4 $\pm$ 0,55	1,8
	M4a	6,6 $\pm$ 0,55	5,2 $\pm$ 0,84	8
	M4b	5,4 $\pm$ 0,55	12,2 $\pm$ 0,84	6
	M5a	4,6 $\pm$ 1,52	6,0 $\pm$ 1,00	8
	M6a	7,4 $\pm$ 0,55	9,4 $\pm$ 0,55	7
	M6b	8,6 $\pm$ 0,55	7,6 $\pm$ 0,55	10
	M7a	11,6 $\pm$ 0,55	12,4 $\pm$ 0,55	12
	M8a	10,6 $\pm$ 0,55	11,6 $\pm$ 0,89	9
	M8b	7,2 $\pm$ 0,84	11,4 $\pm$ 0,55	8
	M9a	5,4 $\pm$ 0,55	10,8 $\pm$ 0,84	9
	M9b	6,8 $\pm$ 0,84	9,4 $\pm$ 1,34	7
	M10a	7,0 $\pm$ 1,00	6,0 $\pm$ 1,00	4
	M10b	8,6 $\pm$ 0,89	10,4 $\pm$ 0,55	8
	M11a	6,4 $\pm$ 0,55	11,8 $\pm$ 0,84	11
	M11b	7,0 $\pm$ 0,71	7,0 $\pm$ 1,00	10
	M12a	6,4 $\pm$ 0,89	6,4 $\pm$ 0,55	7
	M13a	9,8 $\pm$ 0,84	12,8 $\pm$ 0,84	9
	M13b	11,4 $\pm$ 0,55	11,0 $\pm$ 0,71	12
	M14a	8,4 $\pm$ 1,52	8,2 $\pm$ 0,45	10
	M14b	10,4 $\pm$ 0,55	13,2 $\pm$ 0,45	7
	M15a	11,8 $\pm$ 0,84	7,2 $\pm$ 0,84	10,4

### 5.6. Análise das causas das falhas por Diagrama Causa-Efeito de Ishikawa

Os registos das temperaturas dos equipamentos de frio, mais propriamente refrigeração e congelação são extremamente importantes, na medida em que permitem garantir se o produto final se encontra nas melhores condições e respeitam a salvaguarda da saúde humana. Estes registos são indispensáveis e obrigatórios ao funcionamento e implementação de um sistema de segurança alimentar, uma vez que as temperaturas são um ponto crítico de controlo e a sua monitorização é fundamental.

As temperaturas tanto de refrigeração como de congelação excessivamente altas tem por base as falhas que ocorrem a nível do pessoal, do material, dos métodos utilizados e dos equipamentos existentes nos estabelecimentos.

A figura 8 apresenta a análise das falhas que conduzem a temperaturas de refrigeração e congelação elevadas através do Diagrama Causa-Efeito de Ishikawa.



No que concerne ao pessoal, este é composto pelos funcionários da empresa, clientes, gestores, técnicos responsáveis pela qualidade dos produtos dos fornecedores, fornecedores e técnicos de frio.

As principais falhas verificadas ao nível dos funcionários das empresas, residem na manipulação incorrecta dos equipamentos e incumprimento das leituras dos equipamentos de frio.

Relativamente aos clientes, a abertura frequente das portas dos equipamentos e o esquecimento de as fechar, desencadeiam um aumento na temperatura de refrigeração e congelação.

Quanto aos gestores das empresas, o mau planeamento dos recursos humanos e do controlo da qualidade, foram os principais factores detectados para as não conformidades detectadas.

Os técnicos responsáveis pela qualidade dos produtos dos fornecedores destinados aos clientes, por vezes não fazem uma adequada fiscalização dos produtos, o que faz com que estes não saiam nas devidas condições das empresas, o que obriga a um esforço suplementar dos equipamentos dos clientes, com vista a alcançar a temperatura adequada.

Por parte dos fornecedores, verifica-se que alguns não possuem carros com equipamento de frio instalado e outros transportam os produtos em carros de frio com temperaturas inadequadas. O excesso de tempo para a arrumação dos produtos e a má rotação destes, provoca uma sobrecarga nos equipamentos, em virtude de não se ter retirado o material que não estava conforme (fora do prazo ou danificado).

No que concerne aos técnicos de frio, são em número insuficiente, difíceis de contactar e alguns apresentam lacunas em termos técnicos.

Relativamente ao material de monitorização, este é basicamente composto pelos termómetros. A inexistência destes, a sua falta de precisão e uma deficiente revisão são os principais factores que contribuem para uma má regulação em termos de temperatura.

Quanto aos métodos utilizados, a estiva dos equipamentos (excesso de carga), a organização dos stocks (falta de rotatividade dos produtos e excesso destes) e a higienização mal planeada (limpeza não realizada com a frequência aconselhável) são os factores mais realçados no presente trabalho. Para além disso, apesar de serem

fornecidos formulários para os registos de temperatura nem sempre estes são mantidos em dia.

As principais falhas verificadas ao nível dos equipamentos de frio foram: a falta de manutenção preventiva dos equipamentos, respostas lentas em situações de avaria, a utilização de equipamento inadequado (arcas de gelados para outros produtos e a utilização de equipamentos destinados ao uso doméstico) e a falta de equipamentos de monitorização da temperatura.

#### **5.6.1. Possíveis estratégias para a melhoria das falhas detectadas**

Em virtude das diferentes falhas detectadas, aconselha-se uma maior responsabilização por parte do pessoal interveniente no processo, nomeadamente os funcionários das empresas, os gestores, os técnicos responsáveis, os fornecedores e os técnicos de frio a terem um cuidado maior com a manipulação dos equipamentos de frio, dos produtos alimentares e com o controlo das temperaturas. O não cumprimento destas medidas, deveria ser punido com multas e obrigatoriedade de horas de formação consoante o erro detectado. Quanto aos clientes, uma maior sensibilização para a problemática da temperatura em produtos alimentares, recorrendo-se para isso a algumas imagens de produtos cuja conservação não foi feita a temperatura correcta e a colocação nos vidros dos equipamentos chamadas de atenção para o fecho destes.

Relativamente ao material e mais particularmente os termómetros, deveria ser feita uma revisão regular destes de modo a permitir medições mais exactas. Sugere-se a aquisição de um termómetro a laser com vista a reduzir o tempo necessário para o autocontrolo da temperatura. Inclusivamente este equipamento poderia servir para a confirmação da temperatura dos produtos entregues pelos fornecedores.

Para a correcção das falhas detectadas nos métodos utilizados aconselha-se uma melhor organização dos stocks, nomeadamente através de uma rotação mais eficaz dos produtos existentes (cumprimento do principio First In First Out), a redução das cargas dos equipamentos e a realização de uma limpeza regular.

Nos equipamentos, sugere-se uma manutenção com maior frequência, possuir equipamentos com sensores de temperatura adequados ao fim a que se destinam, substituição dos aparelhos quando necessário e fazer uma separação dos alimentos por famílias, de modo a cumprir com os pré-requisitos para o sistema de autocontrolo preconizado na lei (HACCP). Para este fim, pode ser necessário, nalguns casos, a aquisição de novos equipamentos, até porque alguns deles não são adequados para o tipo de produtos que contêm (caso das arcas para gelados usadas para outros fins).

Sugere-se um sistema de registo e monitorização das temperaturas dos equipamentos de frio e dos alimentos expostos, sendo estes altamente recomendados de modo a assegurar que todo o equipamento funcione efectivamente e que os alimentos se encontram a temperaturas seguras de armazenagem, de forma a contribuir para uma melhor segurança alimentar para as unidades de restauração e mercados.

## VI. CONCLUSÕES

Tendo por base os resultados obtidos, pode concluir-se que os equipamentos de congelação e de refrigeração, na sua maioria, não se encontravam conformes na temperatura interna dos equipamentos, dos visores e dos produtos. Entende-se por “ não conforme” quando as temperaturas medidas não estão de acordo com os parâmetros pré-estabelecidos, tornando os equipamentos inadequados para a conservação e armazenagem dos produtos a que se destinam.

O estudo dos registos de temperaturas nos equipamentos de frio demonstrou que os equipamentos de congelação apresentavam um maior número de conformidades quando comparados com os equipamentos de refrigeração. No que diz respeito aos valores alcançados, verificou-se que os restaurantes, na sua generalidade, obtiveram melhores resultados que os mercados nos parâmetros estudados. Relativamente à não conformidade dos equipamentos, verificou-se que a maioria excedia o limite superior permitido, tanto nos mercados, como nos restaurantes. Esta situação aponta para graves falhas, as quais foram mais críticas no caso da refrigeração nos mercados, visto que a não conformidade atingiu a totalidade dos equipamentos analisados.

As temperaturas no interior do equipamento variavam pouco, apresentando uma uniformidade, independentemente do ponto onde eram medidas.

Detectaram-se algumas diferenças aquando da comparação das temperaturas dos congeladores e dos refrigeradores nos restaurantes, e nos mercados.

A medição da temperatura do ar do equipamento não é um bom indicador da temperatura real a que se encontravam os produtos, pois estas não são necessariamente idênticas.

A temperatura do visor, no geral, forneceu uma boa indicação da temperatura do ar no interior dos equipamentos, à excepção dos congeladores dos mercados. A temperatura do visor dos congeladores diferiu da temperatura do produto, concluindo-se daqui que a temperatura do visor não mostrou a temperatura real a que o produto se encontrava armazenado, o que não aconteceu com os refrigeradores, pois mostraram a temperatura real dos produtos.

Factores como a sobrelotação dos equipamentos, abertura frequente das portas, má regulação, utilização do equipamento inadequado, falha dos equipamentos, excesso de gelo nos congeladores e proximidade de fontes de calor nos restaurantes influenciam as temperaturas internas dos produtos.

A segurança alimentar do consumidor depende do controlo da temperatura ao longo de todas as fases da cadeia de frio e, apesar de uma boa higiene e do avanço tecnológico a nível do equipamento, a refrigeração e a congelação continuam a ser uma fonte de preocupação, pois alguns alimentos são armazenados a temperaturas superiores às recomendadas. Uma inadequada refrigeração ou congelação é frequentemente citada como um possível factor de incidentes de alimentos deteriorados.

## VII. BIBLIOGRAFIA

**Abgrall, M. e Misner, S.** 1998. *Food Safety, Preparation and Storage Tips. Time and Temperature Make a Difference*. Cooperative Extension, College of Agriculture and Life Sciences. The University of Arizona.

**Adams, M. R. e Moss, M. O.** 2000. *Food Microbiology*. 2<sup>a</sup> ed. Royal Society of Chemistry. Londres, Reino Unido.

**Anderson, J. A., Shuster, T. A., Hansen, K. E., Levy, A. S. e Volk, A.** 2004. *A Camera's View of Consumer Food-Handling Behaviors*. Journal of the American Dietetic Association. 186-191.

**Anónimo a,** sem data. *A HACCP Principles Guide for Operators of Food Establishments at-the Retail Level*. Training Program for the Professional Food Service Sanitarian. Michigan Department of Agriculture.

**ANZFA a.** 2001. *Food Safety Standards – Temperature control requirements*. Australia New Zealand Food Standards Code.

**ANZFA b.** 2001. *Food Safety Standards – Thermometers and using them with potentially hazardous food*. Australia New Zealand Food Standards Code.

**Archer, D. L.** 2004. *Freezing: an underutilized food safety technology?* International Journal of Food Microbiology, 90: 127-138.

**ARESP (Associação de Restauração e Similares de Portugal).** 2006. *Higiene e Segurança Alimentar*. Código de Boas Práticas para a restauração pública. Portugal.

**Aureli, P., Fiorucci, G. C., Caroli, D., Marchiaro, G., Novara, O., Leone, L. e Salmaso, S.** 2000. *An outbreak of febrile gastroenteritis associated with corn contaminated by Listeria monocytogenes*. Journal of Medicine, 342: 1236-1241. Reino Unido.

**Azevedo, I., Regalo, M., Mena, C., Almeida, G., Carneiro, L., Teixeira, P., Hogg, T. e Gibbs, P.** 2005. *Incidence of Listeria spp. in domestic refrigerators in Portugal*. Food Control, 16: 121-124.

**Bankston Jr., J. D. e Moody, M. W.** 2002. *Temperature response of refrigerated foods to fluctuations in refrigerator ambient temperature with HACCP implications*. Department of Food Science, Louisiana State. Annual Meeting AND Food Expo – Anaheim, Califórnia, Estados Unidos da América.

**Baptista, P. e Antunes, C.** 2005. *Higiene e Segurança Alimentar na Restauração*. Vol. II, 1ª ed. Forvisão – Consultadoria em Formação Integrada. Guimarães, Portugal.

**Baptista, P. e Linhares, M.** 2005. *Higiene e Segurança Alimentar na Restauração*. Vol. I, 1ª ed. Forvisão - Consultadoria em Formação Integrada. Guimarães, Portugal.

**Baptista, P. e Venâncio, A.** 2003. *Os perigos para a segurança alimentar no processamento de alimentos*. 1ª ed. Forvisão - Consultadoria em Formação Integrada. Guimarães, Portugal.

**Baptista, P., Noronha, J., Oliveira, J. e Saraiva, J.** 2003. *Modelos genéricos de HACCP*. 1ª ed. Forvisão - Consultadoria em Formação Integrada. Guimarães, Portugal.

**Bolat, T.** 2002. *Implementation of the Hazards Analysis Critical Control Point (HACCP) System in a Fast Food Business*. Food Reviews International. Department of Tourism and Hotel Management. Ballkesir University. Ballkesir, Turquia.

**Codex Alimentarius.** 1976. *Recommended International Code of Practice for the Processing and Handling of Quick Frozen Foods*. CAC/RCP 8. pp. 1-19.

**Codex Alimentarius.** 1999. *Code of Hygienic Practice for Refrigerated Packaged Foods with Extended Shelf Life*. CAC/RCP 46. pp. 1-20.

**Decreto Regulamentar nº 4/99** de 1 de Abril. Estabelece os requisitos técnicos dos Estabelecimentos de Restauração e Bebidas. Diário da República. I Série-B; 77, 1817-1836.

**Decreto-Lei 132/2000** de 13 de Julho. Artigo 7º modo de realização do controlo, Artigo 8º operações de controlo.

**Decreto-Lei nº 425/99** de 21 de Outubro. Altera o Decreto-Lei nº 67/98 de 18 de Março. Cap. VII, Artigo 22º relativo ao modo de conservação dos géneros alimentícios.

**Decreto-Lei nº 67/98** de 18 de Março. Estabelece as normas gerais de higiene a que devem estar sujeitos os géneros alimentícios, bem como as modalidades de verificação do cumprimento dessas normas. Diário da República. I Série; 65, 1155-1163.

**Dias, B.** 2006. *Segurança e Qualidade Alimentar. Análise dos riscos da cadeia alimentar. Evolução europeia e nacional.* Segurança e Qualidade Alimentar, 1: 16-19.

**Dias, M. A.** 2007. *Congelação de Alimentos em Restaurantes. Alicontrol – Tecnologia e Controlo de Alimentos, Lda.* Segurança e Qualidade Alimentar, 2: 40-41.

**Ellis, D. I. e Goodacre, R.** 2001. *Rapid and quantitative detection of the microbial spoilage of muscle foods: current status and future trends.* Food Science & Technology. 12: 414-424.

**Escrache, I., Doménech, E. e Baert, K.** 2006. *Design and Implementation of an HACCP system. Safety in the agri-food chain.* Cap. 7, Editado por Luning, P.A., Devlieghere, F. Verhé, R., Wageningen Academic Publishers. Países Baixos. pp. 303-354.

**Esteves, P., Macedo, S., Luz, C., Soares, P e Vaz de Almeida, M. D.** 2002. *Manual de Higiene e Segurança Alimentar.* Inatel. Lisboa, Portugal.

**Fellows, P.** 2000. *Food Processing Technology. Principles and Practice.* 2<sup>a</sup> ed. Woodhead. Londres, Reino Unido.

**Fernandes, T.** 2004. *Segurança Alimentar.* SGS Portugal.

**Figueiredo, C.V., Junqueira, A. C. A. e Cunha, H. T.** 2003. *Avaliação das temperaturas de armazenamento de produtos perecíveis em açougues e supermercados de três corações,* M. G. Revista ciência e saúde coletiva (Anais do VII Congresso Brasileiro de Saúde Coletiva realizado durante o período de 29 de Julho a 2 de Agosto de 2003 em Brasília, D. F.). Vol. 8 – Suplementos 1 e 2.

**Flynn, O. M. J., Blair, I. e McDowell, D.** 1992. *The efficiency and consumer operation of domestic refrigerators.* International Journal of Refrigeration. 15: 307-312.

**Forsythe, S. J.** 2006. *The Microbiology of Safe Food*. Blackwell Science. Oxford, Reino Unido.

**Franco, B. G. M. F. e Landgraf, M.** 1996. *Microbiologia dos alimentos*. São Paulo, Atheneu. 182 pp.

**Garbutt, J.** 1997. *Essentials of Food Microbiology*. Arnold. Londres, Reino Unido.

**Gibson, L. L., Rose, J. B., Haas, C. N., Gerba, C. P. e Rusin, P. A.** 2002. *Quantitative assessment of risk reduction from hand washing with antibacterial soaps*. Journal of Applied Microbiology. 92(s1), 136S-143S.

**Goés, J. A. W., Silva, A. V., Fracalossi, L. M. e Kuwano, E. A.** 2004. *Condições de conservação de alimentos armazenados por refrigeração na cidade de Salvador, Bahia*. Revista Higiene Alimentar, Vol. 18, nº 125, pp. 41-43.

**Gomes-Neves, E., Araújo, A. C., Ramos, E. e Cardoso, C. S.** 2007. *Food handling: Comparative analysis of general knowledge and practice in three relevant groups in Portugal*. Food Control, 18: 707-712.

**Guedes, A. B.** 2006. *Segurança e Qualidade Alimentar. Segurança e saúde no trabalho e segurança alimentar. Promover a saúde humana*. Segurança e Qualidade Alimentar, 1: 52-53.

**Hartel, R. W. e Heldman.** 1997. *Principles of Food Processing*. D. R. Aspen Publishers, Estados Unidos da América.

**Hazelwood, D. e McLean, A. C.** 1996. *Manual de Higiene para manipuladores de alimentos*. São Paulo. 140pp.

**Hobbs, B. C. e Roberts, D.** 1998. *Toxiinfecções e controle higiênico-sanitário de alimentos*. 4ª ed. São Paulo. 376pp.

**Hogg, T., Caldeira, M., Moreira, R. e Teixeira, P.** 2004. *Indústria e Segurança Alimentar*. Federação das Indústrias Portuguesas Agro-Alimentares. Portugal.

**IFT (Institute of Food Technologists).** 2003. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. Vol. 2, Cap. IV. Estados Unidos da América.

- Inovadora.** 2006. *Sistema de Segurança Alimentar-HACCP*. Documento Interno da Empresa. 19pp.
- Inovadora.** 2009. *Sistema de Segurança Alimentar-HACCP*. Documento Interno da Empresa. 20pp.
- Jackson, V., Blair, I. S., McDowell, D. A., Kennedy, J. e Bolton, D. J.** 2007. *The incidence of significant foodborne pathogens in domestic refrigerators*. Food Control, 18: 346-351.
- James, S. J., Evans, J. e James, C.** 2008. *A review of the performance of domestic refrigerators*. Journal of Food Engineering, 87: 2-10.
- Jay, J. M., Loessner, M. J. e Golden, D. A.** 2005. *Modern Food Microbiology*. 7<sup>a</sup> ed. Springer. Estados Unidos da América.
- Jevsnik, M., Ovca, A. e Likar, K.** 2006. *Maintaining a cold chain in retail: does it work?* College of Health Studies. Department of Sanitary Engineering. University of Ljubljana. Ljubljana, Eslovénia.
- Johnson, A. E., Donkin, A. J., Morgan, K., Lilley, J. M., Neale, R. J., Page, R. M., et al.** 1998. *Food safety knowledge and practice among elderly people living at home*. Journal of Epidemiology and Community Health, 52: 745-748.
- Laguerre, O., Derens, E. e Palagos, B.** 2002. *Study of domestic refrigerator temperature and analysis os factors affecting temperature: a French survey*. International Journal of Refrigeration, 25: 653-659.
- Likar, K. e Jevsnik, M.** 2006. *Cold chain maintaining in food trade*. Food Control, 17: 108-113.
- Lima, C. R.** 2001. *Manual prático de controle de qualidade em supermercados*. Livraria Varela. São Paulo, Brasil.
- Luning, P. A., Marcelis, W. J. e Jongen, W. M. F.** 2002. *Food quality management a techno-managerial approach*. Wageningen Academic Publishers.

**Maldonado, E. S., Henson, S. J., Caswell, J. A., Leos, L. A., Martinez, P. A., Aranda, G. e Cadena, J. A.** 2004. *Cost-benefit analysis of HACCP implementation in the Mexican meat industry*. Food Control.

**Manask, A, M.** 2002. *The complete guide to food service in cultural institutions*. New York: John Wiley and Sons, pp. 5-35.

**Martínez-Tomé, M., Vera, A. M. e Murcia, M. A.** 2000. *Improving the control of food production in catering establishments with particular reference to the safety of salads*. Food Control, 11: 437-445.

**McCabe-Sellers, B. J. e Beattie, S. E.** 2004. *Food Safety: Emerging Trends in Foodborne Illness Surveillance and Prevention*. Journal of the American Dietetic Association, 104: 1708-1717.

**McMeekin, T. A., Brown, J., Krist, K., Miles, D., Neumeyer, K., Nichols, D. S., Olley, J., Presser, K., Ratkowsky, D. A., Ross, T., Salter, M. e Soontranon, S.** 1997. *Quantitative Microbiology: A Basis for Food Safety*. Vol. 3, No. 4. University of Tasmania, Hobart, Australia.

**Miller, T., Smethurst, C., Clarke, D., Rees, N., Wadey, C., Barnes, J., Osner, R., Stokell, J., Val, M. du, Harrold, D. e Phillips, P.** 1997. *Industry Guide to Good Hygiene Practice: Catering Guide*. Food Safety (General Food Hygiene) Regulations 1995. Food Safety (Temperature Control) Regulations 1995. Chadwick House Group LTD. Londres.

**Morais, A. e Pinto, P.** 2000. *Boas Práticas para a Conservação de Produtos Hortofrutícolas*. AESBUC – Associação para a Escola Superior de Biotecnologia da Universidade Católica, Porto, Portugal.

**Mossel, D. A. A., Corry, J. E. L., Struijk, C. B. e Baird, R. M.** 1995. *Essentials of the microbiology of foods*. Chichester: Wiley.

**Murmann, L., Dilkin, P., Kowalski, C. H., Almeida, C. A. e Mallmann, C. A.** 2004. *Temperaturas de conservadores a frio em estabelecimentos que comercializam*

*alimentos na cidade de Santa Maria/RS. Revista de Higiene e Segurança Alimentar. 19: 30-34.*

**Novais, M. R.** 2006. *Segurança e Qualidade Alimentar. Noções gerais de Higiene e Segurança Alimentar. Boas Práticas e Pré-requisitos HACCP.* Segurança e Qualidade Alimentar, 1: 10-11.

**Ovca, A. e Jevsnik, M.** 2009. *Maintaining a cold chain from purchase to the home and at home: Consumer opinions.* Food Control, 20: 167-172.

**Pais, E.** 2007. *Higiene e Segurança Alimentar numa Pizzeria: Controlo Estatístico da Temperatura.*

**Portaria nº 91/94** de 7 de Fevereiro, regulamenta o Decreto-Lei nº 251/91 de 16 de Julho, estabelecendo as condições a que deve obedecer o controlo das temperaturas nos meios de transporte e nas instalações de depósito e armazenagem dos alimentos ultracongelados, bem como o procedimento de amostragem e o método de análise para o controlo dessas temperaturas.

**Proudlove, K.** 1996. *Os alimentos em debate: Uma visão equilibrada.* São Paulo, Varela. 251pp.

**Pruthi, J. S.** 1999. *Quick Freezing Preservation of Foods.* Principles Practices R&D Needs. Foods of Plant Origin. Vol. II.

**Regulamento (CE) N.º 178/2002** do Parlamento Europeu e do Conselho de 28 de Janeiro de 2002. Determina os princípios e normas gerais da legislação alimentar, cria a Autoridade Europeia para a Segurança dos Alimentos e estabelece procedimentos em matéria de segurança dos géneros alimentícios.

**Regulamento (CE) N.º 852/2004** do Parlamento Europeu e do Conselho de 29 de Abril de 2004. Estabelece as regras gerais destinadas aos operadores das empresas do sector alimentar no que se refere à higiene dos géneros alimentícios. Jornal Oficial da União Europeia: L 139 de 30.04.2004.

**Regulamento (CE) N.º 853/2004** do Parlamento Europeu e do Conselho de 29 de Abril de 2004. Estabelece as regras específicas de higiene aplicáveis aos géneros alimentícios de origem animal.

**Regulamento (CE) N.º 854/2004** do Parlamento Europeu e do Conselho de 29 de Abril de 2004. Estabelece as regras específicas de organização dos controlos oficiais de produtos de origem animal destinados ao consumo humano.

**Rizvi, S.** 2002. *Food Processing and Preservation Technologies*. Department of Food Science. Cornell University. E.U.A.

**Santos, M.** 2007. *Avaliação de Pré-Requisitos em Restaurantes do Grupo Central*.

**Saraiva, J. e Baptista, P.** 2003. *Higiene Pessoal na Indústria Alimentar*. 1ª ed. Forvisão – Consultadoria em Formação Integrada. Guimarães, Portugal.

**Sergelidis, D., Abraham, A., Sarimvei, A., Panoulis, C., Karaioannoglou, Pr. e Genigeorgis, C.** 1997. *Temperature distribution and prevalence of Listeria spp. in domestic, retail and industrial refrigerators in Greece*. International Journal of Food Microbiology, 34: 171-177.

**Silva, E. A. J.** 1997. *Manual de controle higiênico-sanitário em alimentos*. 2ª ed. São Paulo, Varela. 385pp.

**Sivasankar, B.** 2004. *Food Processing and Preservation*. PHI Learning Pvt. Ltd., Índia.

**Soares, E.** 2007. *Qualidade e Segurança Alimentar. Doenças de origem alimentar. Infecções e intoxicações*. Segurança e Qualidade Alimentar, 2: 6-8.

**Soriano, J. M., Rico, H., Moltó, J. C. e Manes, J.** 2002. *Effect of introduction of HACCP on the microbiological quality of some restaurant meals*. Food Control, 13: 253-261.

**Van Schothorst, M.** 2004. *A Simple Guide to Understanding and Applying the Hazard Analysis Critical Control Point Concept*. 3ª ed. ILSI, Bélgica.

**Veiros, M. B., Proença, R. P. C., Santos, M. C. T., Kent-Smith, L. e Rocha, A.** 2009. *Food safety practices in a Portuguese canteen*. Food Control, 20: 936-941.

**Walker, E. e Jones, N.** 2002. *An assessment of the value of documenting food safety in small and less developed catering businesses.* Food Control 13: 307-314.

**Walker, E., Pritchard, C. E Forsythe, S.** 2003. *Hazard analysis critical control point and prerequisite programme implementation in small and medium size food businesses.* Food Control, 14: 169-174.

**Wallace, C. e Williams, T.** 2001. *Pre-requisites: a help or a hindrance to HACCP?* Food Control, 12: 235-240.

**Weingold, S. E., Guzewich, J. J. e Fudala, J. K.** 1994. *Use of foodborne disease data for HACCP risk assessment.* Journal of Food Protection, 57: 820-830.

**WHO (World Health Organisation).** 2007. *General information related to foodborne disease.* [http://www.who.int/foodsafety/foodborne\\_disease/general/en/index.html](http://www.who.int/foodsafety/foodborne_disease/general/en/index.html).  
Acedido a 22 de Fevereiro de 2010.

## VIII. ANEXOS

### Anexo I – Análise estatística dos dados relativos aos equipamentos de congelamento dos restaurantes

#### ANOVA – Comparação entre locais dentro do equipamento

##### SUMÁRIO

<i>Grupos</i>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>
superior esquerdo	49	-997	-20,3469	7,439626
superior direito	49	-1002	-20,449	7,419218
centro	49	-974	-19,8776	7,818027
inferior esquerdo	49	-1008	-20,5714	10,25
inferior direito	49	-1004	-20,4898	10,46344

##### ANOVA

<i>Fonte de variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	14,77551	4	3,693878	0,425657	0,790051	2,409257
Dentro de grupos	2082,735	240	8,678061			
Total	2097,51	244				

#### ANOVA – Comparação entre restaurantes

##### SUMÁRIO

<i>Grupos</i>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>
Restaurante 1	20	-409	-20,45	10,47105
Restaurante 2	25	-510	-20,4	4,25
Restaurante 3	20	-393	-19,65	3,081579
Restaurante 4	15	-270	-18	9,714286
Restaurante 5	15	-361	-24,0667	11,49524
Restaurante 6	15	-274	-18,2667	3,209524
Restaurante 7	25	-470	-18,8	1,333333
Restaurante 8	15	-327	-21,8	1,171429
Restaurante 9	5	-143	-28,6	0,8
Restaurante 10	15	-295	-19,6667	3,238095
Restaurante 11	10	-198	-19,8	2,622222
Restaurante 12	20	-399	-19,95	1,734211
Restaurante 13	15	-297	-19,8	14,17143
Restaurante 14	10	-247	-24,7	0,9
Restaurante 15	20	-392	-19,6	1,094737

## ANOVA

<i>Fonte de variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	1015,360204	14	72,52573	15,41461	4,63E-26	1,734982
Dentro de grupos	1082,15	230	4,705			
Total	2097,510204	244				

## ANOVA – Comparação entre a temperatura no visor e temperatura no interior do equipamento

## SUMÁRIO

<i>Grupos</i>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>
Média da temperatura interior por equipamento	49	-997	-20,3469	8,166293
Temperatura do visor	49	-1012,2	-20,6571	9,901667

## ANOVA

<i>Fonte de variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	2,357551	1	2,357551	0,260965	0,610631	3,940163
Dentro de grupos	867,262	96	9,03398			
Total	869,6196	97				

## ANOVA – Comparação entre a temperatura do produto e a temperatura no interior do equipamento

## SUMÁRIO

<i>Grupos</i>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>
Temperaturas no interior do equipamento	245	-4985	-20,3469	8,596353
Temperatura do produto	245	-4518	-18,4408	8,681934

## ANOVA

<i>Fonte de variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	445,0796	1	445,0796	51,51895	2,66E-12	3,860584
Dentro de grupos	4215,902	488	8,639144			
Total	4660,982	489				

**ANOVA – Comparação entre a temperatura do visor e a temperatura dos produtos****SUMÁRIO**

<i>Grupos</i>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>
Média da temperatura do produto	49	-903,6	-18,4408	8,208299
Temperatura do visor	49	-1012,2	-20,6571	9,901667

**ANOVA**

<i>Fonte de variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	120,3465	1	120,3465	13,29064	0,000433	3,940163
Dentro de grupos	869,2784	96	9,054983			
Total	989,6249	97				

**ANOVA – Comparação entre a temperatura no interior do equipamento em arcas horizontais e verticais****SUMÁRIO**

<i>Grupos</i>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>
Arcas verticais temperatura interior	30	-576	-19,2	4,57931
Arcas horizontais temperatura do interior	215	-4409	-20,507	8,970745

**ANOVA**

<i>Fonte de variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	44,97067	1	44,97067	5,324074	0,021874	3,880011
Dentro de grupos	2052,54	243	8,446665			
Total	2097,51	244				

**ANOVA – Comparação entre a temperatura dos produtos em arcas horizontais e verticais****SUMÁRIO**

<i>Grupos</i>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>
Arcas verticais temperatura do produto	30	-489	-16,3	4,631034
Arcas horizontais temperatura do produto	215	-4029	-18,7395	8,539318

ANOVA

<i>Fonte de variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	156,6779	1	156,6779	19,40789	1,58E-05	3,880011
Dentro de grupos	1961,714	243	8,072897			
Total	2118,392	244				

**Anexo II – Análise estatística dos dados relativos aos equipamentos de  
congelamento dos mercados**

**ANOVA – Comparação entre locais dentro do equipamento**

**SUMÁRIO**

<i>Grupos</i>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>
superior				
esquerdo	58	-1159	-19,9828	13,31549
superior direito	58	-1169	-20,1552	12,44918
centro	58	-1123	-19,3621	13,21748
inferior esquerdo	58	-1172	-20,2069	11,71083
inferior direito	58	-1182	-20,3793	12,20448

**ANOVA**

<i>Fonte de variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	35,75862	4	8,939655	0,710653	0,585218	2,40332
Dentro de grupos	3585,155	285	12,57949			
Total	3620,914	289				

**ANOVA - Comparação entre mercados**

**SUMÁRIO**

<i>Grupos</i>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>
M1	20	-397	-19,85	0,765789
M2	20	-415	-20,75	1,25
M3	15	-289	-19,2667	3,638095
M4	25	-492	-19,68	15,22667
M5	20	-374	-18,7	1,378947
M6	20	-439	-21,95	0,681579
M7	15	-323	-21,5333	3,695238
M8	15	-192	-12,8	29,17143
M9	20	-401	-20,05	12,68158
M10	10	-195	-19,5	1,611111
M11	30	-680	-22,6667	15,4023
M12	20	-378	-18,9	1,884211
M13	20	-385	-19,25	19,67105
M14	25	-555	-22,2	8,833333
M15	15	-290	-19,3333	1,380952

## ANOVA

<i>Fonte de variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	1323,957	14	94,56837	11,32207	1,86E-20	1,727878
Dentro de grupos	2296,957	275	8,35257			
Total	3620,914	289				

## ANOVA – Comparação entre a temperatura no visor e temperatura no interior do equipamento

## SUMÁRIO

<i>Grupos</i>	<i>Contagem</i>	<i>Variância</i>
Média da temperatura interior por equipamento	58	168,8508
Temperatura do visor	58	14,54567

## ANOVA

<i>Fonte de variação</i>	<i>SQ</i>	<i>F</i>	<i>valor P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	623,8017241	6,802766	0,01032	3,92433
Dentro de grupos	10453,60069			
Total	11077,40241			

## ANOVA – Comparação entre a temperatura do produto e a temperatura no interior do equipamento

## SUMÁRIO

<i>Grupos</i>	<i>Contagem</i>	<i>Variância</i>
Temperatura do interior do equipamento	290	12,52911
Temperatura do produto	290	17,99303

## ANOVA

<i>Fonte de variação</i>	<i>SQ</i>	<i>F</i>	<i>valor P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	1700,084483	111,4001	6,19E-24	3,857597
Dentro de grupos	8820,9			
Total	10520,98448			

**ANOVA – Comparação entre a temperatura do visor e a temperatura dos produtos****SUMÁRIO**

<i>Grupos</i>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>
Média da temperatura do produto	58	-962,4	-16,5931	17,62521
Temperatura do visor	58	-1180	-20,3448	14,54567

**ANOVA**

<i>Fonte de variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	408,1875862	1	408,1876	25,37621	1,79E-06	3,924330231
Dentro de grupos	1833,74069	114	16,08544			
Total	2241,928276	115				

**ANOVA – Comparação entre a temperatura interior em arcas horizontais e verticais****SUMÁRIO**

<i>Grupos</i>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>
Arcas verticais do interior	15	-290	-19,3333	1,380952
Arcas horizontais do interior	275	-5515	-20,0545	13,11745

**ANOVA**

<i>Fonte de variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	7,398642	1	7,398642	0,589678	0,443173	3,873949
Dentro de grupos	3613,515	288	12,54693			
Total	3620,914	289				

**ANOVA – Comparação entre a temperatura dos produtos em arcas horizontais e verticais****SUMÁRIO**

<i>Grupos</i>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>
Arcas verticais produto	15	-281	-18,7333	2,066667
Arcas horizontais do produto	275	-4531	-16,4764	18,60802

## ANOVA

<i>Fonte de variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	72,45651	1	72,45651	4,069694	0,044587	3,873949
Dentro de grupos	5127,53	288	17,80392			
Total	5199,986	289				

**Anexo III – Análise estatística dos dados relativos aos equipamentos de refrigeração dos restaurantes**

**ANOVA – Comparação entre locais dentro do equipamento**

SUMÁRIO

<i>Grupos</i>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>
superior esquerdo	29	224	7,724138	6,492611
superior direito	29	219	7,551724	6,970443
centro	29	216	7,448276	5,756158
inferior esquerdo	29	208	7,172414	5,219212
inferior direito	29	205	7,068966	5,495074

ANOVA

<i>Fonte de variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	8,455172	4	2,113793	0,353082	0,841541	2,436317
Dentro de grupos	838,1379	140	5,9867			
Total	846,5931	144				

**ANOVA – Comparação entre restaurantes**

SUMÁRIO

<i>Grupos</i>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>
Restaurante 1	10	66	6,6	0,266667
Restaurante 2	10	60	6	0,444444
Restaurante 3	10	65	6,5	0,277778
Restaurante 4	5	33	6,6	0,3
Restaurante 5	10	93	9,3	1,788889
Restaurante 6	15	131	8,733333	18,6381
Restaurante 7	10	49	4,9	0,544444
Restaurante 8	10	101	10,1	0,766667
Restaurante 9	10	86	8,6	5,822222
Restaurante 10	5	28	5,6	0,3
Restaurante 11	15	80	5,333333	0,666667
Restaurante 12	10	73	7,3	0,9
Restaurante 13	5	37	7,4	0,3
Restaurante 14	10	103	10,3	0,9
Restaurante 15	10	67	6,7	5,344444

## ANOVA

<i>Fonte de variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	419,2264	14	29,94475	9,108845	1,17E-13	1,76856
Dentro de grupos	427,3667	130	3,287436			
Total	846,5931	144				

## ANOVA – Comparação entre a temperatura no visor e temperatura no interior do equipamento

## SUMÁRIO

<i>Grupos</i>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>
Média da temperatura interior por equipamento	29	214,4	7,393103	5,709951
Temperatura do visor	29	230,2	7,937931	5,847438

## ANOVA

<i>Fonte de variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	4,304138	1	4,304138	0,744829	0,3918	4,012973
Dentro de grupos	323,6069	56	5,778695			
Total	327,911	57				

## ANOVA – Comparação entre a temperatura do produto e a temperatura no interior do equipamento

## SUMÁRIO

<i>Grupos</i>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>
Temperaturas no interior do equipamento	145	1072	7,393103	5,879119
Temperatura do produto	145	1229	8,475862	5,765038

## ANOVA

<i>Fonte de variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	84,99655	1	84,99655	14,599	0,000163	3,873949
Dentro de grupos	1676,759	288	5,822079			
Total	1761,755	289				

**ANOVA – Comparação entre a temperatura do visor e a temperatura dos produtos****SUMÁRIO**

<i>Grupos</i>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>
Média da temperatura do produto	29	245,8	8,475862	5,544039
Temperatura do visor	29	230,2	7,937931	5,847438

**ANOVA**

<i>Fonte de variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	4,195862	1	4,195862	0,736667	0,39439	4,012973
Dentro de grupos	318,9614	56	5,695739			
Total	323,1572	57				

**ANOVA – Comparação entre a temperatura no interior do equipamento em arcas horizontais e verticais****SUMÁRIO**

<i>Grupos</i>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>
Arcas verticais do interior	95	712	7,494737	6,465398
Arcas horizontais do interior	50	360	7,2	4,816327

**ANOVA**

<i>Fonte de variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	2,845735	1	2,845735	0,482301	0,488509	3,907312
Dentro de grupos	843,7474	143	5,900331			
Total	846,5931	144				

**ANOVA – Comparação entre a temperatura dos produtos em arcas horizontais e verticais****SUMÁRIO**

<i>Grupos</i>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>
Arcas verticais produto	95	829	8,726316	6,477492
Arcas horizontais do produto	50	400	8	4,163265

ANOVA

<i>Fonte de variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	17,28131	1	17,28131	3,040072	0,083381	3,907312
Dentro de grupos	812,8842	143	5,684505			
Total	830,1655	144				

**Anexo IV – Análise estatística dos dados relativos aos equipamentos de refrigeração dos mercados**

**ANOVA – Comparação entre locais dentro do equipamento**

**SUMÁRIO**

<i>Grupos</i>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>
superior esquerdo	26	223	8,576923	4,173846
superior direito	26	218	8,384615	3,846154
centro	26	198	7,615385	4,486154
inferior esquerdo	26	198	7,615385	4,246154
inferior direito	26	193	7,423077	4,173846

**ANOVA**

<i>Fonte de variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	28,07692	4	7,019231	1,677143	0,159416	2,444174
Dentro de grupos	523,1538	125	4,185231			
Total	551,2308	129				

**ANOVA - Comparação entre mercados**

**SUMÁRIO**

<i>Grupos</i>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>
M1	10	83	8,3	0,455556
M2	10	70	7	0,666667
M3	10	70	7	0,666667
M4	10	60	6	0,666667
M5	5	23	4,6	2,3
M6	10	80	8	0,666667
M7	5	58	11,6	0,3
M8	10	89	8,9	3,655556
M9	10	61	6,1	0,988889
M10	10	78	7,8	1,511111
M11	10	67	6,7	0,455556
M12	5	32	6,4	0,8
M13	10	106	10,6	1,155556
M14	10	94	9,4	2,266667
M15	5	59	11,8	0,7

## ANOVA

<i>Fonte de variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	416,430769	14	29,74505	25,37597	9,29E-29	1,778693
Dentro de grupos	134,8	115	1,172174			
Total	551,230769	129				

## ANOVA – Comparação entre a temperatura no visor e temperatura no interior do equipamento

## SUMÁRIO

<i>Grupos</i>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>
Média da temperatura interior por equipamento	26	206	7,923077	3,891446
Temperatura do visor	26	216,9	8,342308	6,985738

## ANOVA

<i>Fonte de variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	2,284808	1	2,284808	0,42011	0,519848	4,03431
Dentro de grupos	271,9296	50	5,438592			
Total	274,2144	51				

## ANOVA – Comparação entre a temperatura do produto e a temperatura no interior do equipamento

## SUMÁRIO

<i>Grupos</i>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>
temperatura no interior do equipamento	130	1030	7,923077	4,273107
temperatura do produto	130	1220	9,384615	6,005963

## ANOVA

<i>Fonte de variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	138,8462	1	138,8462	27,01532	4,11E-07	3,877753873
Dentro de grupos	1326	258	5,139535			
Total	1464,846	259				

## ANOVA – Comparação entre a temperatura do visor e a temperatura dos produtos

### SUMÁRIO

<i>Grupos</i>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>
Média da temperatura do produto	26	244	9,384615	5,705354
Temperatura do visor	26	216,9	8,342308	6,985738

### ANOVA

<i>Fonte de variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	14,12327	1	14,12327	2,225698	0,142014	4,03431
Dentro de grupos	317,2773	50	6,345546			
Total	331,4006	51				